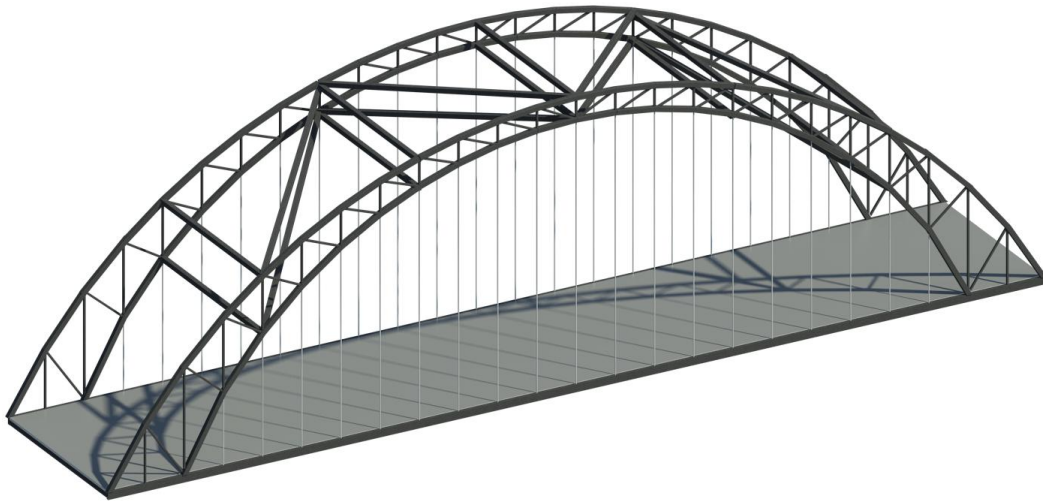




CHALMERS
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



Över Viskan med Stil

Utveckling av koncept och dimensionering av bro över Viskan på väg 27
Kandidatarbete inom civilingenjörsprogrammet Väg och vattenbyggnad

HENRIK BERG
LINNEA FAGERSTRÖM
ANDREAS HELLSTRÖM
ALEXANDER NYBERG
PHILIP LINDORSSON
GUSTAV SÖDERLUND

Över Viskan med Stil

Utveckling av koncept och dimensionering av bro över Viskan på väg 27

Kandidatarbete inom civilingenjörsprogrammet Väg och vatten

HENRIK BERG

LINNEA FAGERSTRÖM

ANDREAS HELLSTRÖM

ALEXANDER NYBERG

PHILIP LINDORSSON

GUSTAV SÖDERLUND

Institutionen för bygg- och miljöteknik

Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

En ny sträckning av väg 27 anläggs mellan Viared och Kråkered, söder om Borås, vilken syftar till att ge bättre framkomlighet, minska restiderna och bidra till en säkrare trafikmiljö. Den nya sträckningen passerar över vattendraget Viskan och en vägbro är således nödvändig. En möjlig utformning av bron utreds och preliminärdimensioneras.

Valet av utformning sker genom en urvalsprocess där beställarens kravspecifikationer och områdesspecifika förutsättningar inledningsvis begränsar antalet möjligheter. Utifrån dessa begränsningar tas fyra möjliga koncept fram, vilka viktas mot varandra utifrån utvalda parametrar. Parametrar som i detta projekt viktas högt är: estetik, trafiksäkerhet samt en effektiv konstruktion.

Det brokoncept som anses bäst utifrån de framtagna parametrarna är fackverksbågbron *Stil* där det bärande systemet består av två parallella fackverksbågar i stål på var sida brobanan. Brobanan utförs i samverkan mellan tvärgående I-balkar i stål och en armerad betongplatta. Fackverksbågarna länkas samman med tvärbalkarna med hjälp av hängare. På var sida brobanan löper även två förstyrningsbalkar med C-tvårsnitt. Brons spännvidd är 74 meter och den totala bredden är 17 meter. Det framtagna konceptet dimensioneras efter laster enligt Eurocode och en strukturerad beräkningsmodell identifieras. Beräkningar utförs både för hand och med MATLAB.

Nyckelord: Bågbro, Fackverk, Fackverksbåge, Viskan, Konzeptutveckling

Omslag:

Modell över framtaget förslag - fackverksbågbron *Stil*

Institutionen för bygg- och miljöteknik

Göteborg

2015

Crossing Viskan with Stil

Concept development and design of a bridge over Viskan on national road 27

Bachelor Thesis

Building and Civil Engineering

HENRIK BERG

LINNEA FAGERSTRÖM

ANDREAS HELLSTRÖM

PHILIP LINDORSSON

ALEXANDER NYBERG

GUSTAV SÖDERLUND

Department of Civil and Environmental Engineering

Chalmers University of Technology

ABSTRACT

A new route of road 27 is being built south of Borås, connecting Viared and Kråkered. The purpose of the project is to increase accessibility, reduce travelling time and make traffic flow more safely. The new route of road 27 will cross the river Viskan, therefore a bridge is necessary. This report investigates a possible design of the bridge.

Four possible bridge concepts are evaluated, restricted by the area and the clients specifications. These concepts are being compared to each other, in regard to several parameters. Aesthetics, safety and efficient design are considered the most important parameters.

The Framework Arch Bridge, *Stil*, is the bridge concept that fulfills the parameters in the best way. The bridge consists of two steel framework arches, on each side of the bridge deck. The bridge deck is performed as a composite structure with transversed I-beams and a reinforced concrete slab. The framework arches are linked to the transversed I-beams with hangers. On each side of the bridge deck are two reinforcing beams. The bridge span 74 meters and has a width of 18 meters. The concept is designed for loads from Eurocode and a calculation model is created. Calculations are made both by hand and by MATLAB.

Key words: Arch Bridge, Framework, Viskan, Conceptual Design

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING	II
ABSTRACT	IV
INNEHÅLL	V
FÖRORD	XIII
BEGREPPSFÖRKLARINGAR	XIV
DEL 1 - IDÉFAS	1
1 INLEDNING	1
1.1 Syfte	1
1.2 Problembeskrivning	1
1.3 Avgränsningar	1
1.4 Metod	2
2 FÖRUTSÄTTNINGAR	3
2.1 Områdesbeskrivning	3
2.2 Hydrogeologiska förutsättningar	3
2.3 Trafik	3
2.4 Geometriska kravspecifikationer	4
2.5 Övriga kravspecifikationer	4
3 BAKOMLIGGANDE TEORI	5
3.1 Brotyper	5
3.1.1 Balkverkansbroar	5
3.1.2 Linverkansbroar	5
3.1.3 Bågverkansbroar	6
3.1.4 Fackverkansbroar	6
3.2 Byggnadsmaterial	7
3.2.1 Jämförelse med avseende på miljö	8
3.3 Förvaltning	9
3.3.1 Inspektioner	9
4 VAL AV KONCEPT	11
4.1 Begränsningar	11
4.2 Broalternativ 1 - Snedkabelbron Diamanten	12
4.2.1 Konstruktion och utformning	12
4.2.2 Produktion	13
4.2.3 Förvaltning och miljö	14
4.2.4 Alternativa lösningar	15
4.3 Broalternativ 2 - Bågbron Taco	15
4.3.1 Konstruktion och utformning	15
4.3.2 Produktion	17
4.3.3 Förvaltning och miljö	17
4.3.4 Alternativa lösningar	18
4.4 Broalternativ 3 - Träbågbron Robin Wood	18
4.4.1 Konstruktion och utformning	18
CHALMERS Bygg- och miljöteknik	V

4.4.2	Produktion	19
4.4.3	Förvaltning och miljö	19
4.4.4	Alternativa lösningar	20
4.5	Broalternativ 4 - Fackverksbågbron Stil	20
4.5.1	Konstruktion och utformning	20
4.5.2	Produktion	21
4.5.3	Förvaltning och miljö	21
4.5.4	Alternativa lösningar	22
5	URVAL	23
5.1	Beskrivning av kriterier	23
5.2	Viktning av kriterier	24
5.2.1	Viktning av brokoncept	24
6	INGÅENDE BESKRIVNING AV VALD BRO	26
6.1	Beskrivning av konstruktion	26
6.1.1	Bågkonstruktion	26
6.1.2	Broana	27
6.1.3	Stöd och grundläggning	28
6.1.4	Anslutningar	28
6.1.5	Risker	29
6.1.6	Övrigt	30
6.2	Produktion	30
6.2.1	Produktion av bron	30
6.2.2	Behov	31
6.2.3	Risker	31
6.3	Förvaltning	31
6.3.1	Underhåll	31
6.3.2	Miljöpåverkan	32
6.3.3	Risker	32
	DEL 2 – DIMENSIONERINGSFAS	33
7	LASTFRAMTAGNING	33
7.1	Dimensionerande laster tvärled	34
7.2	Dimensionerande laster längsled	35
7.3	Reaktionskrafter	36
8	DIMENSIONERING AV BETONGPLATTAN	37
8.1	Brottgränstillstånd	37
8.1.1	Moment	37
8.1.2	Tvärkraft	39
8.2	Bruksgränstillstånd	41
8.2.1	Korttidslast	41
8.2.2	Långtidslast	42
8.2.3	Beräkning av nedböjning	43
9	DIMENSIONERING AV TVÄRBALKARNA	44
9.1	Brottgränstillstånd	46
9.1.1	Momentkapacitet	46

9.1.2	Tvärkraftskapacitet	46
9.1.3	Interaktion mellan moment och tvärkraft	46
9.1.4	Kontroll av halssvetsar	46
9.1.5	Dimensionering av studs	47
9.2	Bruksgränstillstånd	47
9.2.1	Kontroll av spänningar korttid	48
9.2.2	Kontroll av spänningar långtid	48
9.2.3	Nedböjning	48
10	HÄNGSTAG OCH DESS INFÄSTNINGAR	49
10.1	Hängstag	49
10.2	Anslutningar	49
11	FACKVERKSBÅGARNA	51
11.1	CALFEM-analys av bågarna	51
11.2	Balkelement i bågen	53
11.2.1	Tvärkraftskapacitet	54
11.2.2	Normalkraftkapacitet	54
11.2.3	Momentkapacitet	54
11.2.4	Knäckning	54
11.3	Dimensionering av fackverkskomponenter i bågen	57
11.3.1	Kontroll av normalkraft	57
11.3.2	Knäckning	57
11.3.3	Anslutning	58
12	FÖRSTYVNINGSBALK	60
13	ÖVRIGA BERÄKNINGAR	61
13.1	Olycksfall	61
13.2	Lager	61
13.3	Övergångskonstruktion	62
13.4	Kostnadsuppskattning	62
14	DISKUSSION	63
14.1	Återstående dimensionering	63
14.2	Förenklingar vid beräkningar	63
14.3	Utveckling av brokonceptet	64
15	SLUTSATS	65
16	REFERENSER	66
	BILAGOR	68

Förteckning figurer

Figur 1	Ny sträckning av väg 27, broplaceringen är markerad med blå ring.	3
Figur 2	Sektion av vägbanan på bron.	4
Figur 3	Profilbild av området med kravhöjder.	4
Figur 5	Hållfasthetsjämförelse av stål, betong och limträ.	7
Figur 6	Extra energiåtgång under produktion, i jämförelse med trä.	8
Figur 7	Extra koldioxidutsläpp under produktion, i jämförelse med trä.	8
Figur 8	Snedkabelbron Diamanten i profil.	12
Figur 9	Skiss på Diamanten sedd snett från sidan.	13
Figur 10	Bågbron Taco i profil.	15
Figur 11	Skiss på Taco snett från sidan.	16
Figur 13	Träbågbron Robin Wood i profil.	18
Figur 14	Fackverksbågbron Stil i profil.	20
Figur 15	Principiell fackverksstruktur.	26
Figur 16	Brobanan.	27
Figur 17	Tvärsnitt.	27
Figur 18	Stöd och lager.	28
Figur 19	Övergångskonstruktion.	28
Figur 20	Principiell skiss på infästning bärande stålfackverk.	29
Figur 21	Lastfall 1.	35
Figur 22	Lastfall 2.	35
Figur 23	Beräkningsmodell dimensionering av betongplatta.	37
Figur 24	Täckande betongskikt.	38
Figur 25	Antal armeringsstänger i olika delar av betongplattan.	38
Figur 26	Armeringsinläggning, längsgående armering och tvärkraftsbyglar.	41

Figur 27	Del av brobanan, tvärbalkar med betongplatta.	44
Figur 28	Sektion i tvärled med beräkningsmodell.	44
Figur 29	Samverkanstvärsnitt.	45
Figur 30	Ändavstyvningar.	45
Figur 31	Studs.	47
Figur 32	Hängstagens anslutning till tvärbalken.	50
Figur 33	Hängstagens anslutning till bågkonstruktionen.	50
Figur 34	Beräkningsmodell 1.	51
Figur 35	Nedböjning och förskjutning av Beräkningsmodell 1.	52
Figur 36	Tryck- och dragkrafter i bågen.	52
Figur 37	Moment- och tvärkraftsdiagram för Beräkningsmodell 1.	53
Figur 38	Tvärsnitt på balkarna i bågen.	53
Figur 39	Beräkningsmodell 2.	56
Figur 40	Deformationsfigur Beräkningsmodell 2, undre bågpar.	56
Figur 41	Tvärsnitt stänger i fackverket.	57
Figur 42	Kritiska stänger och anslutning mellan dessa.	58
Figur 43	Anslutning i fackverket.	59
Figur 44	Tvärsnitt förstyvningbalk.	60

Förteckning tabeller

Tabell 1	Jämförelse av material med avseende på kostnad och hållfasthet.	7
Tabell 2	Viktning av urvalskriterier.	24
Tabell 3	Viktning av brokoncept	25
Tabell 4	Laster enligt Eurocode SS-EN 1991-2:2003.	34
Tabell 5	Koefficienter.	34
Tabell 6	Dimensionerande moment och tvärkraft i tvärled	35
Tabell 7	Dimensionerande reaktionskrafter.	36
Tabell 8	Dimensionerande moment, brottgränstillstånd.	38
Tabell 9	Dragarmeringsbehov.	38
Tabell 10	Momentkapacitet och utnyttjandegrad.	39
Tabell 11	Dimensionerande tvärkraft, brottgränstillstånd.	40
Tabell 12	Dimensionerande reducerad tvärkraft, brottgränstillstånd.	40
Tabell 13	Dimensionerande moment, karakteristisk lastkombination.	41
Tabell 14	Dimensionerande moment, kvasipermanent lastkombination.	42
Tabell 15	Karakteristisk sprickbredd.	42
Tabell 16	Dimensionerande laster och föreslagen produkts kapacitet.	62

Förteckning bilagor

Bilaga A – Lastframtagning

Bilaga B – Beräkningsprogram betongplatta

Bilaga C – Betongplatta

Bilaga D – Tvärbalkar

Bilaga E – Hängstag och infästningar

Bilaga F – Kraftkomposanter

Bilaga G - CALFEM-analys

Bilaga H – Balkar i bågen

Bilaga I – Dimensionering av fackverkskomponenter

Bilaga J – Förstyvningsbalk

Bilaga K – Olyckslast

Bilaga L – Temperaturutvidgningar

Bilaga M – Kostnadsuppskattning

Bilaga N – Armeringsinläggning

Bilaga O – Plan, elevation och sektion

Bilaga P – Förutsättningsritning från COWI

Bilaga Q – Teknisk beskrivning

Förord

Denna rapport är resultatet av ett kandidatarbete på institutionen för Bygg- och miljöteknik på Chalmers tekniska högskola. Förutsättningarna för problemet är taget från verkligheten och uppdraget har syftat till att ta fram ett alternativt förslag till en bro COWI AB i Göteborg redan har projekterat. För att göra detta projekt möjligt har vi fått stöd och vägledning från ett antal personer.

Vi skulle vilja tacka vår examinator Joosef Leppänen som trots att han inte haft en roll som handledare alltid haft en öppen dörr och hjälpt oss med våra frågor och funderingar.

Vi skulle också vilja tacka vår handledare Staffan Lindén från COWI AB som har givit oss en inblick från verkligheten, bollat idéer med oss samt svarat på diverse frågor.

Tack också till Daniel Ekström och Rasmus Rempling från Chalmers för ett strukturerat kursupplägg samt hjälp vid funderingar och frågor.

Vi vill även tacka Ingemar Segerholm för att han tog sig tid för en kort intervju.

Ett extra stort tack till Kalle Karttunen och Robin Andersson på institutionen för Tillämpad mekanik som trots ingen anknytning till arbetet varit till stor hjälp och ägnat åtskilliga timmar till att hjälpa oss med CALFEM-analysen.

Göteborg 2015

Henrik Berg
Linnea Fagerström
Andreas Hellström
Philip Lindorsson
Alexander Nyberg
Gustav Söderlund

Begreppsförklaringar

Ankarblock: Block för att förankra exempelvis bärande ytterkablar till hängbroar.

Bombering: Vägbanans sluttande lutning från mitten ut mot kanterna, huvudsyftet är att ge god vattenavrinning.

Cementpasta: Vatten och cement.

Standardaxel: En fiktiv axel med parmonterade hjul och en 100 kN axellast, jämt fördelad mellan hjulen.

Enkelrörliga rullager: Stöd vilket tillåter att ovanliggande brobana rör sig i längsgående led men ej i sidled. Kan liknas med en rulle som ligger under brobanan och kan då möjliggöra ett fortsatt bärande stöd vid längsgående förflyttning.

Epoxi: En härdplast av epiklorhydrin och bisfenol-A.

Förstyvningsbalk: Raka balkar dragna längs brons långsidor för att stödja upp konstruktionen. Vanligen anpassade för att hantera de horisontella spänningar som uppkommer i brokonstruktionen.

Kalottlager: Stöd som tillåter ovanliggande brobana att rotera men inte förskjutas i längs-/tvärgående led. Övre delen av stödet är ett kalottlager som glider i en sfärisk skål med konstant radie vilket tillåter brobanan att rotera kring stödet utan att överföra något moment.

Klätterform: Form för att gjuta betong, ofta konstruerad i trä. Efter färdigställande av betongen kan formen flyttas vidare längs konstruktionen och användas igen.

Konstruktionshöjd: Det vertikala avståndet mellan brobanans underkant till vägbanans överkant

Landfästen: Del av underbyggnad som utgör upplagen för bärverkets ändar.

Polyeten: Plast som endast består av väte och kol. Har hög slagåtlighet och låg vattenabsorbtion.

Pylon: Högt avsmalnande torn eller bärande pelare

Skevning: Vägbanans lutning (ensidigt tvärfall), används oftast i kurvor för att motverka fordons sidkrafter samt säkra vattenavrinning.

ÅDT_k: Årsmedeldygnstrafik

DEL 1 - IDÉFAS

1 Inledning

Trafikverket projekterar en ny vägsträckning av väg 27 mellan Viared och Kråkered, söder om Borås. Sträckningen blir en mötesfri 2+1-väg som ska medföra en säkrare trafikmiljö då trafik kan ledas utanför tätbebyggt område. Projektet syftar till att ge bättre framkomlighet och minska restiderna. Den förbättrade trafikmiljön och framkomligheten kommer även gynna företagen i området och ge Borås möjlighet att expandera.

Den nya sträckningen kommer ansluta vid trafikplats Viaredsmotet väster om Borås för att sedan fortsätta sydost och länkas samman med den befintliga vägen i en ny trafikplats i Kråkered. Sträckan kommer att korsa vattendraget Viskan och vid denna passage ska en bro anläggas. Då detta är ett naturskönt område vill Trafikverket att vägens utformning ska ge trafikanterna en varierande körupplevelse i en vacker miljö. Den estetiska utformningen av vägbron är därför av betydande vikt. Platsen är idag ett viktigt närströvsområde vilket ställer krav på bevarandet av den omgivande naturen och tillgängligheten.

1.1 Syfte

Syftet är att projektera en vägbro, som passerar över Viskan, för att göra den nya sträckningen av väg 27 möjlig. Projektet ska klara beställarens kravspecifikationer samt ha en tilltalande arkitektonisk utformning som förgyller omgivningen och bidrar till en positiv körupplevelse. Bron ska dimensioneras för den prognoserade trafiken och övriga laster samt utvärderas övergripande med avseende på ekonomi och miljöpåverkan.

1.2 Problembeskrivning

Bron kräver en längd på 74 meter och en minsta bredd på 16,5 meter, två körfält i vardera riktning. Krav på fri höjd under brobanan är 2,5 meter respektive 3,0 meter på ömse sidor om Viskan, då det ska vara möjligt att passera under bron. Brobanans konstruktionshöjd måste därför tas i beaktning. Kraven är ställda då det planerade området är väl utnyttjat av allmänheten för aktiviteter som promenader och fiske. Vid det östra brofästet ska dessutom utrymme ges för en ridväg vilket ställer det högre kravet på fri höjd. Det populära området behöver även vara säkert och tillgängligt för allmänheten under hela byggtiden. Detta ställer krav på hur arbetsplatsen utformas.

För att minimera miljöpåverkan på Viskan är inga arbeten tillåtna i vattendraget, vilket ställer krav på brostödets placering och byggnationens utförande. Dessutom får inget förorenat dagvatten ledas till vattendraget eller närliggande våtmarker. Kravet gäller både under produktion och under brons livslängd. Detta medför att brodetaljer, så som avrinningssystem, måste tas i beaktning för det valda konceptet.

1.3 Avgränsningar

Projekteringskostnader kommer ej tas i beaktning vid val av brokoncepten. Produktionskostnader, inklusive material, och underhållningskostnader uppskattas endast övergripande. Möjliga grundläggningsmetoder utreds inte, och har därför ingen vikt vid val av brokoncept, men förslag till rimlig grundläggningsmetod ges för det

valda konceptet. Utredningen med avseende på miljö innehåller inte någon miljökonsekvensbeskrivning eller livscykelanalys för det valda konstruktionsmaterialet. Vid dimensionering av bron görs beräkningar med antagande om statiska förhållanden. Inre spänningar till följd av temperaturförändringar kommer ej att tas med i beräkningarna i dimensioneringsfasen. I denna fas tas inte heller någon hänsyn till bombering, radie eller lutning utan brobanan antas helt horisontell. Horisontella laster, såsom vind- och bromslast kommer inte behandlas i dimensioneringsfasen.

1.4 Metod

En detaljerad förstudie utförs i den första etappen av projektet, vilken syftar till att ge bron en preliminär utformning. Flertalet brotyper med olika utformning tas fram genom brainstorming. Projekteringsgruppen delas in i tre undergrupper som får olika ansvarsområden: projektledning och konstruktion, produktion samt miljö och förvaltning. Varje koncept beskrivs utifrån respektive undergrupps ansvarsområden. Brokoncepten analyseras därefter för att hitta den mest lämpliga med avseende på bland annat estetik, trafiksäkerhet och hur effektiv konstruktionen anses vara. Analysen sker genom att utvärderingskriterier rangordnas i en matris där möjliga brokoncept viktas. Det koncept som får flest poäng utifrån matrisen väljs.

Den andra etappen av projektet syftar till att preliminärdimensionera den valda bron utifrån dimensionerande laster och krav. En strukturerad beräkningsmodell identifieras och det bärande systemet beskrivs. Beräkningar utförs för hand och med MATLAB. Resultaten sammanställs och en modell tas fram med hjälp av modelleringsprogrammet Revit.

2 Förutsättningar

Vid projektering av bron måste hänsyn tas till en rad förutsättningar för att säkerställa att samhället och närområdets krav tillgodoses. Detta innefattar, förutom områdets utformning och geometriska förutsättningar, även att särskilda intressen uppfylls.

2.1 Områdesbeskrivning

Bron överbryggar Viskan sydväst om Borås och uppförs i väst-östlig riktning, se Figur 1. Strax nordväst om broplaceringen ligger Borås ridhus. Under bron, parallellt med Viskans östra sida, ska en ridväg löpa, vilket måste tas i beaktning.



Figur 2 Ny sträckning av väg 27, broplaceringen är markerad med blå ring.

2.2 Hydrogeologiska förutsättningar

Sonderingar som gjorts i området visar att jordlagerföljen består av mestadels sand- och jordsilt ner till berg som noterats på ungefär 18 till 25 meter djup, se *Bilaga Q – Teknisk beskrivning*, s. 30. Vid Viskans västra strandlinje finns ett ytskikt av torv och gyttja som mäter ungefär 1,5 meters mäktighet.

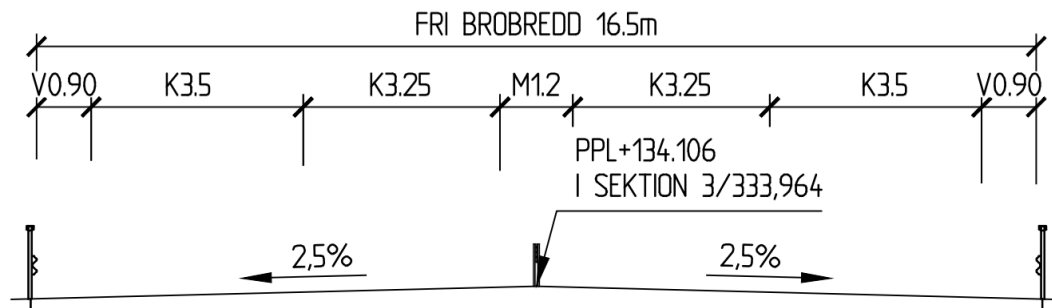
Viskan är väldigt förorenad av de stora textilindustriernas vattenutsläpp och höga halter av zink, dioxin och bly har påträffats i vattendraget (Länsstyrelsen, 2015). Således innebär det att inga arbeten i samband med byggnationen av bron får utföras i Viskan och inte heller får någon del av konstruktionen placeras i vattendraget. Kravet medför begränsningar för eventuella brostöd, se *Bilaga Q – Teknisk beskrivning*, s. 37. Som ett ytterligare steg för att förhindra försämringar av vattenkvaliteten ställs krav på att orenat dagvatten från schaktarbeten inte får släppas ut direkt i Viskan.

2.3 Trafik

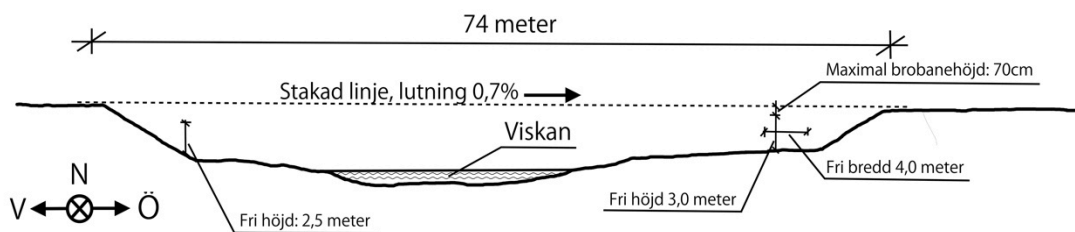
Sträckningen tillhörande väg 27 är en del av en mötesfri landsväg med referenshastigheten 80 km/h, se *Bilaga Q – Teknisk beskrivning*, s. 68. År 2035 har vägen en beräknad ÅDTk på 3000 fordon per dygn och den årliga trafikökningen är uppskattad till 1,5 %. Andelen tung trafik är beräknad till 12 % och varje tungt fordon representerar 1,3 standardaxlar, se *Bilaga Q – Teknisk beskrivning*, s. 17.

2.4 Geometriska kravspecifikationer

Vägsträckningen är utformad som en 2+1-väg, över bron ska vägen dock ha två körfält i vardera riktning, se Figur 2. Krav på fri brobredd är därför 16,5 meter. Kraven på fri höjd vid det västra stödet är 2,5 meter och vid det östra stödet 3,0 meter, se Figur 3. För att inte anslutande väg ska behöva höjas krävs därför en högsta totalhöjd av brobanan på 70 centimeter. Bron ska sträcka sig över en längd på 74 meter, ha en radie på 2000 meter och en lutning på 0,7 %, nedåt från väster till öster. Brobanan ska vara bomberad med dubbelsidig skevning på 2,5 %.



Figur 3 Sektion av vägbanan på bron.



Figur 4 Profilbild av området med kravhöjder.

2.5 Övriga kravspecifikationer

Utöver trafiklasterna och de geometriska förutsättningarna ställs ytterligare krav på bronns utformning, se *Bilaga Q – Teknisk beskrivning*, s.106. Ridvägen, som går längs Viskans östra sida, kräver en fri bredd på 4 meter, se Figur 3. Det ska även vara möjligt för gående att passera under bron i direkt anslutning till landfästena på båda sidor om Viskan. Med hänsyn till områdets betydelse för befolkningen i närområdet finns dessutom fastställda bestämmelser på att det ska vara säkert och tillgängligt för allmänheten under hela byggtiden.

3 Bakomliggande teori

För att välja lämpliga brokoncept krävs viss grundläggande kunskap att basera beslutet på. Detta innefattar fakta om brotyper och dess verkningssätt, olika materials egenskaper samt förvaltnings- och underhållsprocesser.

3.1 Brotyper

Broar kan konstrueras på många olika sätt och utformningen kan ofta härledas till de grundläggande strukturella verkningssätten. Broar delas in i kategorier efter dessa verkningssätt: balkverkansbroar, linverkansbroar, bågverkansbroar och fackverkansbroar.

3.1.1 Balkverkansbroar

Balkverkansbroar kännetecknas för sin relativt enkla utformning och principen bygger på att bron fungerar som en balk upplagd på två eller flera upplag (Trafikverket, 2010a).

Balkbroar och plattbroar

Balkbroar verkar som fritt upplagda balkar och kan utformas i olika material med olika tvärsnitt och den maximala spännvidden beror av dessa faktorer (Vägverket, 1996). För balkbroar gäller generellt att en slakarmerad betongbalkbro kan klara en spännvidd på 25 meter medan en förspänd kan klara ungefär 200 meter. Stålbalkbroar kan utföras för spann upp till cirka 80 meter. Om huvudbärverket är utformat som en homogen platta kallas brotypen istället plattbro och dessa utförs normalt för spann runt 30 meter.

Balkbroars konstruktionshöjd beror av spännvidden (Vägverket, 1996, s. 49). Enligt Trafikverkets riktvärden krävs en konstruktionshöjd på minst 7 % respektive 4 % av spännvidden för slakarmerade- och spännarmerade betongbalkar. För stålbalkar krävs en konstruktionshöjd på 3,5 % av spännvidden.

Rambroar

En rambro är en konstruktion där modellen liknar en ram och består av ett horisontellt bärverk med två vertikala ramben där knutpunkterna är momentöverförande (Trafikverket, 2010a). Det finns generellt två typer av rambroar: plattrambro och balkrambro. En plattrambro klarar normalt spännvidder kring 22-25 meter, men vid användning av förspänd betong kan spann upp till 35 meter uppnås. Balkrambroar kan med spännarmerad betong ha en maximal spännvidd på ungefär 50 meter där erforderlig konstruktionshöjd måste vara minst 3,5 % av spännvidden (Vägverket, 1996, s. 43)

3.1.2 Linverkansbroar

Dessa broar bär vertikala laster genom linor som verkar i drag. Linverkansbroar är särskilt lämpliga där stora spännvidder erfordras, som exempelvis vid dåliga grundläggningsförhållanden eller över vattendrag med stort djup där mittstöd inte är lämpligt (Trafikverket, 2014).

Hängbroar

En hängbro är en brotyp där linverkan utnyttjas genom att två kontinuerliga kablar spänns parallellt med brobanan över två pyloner och förankras vid respektive

landfäste med ankarblock (Trafikverket, 2014). Brobanan hängs sedan upp i dessa kablar med hjälp av vertikala hängare. Denna brotyp är särskilt lämplig för spann över 500 meter (Vägverket, 1996, s. 80).

Snedkabelbroar

Huvudprincipen för snedkabelbroar är att brobanan bärs upp av sneda kablar som löper över pyloner och förankras på var sida om dessa. De vertikala lasterna på brobanan tas upp av dragkrafter i kablarna som sedan förs ner till grunden genom pylonerna.

En optimal snedkabelbro är symmetrisk där brobanorna på ömse sidor om pylonen balanserar varandra. De byggs vanligtvis genom successiv utbyggnad av brobanan från respektive sida av pylonen (Vägverket, 1996, s. 78). När brobanan är tillräckligt lång byggs den ihop med landfästet i bronns ände eller i spannets mitt med en likadan del som kragat ut på samma sätt från motstående pylon. En fördel med snedkabelbroar är att brobanan kan byggas utan ställningar.

3.1.3 Bågverkansbroar

I brosammanhang kan en båge enklast beskrivas som en böjd konstruktionsdel med avsikten att spänna över ett område för att bära upp konstruktionen och de laster som verkar på den (Fox, 2000). Bågverkansbroar kan utföras i spann upp till 260 meter (Trafikverket, 2014).

Överliggande bågbro

Brotypen utgörs av en eller flera bågar som spänner över brobanan och hålls samman med resten av konstruktionen med hjälp av vertikala hängare. Bågbroar blir ofta estetiskt tilltalande och bidrar till en förskönad körupplevelse (Fox, 2000). Principen bygger på att man fixerar en båge mellan två ändstöd och på så vis löper en trycklinje över bågen. När brobanan belastas överför de vertikala kablarna dragkrafter till bågen som huvudsakligen verkar i tryck.

Underliggande bågbro

Konstruktionen fungerar principiellt på samma sätt som en bågbro med överliggande båge. Skillnaden är att de vertikala krafterna istället överförs i tryckta pelare till bågen som fixeras vid respektive brofäste.

Langerbalkbro

Konceptet fungerar likt en pilbåge där bågens ändar förankras med varandra med dragband (Trafikverket, 2014). När bågen utsätts för tryck kommer resulterande krafter i bågens ändar att ge upphov till horisontella krafter. Detta medför att när konstruktionen belastas vertikalt överförs endast vertikala krafter till landfästena.

3.1.4 Fackverkansbroar

Gemensamt för alla de ovanstående brotyperna är att de, i sin grundform, kan konstrueras och effektiviseras med fackverkskonstruktioner (Trafikverket, 2014). Principen bygger på triangelstrukturer där komponenterna utsätts för antingen tryck- eller dragkrafter. Det är lämpligt att använda fackverk som en del av konstruktionen vid långa spann eller vid stora laster (Abelsson, Båge, & Westerlund, 1998, s. 38).

3.2 Byggnadsmaterial

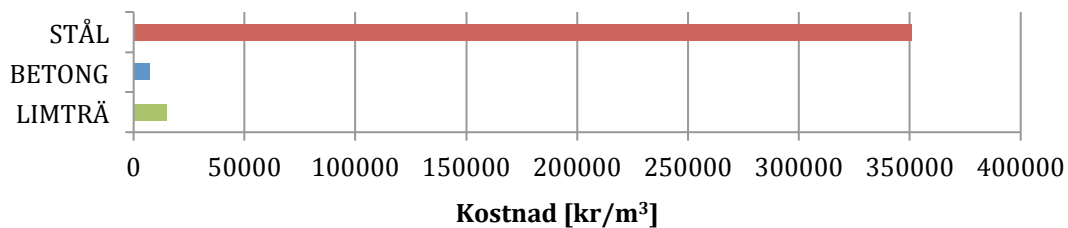
De vanligaste byggnadsmaterialen vid byggnation av broar är stål, betong och trä. Dessa har olika hållfasthet och kommer bidra med olika stora kostnader. Dessa parametrar sammanfattas i Tabell 1.

Tabell 1 Jämförelse av material med avseende på kostnad och hållfasthet.

	LIMTRÄ (parallellt fibrerna)	BETONG	STÅL
Kostnad per kubikmeter [kr/m^3]	15000 ¹	7080 ²	351000 ³
Tryckhållfasthet [MPa]	20,7	26,9	355
Kostnad per meter och kraft [$\frac{kr}{m^3 \cdot MPa}$] eller [$\frac{kr}{m \cdot MN}$]	725	263	989

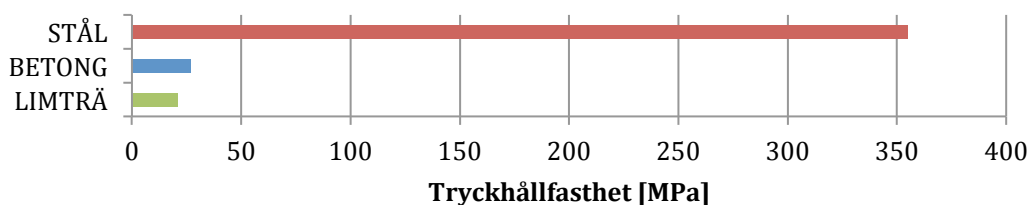
Stål har en avsevärt högre hållfasthet i tryck jämfört med både betong och trä men har samtidigt en högre kostnad per volym, se Tabell 1. Om man jämför materialen i krona per meter och Newton går det att jämföra förhållandevis överskådligt. Exempelvis kostar, som framgår av Tabell 1, en meter av ett betongtvärsnitt som ska klara 1 MPa i tryck 263 kronor i jämförelse med stål som kostar 989 kronor med samma längd och hållfasthet. Detta åskådliggörs även i Figur 4 och Figur 5, där betongens kostnad i förhållande till stålets är mindre än förhållandet mellan betongens och stålets hållfasthet.

Kostnadsjämförelse



Figur 5 Kostnadsjämförelse av stål, betong och limträ.

Hållfasthetsjämförelse



Figur 6 Hållfasthetsjämförelse av stål, betong och limträ.

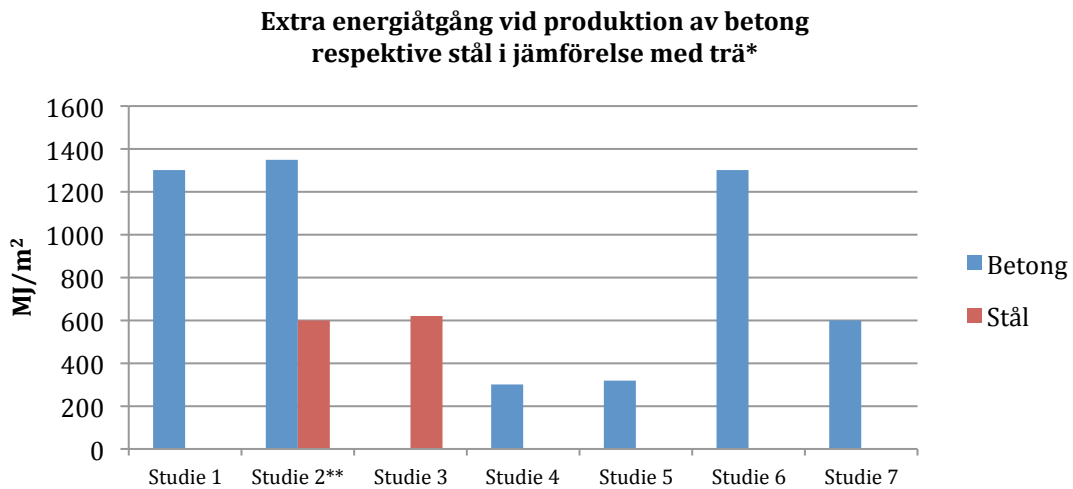
¹ Genom samtal med Staffan Lindén, COWI.

² Betongen antas ha 4 % (vol.) armering. Pris för betong 2500 kr/m³, armering 15000 kr/ton (Staffan Lindén, COWI).

³ Baserad på en kostnad på 45000 kr/ton (Staffan Lindén, COWI) och en densitet på 7850kg/m³.

3.2.1 Jämförelse med avseende på miljö

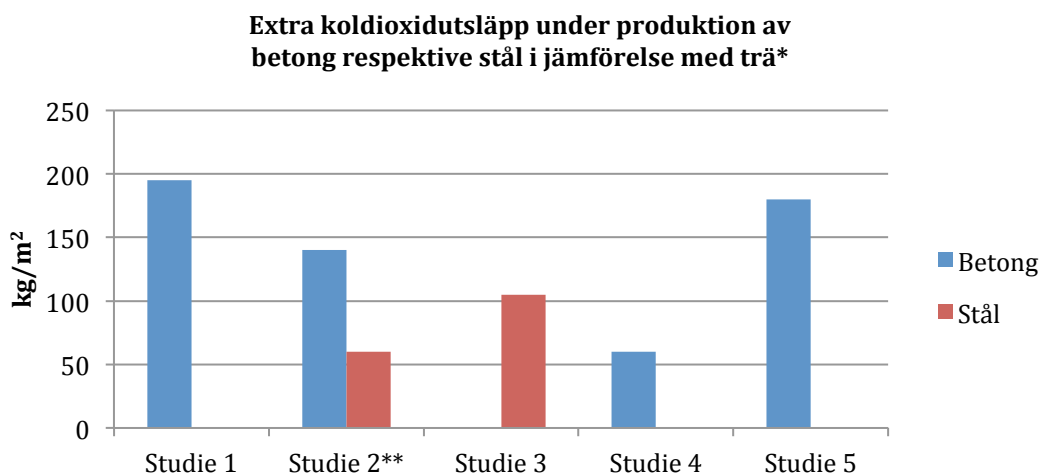
För att jämföra miljöeffekterna hos betong, stål och trä har sju studier analyserats (Svenskt trä, 2015). Följande diagram, Figur 6 och Figur 7, är en sammanställning av studierna. Staplarna visar hur mycket högre energiåtgången respektive koldioxidutsläppen är vid produktion av betong och stål i jämförelse med trä. Studie 1, 4, 5, 6 och 7 har endast jämfört betong med trä. Studie 2 har jämfört både betong och stål med trä och studie 3 har endast jämfört stål med trä.



*Avgränsning att all inneboende energi inom materialet och all energiåtervinning har exkluderats.

** Analys har berört jämförelse mellan både stål och betong med trä.

Figur 7 Extra energiåtgång under produktion, i jämförelse med trä.



*Avgränsning att all inneboende energi inom materialet och all energiåtervinning har exkluderats.

** Analys har berört jämförelse mellan både stål och betong med trä.

Figur 8 Extra koldioxidutsläpp under produktion, i jämförelse med trä.

Slutsatsen som kan dras från Figur 6 och 7 är att alla studier, även om resultatet varierar, visar att trä har både en lägre energiåtgång och mindre utsläpp av koldioxid än både stål och betong vid produktion. Man kan även se en trend i att betong har en mer energikrävande process och en högre global påverkan med avseende på koldioxid i jämförelse med stål.

3.3 Förvaltning

Kontinuerligt och systematiskt underhåll av broar har visat sig förlänga deras livslängd och minska framtida åtgärdskostnader (Mattsson, 2006). Beroende på vilket material bron består av sker olika nedbrytnings- och förslitningsprocesser och olika förvaltningsåtgärder krävs därför. Nedbrytningen av broars konstruktionsmaterial kan delas in i två kategorier: funktionsbetingad och miljöbetingad nedbrytning. Den funktionsbetingade nedbrytningen är en konsekvens av laster och användning av bron, medan den miljöbetingade nedbrytningen är beroende av den omgivande miljön.

Trä

Nedbrytning av trä är en naturlig process i kolets kretslopp. Biologiska angrepp från exempelvis svampar, bakterier och insekter, vilka trivs i fuktiga miljöer, är således att förvänta om ingen åtgärd görs. Åtgärder för att motverka detta är impregnering eller målning.

Stål

Stålets huvudsakliga nedbrytningsprocesser är utmattning och korrosion. Utmattning är en funktionsbetingad nedbrytning som orsakas av ständigt upprepade varierande laster. Korrosion är ett elektrokemiskt angrepp där stålet vill återgå till sitt ursprungliga, energifattigare tillstånd och kan ses som en naturlig process (Burström, 2007).

Armerad betong

Vid nedbrytning av betongkonstruktioner är korrosion av armeringsjärnen den mest kritiska processen. Korrosion kan uppstå när betong karbonatiseras eller när klorider tränger in till armering och möjliggör korrosion.

3.3.1 Inspektioner

För att underlätta underhåll och förvaltning av broar har Trafikverket utvecklat databasen BaTMan (Bro- och tunnelmanagement). I BaTMan samlas information om broar och vad för åtgärder som utförts på dem (Trafikverket, 2010b). Där finns även en handbok om hur inspektion av broar går till och vilka inspektioner som ska utföras under bronns livstid, vilka är:

- Fortlöpande inspektion, syftar till att upptäcka akuta skador som kan påverka trafiksäkerheten och konstruktionen på kort sikt. Bör utföras kontinuerligt av underhållsentreprenören.
- Översiktlig inspektion, utförs för att verifiera att de krav som ställts på underhållsentreprenören är uppfyllda. Utförs minst en gång per år.
- Huvudinspektion syftar till att upptäcka brister som kan påverka konstruktions- eller trafiksäkerheten inom en tioårsperiod. Inspektionen ska utföras med intervall om max sex år av en kompetent inspektör. Alla konstruktionsdelar undersöks.

- Allmän inspektion görs för att kontrollera skador som upptäcktes på föregående huvudinspektion men som aldrig åtgärdades och att leta efter skador som kan leda till allvarliga konsekvenser innan nästa huvudinspektion. Inspektionerna utförs med max tre års tidsintervall.
- Särskild inspektion utförs då den efterfrågas, för att till exempel närmare undersöka de brister som upptäcktes på en fortlöpande inspektion.

4 Val av koncept

Valet av brokoncept begränsas inledningsvis av de förutsättningar och krav som ställs (för kravspecifikationer, se 2 *Förutsättningar*). Därefter tas fyra lämpliga koncept fram och analyseras för att sedan viktas i en utvärderingsmatris.

4.1 Begränsningar

Begränsningar till följd av maximal konstruktionshöjd

Kravet på att inga arbeten får utföras i Viskan medför att det största spannet måste vara minst 50 meter (se 2.4 *Geometriska kravspecifikationer*). Detta krav utesluter alla balkverkansbroar. Detta då plattbroar och plattrambroar endast klarar en spännvidd på maximalt 35 meter (se 3.1.1 *Balkverkansbroar*). Övriga balkverkansbroar är inte heller något alternativ då de kräver en för hög konstruktionshöjd med hänsyn till spännvidden. Enligt de riktvärden som beskrivs i kapitel 3.1.1 *Balkverkansbroar* skulle en konstruktionshöjd på minst 1,75 meter krävas.

Begränsningar till följd av krav på fri höjd

Kraven på fri höjd på ömse sidor om Viskan utesluter brotyper där den bärande konstruktionen är belägen under brobanan, exempelvis underliggande båge. Detta medför att bron måste bäras av en konstruktion ovan brobanan. Denna utformning bidrar även till att beställarens krav på förhöjd körupplevelse lättare uppfylls, då en ovanliggande konstruktion syns från vägbanan till skillnad från en underliggande.

Begränsningar till följd av spännvidden

En ovanliggande konstruktionstyp som utesluts är hängbro, detta eftersom denna brotyp är särskilt lämplig för spann över 500 meter (se 3.1.2 *Linverkansbroar*). Konstruktionen anses därför överflödigt för den kravställda spännvidden.

Begränsningar till följd av övriga krav

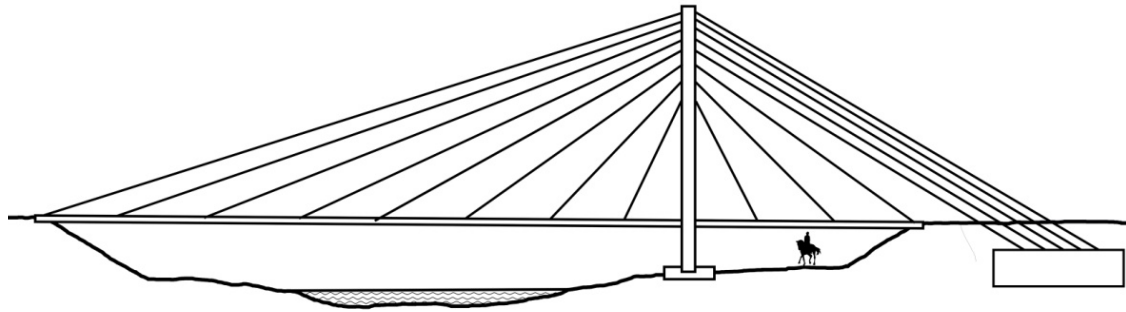
Ett mittstöd kan ej placeras symmetriskt mellan landfästena, se Figur 3 (2.4 *Geometriska kravspecifikationer*). Detta med anledning av områdets utformning och begränsningar av arbeten och stödplacering i Viskan.

Återstående brotyper

Återstående brotyper som anses lämpliga att utvärdera är snedkabelbro, bågbro och fackverksbro. Detta resulterar i fyra brokoncept: snedkabelbron *Diamanten*, fjärilsbågbron *Taco*, träbågbron *Robin Wood* och fackverksbågbron *Stil*.

4.2 Broalternativ 1 - Snedkabelbron Diamanten

Diamanten är en snedkabelbro med en betongpylon placerad mellan Viskan och ridvägen i öster, se Figur 8. Konstruktionen har en tilltalande arkitektonisk utformning som lämpar sig för de givna förutsättningar och bidrar till en förskönad körupplevelse. Inga arbeten krävs i vattendraget och plats ges för både gående och ridande.



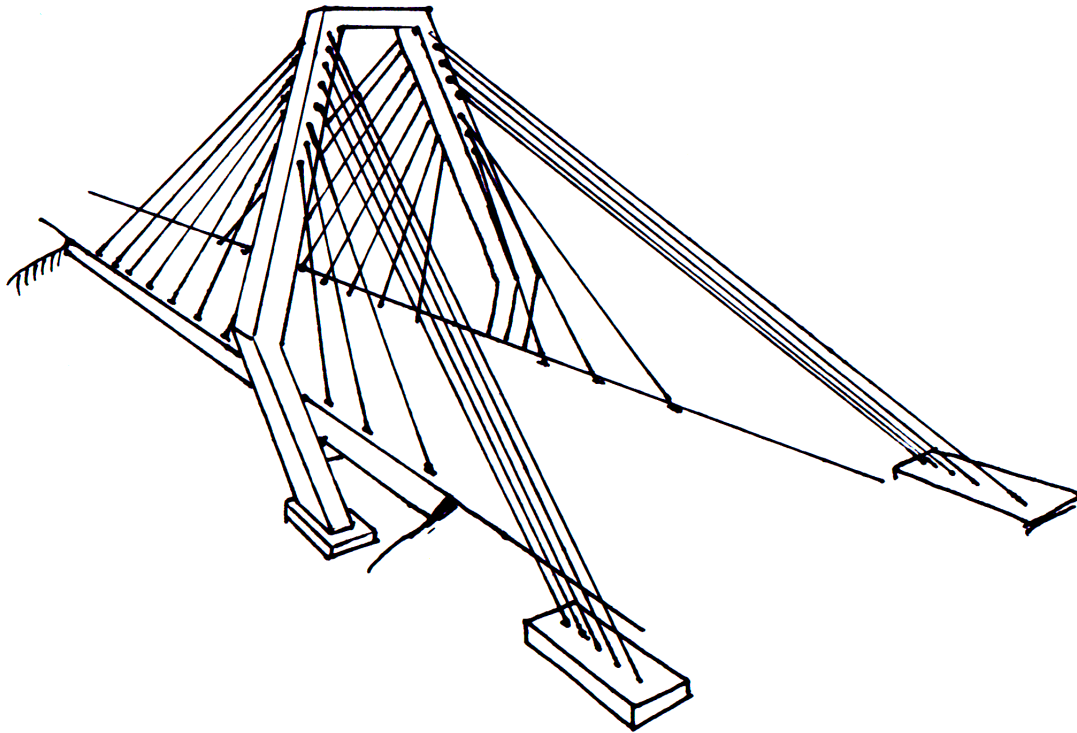
Figur 9 *Snedkabelbron Diamanten i profil.*

4.2.1 Konstruktion och utformning

Bron är en snedkabelbro i två spann, där brobanan och dess laster hängs upp i parallella kablar genom en pylon och förankras i brobanans ytterkanter, se Figur 8. Som tidigare nämnts i 3.1.2 *Linverkansbroar* är en optimal snedkabelbro symmetrisk, där brobanorna på ömse sidor om pylonen är i jämvikt. Detta är dock inte möjligt med givna kravspecifikationer (se 4.1 *Begränsningar*) och pylonen placeras därför mellan Viskan och ridvägen. På grund av asymmetrin krävs ett ankarblock för att förankra en del av kablarna och hålla brobanan i jämvikt. Bron anses fortfarande ha en relativt effektiv konstruktion. Den asymmetriska konstruktionen ger dessutom bron ett unikt uttryck.

För att förhöja estetiken och innovationsgraden utförs pylonen i en diamantform som utgår från en betongplatta på marken och som sammanlänkas på toppen, se Figur 9. Pylonen omsluter körbanan, som i sin tur vilar på en tvärgående balk. Observera att Figur 9 bara är en skiss. Den tvärgående balken och körbanan är egentligen placerade högre upp, precis där vinkeln på pylonen ändras. Den speciella utformningen sticker ut från omgivningen och kan uppmärksammas från långt avstånd. Formen medför även att inga konstruktionsdelar i mitten av vägen krävs, vilket gör att god sikt säkerställs. Detta minimerar kollideringsrisken och ger en ökad trygghetskänsla.

Brobanan utförs i stål där två längsgående förstärkningsbalkar löper längs hela brospannet med tvärgående balkar på regelbundna avstånd. Lasten som verkar på brobanan tas upp i kablar som ansluts i tvärbalkarna och överför dragkrafter upp i pylonen som sedan för ner krafterna vertikalt till grunden.



Figur 10 Skiss på Diamanten sedd snett från sidan.

Kablarna löper kontinuerligt genom pylonen och bildar ett halvsolfjädersmönster. Kabelmönstret ger även bron ett vackert och tilltalande uttryck i profil. Kablarna i sig består av varmförzinkade, flätade stålsträngar som skyddas med vax och ett polyetenhölje.

4.2.2 Produktion

Som nämnts i 3.1.2 *Linverkansbroar* byggs denna brotyp ofta genom att brobanan successivt byggs ut från båda sidor om pylonen så att jämvikt i systemet fås. För denna snedkabelbro, som har två olika långa spann, ser produktionsmetoden något annorlunda ut.

Efter att lämplig grundläggning utförts gjuts landfästen samt ett ankarblock i betong. Därefter påbörjas gjutning av pylonen med hjälp av klätterform, med undantag för den tvärgående balken som gjuts med träform. Då pylonen är färdiggjuten påbörjas byggnationen av brobanan.

Till skillnad från att bygga ut brobanan successivt från pylonen färdigställs istället det korta spannet först. Detta görs för att på ett enkelt sätt kunna använda brobanan för att frakta ut element till det långa spannet. Det korta spannet bärs under produktionen upp av tillfälliga stöd, men i takt med att man bygger ut det långa spannet fästs kablar för att uppnå balans. Till slut kommer detta spann bli längre än det korta och jämvikt i kablarna uppnås inte längre. Motsvarande kablar behöver då förankras i ankarblocket vid den östra sidan. När brobanan är komplett kan det temporära stödet vid ridvägen tas bort. Därefter anläggs körbanan.

4.2.2.1 Produktionskostnader

Produktionen är tidskrävande, främst med tanke på att pylonen kommer kräva en relativt avancerad gjutningsprocess. Metoden kommer behöva temporära konstruktioner i form av en byggnadsställning under det korta spannet vilket medför extra kostnader.

Brobanan väntas inte bidra med någon större skillnad i materialkostnad jämfört med de övriga brokoncepten. Därför har en jämförelse istället gjorts med avseende på bärverket, där de skiljer sig åt betydligt mer. Skillnader i materialkostnader för *Diamanten* i jämförelse med de andra koncepten kommer ligga i mängden betong som krävs i pylonen och ankarblocket samt materialkostnaden för kablarna. Materialåtgången antas bli större jämfört med de andra koncepten, men tack vare betongs låga pris per volym väntas kostnaden totalt sett bli billigare, se Tabell 1 (3.2 *Byggnadsmaterial*).

Med hänsyn till den avancerade produktionen med dess billigare material väntas kostnaden för bron varken bli hög eller låg.

4.2.2.2 Produktionsrisker

Med avseende på risker i produktionen förväntas gjutningsprocessen bli kritisk. Detta eftersom gjutningen av pylonen kan komma att bli en flaskhals om processen av någon anledning blir försenad eller fördröjd. På grund av en avancerad gjutningsprocess finns också risker att något går fel under processen och pylonens hållfasthet och egenskaper inte blir som förväntat. Eftersom pylonen ska ta den största delen av lasterna, utgör en sämre hållfasthet än förväntat en stor säkerhetsrisk under bruk.

En annan säkerhetsrisk, som i stället påverkar produktionsarbetarna, är risken för fallskador och andra risker relaterade till höga höjder eftersom gjutningsprocessen kräver arbete på hög höjd.

4.2.3 Förvaltning och miljö

Likt samtliga broar måste bron inspekteras efter Trafikverkets regler, se 3.3.1 *Inspektioner*.

För en snedkabelbro är pylonerna sällan ett större problem ur underhållshänseende, dock kan oönskad sprickbildning uppstå. Om detta sker kan sprickorna repareras genom att injektera cementpasta eller epoxi (Chen, 2000). Detta minskar risken för att klorider tränger in i konstruktionen och förebygger korrosion av armeringen.

Fokus ligger på att skydda kablarna mot korrosion och undvika slitage vid förankringarna. Förankringarna vid brobanan och anslutningarna genom pylonen är viktiga för konstruktionen av *Diamanten* och har därför hög prioritet vid inspektion. Kablarna i snedkabelbron utformas så att de ska kunna bytas ut utan att trafiken behöver stängas av. Detta underlättar underhållsarbetet.

Brobanan, som är i stål, kommer behöva målas om för att bibehålla sitt korrosionsskydd⁴. Vanligt förekommande är att det krävs en hel ommålning var trettionde år och förbättringsåtgärder vart femtonde år (Reuterswärd, 2010).

Överlag är förvaltningen av en snedkabelbro relativt enkel och *Diamantens* konstruktion bidrar inte med några markanta skillnader i förvaltningsåtgärder, i jämförelse med liknande broar. Bron består i huvudsak av stål och betong vilket båda är material som ger hög energiåtgång vid produktion samt stora utsläpp av koldioxid, se Figur 6 och 7 (3.2.1 *Jämförelse med avseende på miljö*).

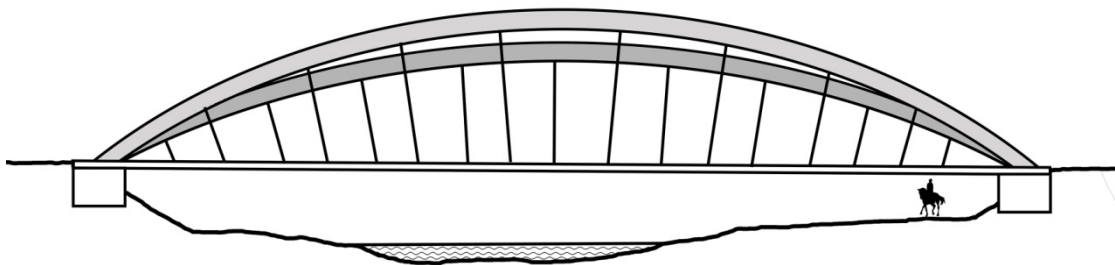
4.2.4 Alternativa lösningar

Möjliga alternativ till konceptet skulle kunna vara att istället placera pylonen vid landfästet och därmed få en bro i ett spann. Ur ett produktions- och grundläggningsperspektiv hade detta alternativ förmodligen varit en fördel. Detta hade dock medfört att man tappar fördelen med jämvikt i brobanan som fås med två spann som balanserar varandra. Ankarblocket hade således behövt vara större och konstruktionen hade blivit mindre effektiv.

En lutande pylon i brobanans mitt, där kablarna förankras likt en harpa, hade också varit en möjlig lösning. Detta hade förhöjt estetiken och graden av innovationsteknik, men med tanke på de ökade svårigheterna vid produktion, grundläggning och projektering valdes detta alternativ bort.

4.3 Broalternativ 2 - Bågbron Taco

Taco är en innovativ och arkitektonisk variant av en bågbro med två separata stålbågar som korsar varandra ovan körbanan. Bron har en unik utformning, kräver inga stöd mellan landfästena och ger utrymme för beställarens krav på fri höjd.



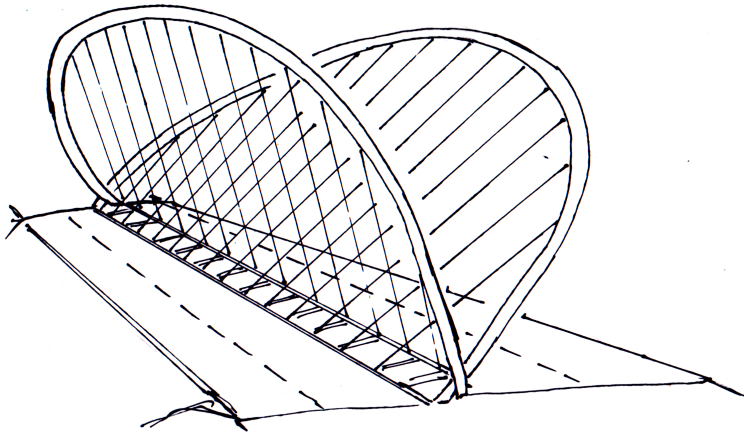
Figur 11 Bågbron Taco i profil.

4.3.1 Konstruktion och utformning

Brokonceptet utgörs av en separerad körbana med två bågar utgående från mitten av brobanan, se Figur 10 och 11. Dessa bågar har en lutning i förhållande till vertikallinjen och hängarna löper i respektive bågplan och ansluter i mitten under respektive körbana. Detta medför att brobanan endast bärs upp av dessa hängare i

⁴ Genom samtal med Ingemar Segerholm, Chalmers (ingemar.segerholm@chalmers.se).

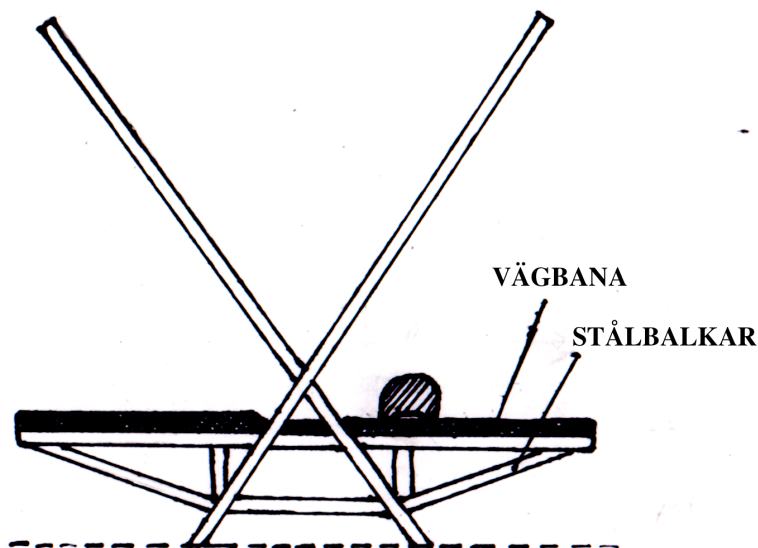
centrum av tvärsnittet och därmed verkar brobanan i konsolverkan. Med de lutande bågarna blir bron unik och dess uttryck gör den till en extraordinär del av väg 27.



Figur 12 Skiss på Taco snett från sidan.

Bågarna har en cirkulär profil i stål och spänns in vid respektive landfäste. Konstruktionen fungerar principiellt på samma sätt som en bågbro med enkelbåge, skillnaden är att bågen delats i två och vinklas ut. Bågen kommer vara försatt i tryck till följd av de dragkrafter som hängarna överför från körbanorna. Eftersom hängarna verkar i bågens plan gäller ren bågverkan.

Brobanans tvärsnitt utformas som en ställåda som smalnar av ut med kanterna för att effektivisera konsolverkan med hänsyn till att egentyingden minskas, se Figur 12. Det triangulära tvärsnittet minimerar även de horisontella påfrestningarna från exempelvis vindlaster.



Figur 13 Tvärsnitt på brobanan.

Med avseende på trafiksäkerhet kan bronns innovativa utformning upplevas otrygg. Dessutom är det bärande hängverket placerat i mitten av körbanan och kan därmed

inte hindra fordon från att köra av bron vid olycka. Sidoräcken krävs, men kommer inte inge samma trygghet.

4.3.2 Produktion

Efter lämplig grundläggning gjuts landfästen i betong. Bågarna förtillverkas i fyra element. Dessa element lyfts på plats från var sin sida och svetsas samman på toppen. Därefter vinklas bågarna till eftersträvad position och hängarna, som verkar i bågens plan, kan dras ner till den underliggande delen av ställådan. Dessa ställådor lyfts med fördel på plats i färdigproducerade element. När samtliga element är placerade kan körbanan anläggas.

4.3.2.1 Produktionskostnader

Konstruktionen bedöms vara komplicerad att bygga då placeringen av bågarna kommer kräva stor precision. På grund av den ovanliga utformningen kommer dessutom många speciallösningar krävas, vilka förväntas bli kostsamma. På grund av att bågarna går ned mitt i brobanan måste vägbanan separeras innan och efter själva bron, vilket även det medför extra kostnader.

Brobanans, som utgörs av en ställåda, skiljer sig från de övriga koncepten och kräver mer material. Detta gör den dyrare. Bärverket, i form av stålbågarna med hängare, väntas även det medföra höga materialkostnader, se Tabell 1 (3.2 *Byggnadsmaterial*).

Att produktionen blir komplicerad samt de höga materialkostnaderna gör att *Taco* antas bli dyr att bygga.

4.3.2.2 Produktionsrisker

Eftersom *Taco* är ett mycket unikt brokoncept finns fler produktionsrisker. Avsaknad av erfarenhet från liknande projekt innebär en risk för produktionsordningen och produktionsmetoden. Ett exempel på något som kan skapa problem är placeringen av bågarna som ska få rätt vinkel och hållas på plats innan de fixerats och systemet uppnått jämvikt.

4.3.3 Förvaltning och miljö

Precis som övriga broar måste *Taco* inspekteras enligt trafikverkets anvisningar, se 3.3.1 *Inspektioner*.

Brons komplexa konstruktion, med många hängare med svåråtkomliga förankringar samt lutande bågar, gör att inspektion och underhåll blir tidskrävande. Konstruktionen utförs helt i stål vilket medför att en viktig del av inspektionen är att leta efter färgskador som kan leda till korrosion⁵. Bron kommer behöva en hel ommålning vart trettionde år och förbättringsåtgärder på färgen vart femtonde år (Reuterswärd, 2010). En stor förvaltningsrisk är att ställådan, som ska vara tät, börjar läcka in vatten som kan orsaka korrosionsskador inifrån (Sandberg, 2009). En nödvändig inspektion blir därför att skapa ett litet, temporärt hål i ställådan för att undersöka insidan med fiberoptik. Med avseende på dessa faktorer kommer bron bli relativt svår och tidskrävande att underhålla. Således kommer underhållskostnaderna bli stora.

⁵ Genom samtal med Ingemar Segerholm, Chalmers (ingemar.segerholm@chalmers.se).

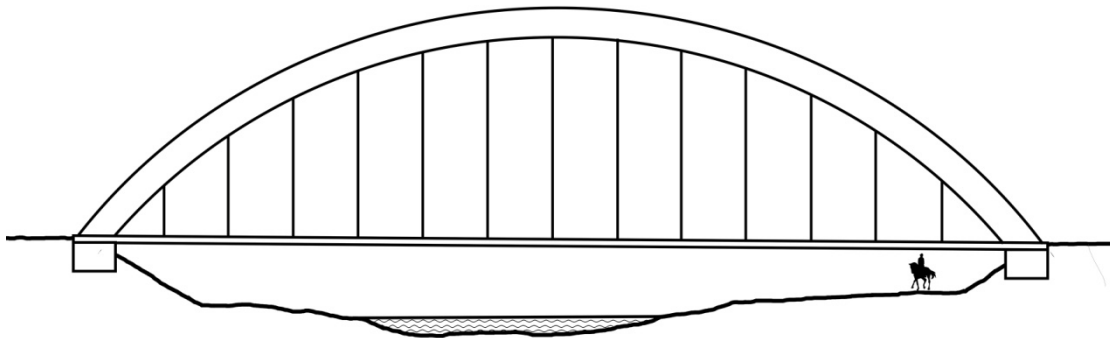
Bron är i huvudsak konstruerad i stål vilket är ett material som, i jämförelse med trä, har en energikrävande produktion samt större utsläpp av koldioxid, se Figur 6 och 7 (3.2.1 Jämförelse med avseende på miljö). I jämförelse med betong är dock stål något bättre med avseende på de undersökta miljökriterierna.

4.3.4 Alternativa lösningar

En alternativ lösning är att istället utforma bron med en enda båge löpande längs hela brobanan. Det bärande systemet skulle då fungera på samma sätt som beskrivet i 4.3.1 *Konstruktion och utformning* men ge en enklare teknisk lösning eftersom utåtvecklade bågar troligtvis inte är en lika effektiv lösning. Alternativet med enkelbåge valdes dock bort för att göra bron mer innovativ och uppseendeväckande.

4.4 Broalternativ 3 - Träbågbron Robin Wood

Broalternativet utgörs av en bågbro i ett spann med två överliggande bågar i trä på var sida om brobanan. Med avseende på valet av material blir lösningen innovativ och nytänkande, samtidigt som en bågbro lämpar sig för de givna förutsättningarna.



Figur 14 Träbågbron Robin Wood i profil.

4.4.1 Konstruktion och utformning

Bron består av två parallella limträbågar som spänner på ömse sidor om vägbanan mellan de båda landfästena, se Figur 13. Från bågarne dras vertikala hängare som fästs i tvärgående stålbalkar. De båda bågarne sammankopplas med horisontella stag av trä för att öka sidostabiliteten. De horisontella tryckkrafterna i bågens ändrar tas upp av dragband som löper parallellt under brobanan. Detta medför att konstruktionen verkar som en pilbåge och på så vis överför bågen endast vertikala laster vid stöden. Hela brosystemet beter sig således likt en fritt upplagd balk på landfästena där den har kalottlager i ena änden och ensidigt rörligt lager i andra änden. Brobanan utförs i samverkan mellan trä och stål. Längsgående förstärkningsbalkar i trä kombineras med tvärgående stålbalkar som ansluts i hängarna.

Konstruktionen i sig är en klassisk bågbro, men det som gör konceptet speciellt är materialvalet. Trä har goda egenskaper parallellt med fibrerna, både i tryck och drag, vilket gör att det lämpar sig bra i en båge (Burström, 2007). Dess lätta egenvikt ställer dock högre krav på konstruktionens utformning då de variabla lasterna kommer utgöra en procentuellt större del av lasten i jämförelse med de övriga brokoncepten. Detta är fördelaktigt för mindre konstruktioner men blir mer komplicerat för längre spann (Abelsson, Båge, & Westerlund, 1998).

Inga anmärkningsvärda trafikrisker väntas uppkomma med det givna konceptet eftersom sikten kommer vara god och påkörningsrisken väntas därför relativt liten. Med avseende på det något ovanliga materialvalet finns dock risken att bron kan uppfattas som mindre trygg i jämförelse med en bro i stål eller betong.

4.4.2 Produktion

Efter lämplig grundläggningsmetod gjuts betongfundament vid landfästena som bågarna ska läggas på. De två parallella bågarna utgörs av två element vardera. Bågelementen ställs vertikalt vid var sitt landfäste och tippas mot mitten där de möter varandra. Bågelementens toppar länkas samman och dess ändar ansluts till varandra med dragband. När bågarna är på plats kan de längsgående och tvärgående balkarna till brobanan monteras. Stålplåt läggs sedan mellan balkarna för att göra farbanan helt tät.

4.4.2.1 Produktionskostnader

Produktionen kommer vara förhållandevis enkel och tidseffektiv ute på byggarbetsplatsen eftersom delarna till bågarna är tillverkade i fabrik och endast monteras på byggarbetsplatsen. Temporära konstruktioner kommer dock behövas under byggnationsfasen för att stödja bågarna.

Brobanan väntas inte utgöra någon större skillnad i jämförelse med de flesta av brokoncepten. Därför har en jämförelse gjorts med avseende på bärverket där konstruktionerna skiljer sig betydligt mer. Där väntas träbågarna bli något dyrare än *Diamanten*, (se motivering i 4.2.2.1 *Produktionskostnader*) men något billigare än koncepten i stål, se Tabell 1 (3.2 *Byggnadsmaterial*).

Med hänsyn till ovanstående antas denna bro bli förhållandevis billig att bygga.

4.4.2.2 Produktionsrisker

De förtillverkade bågdelarna utgör en risk på grund av sin stora vikt och otymplighet, dels för produktionsarbetarna som kan skadas vid hanteringen av dessa men också i svårigheten att få dessa på plats på ett smidigt och effektivt sätt. På grund av att denna typ av projekt sällan byggs har merparten av produktionsarbetarna troligtvis inte arbetat vid ett liknande projekt tidigare, vilket också utgör en risk för produktionens effektivitet och säkerhet.

4.4.3 Förvaltning och miljö

Underhållsinspektionerna för *Robin Wood* följer Trafikverkets anvisningar som finns beskrivet i 3.3.1 *Inspektioner*, med skillnaden att mätmetoderna som används är anpassade till träets egenskaper.

Defekter som kan uppkomma i träkonstruktioner är fukt, röta, deformationer och sprickor (Svenskt Trä, 2015). Bron kommer även behöva ytbehandling och kontroll av förankringsanordningar. Vid dessa inspektioner används ofta fuktmätare då trä, som nämnts i 3.3 *Förvaltning*, vid fukt är extra känsligt mot röta och annan nedbrytning. Andra åtgärder som träbroar ofta kräver är ommålning av trä och stålytor, reparation av vägbeläggning och borttagande av smuts.

Underhållskostnaderna för bron blir relativt låga så länge bron är välkonstruerad och inspektionsschemat hålls. Vid konstruktionsfel som leder till bristande

vattenavrinning eller vattensamlingar kan fuktproblem uppstå. Undviks detta är bron relativt enkel att underhålla till en låg kostnad.

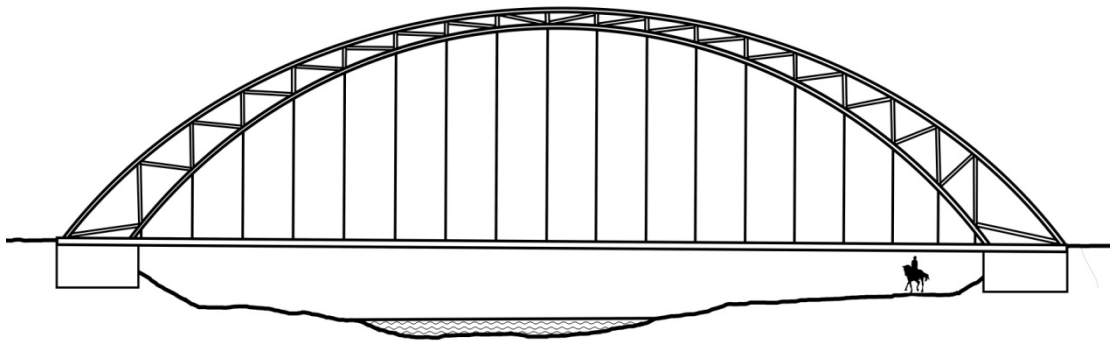
Robin Woods konstruktion består i huvudsak av trä. Enligt Figur 6 och 7 (3.2.1 *Jämförelse med avseende på miljö*) är trä ett bättre alternativ än både stål och betong med avseende på energiåtgång vid produktion samt utsläpp av koldioxid.

4.4.4 Alternativa lösningar

Ett alternativ till det valda konceptet hade varit att göra hela brobanan i trä för att få en ännu mer miljövänlig konstruktion. Enligt uppskattning hade detta bidragit till en för hög konstruktionshöjd, vilket medförde att detta alternativ valdes bort. En annan lösning hade varit att göra hela brobanan i stål. Konstruktionshöjden hade då blivit lägre, men alternativet valdes bort för att göra så stor del av konstruktionen som möjligt i trä.

4.5 Broalternativ 4 - Fackverksbågbron Stil

Brotypen är en fackverksbågbro i stål. Konceptet ger en arkitektonisk utformning med avsikten att försköna körupplevelsen och ge ett vackert uttryck. Konstruktionen kräver, precis som de andra bågbroarna, inte några mellanliggande stöd mellan landfästena.



Figur 15 Fackverksbågbron Stil i profil.

4.5.1 Konstruktion och utformning

Konceptet är en bågbro i stål där bågarna är konstruerade likt ett fackverk, se Figur 14. Fackverksbågarna löper på var sida brobanan och förbinds med horisontella stålstag. Varje fackverksbåge består av en övre och en undre stålståg sammanlänkade med stänger. Stängerna överför och fördelar krafterna mellan bågarna så att de kan samverka i tryck, samtidigt som konstruktionen får ett estetiskt uttryck.

Fackverksbågarna sammankopplas med längsgående balkar i brobanan vilket medför att inga horisontella tryckkrafter överförs från bågarna till stöden.

Det bärande systemet i brobanan utförs i stål och består av längsgående och tvärgående balkar. Laster på brobanan överför krafter till fackverksbågarna i vertikala stålhängare, förankrade i de tvärgående balkarna.

Fackverksbågarna ger bron ett klassiskt och stilrent uttryck i profil som förskönar området. Till skillnad från en enkelbåge kan de bärande delarna i en fackverksbåge

utformas tunnare eftersom krafterna fördelas mellan två bågar istället för en. Bron får således ett luftigt uttryck.

Likt *Robin Wood* finns inga anmärkningsvärda trafikrisker med brokonceptet. Då inga konstruktionsdelar är placerade i brobanan säkerhetsställs god sikt och därmed minimeras påkörningsrisken.

4.5.2 Produktion

Efter lämplig grundläggningsmetod gjuts landfästen. Fackverksbågarnas element måttbeställs från fabrik i två element vardera. Dessa bågelement ställs vertikalt vid respektive landfäste för att därefter tippas mot varandra och svetsas samman. Därefter monteras de längsgående och tvärgående balkarna till brobanan. Vertikala hängare monteras i fackverksbågarnas undersida och fästs i tvärbalkarna. En betongplatta gjuts på de tvärgående balkarna och vägbanan anläggs på denna.

4.5.2.1 Produktionskostnader

Produktionen kommer likna den för *Robin Wood* (se 4.4.2 Produktion) eftersom delarna till bågarna är måttbeställda och producerade i fabrik. På samma sätt kommer även temporära konstruktioner att behövas under byggnationen av bågarna.

Brobanan väntas inte utgöra någon stor skillnad i kostnad i jämförelse med de flesta av brokoncepten. Därför har en jämförelse gjorts med avseende på bärverket där konstruktionerna skiljer sig betydligt mer. Bågarnas materialkostnad väntas bli likvärdig med *Taco* men dyrare än både *Diamanten* och *Robin Wood*.

Med ovanstående som underlag väntas brons produktionskostnad bli genomsnittlig i förhållande till de övriga brokoncepten.

4.5.2.2 Produktionsrisker

Likt *Robin Wood* utgör de förtillverkade bågdelarna en risk på grund av sin stora vikt och otymplighet, dels för produktionsarbetarna som kan skadas vid hanteringen av dessa men också i svårigheten att få dessa på plats på ett smidigt och effektivt sätt. Merparten av produktionsarbetarna har troligtvis inte arbetat vid ett liknande projekt tidigare vilket också utgör en risk för produktionens effektivitet och säkerhet.

4.5.3 Förvaltning och miljö

Inspektionerna av bron följer trafikverkets regler, se 3.3.1 Inspektioner. Konceptet medför att stor vikt behöver läggas på att underhålla färgen och inspektera fackverket.

Fackverksbågarna kommer bli tidskrävande att inspektera på grund av alla knutpunkter som måste undersökas (Reuterswärd, 2010). I knutpunkterna finns det risk för vattenansamling med korrosion som konsekvens. Hängarna, som är en viktig del av konstruktionen, måste noga inspekteras med avseende på defekter och slitage. Brobanan, som består av längsgående- och tvärgående stålbalkar, kommer behöva inspekteras med avseende på korrosionsskador. Riskområden för stålbalkarna är de nedre flänsarna.

Likt de andra stålbroarna måste det ske en förbättringsåtgärd på färgen vart femtonde år och en hel ommålning vart trettonde år. Med ovanstående som bakgrund kommer underhållet av denna bro bli dyr i jämförelse med de andra koncepten.

Stils struktur består av stål, vilket i relation till trä och betong, är ett material med medelhög energiåtgång och medelhög koldioxidutsläpp vid produktion, se Figur 6 och 7 (3.2.1 Jämförelse med avseende på miljö).

4.5.4 Alternativa lösningar

Inledningsvis utformades ett alternativ till brokonceptet där fackverksbågarna, istället för att spännas upp som en pilbåge med längsgående stålbalkar, skulle förankras i synliga betongfundament på ömse sidor om brobanan. Detta hade förhöjt estetiken ytterligare, men med tanke på den extra materialåtgången och kostnaden det hade inneburit valdes alternativet bort. Fundamenten hade även inneburit en något försämrad trafiksäkerhet med avseende på risken för påkörning. Problem skulle dessutom uppkomma med förankringen av bågarna i fundamenten.

5 Urval

För att göra en korrekt bedömning av vilket brokoncept som är mest lämpligt tas urvalskriterier inom fyra områden fram: *estetik och form, ekonomi, miljö* och *samhällsnytta*. Dessa kriterier rangordnas inbördes utifrån de önskemål och krav som ställs på bron och kriterierna får på så vis en viktningsprocent som talar om hur betydande det enskilda kriteriet är. De fyra valda brokoncepten betygsätts utifrån dessa urvalskriterier vilket slutligen resulterar i en matris där det konceptet med flest poäng blir det slutgiltiga brokonceptet.

5.1 Beskrivning av kriterier

En rad kriterier ställs upp utifrån de önskemål och krav som ställs på bron. Dessa kriterier speglar de eftersökta egenskaperna hos brokoncepten och hur väl de uppfylls. Nedan beskrivs kriterierna och vad de avspeglar.

Estetiskt tilltalande

Kriteriet beskriver hur väl genomförd den estetiska utformningen av bron är. Den ska innehålla en design som utmärker sig från väg 27 och vara ett positivt tillskott till körupplevelsen.

Innovativ konstruktion

Denna kategori tar i beaktning hur originellt brokonceptet är och hur det bidrar till utveckling av brobyggnadsbranschen.

Effektiv konstruktion

Kriteriet avser hur effektiv bron är med hänsyn till materialåtgång och lastupptagning. En negativ faktor är om det exempelvis finns överflödiga eller överdimensionerade delar i konstruktionen. Valet av material (trä, stål eller betong) bör också vara väl motiverat beroende på materialets egenskaper i förhållande till brokonceptet.

Produktionskostnader

De olika brokoncepten kommer alla ha olika produktionsmetoder och därav kommer även produktionskostnaderna variera. I detta kriterium tas hänsyn till den totala produktionskostnaden inklusive materialkostnaden.

Underhållskostnader

Beroende på utformning, materialval och konstruktion kommer underhållskostnaderna variera mellan de olika koncepten, något som tas i beaktning i detta kriterium.

Energiåtgång under produktion

Kriteriet tar hänsyn till samtliga energibehov fram till brons utförande, det vill säga all energi som krävs för att ta fram byggnadsmaterialet.

Koldioxidutsläpp

Kriteriet tar hänsyn till hur stora koldioxidutsläpp de olika byggnadsmaterialen har i ett helhetsperspektiv.

Produktionstid

Kriteriet avser hur lång tid produktionen beräknas ta. En kortare produktionstid innebär att trafiken kan komma igång snabbare vilket är lönsamt för samhället. Mer avancerade koncept uppskattas ta längre tid än enklare lösningar.

Trafiksäkerhet

Detta kriterium avser bronns säkerhet för trafikanterna och risker för olyckor. Bron bedöms efter känslan av trygghet den inger, upprätthållandet av god sikt samt skadekonsekvenser vid olyckor.

5.2 Viktning av kriterier

Urvalskriterierna rangordnas inbördes utifrån hur viktiga de anses i förhållande till varandra, se Tabell 2. Varje kriterium ställs mot de övriga och får en poängsättning mellan 1 och 3. Om ett kriterium anses viktigare än ett annat får det 3 poäng, anses det lika viktigt får det 2 poäng och om kriteriet anses mindre viktigt får det 1 poäng. Varje kriteriums totalpoäng divideras sedan med den totala poängen för alla kriterier. Procentsatsen som fås används sedan i den slutgiltiga matrisen där brokoncepten ställs mot varandra.

Tabell 2 Viktning av urvalskriterier.

Urvalskriterier		Estetiskt tilltalande		Innovativ konstruktion		Effektiv konstruktion		Produktionskostnader		Underhållnadskostnader		Energipåverkan under produktion		Koldioxidutsläpp		Produktionstid		Trafiksäkerhet		Total poäng		Viktningprocent	
		-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
ESTETIK OCH FORM	Estetiskt tilltalande	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	22	15%	
	Innovativ konstruktion	1	-	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	19	13%	
	Effektiv konstruktion	1	2	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	19	13%	
EKONOMI	Produktionskostnader	1	1	1	-	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	15	10%	
	Underhållnadskostnader	1	1	1	2	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	15	10%	
MILJÖ	Energipåverkan under produktion	1	1	1	1	1	-	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	6%		
	Koldioxidutsläpp	1	1	1	1	1	2	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	6%		
SAMHÄLLSNYTTA	Produktionstid	1	1	1	1	1	3	3	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	8%		
	Trafiksäkerhet	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	24	17%		

5.2.1 Viktning av brokoncept

En slutgiltig urvalsmatris tas fram, där de fyra valda brokoncepten på den vertikala axeln viktas mot urvalskriterierna på den horisontella axeln, se Tabell 3. För varje kriterium betygsätts brokoncepten på en skala mellan 1 och 5 där betyg 1 motsvarar *Uppfyller ej* och betyg 5 motsvarar *Uppfyller helt*. Betygen för respektive kriterium viktas med den tidigare bestämda procentsatsen och summeras. Bron med den högsta totalsumman blir det konceptet som väljs.

Tabell 3 Viktning av brokoncept

Utvärdering av brokoncept*	Estetiskt tilltalande			Produktionskostnader		Underhållningskostnader		Energipåverkan under produktion		Koldioxidutsläpp		Produktionstid		Traffiksäkerhet		Summa
	Innovativ konstruktion	Effektiv konstruktion														
Viktningensprocent	15%	13%	13%	10%	10%	6%	6%	8%	17%							
Snedkabelbron Diamanten	4	3	3	2	3	2	2	2	4							
	0,61	0,40	0,40	0,21	0,31	0,13	0,13	0,17	0,67					3,01		
Fjärilsbågbron Taco	5	5	1	1	2	3	3	1	2							
	0,76	0,66	0,13	0,10	0,21	0,19	0,19	0,08	0,33					2,66		
Träbågbron Robin Wood	3	3	4	3	3	4	4	4	4							
	0,46	0,40	0,53	0,31	0,31	0,25	0,25	0,33	0,67					3,51		
Fackverksbågbron Stil	5	4	4	2	2	3	3	4	4							
	0,76	0,53	0,53	0,21	0,21	0,19	0,19	0,33	0,67					3,61		

* Beiget område - individuell poängsättning

Vitt område - individuell poäng multiplicerat med viktningensprocent

Som kan avläsas ur Tabell 3 får fackverksbågbron *Stil* högst totalsumma och det är således detta koncept som väljs. Poängsumman är dock väldigt likvärdig med summan för brokonceptet *Robin Wood*. På grund av svårigheten och osäkerheten vid dimensioneringsfasen av det anisotropa materialet trä, i kombination med *Stils* mer tilltalande design, väljs *Stil* som det slutgiltiga konceptet. Därmed anses inte en ytterligare utvärdering mellan de två koncepten vara nödvändig, trots de lika poängsummorna. Konceptet beskrivs mer utförligt i 6 *Ingående beskrivning av vald bro*.

6 Ingående beskrivning av vald bro

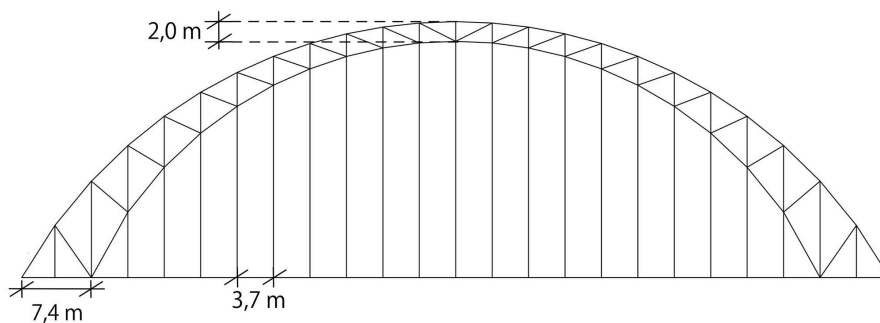
Genom urvalsprocessen beskriven i 5 *Urval* har det mest lämpliga brokonceptet tagits fram. Med en totalsumma på 3,61 blev fackverksbågbron *Stil* det mest lämpliga konceptet. Nedan följer en grundläggande beskrivning av brokonceptets konstruktion, produktion och förvaltning.

6.1 Beskrivning av konstruktion

I 4.5.1 *Konstruktion och utformning* redogörs övergripande hur konceptet verkar och utformas. I detta kapitel fokuseras innehållet mer på detaljutformning, specifikationer och risker med konstruktionen.

6.1.1 Bågkonstruktion

Fackverksbågarna består av bågpar som sammankopplas med ett fackverk, där alla komponenter utformas med kvadratiska stålvränsnitt. Bågarna har olika radier och ansluter till landfästena med 7,4 meters avstånd, se Figur 15. Radieskillnader på bågarna medför att avståndet mellan dem successivt minskar och är som minst på toppen, där det endast skiljer 2 meter. Dessa geometriska förhållanden ger bågen ett estetiskt vackert uttryck i profil. För mer dimensioner och detaljer se *Bilaga O – Elevation, plan och sektion*.



Figur 16 Principiell fackverksstruktur.

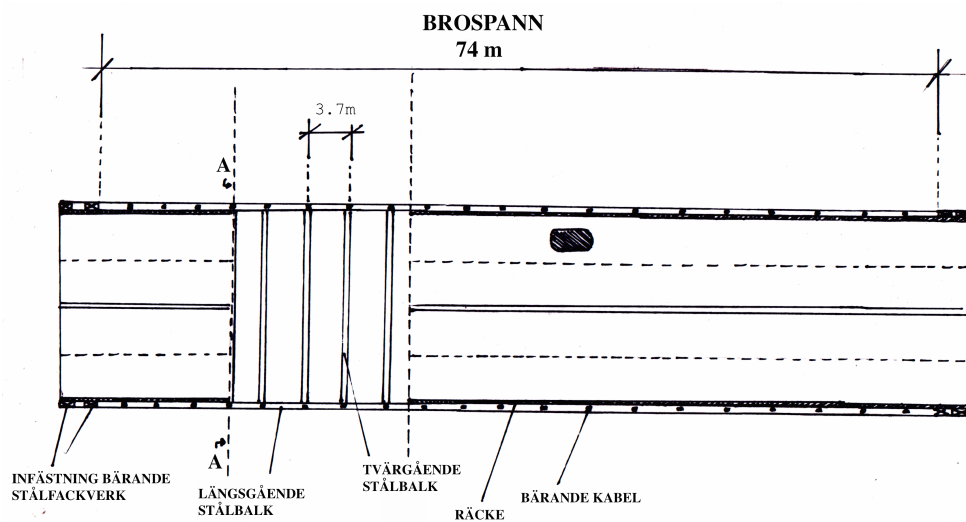
Båghöjden i förhållande till spännvidden är cirka 1:3. En hög båghöjd i förhållande till spännvidden ger en lägre horisontell kraftkomponent till förstyrningsbalkarna, på grund av den brantare vinkeln vid bågans infästning till förstyrningsbalken. Det innebär att förstyrningsbalken utsätts för mindre dragkrafter och därmed kan balkens dimensioner minskas.

Fackverket består av vertikala och diagonala stag. Det är konstruerat så att varje vertikalt stag ansluter till den undre bågen i samma punkt som en hängare, se Figur 15. De vertikala fackverksstagens huvudsakliga syfte är att överföra dragkrafter från hängarna till den övre bågen och på så vis kan bågarna avlasta varandra. De diagonala stagen syftar främst till att stabilisera strukturen, vilket är särskilt önskvärt under produktion och vid asymmetriska lastfall. Brobanan hängs upp i totalt 19 par hängare med ett centrumavstånd på 3,7 meter, se Figur 15.

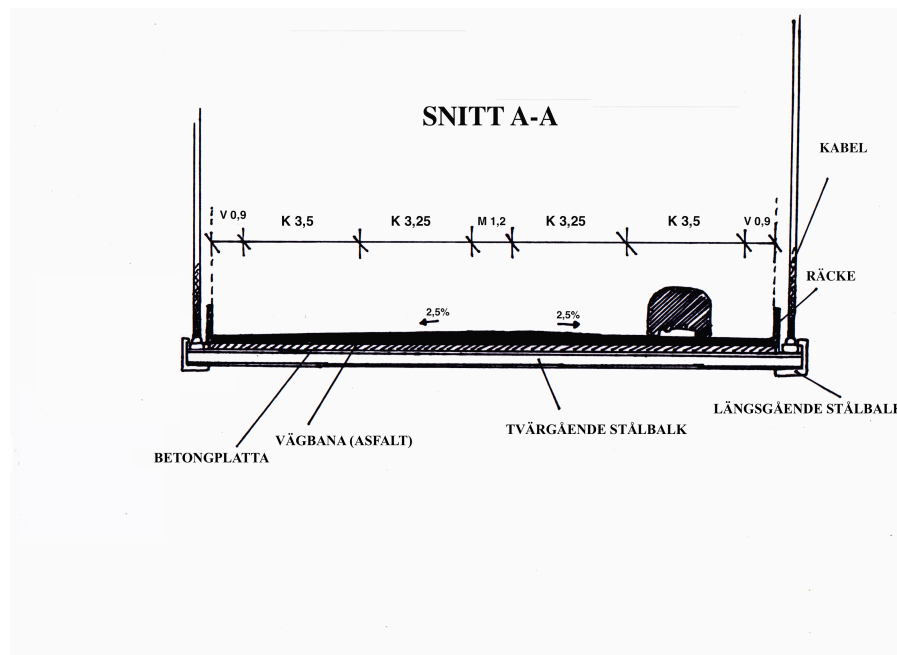
För att öka sidostabiliteten och minska knäckrisken av bågarna löper stål balkar mellan bågparen, se *Bilaga O – Elevation, plan och sektion*.

6.1.2 Brobana

Den fria höjden under bron ställer krav på brobanans konstruktionshöjd. För att möta dessa krav, i kombination med en hög kapacitet, konstrueras brobanan av balkar i stål. Utformningen har ett utseende som påminner om en liggande stege med två förstärkningsbalkar med c-profil längs konstruktionens ytterkanter, se Figur 16 och 17. Mellan dessa svetsas tvärgående I-balkar med samma centrumavstånd som hängarna, 3,7 meter. På tvärbalkarna gjuts en slakarmerad betongplatta som bär lasten mellan tvärbalkarna. För att uppnå samverkan används studs på tvärbalkarnas övre fläns som gjuts in i betongen. På plattan läggs sedan ett tätskikt, för att förhindra att salt och fukt tränger ner till körbanaplattan, och överst anläggs ett bitumenslitlager. Med de slutgiltiga dimensionerna blir total konstruktionshöjd på brobanan 700 mm vilket medför att bron klarar kravet på fri höjd.



Figur 17 Brobanan.

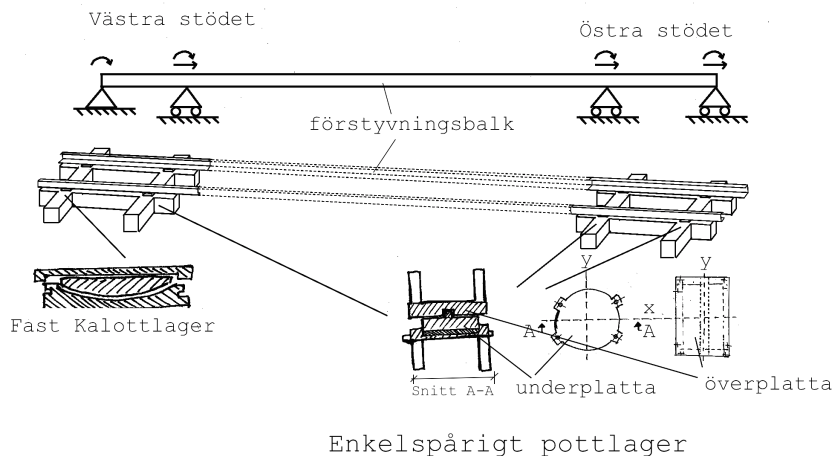


Figur 18 Tvärsnitt.

6.1.3 Stöd och grundläggning

Brons förstyvningsbalkar ligger upplagda på lager vid de båda landfästena, se Figur 18. Dessa lager placeras på en betongplatta som gjuts vid respektive landfäste och ovanpå dessa lager ligger förstyvningsbalkarna. Stödets utformning gör det möjligt för inspektioner och underhåll av lager.

I markundersökningen som utförts (se 2.2 *Hydrogeologiska förutsättningar*) framkom det att jordlagerföljden består av sand- och jordsilt ner till berg. Ett rimligt antagande är att kompaktering av jorden räcker som förbättringsåtgärd och platta på mark är en lämplig grundläggningsmetod för stöden.

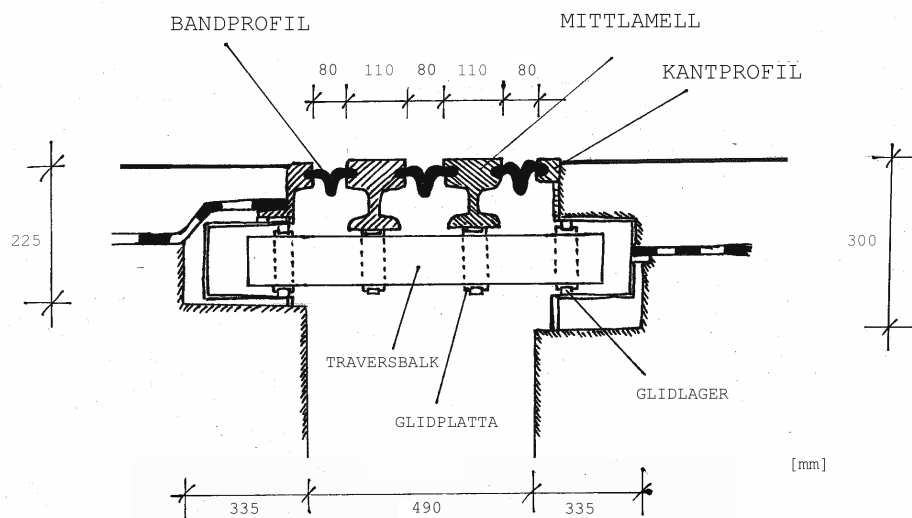


Figur 19 Stöd och lager.

6.1.4 Anslutningar

Övergångskonstruktioner

Bron och den anslutande vägen kopplas samman med en övergångskonstruktion, se Figur 19. Detta gör det möjligt för temperaturrörelser i konstruktionen utan att körkomforten påverkas eller att avfallsrester från vägbanan rinner ner i konstruktionen.



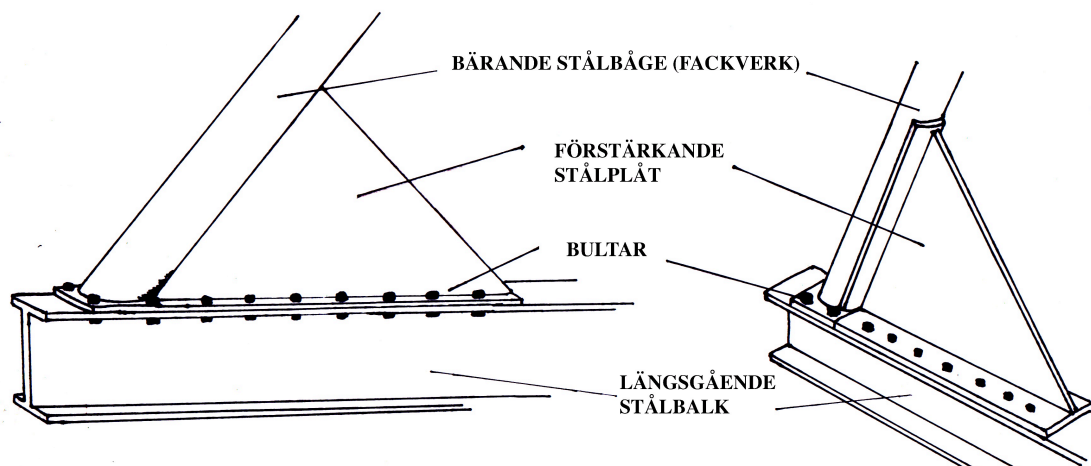
Figur 20 Övergångskonstruktion.

Lager

Förstyvningsbalkarna ligger upplagda på fyra stycken enkelrörliga lager vid det östra landfästet och två kalottlager samt två enkelrörliga vid det västra landfästet, se Figur 18. Vid upplagen förses förstyvningsbalkarna med ändavstyvningar för att klara av att överföra lasterna.

Anslutning mellan bågkonstruktion och brobana

Vid landfästet förbinds bågarna med de längsgående balkarna i brobanan med hjälp av ett förband som svetsas på bågen och skruvas i balken. Förbandet utformas som triangulära skivor för att passa in där bågen och de horisontella balkarna möts, se Figur 20 för en principiell skiss. Skivorna används för att fördela de krafter som bågen genererar på en större svetsyta och medför dessutom att förankringslängden på de horisontella balkarna blir längre.



Figur 21 Principiell skiss på infästning bärande ståljackverk.

Hängaranslutning

Hängaranslutningarna svetsas fast på övre flänsen av tvärbalken och i den undre bågen, se Figur 17, Figur 32 och Figur 33. För att undvika moment i konstruktionen utformas anslutningarna som momentfria leder. Lasterna från brobanan fördelas ut på dessa anslutningar och ställer således höga krav på hållfastheten.

Tvärbalkarnas anslutning till förstyvningsbalkarna

De tvärgående balkarna placeras vinkelrätt in mellan flänsarna på förstyvningsbalkarna och ansluts med svetsfogar mellan balkarnas liv. För att ge utrymme åt hängaranslutningen beskärs förstyvningsbalkarnas övre fläns med $250 \times 125 \text{ mm}^2$ vid varje anslutning.

6.1.5 Risker

Det finns ett par kritiska punkter för konstruktionens funktionalitet. Framförallt är anslutningen mellan båge och brobana avgörande för att konstruktionen ska kunna verka överhuvudtaget. Detta förband bör därför överdimensioneras för att säkerställa hållfastheten i anslutningen.

6.1.6 Övrigt

Färg

Bågarna målas med en färg som har korrosivitetsklass C5-M för att klara beständighetskraven. Kulören på färgen är svart för att upphöja estetiken och uppmärksamma bron.

Belysning

För att förhöja körupplevelse och uppmärksamma bron kvällstid utförs belysning längs körbanans räcken. Belysningen ger dels sken nedåt och sprider ut sig på vägbanan men belyser också hängarna upp till bågkonstruktionen.

Framtida trafiklast

Brons tekniska livslängd är 80 år och det är sannolikt att trafikbelastningen på väg 27 kommer öka under denna period. I nuläget är väg 27 en 2+1-väg men kan eventuellt dimensioneras upp för att klara framtida förhållanden, då troligt till en 2+2-väg. *Stil* kommer därför dimensioneras för att klara den framtida trafikbelastningen.

6.2 Produktion

I detta kapitel redogörs utförligt ett förslag på hur produktionen av bron kan utföras samt vilka risker man bör ta hänsyn till under byggnationen.

6.2.1 Produktion av bron

Landfästen gjuts i betong och dimensioneras för att klara de vertikala lasterna från bron. Fackverksbågarna prefabriceras och transporteras till platsen i två element vardera. Bågelementen lyfts på plats med kran och placeras på förstyrningsbalkarna vid respektive landfäste. Bågelementen svetsas sedan ihop i mittsnittet och blir då två kontinuerliga bågar. Vid landfästena fixeras bågarna med hjälp av en temporär stödkonstruktion som tar hand om de horisontella krafterna under byggnationen. Bågarna förbinds med de längsgående balkarna med hjälp av ett förband som svetsas på bågen och skruvas fast i balken.

Brobanan, bestående av ett rutnät av balkar, monteras på plats i sektioner om maximalt 15 meter i längd, för att kunna sänkas ner på tvären mellan bågarna. Monteringen av brobanan sker med hjälp av en kran där sektionerna sänks ner ovanifrån. Hängarna ansluts i sina fästen på sektionen under nedsänkning och när sektionerna kommit till sin slutgiltiga position svetsas de samman med den befintliga brobanan. Kranen kan därefter kopplas bort och sektionen bärs nu av bågen. Brobanesektionerna monteras symmetriskt från vardera landfäste och när mittsnittet är sammankopplat kan de temporära stödkonstruktionerna, som hållit bågen på plats, tas bort. Den horisontella komponenten från bågen tas nu upp av brobanan och huvudbärverket är fullständigt.

Betongplattan gjuts ovanpå tvärbalkarna till en kontinuerlig platta. Därefter monteras brons räcken. Betongplattan täcks med tätskikt för att sedan asfalteras med ett bitumenbundet slitlager.

6.2.2 Behov

För att kunna utföra alla produktionssteg som beskrivs ovan kommer det behövas maskiner och utrustning. När bågen och brobanan ska monteras krävs det en kran på ömse sidor av Viskan samt en skylift med svetsutrustning för att svetsa samman bågdelarna. Klimatskyddade tillverkningsytor behöver upprättas för tillverkningen av brosektionerna. Verktygs- och personalbodar behövs under byggtiden.

Av transportskäl bör materialupplag och avlastningszon anläggas på den västra sidan av vattendraget. Transporter kan då ledas till Varbergsvägen via Borås där framkomligheten anses fullt tillräcklig. En bro över Viskan finns i närområdet varvid en temporär överbyggning ej anses nödvändig.

Byggarbetsplatsen utformas på sådant sätt att närströvare fortfarande kan röra sig fritt i området. Därför bör en säker passage upprättas, så att ridvägen lämnas tillgänglig under byggtiden.

6.2.3 Risker

En vanlig risk under produktionen av byggnadsverk är att konstruktionens delar utsätts för laster som den, efter sitt färdigställande, inte syftar till att bära (Durkee, 2000). Med ovan valda produktionsmetod undviks detta problem till stor del, då bågen i ett tidigt skede monteras och kan därmed belastas som den gör i bruksskedet.

Det finns några kritiska moment under produktionen där små misstag kan leda till stora konsekvenser. Som nämnts i 6.1.5 *Risker* är förbandet som länkar samman bågen med de längsgående balkarna viktiga. Således bör erforderlig kontroll göras efter att de är färdigmonterade för att säkerställa att de uppfyller kraven. När brobanan monteras och sänks ner mellan bågarna finns det en risk att bågarna kommer till skada. Denna risk minimeras genom att monteringen av brobanan sker när det är låg vindhastighet och med en erfaren kranoperatör.

6.3 Förvaltning

För att säkerställa att *Stil* uppnår sin tekniska livslängd på 80 år krävs det kontinuerliga inspektioner och underhåll av bron, beskrivet i 3.3.1 *Inspektioner*. Utöver detta behöver brons tekniska detaljer anpassas för att förebygga framtida skador och förenkla underhållsprocessen.

6.3.1 Underhåll

Brostöden och dess delar måste kunna inspekteras och eventuellt bytas ut vid skada. Konstruktionen behöver därför kunna lyftas vid både östra och västra landfästet. Detta sker med hjälp av domkraft, varpå brostöden måste tillåta detta.

Andra delar som kan behöva bytas ut under brons livslängd är hängarna. Deras förankringar är utformade för att detta ska vara en relativt enkel process. Med tanke på att brobanan består av fyra körfält är det möjligt att stänga av upp till två körfält och leda om trafiken. Detta för att minimera lasten och maximera arbetsytan under underhållsprocessen.

6.3.2 Miljöpåverkan

Miljöpåverkan som uppkommer under brons livslängd består i huvudsak av trafikavfall (gummi från bildäck, vägpartiklar, avgaser). För att ta hand om så stor del av dessa avfall som möjligt anläggs ett dräneringssystem som tillsammans med dagvattnet från vägen forslar ut dessa föroreningar. Eftersom vägbanan är bomberad rinner vattnet lätt ut till kanterna och leds sedan vidare i hängrännor placerade under bron. Vattnet kommer avslutningsvis till en sedimenteringsdamm för att föroreningarna skall kunna tas om hand.

Buller, uppkommen som effekt av tung trafik, är inget som tas hänsyn till vid projektering. Möjlighet till att montera bullerplank istället för vägräcken finns ifall det uppkommer önskemål om minskad ljudnivå i brons omnejd.

6.3.3 Risker

Infästningarna mellan bågarna och förstyrningsbalkarna måste klara hög belastning och även om sannolikheten är låg att skada skulle ske är konsekvensen vid deformation eller bristningar hög. Infästningarna kräver därför extra noggrann inspektion. Ytterligare riskmoment är fackverkskonstruktionens komplexitet vid inspektion. På grund av den avancerade strukturen kan bristande svetsar av misstag passeras obemärkta vid inspektion.

DEL 2 – DIMENSIONERINGSFAS

7 Lastframtagning

För att kunna analysera systemet globalt och lokalt tas dimensionerande laster fram enligt de regler som gäller i Eurocode med tillägg från svenska regelverk. De vertikala lasterna delas in i två huvudgrupper, permanenta och variabla, vilka beskrivs nedan.

Lastfält

Som tidigare beskrivet i 6.1.2 Brobana har bron två körbaneytor om vardera 7,65 m i respektive körriktning. Körbaneytan delas i sin tur upp i lastfält som ligger till grund för hur lastplaceringen görs i olika lastfall. Enligt Eurocode SS-EN 1991-2:2003 är bredden på respektive lastfält 3 m om körbaneytan överstiger 6 m. Bron får därmed två lastfält samt en återstående yta på 1,65 m i respektive körriktning.

Permanenta laster

De permanenta lasterna innefattar egentygder från betongplatta, slitlager, tvärbalkar, förstavningsbalkar samt vägräcken. Dimensioneringsprocessen för bron konstruktionsdelar är en iterativ process där egentygdena successivt arbetas fram till följd av ändrade dimensioner. Densiteterna som används för beräkningar av egentygder i MATLAB-programmet i *Bilaga A - Lastframtagning* är:

$$\rho_{\text{stål}}=7800 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{belägg}}=2345 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{btg+arm}}=2550 \text{ kg/m}^3 \text{ (Approximativt värde för betong inklusive armering)}$$

Egentygden för vägräcken hämtas ur Eurocode SS-EN 199 och är 0,5 kN/m.

Variabla laster

Trafiklaster på bron ses som variabla laster och definieras utifrån fyra olika lastmodeller, LM1, LM2, LM3 och LM4, enligt Eurocode SS-EN 1991-2:2003.

- Lastmodell 1 (LM1) innefattar koncentrerade och jämnt utbredda laster som motsvarar effekterna från trafik med last- och personbilar.
- Lastmodell 2 (LM2) innefattar en enstaka axellast och motsvarar de dynamiska effekterna från trafik på bärverksdelar med små spännvidder.
- Lastmodell 3 (LM3) innefattar ett antal axellaster motsvarande specialfordon som får framföras på vägar upplåttna för dispensfordon.
- Lastmodell 4 (LM4) innefattar större folksamlingar och bör endast användas för speciella dimensioneringssituationer.

Eftersom lastberäkningen främst görs för att analysera systemet globalt blir LM1 dimensionerande. LM1 består av jämnt utbredda laster, $\alpha_q \cdot q_{ik}$, i samtliga lastfält och axellaster från ett boggiesystem, $\alpha_Q \cdot Q_{ik}$, i körfält 1, 2 och 3, se Figur 21. α -faktorerna som multipliceras med lasterna är nationella anpassningsfaktorer och beaktar förväntad trafik och väglklasser. Om spännvidden överstiger 10 meter får boggielasten approximeras till en koncentrerad last med värdet $2 \cdot \alpha_Q \cdot Q_{ik}$. Värden på laster redovisas i Tabell 4.

Tabell 4 Laster enligt Eurocode SS-EN 1991-2:2003.

Lastfält	Axellast	Utbredd fillast	Nationell parameter		Dimensionerande laster	
	Q _{ik} [kN]	q _{ik} [kN/m ²]	Axellast α _Q	Utbredd last α _q	Punktlast P [kN] (P=2Q _{ik} α _Q)	Utbredd last Q [kN/m ²] (Q=q _{ik} α _q)
1	300	9	0,9	0,8	540	7,2
2	200	2,5	0,9	1	360	2,5
3	100	2,5	0	1	0	2,5
Övriga	0	2,5	-	1	-	2,5
Återstående yta	0	2,5	-	1	-	2,5

Brottgränstillstånd

Eftersom de variabla lasterna är betydligt större än de permanenta lasterna används lastkombination 6-10b, där de variabla lasterna ses som huvudlast, enligt:

$$\sum \xi \cdot \gamma_G \cdot G + \gamma_P \cdot P + \gamma_Q \cdot Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad \text{Ekv. 6-10b, SS-EN 1990}$$

Där de permanenta lasterna reduceras med faktorn, ξ , på grund av att de variabla lasterna är huvudlast. Partialkoefficienter och reduktionstal redovisas i Tabell 5.

Bruksgränstillstånd

Vid beräkningar i bruksgränstillstånd finns tre olika lastkombinationer beroende på dimensioneringssituation:

Karaktäristisk kombination:

$$\sum G + P_k + Q_{k,1} + \sum \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad \text{Ekv. 6-14b, SS-EN 1990}$$

Frekvent kombination:

$$\sum G + P + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \quad \text{Ekv. 6-15b, SS-EN 1990}$$

Kvasipermanent kombination:

$$\sum G + P + \sum \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \quad \text{Ekv. 6-16b, SS-EN 1990}$$

Koefficienter

De valda koefficienterna är hämtade ur Bilaga A2 i Eurocode SS-EN 1990.

Tabell 5 Koefficienter.

Lastkombination	Ekvation	ξ	γ _G	γ _Q	γ _P	ψ _Q	ψ _P
Brottgräns	6-10b	0.89	1.35	1.5	1.5	-	-
Karaktäristisk	6-14b	-	-	-	-	-	-
Frekvent	6-15b	-	-	-	-	0.4	0.75
Kvasipermanent	6-16b	-	-	-	-	0	0

7.1 Dimensionerande laster tvärled

Trafiklast och egentyngher som verkar på brobanan tas upp av hängstagen som ansluter via momentfria kopplingar till tvärbalkarnas ändar. Vid modellering ses därför tvärbalken som fritt upplagd på två stöd, A och B, med tvärbalkens längd, 17 m, som spännvidd, se Figur 28, 9 Dimensionering av tvärbalkar. Vid beräkning av dimensionerande moment och tvärkraft i tvärled ställs två lastfall upp för de olika avseendena, Lastfall 1 och Lastfall 2. För de två lastfallen skapas ett

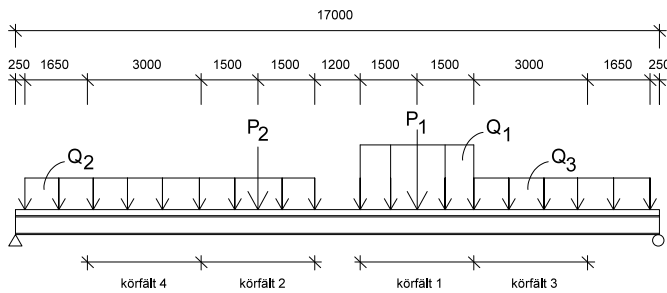
MATLAB-program för att beräkna snittkrafter och moment samt plotta diagram, se *Bilaga A – Lastframtagning*. Tabell 6 visar framtagna resultat.

Lastfall 1

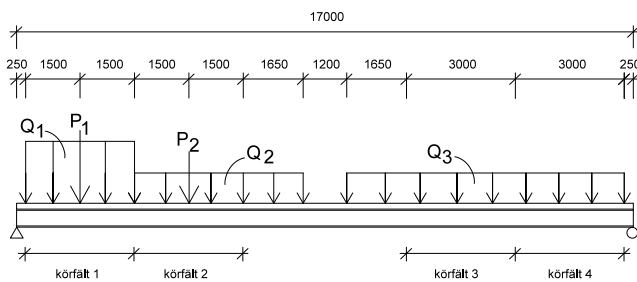
I *Lastfall 1* placeras körfält 1 till höger om mittremsan och körfält 2 till vänster om mittremsan, se Figur 21, vilket ger maximalt fältmoment i tvärbalken. Moment- och tvärkraftsdiagram för *Lastfall 1* finns i *Bilaga A – Lastframtagning, kap. 1*.

Lastfall 2

Lastfall 2 syftar till att ge maximal reaktionskraft i stöden och körfält 1 placeras därför längst till vänster följt av körfält 2, se Figur 22. Moment- och tvärkraftsdiagram för *Lastfall 2* finns i *Bilaga A – Lastframtagning, kap. 2*.



Figur 22 Lastfall 1.



Figur 23 Lastfall 2.

Tabell 6 Dimensionerande moment och tvärkraft i tvärled

Lastkombination	Ekvation	Lastfall 1		Lastfall 2	
		Ved	Med	Ved	Med
Brottgräns	6-10b	1183,4 kN	6463,8 kNm	1612,2 kN	4386,7 kNm
Karaktäristisk	6-14b	842,44 kN	4516,3 kNm	1128,3 kN	3100,0 kNm
Frekvent	6-15b	662,41 kN	3483,9 kNm	871,81 kN	2437,2 kNm
Kvasipermanent	6-16b	266,91 kN	1093,2 kNm	266,91 kN	1093,2 kNm

7.2 Dimensionerande laster längsled

För dimensionering av betongplattan används laster i längsled. De laster som användas för beräkning av betongplattans nedböjning är lasterna för hela betongplattans bredd, 16,5 m. Vid övriga beräkningar i längsled kontrolleras endast den högst belastade delen av betongplattan. Vid beräkningar i brottgränstillstånd och i

bruksgränstillstånd för korttidslast är den högst belastade delen körfält 1 i Figur 21, med en bredd på 3 m. I bruksgränstillstånd för långtidslast är det enbart egentygden som bidrar med last och därmed antas den högst belastade delen av betongplattan bestå av en bredd på 0,5 m där ett broräcke är placerat.

Förutom tidigare nämnda laster i 7.1 *Dimensionerande laster tvärled* kommer egentygden från hela betongplattan, $G = 105,93 \text{ kN/m}$ (se *Bilaga B – Beräkningsprogram betongplatta*) samt lasten från broräckena, $G_{räcke} = 0,5 \text{ kN/m}$ (Eurocode SS-EN 1991), bidra till de totala lasterna i längsled. Nedan presenteras de olika lastfallen som används.

Brottgränstillstånd enligt ekvation 6-10b. Lasterna i längsled, det högst belastade körfältet:

$$W = Q_1 * \gamma_Q * \alpha_{Q1} * 3m + \gamma_G * \xi * \frac{G}{16,5} * 3m = 55,54 \text{ kN/m}$$

$$P = \gamma_P * P_1 = 810 \text{ kN}$$

Bruksgränstillstånd för nedböjning (frekvent lastkombination) enligt ekvation 6-15b. Lasterna i längsled, hela brobanans bredd:

$$W = Q_1 * \psi_G * \alpha_{Q1} * 3m + Q_2 * \psi_G * \alpha_{Q2} * 7,65m + Q_3 * \psi_G * \alpha_{Q2} * (7,65m - 3m) + G_{räcke} * 3 + G = 128,37 \text{ kN/m}$$

$$P = \psi_P * (P_1 + P_2) = 675 \text{ kN}$$

Bruksgränstillstånd för korttidslast (karakteristisk lastkombination) enligt ekvation 6-14b. Lasterna i längsled, det högst belastade körfältet:

$$W = Q_1 * \alpha_{Q1} * 3m + \frac{G}{16,5} * 3m = 40,86 \text{ kN/m}$$

$$P = P_1 = 540 \text{ kN}$$

Bruksgränstillstånd för långtidslast (kvasipermanent lastkombination) enligt ekvation 6-16b. Lasterna i längsled, en antagen bredd på 0,5 m under ett av broräckena:

$$W = \frac{G}{16,5} * 0,5m + G_{räcke} = 3,71 \text{ kN/m}$$

$$P = 0 \text{ kN}$$

7.3 Reaktionskrafter

Med hjälp av MATLAB-programmet i *Bilaga A - Lastframtagning* beräknas reaktionskrafter, exklusive bidraget från punktlasterna, i respektive hängare. Punktlasternas bidrag till reaktionskraft i stöd A, P_A , beräknas separat för att kunna placeras i den hängare som ger värsta fallet i profil för de olika beräkningarna. Dessa används senare i 11.1 *CALFEM-analys av bågarna* när systemet analyseras i profil. Dimensionerande reaktionskrafter fås från *Lastfall 2* och redovisas i Tabell 7.

Tabell 7 Dimensionerande reaktionskrafter.

Lastkombination	Ekvation	Lastfall 2		
		R _A	R _B	P _A
Brottgräns	6-10b	496,48 kN	434,34 kN	1115,7 kN
Frekvent	6-15b	313,94 kN	297,36 kN	557,87 kN
Kvasipermanent	6-16b	266,91 kN	266,91 kN	0 kN

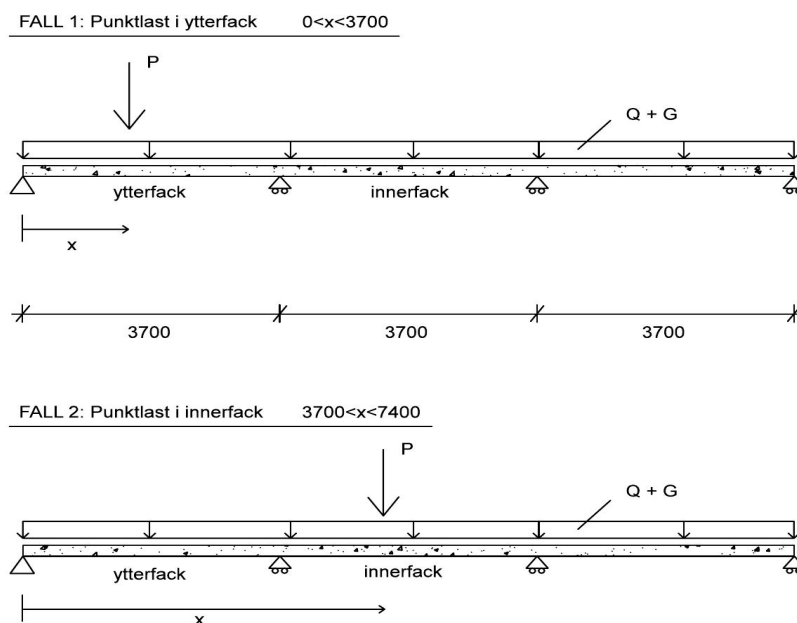
8 Dimensionering av betongplattan

Betongplattans höjd väljs till 220 mm och ovanpå den läggs en 40 mm tjock asfaltsbeläggning. Betongklass C50/60 har valts (se *Bilaga C - Betongplatta, kap 1.3* för detaljerad framtagning) med karakteristisk tryckhållfasthet $f_{ck} = 50 \text{ MPa}$ och tryckhållfasthetsmedelvärde $f_{cm} = 58 \text{ MPa}$. En beräkningsmodell i brons längsled har tagits fram som en kontinuerlig balk på fyra stöd, som representerar tvärbalkarna, för att täcka de värsta fallen med avseende på moment och tvärkraft, se Figur 23. Som förenkling modelleras de yttre tvärbalkarna (ändstöden) som momentfria. Stödmoment samt reaktionskrafter beräknas enligt vinkeländringsmetoden med hjälp av elementarfall, se *Bilaga B – Beräkningsprogram betongplatta, kap. 1*.

8.1 Brottgränstillstånd

För beräkningar i brottgränstillstånd dimensioneras betongplattan efter det mest belastade körfältet med en bredd på tre meter, se körfält 1 i *Figur 21, 7.1 Dimensionerande laster tvärled*.

Bilaga B – Beräkningsprogram betongplatta visar ett MATLAB-program som utgår från dimensionerande lastfall enligt 7.2 *Dimensionerande laster längsled*. Vid brottgränstillstånd används lastfall enligt ekvation 6-10b. MATLAB-programmet tar fram dimensionerande moment och tvärkrafter med avseende på att punktlastens position i lastfallet kan variera i längsled, se *Figur 23*. Programmet utformas efter två fall, Fall 1 där punktlastens position endast varierar i det yttre facket och Fall 2 där punktlastens position endast varierar i det inre facket.



Figur 24 Beräkningsmodell dimensionering av betongplatta.

8.1.1 Moment

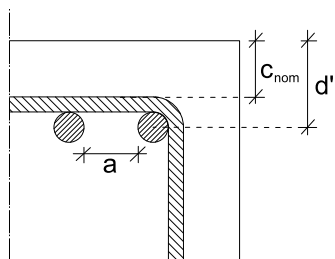
Dimensionerande moment tas fram för ytterfacken (mellan upplag och första tvärbalken), innerfacken (mellan två tvärbalkar), över första tvärbalken efter upplag samt över övriga tvärbalkar. Framtagna dimensionerande moment presenteras i Tabell 8.

Tabell 8 Dimensionerande moment, brottgränstillstånd.

Fack	Dimensionerande moment per meter i tvärled, M_{Ed}
Ytterfack fält	221,22 kNm (dragen undersida)
Innerfack fält	181,14 kNm (dragen undersida)
Över första tvärbalken	-127,88 kNm (dragen ovansida)
Över övriga tvärbalkar	-105,38 kNm (dragen ovansida)

8.1.1.1 Armeringsinläggning

Både drag- och tryckarmeringen väljs till $\phi 16$ mm, Ks 600S. Med avseende på minsta täckande betongskikt, $c_{nom}=30$ mm, samt bygeldiameter, $\phi_{sw}=8$ mm (se 8.1.2.1 Armeringsbehov) placeras armeringen med ett avstånd $d'=46$ mm från betongplattans övre respektive undre kant. Med avseende på vald minsta stenstorlek i ballasten, $d_g=32$ mm, fås minsta fria avstånd mellan stänger, $a=37$ mm. Se Bilaga C – Betongplatta, kap. 1.4, för beräkning. Figur 24 visar armeringsinläggningen.



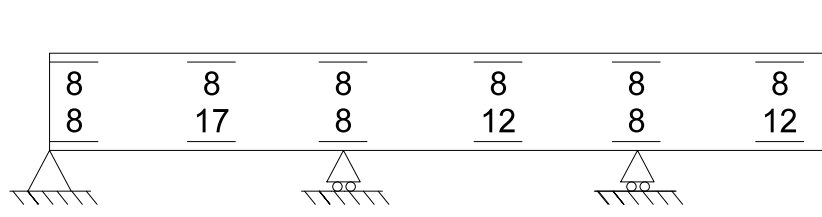
Figur 25 Täckande betongskikt.

8.1.1.2 Armeringsbehov

Utifrån dimensionerande moment beräknas betongplattans armeringsbehov, se Bilaga C – Betongplatta, kap. 2. Resultatet presenteras i Tabell 9, i Figur 25 samt i Bilaga N – Armeringsinläggning.

Tabell 9 Dragarmeringsbehov.

Fack	Dragarmering	Tryckarmering
Ytterfack fält	17 st $\phi 16$	8 st $\phi 16$
Innerfack fält	12 st $\phi 16$	8 st $\phi 16$
Över första tvärbalk	8 st $\phi 16$	8 st $\phi 16$
Över övriga tvärbalkar	8 st $\phi 16$	8 st $\phi 16$



Figur 26 Antal armeringsstänger i olika delar av betongplattan.

8.1.1.3 Avkortning av armering

En grafisk framtagning av de största momenten i varje punkt längs ytter- och innerfack av balken görs utgående från MATLAB-programmet beskrivet i *Bilaga B – Beräkningsprogram betongplatta*. Framtagna värden på momenten tillsammans med armeringsbehov, beräknat enligt 9.1.1.2 *Armeringsbehov*, används för att ta fram erforderlig armering i varje punkt längs betongplattan, se *Bilaga C – Betongplatta, kap. 6*, för beräkning och *Bilaga N – Armeringsinläggning* för figurer. Vid beräkning av maximal krafttillväxt per stång, S_{bd} , sätts de faktorer som beaktar gynnsamma effekter inom förankringszonen, α_1 - α_5 , till värdet 1,0 för att vara på säkra sidan. Detta ger maximal förankringslängd $l_{bd,max}=0,48$ m vilket används genomgående för armeringsinläggningen.

Maximal längd på armeringsstänger begränsas till 12 m enligt s.B340 i Bärande konstruktioner (Engström, 2011). Skarvning är därmed nödvändig för de åtta stängerna som löper kontinuerligt i både över- och underkant av betongplattan. Omlottskarvning väljs vilket ger erforderlig skarvlängd $l_0=0,325$ m, se *Bilaga C – Betongplatta, kap. 6*.

8.1.1.4 Kapacitet och resultat

Från beräkningar i *Bilaga C – Betongplatta, kap. 2* tas betongplattans momentkapacitet i varje fack fram och jämförs med dimensionerande moment. Samtliga snitt uppfyller segt verknings sätt. Resultatet presenteras i Tabell 10.

Tabell 10 Momentkapacitet och utnyttjandegrad.

Fack	Momentkapacitet per meter i tvärled, M_{Rd}	Utnyttjandegrad, M_{Ed}/M_{Rd}
Ytterfack fält	262,54 kNm	84,3 %
Innerfack fält	194,56 kNm	93,1 %
Över första tvärbalken	192,11 kNm	66,6 %
Över övriga tvärbalkar	192,11 kNm	54,9 %

8.1.2 Tvärkraft

Dimensionerande tvärkraft tas fram för ändstödet, över första tvärbalken samt över övriga tvärbalkar, se *Bilaga C – Betongplattan, kap 7*.

Den största reducerade tvärkraften då punktlasten verkar nära stöd beräknas från ytterligare ett MATLAB-program, se *Bilaga B – Beräkningsprogram betongplatta*. Som förenkling bestäms det att tvärkraften får reduceras i de fall då punktlasten verkar mellan avstånden en spricklängd, x , och avståndet $2*d$ från stöd, där d är avståndet i betongens tvärsnitt från tryckt kant till dragarmeringen. Denna begränsning bör istället vara mellan $0,5*d$ och $2*d$ från stöd (Engström, 2011, s. B183). Förenklingen ligger på den säkra sidan och medför att ett MATLAB-program enklare har kunnat utformas för att ta fram största reducerade tvärkraft.

Spricklängden x beräknas enligt:

$$x = \frac{l_s}{2} + 0,9 * d * \cot\theta \quad (\text{Engström, 2011, s. B175}).$$

I ekvationen är l_s stödbredden som i detta fall är bredden på tvärbalkens övre flänsar, $b_{fö}=265$ mm, se 9. Dimensionering av tvärbalkarna. Vinkeln θ i ekvationen är spricklutningen som för ett oarmerat tvärsnitt är 45° .

I MATLAB-programmet förflyttar sig punktlasten mellan dessa avstånd och dimensionerande reducerade tvärkraft tas fram. Nedan visas ekvationen som har används vid beräkningar av den reducerade tvärkraften. Tabell 11 och Tabell 12 visar dimensionerande tvärkrafter respektive dimensionerande reducerade tvärkrafter.

$$V_{Ed,red}(x) = V_{Ed}(x) - \frac{(2 \cdot d - x)^2}{4 \cdot d} \cdot q_d - \sum_i \left(1 - \frac{a_{vi}}{2 \cdot d}\right) \cdot Q_i \quad \text{ekv. B6-2 (Engström, 2011)}$$

V_{Ed} - Dimensionerande tvärkraft

x - Spricklängd

d - Avstånd från tryckt sida till dragarmering

a_{vi} - Avstånd från punktlast till tvärbalk, $x \leq a_{vi} \leq 2 \cdot d$

Q_i - Punktlast

q_d - Utbredd last

Tabell 11 Dimensionerande tvärkraft, brottgränstillstånd.

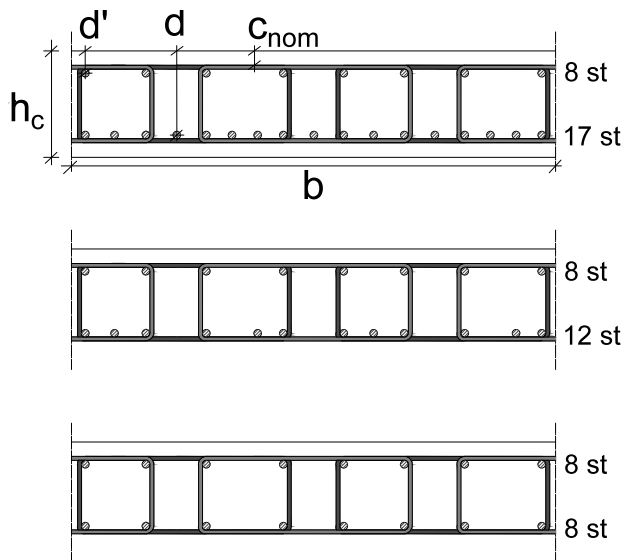
Stöd	Dimensionerande tvärkraft per meter i tvärled, V_{Ed}
Ändstöd	297,40 kN
Över första tvärbalk	311,10 kN
Över övriga tvärbalkar	304,25 kN

Tabell 12 Dimensionerande reducerad tvärkraft, brottgränstillstånd.

Stöd	Punktlastens position i intervallet en spricklängd till $2 \cdot d$, från stöd	Dimensionerande reducerade tvärkraft per meter i tvärled, $V_{Ed,red}$
Ändstöd	$2 \cdot d$	254,87 kN
Över första tvärbalk	$2 \cdot d$	286,97 kN
Över övriga tvärbalkar	$2 \cdot d$	279,64 kN

8.1.2.1 Armeringsbehov

Beräkningar av betongplattans tvärkraftsarmeringsbehov redovisas i *Bilaga C – Betongplattan, kap. 7*. Tvärkraftsarmering behövs över alla stöd och i alla fält. Armering väljs till byglar Ks 600S med diametern $\phi_{sv}=8$ mm och med karakteristisk flytgräns $f_{yk}=600$ MPa. Spricklutningen väljs till 45° vilket ger en spricklängd på 156,6 mm. Fyra byglar per meter i tvärled placeras med ett s-avstånd på 110 mm i längsled över hela brobanan, se Figur 26.



Figur 27 Armeringsinläggning, längsgående armering och tvärkraftsbyglar.

8.2 Bruksgränstillstånd

Precis som för brottgränstillstånd används ett MATLAB-program för att ta fram de dimensionerande momenten och tvärkrafterna med lastfall från 7.2 *Dimensionerande laster längsled* med avseende på att punktlastens position i lastfallet kan variera i längsled, se Figur 20. Programmet är utformat efter två fall, Fall 1 där punktlastens position endast varierar i det yttre facket och Fall 2 där punktlastens position endast varierar i det inre facket.

8.2.1 Korttidslast

Vid beräkning av bruksgränstillstånd för korttidslast används karakteristisk lastkombination enligt ekvation 6-14b (se 7 *Lastframtagning*) för den mest belastade körfilen, med en bredd på 3 m. De dimensionerande momenten används för att kontrollera om betongen spricker och därmed vilket stadium den befinner sig i. Beräkningar redovisas i *Bilaga C – Betongplatta, kap 3.1* och resultatet framgår i Tabell 13.

Tabell 13 Dimensionerande moment, karakteristisk lastkombination.

Fack	Dimensionerande moment per meter i tvärled, M_k	Stadium
Ytterfack fält	148,86 kNm	Stadium II
Innerfack fält	121,19 kNm	Stadium II
Över första tvärbalken	-87,003 kNm	Stadium II
Över övriga tvärbalkar	-71,999 kNm	Stadium II

8.2.1.1 Kontroll av spänningar

Vid beräkningar kontrolleras spänningarna på tre nivåer: betongspänning vid tryckt kant samt stålspänning i övre- och undre armering. Spänningarna kontrolleras efter Bärande konstruktioner s. B212 (Engström, 2011). Beräkningarna visar att

spänningarna håller sig under dessa gränsvärden i samtliga fack, se *Bilaga C – Betongplattan, kap. 3.1.*

8.2.2 Långtidslast

Dimensionerande lastfall för långtidsfallet är kvasipermanent lastkombination enligt ekvation 6-16b (se 7 *Lastframtagning*) som enbart tar hänsyn till egentyngheten av betongplattan inklusive asfaltsbeläggning samt broräcken. Den mest belastade delen av tvärsnittet antas därför utgöras av en bredd på 0,5 m där brobanans mitträcke är placerat. Dimensionerande moment framgår i Tabell 14.

Tabell 14 Dimensionerande moment, kvasipermanent lastkombination.

Fack	Dimensionerande moment per meter i tvärled, M_1
Ytterfack fält	8,126 kNm
Innerfack fält	2,5395 kNm
Över första tvärbalken	-10,158 kNm
Över övriga tvärbalkar	-10,158 kNm

8.2.2.1 Framtagning av långtidskonstanter

Den relativa fuktigheten uppskattas till 80 % efter vad som är angivet som ”utomhusmiljö” i Tabell B2.6 (Engström, 2011). Detta ger $\beta_{RH}=0,756$ som i sin tur ger krymptalet $\varepsilon_{cs}=2,757 \cdot 10^{-4}$. Betongens ålder vid pålastning antas till ett dygn vilket ger faktorn $\beta(t_0)=0,91$. Uttorkning antas ske längs hela betongplattans över- och undersida. Tillsammans med den relativa fuktigheten ger detta det slutgiltigt kryptalet $\varphi(\infty, t_0)=2,241$, se *Bilaga C – Betongplatta, kap 3.2* för beräkningar.

8.2.2.2 Kontroll av spänningar

Vid beräkningar kontrolleras spänningarna på tre nivåer: betongspänning vid tryckt kant samt stålspänning i övre- och undre armering. Spänningarna kontrolleras efter Bärande konstruktioner s. B212 (Engström, 2011). Beräkningarna visar att spänningarna håller sig under dessa gränsvärden i samtliga fack, se *Bilaga C – Betongplattan, kap. 3.2.*

8.2.2.3 Kontroll av sprickbredd

Enligt svensk standard SS137010 är största tillåtna karakteristiska sprickbredd i betongen $w_{k,till}=0,2$ mm. Betongen uppfyller detta krav i samtliga fack, se *Bilaga C – Betongplatta, kap. 4.* Tabell 15 visar den beräknade sprickbredden i varje fack.

Tabell 15 Karakteristisk sprickbredd.

Fack	Karakteristisk sprickbredd
Ytterfack fält	0,0088 mm
Innerfack fält	0,0056 mm
Över första tvärbalken	0,0163 mm
Över övriga tvärbalkar	0,0163 mm

8.2.3 Beräkning av nedböjning

Vid beräkning av betongplattans nedböjning mellan två tvärbalkar används frekvent lastkombination enligt ekvation 6-15b (se 7 *Lastframtagning*) och hela betongplattans bredd studeras istället för enbart den värsta delen, som i övriga beräkningar. För att täcka de värsta fallen antas de två punktlasterna alltid verka i samma punkt i längsled. Kravet på maximal nedböjning för betongplattan är 9,25 mm efter TRVR Bro 11 som anger begränsningen $L/400$ (Trafikverket, 2011). I detta fall är L centrumavståndet mellan tvärbalkarna, det vill säga 3,7 m. Nedböjningen beräknas med den förenklade metoden från s. B272 i *Bärande Konstruktioner* (Engström, 2011) med ekvationerna nedan.

$$f = \zeta \cdot f_{II} + (1 - \zeta) \cdot f_I \quad \text{ekv. B8-26 (Engström, 2011)}$$

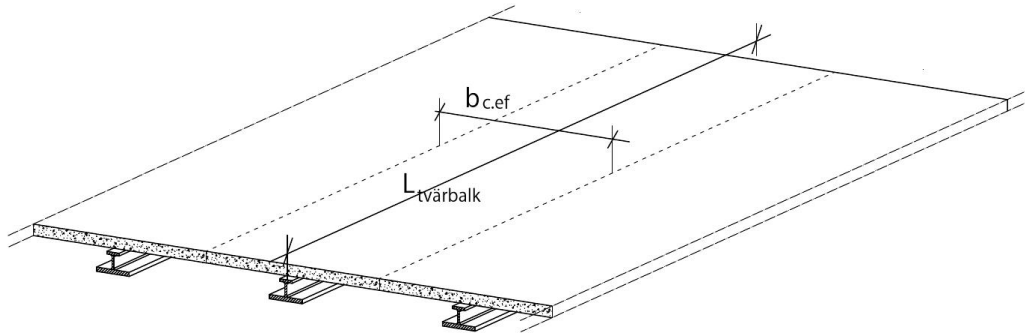
$$\zeta = 1 - \beta \cdot \left(\frac{M_{cr}}{M} \right)^2 \quad \text{ekv. B8-27 (Engström, 2011)}$$

Metoden viktar nedböjning för betongplattan om den vore helt osprucken, f_I , med nedböjningen om betongen vore helt uppsprucken, f_{II} , för att approximera den totala nedböjningen, f . I ekvationen är M momentet i maxmomentsnittet för aktuell last, M_{cr} är momentet då böjspricka uppkommer i maxmomentsnitt och β är en konstant som tar hänsyn till om lasten är en korttidslast eller en upprepad last.

Ett MATLAB-program används vid framtagning av dimensionerande fältmoment, tillhörande stödmoment samt för att ta reda på vart punktlasten då verkar, se *Bilaga B – Beräkningsprogram betongplatta*. Det dimensionerande fallet antas ske i det yttre facket, mellan upplag och den första tvärbalken, och det är därför endast det fallet som kontrolleras. Nedböjningen beräknas där fältmomentet är som störst, vilket även sammanfaller där punktlasterna verkar. Dimensionerande moment $M_{nedb.y.f} = 641,24$ kNm och positionen är 1,61 m från vänster ändstöd. Beräkning av nedböjning görs med hjälp av elementarfall och resultatet blir 7,657 mm vilket är mindre än den maximala nedböjningen, se *Bilaga C – Betongplattan, kap. 5* för beräkningar.

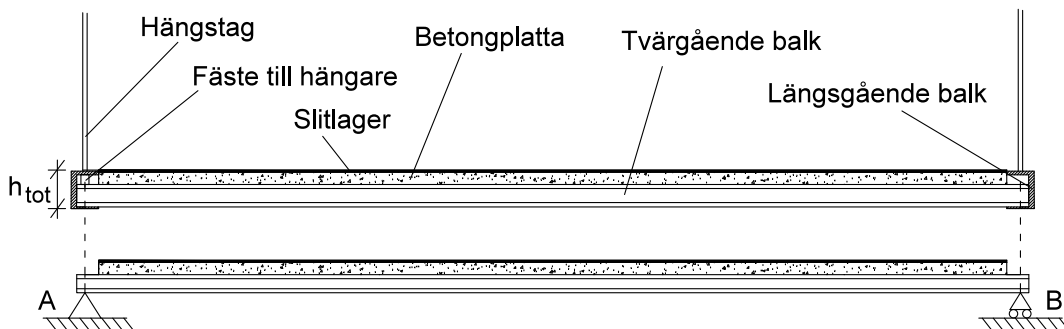
9 Dimensionering av tvärbalkarna

Tvärbalkarna bildar tillsammans med betongplattan en samverkanskonstruktion, se Figur 27, vilket gör att dimensioneringen av balkarna utgår från ett samverkanstvärsnitt, med undantag för byggskedet.



Figur 28 Del av brobanan, tvärbalkar med betongplatta.

Den högst tillåtna konstruktionshöjden h_{tot} är, som nämnt i 2.4 Geometriska kravspecifikationer, 700 mm. Höjden innefattar slitlagret, betongen och tvärbalken samt tjockleken på förstyrningsbalkens undre fläns, se Figur 28. Slitlagret antas ha en tjocklek på 40 mm och betongens höjd är, som redovisat i 8. Dimensionering av betongplattan, 220 mm. Förstyrningsbalkens undre fläns har en tjocklek på 30 mm vilket gör att den tvärgående balkens höjd maximalt kan vara 410 mm, vilket är den höjd som väljs, se Bilaga D – Tvärbalkar, kap. 1.

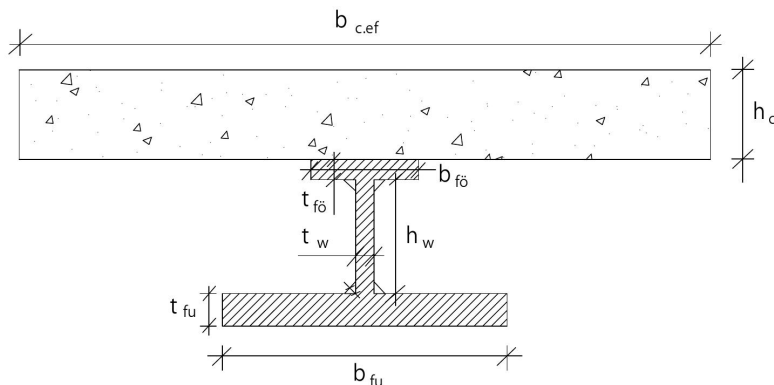


Figur 29 Sektion i tvärled med beräkningsmodell.

De tvärgående balkarna är svetsade och har en I-profil, se Figur 29. Dimensionerna av samverkanstvärsnittet beräknas i Bilaga D – Tvärbalkar, kap 1.3 och väljs till:

$L_{tvärbalk} := 17 \text{ m}$	Längd tvärbalk
$t_{f\bar{o}} := 0.05 \text{ m}$	Tjocklek övre fläns
$b_{f\bar{o}} := 0.265 \text{ m}$	Bredd övre fläns
$t_{f_u} := 0.08 \text{ m}$	Tjocklek undre fläns
$b_{f_u} := 0.7 \text{ m}$	Bredd undre fläns
$t_w := 0.045 \text{ m}$	Tjocklek liv

$h_w := h_{tvärbalk} - t_{fu} - t_{fö} = 0.28 \text{ m}$ Höjd liv
 $a_{svets} := 0.016 \text{ m}$ Svetsens a-mått
 $b_{c,eff} := 3.7 \text{ m}$ Betongens effektiva bredd

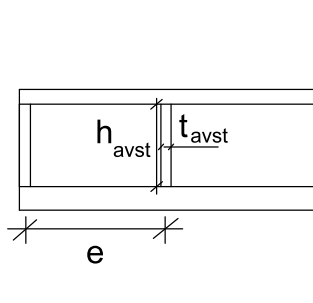


Figur 30 Samverkanstvärsnitt.

Stålkvaliteten väljs till S450 vilket, enligt Tabell S2.1 (Johansson, 2011), för godstjocklek mellan 40 mm och 80 mm ger flytspänningen $f_y=410 \text{ MPa}$.

Beroende av avståndet mellan tvärbalkarna kommer en effektiv bredd, $b_{c,eff}$, på betongplattan att tillgodoseas för samverkanstvärsnittet enligt Eurocode SS-EN 1994-2 kap. 5.4.1.2. Den effektiva bredden begränsas dock av tvärbalkarnas centrumavstånd, vilket blir dimensionerande i detta fall.

Varje tvärbalk förses med dubbelsidiga styva ändavstyvningar med ett centrumavstånd på 450 mm, se Figur 30. Dessa består av två plattstänger med höjden 280 mm och tjockleken 18 mm, se *Bilaga D – Tvärbalkar, kap. 1.5* för beräkningar.



Figur 31 Ändavstyvningar.

Vid kontroll av tvärsnittsklass enligt s. S67 i *Bärande konstruktioner* (Al-Emrani, 2011) hamnar tvärbalkarna i tvärsnittsklass 1. Detta innebär att tvärsnittet kan uppnå full plasticering, se *Bilaga D – Tvärbalkar, kap. 1.3*.

Vid beräkning av samverkanstvärsnittet förminskas betongen till ekvivalent stål så att hela tvärsnittet kan ses som ett tvärsnitt helt i stål enligt metod beskriven i *Steel Concrete Composite Bridges* (Collin, Johansson, & Sundquist, 2008), se *Bilaga D – Tvärbalkar, kap. 3* för beräkningar. Vid korttidslast sker detta med en faktor $\alpha=5,676$ och vid långtidslast med en faktor $\alpha_{ef}=18,394$.

9.1 Brottgränstillstånd

Kontroll av tvärbalkarnas moment- och tvärkraftskapacitet samt halssvetsarnas kapacitet utförs i brottgränstillstånd. Dimensionerande moment, $M_{Ed.brott.tvärled}=6,4638$ MNm, och tvärkraft, $V_{Ed.brott.tvärled}=1,6122$ MN kommer från lastkombination enligt 6.10b, se 7.1 Dimensionerande laster tvärled. Figur 28 visar beräkningsmodellen för dessa beräkningar där hängarna ses som tvärbalkens stöd.

9.1.1 Momentkapacitet

Den övre flänsens erforderliga area kan preliminärt dimensioneras av momentet som kommer av lasten under byggnationen, $M_{Ed.bygg}=1,430$ MNm. Denna last består av egentygnden av betongplattan och balkarna samt last från utrustning och arbetare. Den sistnämnda kan approximeras till 10 % av betongplattans och balkarnas egentygnd (Collin, Johansson, & Sundquist, 2008, s. 68). Beräkningar av denna kontroll finns i *Bilaga D – Tvärbalkar, kap. 1.4*.

Den undre flänsens erforderliga area kan preliminärt dimensioneras av det maximala momentet i brottgräns, $M_{Ed.brott.tvärled}$. Dragspänningen får således inte överstiga stålets brottspänning (Collin, Johansson, & Sundquist, 2008). Beräkningar av den erforderliga undre flänsarean finns i *Bilaga D – Tvärbalkar, kap. 1.4*.

Tvärkraftsbyglarna som dimensionerades i 8.1.2.1 *Armeringsbehov* antas inte ha tillräcklig förankringslängd för att kunna fungera som tryck- och dragarmering och betongen ses därför som oarmerad i denna ledd för beräkningar av momentkapaciteten.

Beräkningar beskrivet i *Bilaga D – Tvärbalkar, kap. 2* visar att det neutrala lagret hamnar i livet och samverkanskonstruktionens momentkapacitet, $M_{Rd.tvärled}$, är 13,742 MNm. Detta ger en utnyttjandegrad på 47 %.

9.1.2 Tvärkraftskapacitet

En kontroll om stålbalken riskerar skjuvbuckling utförs och resultatet är att med valda dimensioner är det ingen risk för skjuvbuckling, se *Bilaga D – Tvärbalkar, kap. 4*. Några mellanliggande avstyvningar är därför inte nödvändiga. Vid beräkning av bärförmågan för vertikal tvärkraft $V_{pl.Rd}$ ska, enligt Eurocode SS-EN 1994-2, betongens inverkan försummas. Tvärkraftskapaciteten kontrolleras därför enbart för balken, vilken ger $V_{pl.Rd}=3,579$ MN. Detta bidrar till en utnyttjandegrad på 45 %, se beräkningar i *Bilaga D – Tvärbalkar, kap. 4*.

9.1.3 Interaktion mellan moment och tvärkraft

Enligt beräkningar i *Bilaga D – Tvärbalkar, kap. 4.1* är kvoten mellan dimensionerande tvärkraft, $V_{Ed.brott.tvärled}$, och tvärkraftskapacitet, $V_{pl.Rd}$, mindre än 50%. Enligt s.S86 i Bärande konstruktioner (Al-Emrani, 2011) är därför ingen interaktion mellan moment och tvärkraft nödvändig.

9.1.4 Kontroll av halssvetsar

Störst tvärkraft inträffar vid stöd, det vill säga vid hängarnas anslutningar till tvärbalkarna. Här finns ingen överliggande betongplatta och all tvärkraft antas därför tas upp av tvärbalken.

En källsvets har tillräcklig bärförmåga om dessa två villkor uppfylls (Al-Emrani, 2011, s. 131):

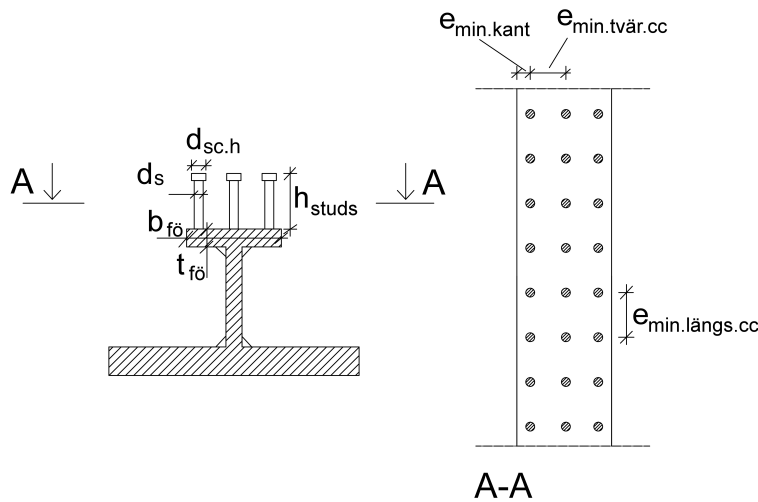
$$\sqrt{\sigma_{ort}^2 + 3 \cdot (\tau_{ort}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

$$\sigma_{ort} \leq 0.9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Enligt beräkningar i *Bilaga D – Tvärbalkar, kap. 4.2* framgår att både undre och övre flänsen på den tvärgående balken har tillräcklig kapacitet.

9.1.5 Dimensionering av studs

För att samverkan mellan betongplattan och tvärbalkarna ska vara möjlig krävs skjuförbindare mellan den övre flänsen och betongen. Detta sker med studs med en skaftdiameter, d_s , på 25 mm och en höjd, h_{studs} , på 76 mm. Studshuvudets diameter, $d_{sc,h}$, väljs till 40 mm med en höjd på 15 mm. Enligt avståndsbegränsningar angivna i Eurocode SS-EN 1994-2 kap. 6.6.3 blir maximalt antal studs över tvärsnittet fyra stycken och maximalt antal rader längs tvärbalken åtta stycken, se beräkningar i *Bilaga D – Tvärbalkar, kap. 5*. Med hänsyn till dimensionerande tvärkraft samt samverkanstvärsnittets dimensioner krävs totalt 24 stycken studs per meter. Studsen fördelas därför på åtta rader per meter med tre stycken studs per rad, se Figur 31.



Figur 32 Studs.

9.2 Bruksgränstillstånd

Vid beräkningar i bruksgränstillstånd används dimensionerande moment från Tabell 6, 7.1 *Dimensionerande laster tvärlod*. $M_{Ed,bruk,k} = 4,5163$ MNm utifrån karakteristisk lastkombination 6-14b för korttidslast och $M_{Ed,bruk,l} = 1,0932$ MNm utifrån kvasipermanent lastkombination 6-16b för långtidslast. Spänningskontroll i tvärsnittet utförs för båda fallen i fyra nivåer: överkant betong, underkant betong, överkant stålbalk samt underkant stålbalk.

9.2.1 Kontroll av spänningar korttid

Spänningarna kontrolleras efter Bärande konstruktioner s. B212 (Engström, 2011). Eftersom beräkningarna sker på ett ekvivalent ståltvärsnitt måste spänningarna för betongnivåerna divideras med faktorn α för att få de verkliga spänningarna i betongen. Beräkningar i *Bilaga D – Tvärbalkar, kap. 3.1* visar att spänningarna i samtliga nivåer är under gränsvärdena.

9.2.2 Kontroll av spänningar långtid

Framtagning av långtidskonstanter sker på samma sätt som i 8.2.2.1 *Framtagning av långtidskonstanter* vilket även ger samma slutgiltiga kryptal $\varphi(\infty, t_0) = 2,241$. Även i detta fall antas uttorkning ske längs betongens över- och undersida, utan hänsyn till tvärbalkens övre fläns. Då armeringens inverkan försummas, vilket beskrivs i 9.1.1 *Momentkapacitet*, kommer inga krympkrafter att beaktas. Spänningarna kontrolleras efter Bärande konstruktioner s. B212 (Engström, 2011). Eftersom beräkningarna sker på ett ekvivalent ståltvärsnitt måste spänningarna för betongnivåerna divideras med faktorn α_{ef} för att få de verkliga spänningarna i betongen. Beräkningar i *Bilaga D – Tvärbalkar, kap. 3.2* visar att spänningarna i samtliga nivåer är under gränsvärdena.

9.2.3 Nedböjning

Vid kontroll av tvärbalkens nedböjning används *Lastfall 1* med frekvent lastkombination 6-15b, se Tabell 6, 7.1 *Dimensionerande laster tvärled*. För att kunna tillämpa elementarfall för nedböjning räknas den jämnt utbredda lasten i körfält 1 i Figur 21, 7.1 *Dimensionerande laster tvärled* om till en punktlast som flyttas, tillsammans med den ursprungliga punktlasten i körfält 1, till mitten av balken. Den jämnt utbredda lasten i övriga körfält förenklas dessutom till att verka jämnt över hela balken. Dessa förenklingar och omräkningar medför en mindre gynnsam lastsättning än det ursprungliga lastfallet samt ett större moment i fält som hamnar i mitten av balken. Beräkningarna för nedböjning blir således på säkra sidan.

Beräkningar för tvärbalkens totala nedböjning redovisas i *Bilaga D – Tvärbalkar, kap. 6*. Nedböjningen blir:

$$w_{tot} = 35.36 \text{ mm}$$

Kravet för nedböjning enligt TRVBRO 11, kap B.3.4.2.2 är:

$$w_{tot} \leq \frac{L_{tvärbalk}}{400} = 42.5 \text{ mm} \quad \text{där } L_{tvärbalk} \text{ är spännvidden}$$

10 Hängstag och dess infästningar

Brobanans tvärbalkar kopplas samman med bågkonstruktionen med hjälp av hängstag. Totalt finns 48 stycken hängstag, 19 stycken på varje sida, med ett centrumavstånd på 3,7 m längs med brobanan.

10.1 Hängstag

Hängstagen dimensioneras utifrån maximal tvärkraft i tvärled, V_{Ed} (Tabell 6, 7.1 *Dimensionerande laster tvärled*), för brottgränstillstånd för att säkerställa att hängarna håller för alla tänkbara lastsituationer. Enligt beräkningar i MATLAB-programmet i *Bilaga G – CALFEM-analys* uppkommer något mindre normalkrafter i hängarna än den maximala tvärkraften V_{Ed} . Detta eftersom systemet verkar som helhet och laster fördelas ut på flera hängare. Dimensioneringssituationen är alltså på säkra sidan.

Efter beräkningar redovisade i *Bilaga E – Hängstag och infästningar, kap. 1.3*, utformas hängstagen med cirkulära tvärsnitt enligt:

Stål S355

$d_{stag} = 78 \text{ mm}$ Hängstagets diameter

10.2 Anslutningar

Hängstagen ansluts till tvärbalken med en anslutning bestående av en mottagare, som svetsas parallellt på den övre i flänsen på balken, och kopplas samman med hängstaget med en skruv, se Figur 32.

Samma princip används där hängstagen ansluter till den undre bågen, se Figur 33. Hängaren kopplas samman med en mottagare som svetsas fast parallellt med brobanan på bågen. Vid dimensionering av svetsen beräknas kraftkomponenter från hängstagets dragkrafter, utifrån bågens lutning. Enligt MATLAB-programmet i *Bilaga F – Kraftkomponenter* uppstår störst totalspänning i svetsen vid störst parallell kraftkomponent, det vill säga vid den yttersta hängaren. Den parallella kraftkomponenten får dessutom en hävarm till svetsen och genererar därmed ett moment, se *Bilaga E – Hängstag och infästningar*.

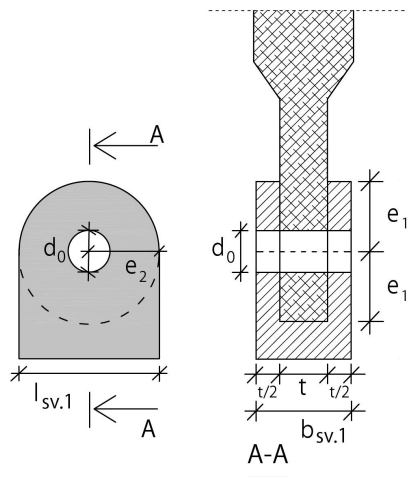
Eftersom anslutningen till brobanan svetsas parallellt med tvärbalken tillåter den momentfria leden att tvärbalken kan utsättas för exempelvis nedböjning utan att moment överförs till hängstagen. På bågen svetsas anslutningen istället parallellt med bågen för att moment inte ska överföras när bågen utsätts för deformationer.

Vid utformning och dimensionering av anslutningen är tre brottmoder avgörande: skjubbrott i skruv, hålkantsbrott i anslutande platta samt brott i svets till mottagare. Beräkningar för de tre brottmoderna i *Bilaga E – Hängstag och infästningar* ger anslutningen dess slutgiltiga dimensioner, se Figur 32 och Figur 33.

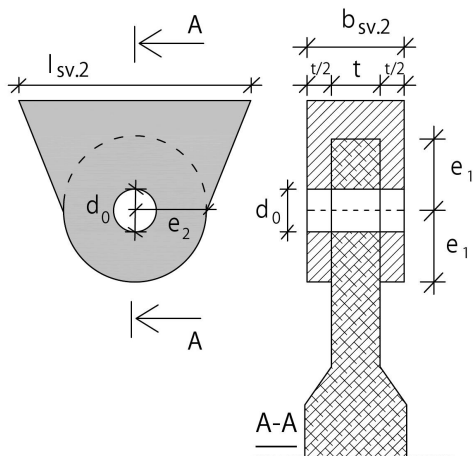
$d_{skruv} = 48 \text{ mm}$	Skruvens diameter
$d_0 = 51 \text{ mm}$	Hålets diameter
$t = 48 \text{ mm}$	Plättjocklek
$a_{sv.1} = 9 \text{ mm}$	Svetsens a-mått vid balkanslutning
$b_{sv.1} = 96 \text{ mm}$	Mottagarens bredd vid balkanslutning
$a_{sv.2} = 13 \text{ mm}$	Svetsens a-mått vid båganslutning

$l_{sv.2} = 470 \text{ mm}$
 $b_{sv.2} = 96 \text{ mm}$
 $h_m = 148.5 \text{ mm}$

Mottagarens längd vid båganslutning
 Mottagarens bredd vid båganslutning
 Avståndet mellan svets och hålcentrum



Figur 33 Hängstagens anslutning till tvärbalken.



Figur 34 Hängstagens anslutning till bågkonstruktionen.

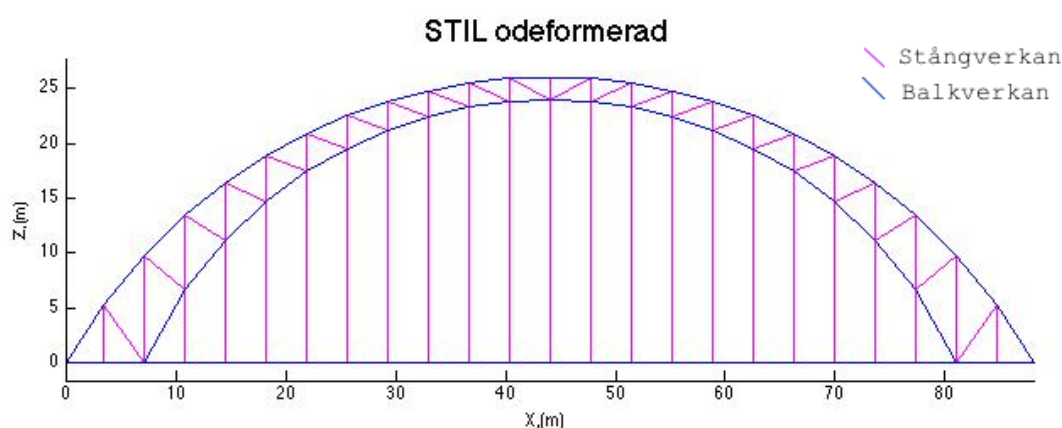
11 Fackverksbågarna

Som tidigare nämnts består det bärande systemet i *Stil* av två fackverksbågar vid var sida om brobanan. En analys utförs med CALFEM och de ingående elementen dimensioneras.

11.1 CALFEM-analys av bågarna

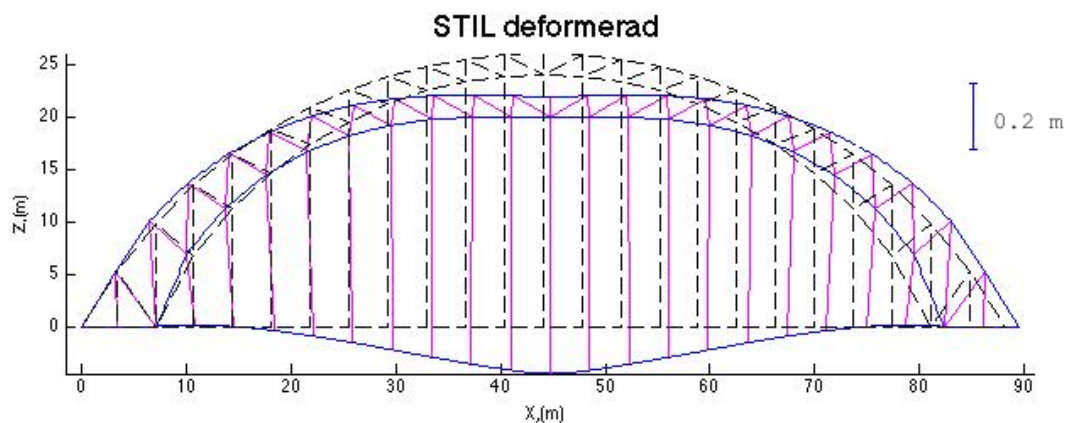
För att beräkna de moment, tvärkrafter och normalkrafter som uppkommer i den bärande bågen som effekt av laster används en CALFEM-analys, se *Bilaga G – CALFEM-analys*. Analysen tar hänsyn till reaktionskrafterna i hängarna som uppstår till följd av trafiklaster samt egentyngheden från betongplattan med slitlagerbeläggning, förstyrningsbalkarna och tvärbalkarna. På grund av att trafiklasten inte är symmetrisk (se Figur 22, 7.1 *Dimensionerande laster tvärled*) fås olika reaktionskrafter, R_A och R_B , i hängarna på brobanans respektive sidor, se Tabell 7, 7.3 *Reaktionskrafter*. Då CALFEM-analysen endast analyserar en båge i taget används R_A , som är större än R_B , vid dimensioneringen av båda bågarna. Utöver R_A placeras även en axellast, P_A , i variabel position längs hängarna enligt LM1, Eurocode SS-EN 1991-2:2003. Analysen utgår från både bruk- och brottgränstillstånd där även reaktionskrafter och förskjutningar framgår av samtliga noder i XZ-planet, se Figur 34.

Figur 34 visar *Beräkningsmodell 1* som visar elementindelningen av *Stils* stålfackverk med kablar och förstyrningsbalk modellerad i XZ-planet. Randvillkoren utgår från lagerna beskrivet i 6.1.3 *Stöd*, se Figur 18.



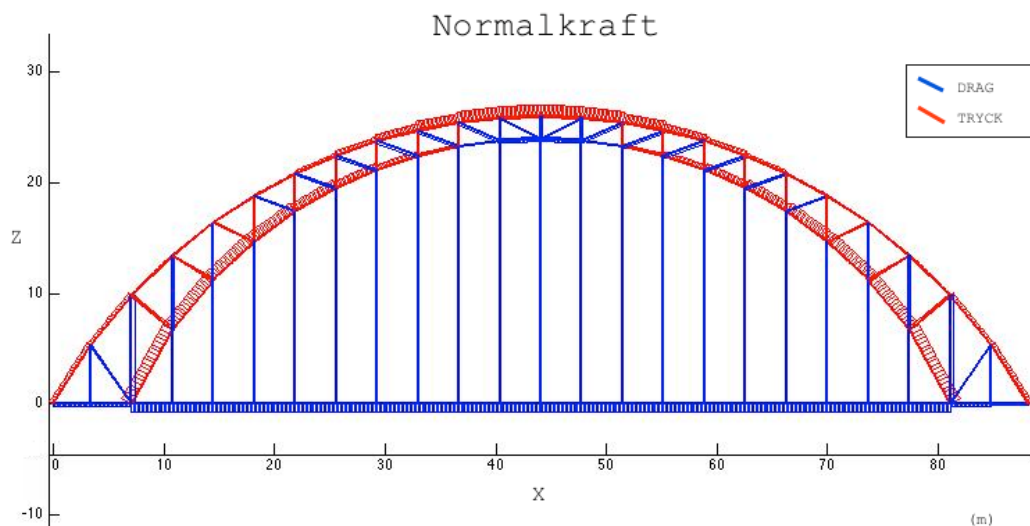
Figur 35 *Beräkningsmodell 1.*

Axellasten P_A har, som tidigare nämnt, en varierande position och modellen är konstruerad för att klara alla olika påfrestningar som uppkommer till följd av detta. Deformationen av *Beräkningsmodell 1*, som effekt av belastningen, visas i Figur 35.



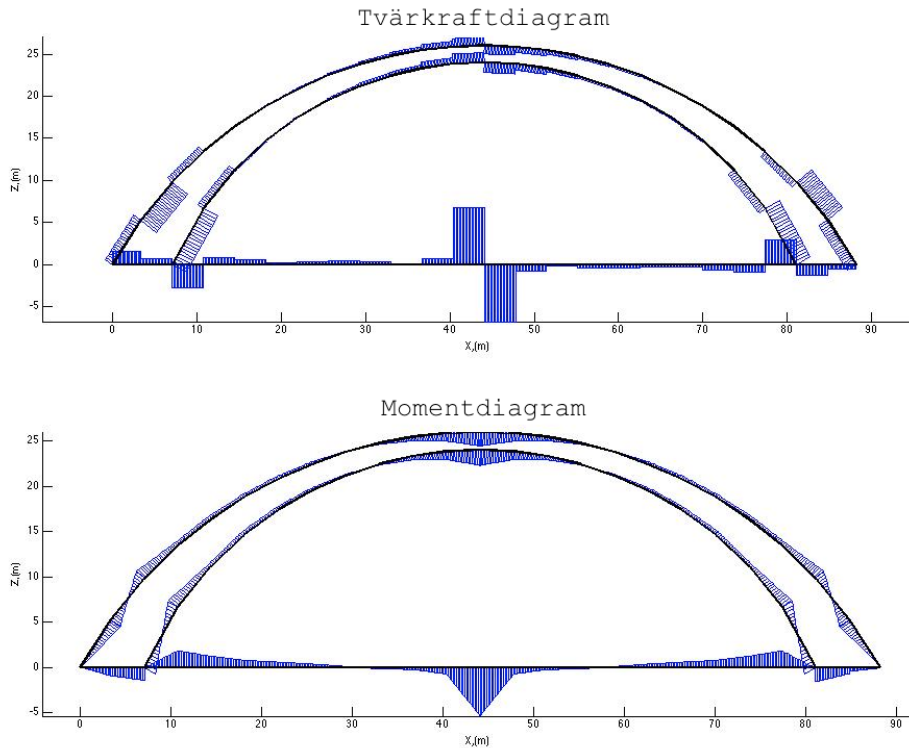
Figur 36 Nedböjning och förskjutning av Beräkningsmodell 1.

Den maximala nedböjningen av brobanan vid bruksgränstillstånd sker då axellasten är placerad mitt på brobanan, se *Bilaga G – CALFEM-analys*. Nedböjningen uppgår då till 14,63 cm vilket understiger kravet på maximal nedböjning enligt TRVR BRO 11, kap. B.3.4.2.2. Kravet är spännvidden dividerat med 400, i detta fall 18,5 cm. Maximal förskjutning i positiv X-riktning är i bruksgränstillstånd 4,4 cm och i brottgränstillstånd 7,2 cm.



Figur 37 Tryck- och dragkrafter i bågen.

Som Figur 36 visar är fackverksbågarna i huvudsak belastade i tryck vilket resulterar i utåtriktade kraftkomponenter i ändarna. Förstyvningsbalkarna är sammankopplade med bågen och verkar på så sätt i drag för att motverka de utåtriktade horisontella krafterna. Som en effekt av konstruktionen verkar hela systemet som en fritt upplagd balk, dock uppkommer stora tvärkrafter och moment i infästningarna mellan båge och förstyvningsbalk. Figur 37 visar moment- och tvärkraftsdiagram för konstruktionen enligt *Beräkningsmodell 1*.



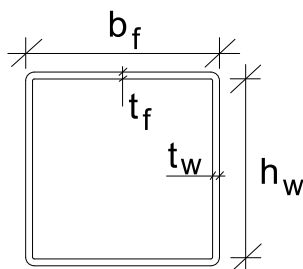
Figur 38 Moment- och tvärkraftsdiagram för Beräkningsmodell 1.

11.2 Balkelement i bågen

Bågarnas element modelleras som balkar. I dessa element uppstår tvärkrafter, moment och normalkrafter för vilka elementen dimensioneras. Beräkningar och kontroller utförs enligt Eurocode SS-EN-1993-1-1:2005.

Balkarna utformas som varmformade kvadratiska rör och de valda dimensionerna itererats fram, se *Bilaga H – Balkar i bågen*. De valda dimensionerna redovisas nedan och i Figur 38.

$b_f := 450 \text{ mm}$	Inre flänsbredd
$t_f := 16 \text{ mm}$	Flänstjocklek
$h_w := 416 \text{ mm}$	Livhöjd
$t_w := 16 \text{ mm}$	Livtjocklek



Figur 39 Tvärsnitt på balkarna i bågen.

Störst moment, tvärkraft och normalkraft uppstår inte vid samma placering av den variabla axellasten längs hängarna. En konservativ förenkling görs där balkarna dimensioneras för att klara av att det största momentet, tvärkraften och normalkraften verkar samtidigt. Detta oavsett om de inte verkar i samma snitt eller vid samma placering av punktlasten. De dimensionerande värdena hämtas från *Bilaga G – CALFEM-analys* vilka redovisas nedan:

$$N_{Ed,tryck} := 7.3212 \cdot 10^3 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} := 385.93 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} := 97.201 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

11.2.1 Tvärkraftskapacitet

Enligt Eurocode SS-EN-1993-1-1:2005 behöver ingen reduktion av bärförmågan för moment och normalkraft göras om den dimensionerande tvärkraften inte överstiger 50 % av tvärsnittets plastiska bärförmåga. För mer detaljerade beräkningar, se *Bilaga H – Balkar i bågen*.

$$V_{pl,Rd} := \frac{A_v \cdot \left(\frac{f_y}{\sqrt{3}} \right)}{\gamma_{M0}} = (3.658 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

ekv. S5-18 (Al-Emrani, 2011)

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} = 0.106$$

Den dimensionerande tvärkraften uppgår till 10.6 % av den plastiska bärförmågan och således behöver ingen reduktion göras.

11.2.2 Normalkraftkapacitet

För att balkarna ska klara av att bära normalkraften måste tvärsnittets plastiska bärförmåga överstiga $N_{Ed,tryck}$. Villkoret som skall uppfyllas finns angivet i Eurocode SS-EN 1993-1-1:2005 och lyder:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1.0$$

Enligt *Bilaga H – Balkar i bågen* är $N_{c,Rd} = 12,22 \text{ MN}$ och således blir utnyttjandegraden:

$$\text{utnyttjandegrad} := \frac{N_{Ed,tryck}}{N_{c,Rd}} = 0.599$$

Därmed uppfylls villkoret och balkarna kan bära normalkraften.

11.2.3 Momentkapacitet

Tvärsnittets bärförmåga reducerad med hänsyn till normalkraften, $M_{N,Rd}$, måste överstiga det dimensionerande momentet, M_{Ed} . Enligt *Bilaga H – Balkar i bågen* är tvärsnittets bärförmåga $M_{N,Rd} = 1,521 \text{ MNm}$ och utnyttjandegraden 6,3 %. Tvärsnittets bärförmåga för momentet är således tillräcklig.

11.2.4 Knäckning

Eftersom bågarna utsätts för stora tryckkrafter måste de kontrolleras för knäckning. Det finns två möjliga knäckmoder för bågen. Den ena är när man betraktar bågen i

profil där ett balkelement kan knäcka mellan två stänger i fackverket. Den andra är när bågen undersöks i plan där hela bågen kan knäcka ut i sidled.

11.2.4.1 Knäckning i profil

För att vara på den säkra sidan modelleras det längsta balkelementet som fritt ledat och kontrolleras för knäckning med hänsyn till det största momentet och normalkraften som uppstår när den variabla axellasten placeras på respektive nod i körbanan. Samtliga instabilitetsberäkningar redogörs i *Bilaga H – Balkar i bågen*.

Villkoret som skall uppfyllas är:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi \cdot A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} + \frac{k_{yy} \cdot M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} \leq 1$$

ekv. S7-14 (Johansson, 2011)

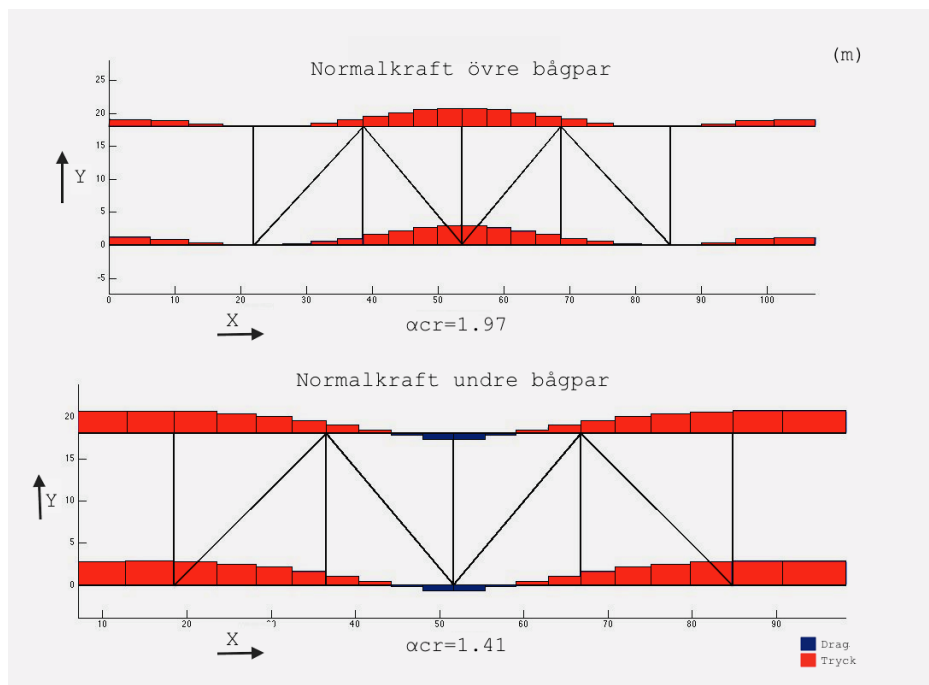
Beräkningar ger utnyttjandegraden 72,6 %. Villkoret uppfylls således med avseende på knäckning i profil.

11.2.4.2 Knäckning i plan

Eftersom normalkraften, till skillnad från tvärkraft och moment, verkar längs med bågkonstruktionens riktning riskeras knäckning i sidled. Som en effekt av den tryckande normalkraften i *Beräkningsmodell 1* genomförs beräkningar med hänsyn till knäckning i modellens Y-riktning, se *Beräkningsmodell 2* Figur 39. För att beakta den variabla knäckningskonstanten α_{cr} används en geometrisk ickelinjär CALFEM-analys, se *Bilaga G – CALFEM-analys*. α_{cr} är en konstant som anger med hur många gånger lastvektorn kan multipliceras innan konstruktionen tappar sin styvhet och därmed knäcks. Hänsyn tas alltså till lastomfördelning av normalkraften vid deformation av konstruktionen. När konstruktionens styvhet sedan är uttömd har ett värde för knäckningskonstanten α_{cr} hittats.

Som tidigare nämnt består varje fackverksbåge av ett bågpar, en övre och en undre båge. De två övre bågarna stadgar varandra och arbetar därmed självständigt från resten av konstruktionen. Samma villkor gäller för de undre bågarna. De övre och de undre bågarna analyseras därför separerat.

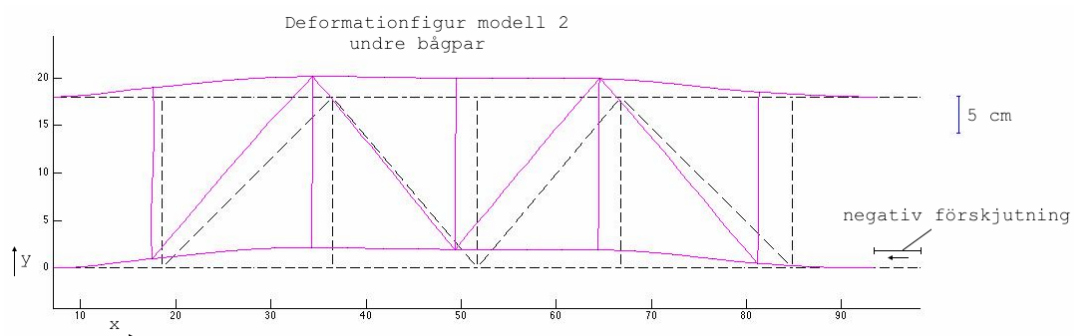
Tvärgående balkar är placerade mellan fackverksbågarna för att stabilisera och är symmetriskt placerade i förhållande mellan de undre och övre bågarna. Som knäcklängd har bågarnas absoluta längd använts och ingen hänsyn är tagen till att de är böjda.



Figur 40 Beräkningsmodell 2.

α_{cr} blir lägst för de undre bågarna där värdet blir 1,41. Det innebär att det beräknade snittet har kapacitet för 1,41 gånger påtryckande last, se beräkning i *Bilaga G – CALFEM-analys*.

Randvillkoren är identiska med de som använts vid analysen av *Beräkningsmodell 1* eftersom det är samma system sett ur två olika plan. En förenkling som görs är att även om denna analys använder de inre normalkrafter som uppkommer från *Beräkningsmodell 1* tas inte de tidigare förskjutningarna, beskrivna i *11.1 CALFEM-analys av bågarna*, i beaktning. I denna analys tas endast de tryckande normalkrafterna i beaktning och system får därför en negativ förskjutning i X-led, se Figur 40. Förenklingen anses konservativ eftersom en korrigering mot verkligheten endast kommer bidra till en ökad stabilitet.

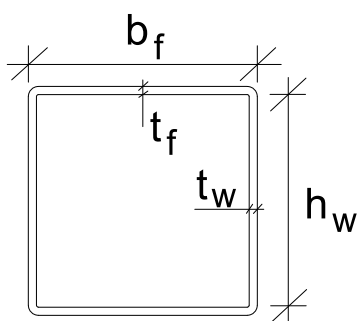


Figur 41 Deformationsfigur Beräkningsmodell 2, undre bågpar.

11.3 Dimensionering av fackverkskomponenter i bågen

För att kontrollera att stängerna klarar de krafter som uppstår dimensioneras alla stängerna efter den största normalkraften $N_{Ed.drag} = 1829 \text{ kN}$ och $N_{Ed.tryck} = 1171,3 \text{ kN}$ vid undersökning av knäckning. Dessa normalkrafter är hämtade från *Bilaga G – CALFEM-analys*. Stängerna är utformade som varmformade kvadratiska rör av stålqualität S450. Dimensionerna på tvärsnittet itereras fram utefter de krav som ställs enligt Eurocode SS-EN-1993-1-1:2005. Värdena redovisas nedan och i Figur 41.

$b_f := 180 \text{ mm}$	Inre flänsbredd
$t_f := 8 \text{ mm}$	Flänstjocklek
$h_w := 164 \text{ mm}$	Livhöjd
$t_w := 8 \text{ mm}$	Livtjocklek



Figur 42 Tvärsnitt stänger i fackverket.

11.3.1 Kontroll av normalkraft

Vid undersökning av normalkraften kontrolleras om flytspänningarna i stålet uppnås eller inte. Alla beräkningar redogörs i *Bilaga I – Stänger i fackverket*. Kravet är:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1.0$$

Där tvärsnittets plastiska bärförmåga är:

$$N_{c,Rd} := \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = (2.422 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

Utnyttjandegraden blir således $\frac{N_{Ed.drag}}{N_{c,Rd}} = 0.755$ det vill säga 75,5 %.

11.3.2 Knäckning

Eftersom stängerna utsätts för tryckande normalkrafter måste de kontrolleras med avseende på knäckning. Från *Bilaga G – CALFEM-analys* framkommer det att $N_{Ed.tryck} = 1171,3 \text{ kN}$ angriper den längsta stång som utsätts för en tryckande normalkraft. Längden på det elementet är $L_c = 4,86 \text{ m}$ och dessa förhållanden är dimensionerande för knäckning.

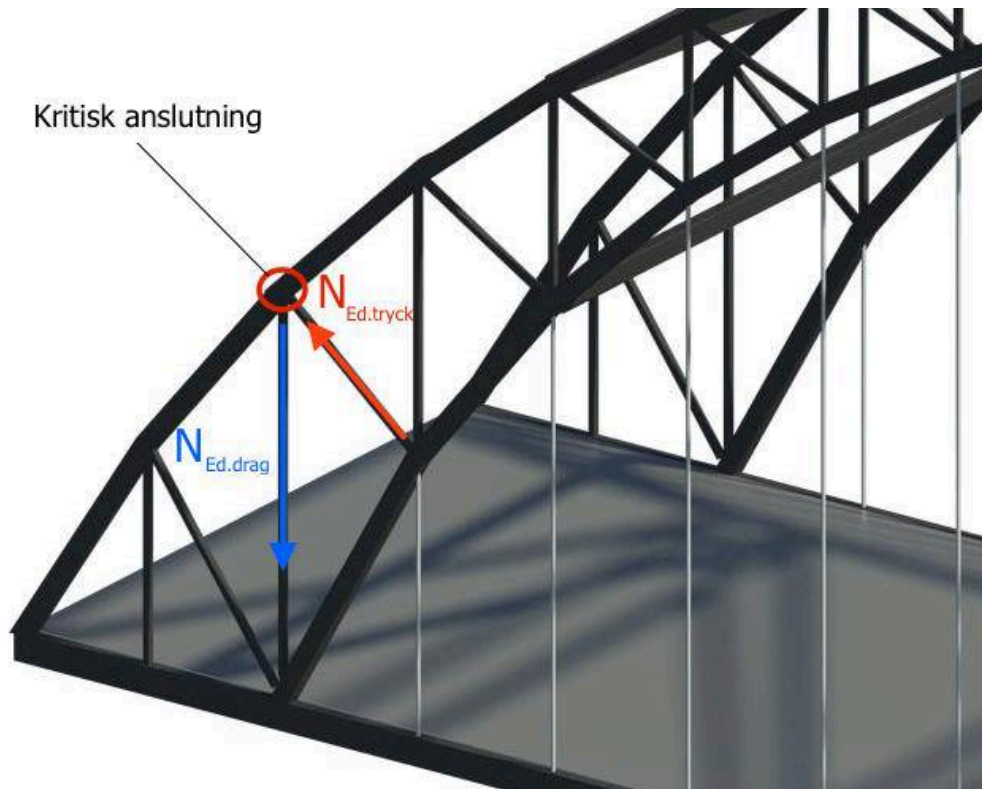
Villkoret som skall uppfyllas är $\frac{N_{Ed.tryck}}{N_{b,Rd}} \leq 1$ där $N_{b,Rd}$ är kapaciteten reducerad med hänsyn till knäckning. Alla beräkningar utförs i *Bilaga I – Stänger i fackverket* där resultatet för kapaciteten $N_{b,Rd} = 1,598 \text{ MN}$

Kravet uppfylls då $\frac{N_{Ed.tryck}}{N_{b,Rd}} = 0.733 \leq 1$ och utnyttjandegraden uppgår således till 73,3 %.

11.3.3 Anslutning

Stängerna i fackverket kopplas samman genom momentfria leder. På bågarna svetsas en mottagare fast som kopplas ihop med stängerna med hjälp av en skruv, se Figur 43. I beräkningsmodellerna för fackverksbågen (se Figur 34) är det modellerat så att två stänger i fackverket ansluter i samma led. Detta är en förenkling av verkligheten då avståndet mellan skruvcentrum egentligen är 200 mm.

Samtliga anslutningar dimensioneras efter den koppling där $N_{Ed.drag}$ och $N_{Ed.tryck}$ angriper, se Figur 42. Detta på grund av att störst parallell kraftkomponent orsakar mest påfrestningar i svetsen, se *Bilaga F – Kraftkomponenter*. Med tanke på att $N_{Ed.drag}$, som är den största normalkraften, har den näst lägsta vinkeln i förhållande till bågen av alla stänger i fackverket, antas denna anslutning vara dimensionerande, se Figur 42. Detta utan hänsyn till att $N_{Ed.drag}$ och $N_{Ed.tryck}$ motverkar varandra gällande den vinkelräta kraftkomponenten.



Figur 43 Kritiska stänger och anslutning mellan dessa.

Vid utformning och dimensionering av anslutningen är tre brottmoder avgörande: skjubbrott i skruv, hålkantsbrott i plåten samt brott i svets mellan mottagare och båge. Beräkningar av de tre brottmodellerna i *Bilaga I – Stänger i fackverket* ger anslutningen dess slutgiltiga dimensioner. Värderna redovisas nedan och i Figur 43.

$$d_{skruv} = 50 \text{ mm}$$

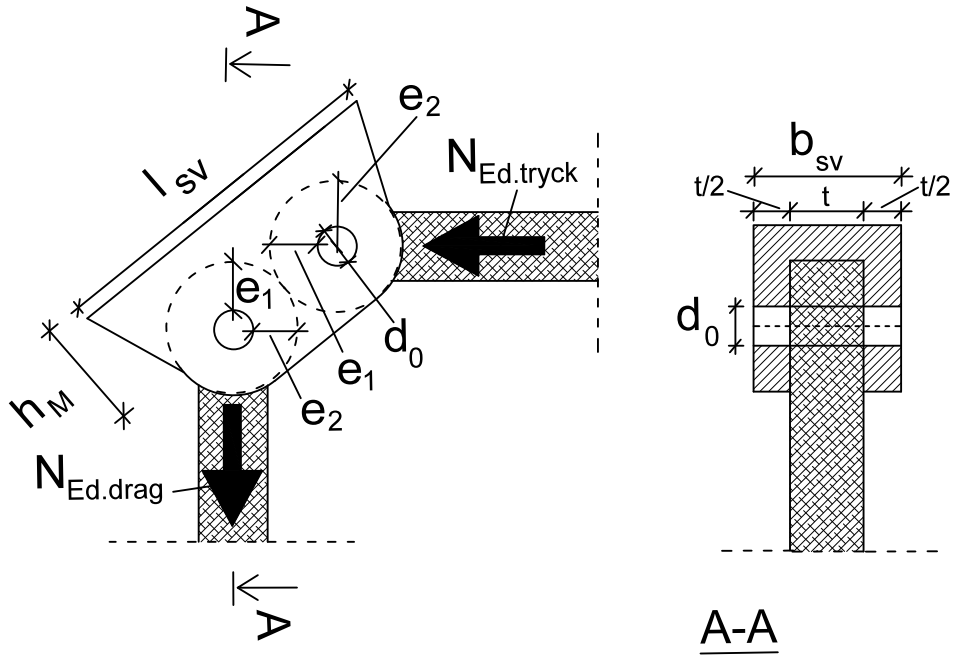
Skruvens diameter

$$d_0 = 53 \text{ mm}$$

Hålets diameter

$t = 53 \text{ mm}$
 $a = 7 \text{ mm}$
 $b_{sv} = 106 \text{ mm}$
 $l_{sv} = 450 \text{ mm}$
 $h_M = 150 \text{ mm}$

Plåttjocklek
 Svetsens a-mått
 Mottagarens bredd vid båganslutning
 Mottagarens längd vid båganslutning
 Avståndet mellan svets och hålcentrum



Figur 44 Anslutning i fackverket.

12 Förstyvningsbalk

Förstyvningsbalkarna dimensioneras med avseende på interaktion mellan maximal normalkraft och moment. Dessa värden fås för brottgränslast i *Bilaga G – CALFEM-analys*, när punktlasten är placerad i mitten av brospannet. Det kritiska snitt som blir dimensionerande för balken är där hängarna ansluter till tvärbalken.

Förstyvningsbalken får då reducerad area med $250 \cdot t_f \text{ mm}^2$ för att hängaranslutningen ska kunna svetsas på tvärbalkens övre fläns, se *Bilaga J – Förstyvningsbalk*.

Interaktion mellan normalkraft, tvärkraft och moment beräknas enligt:

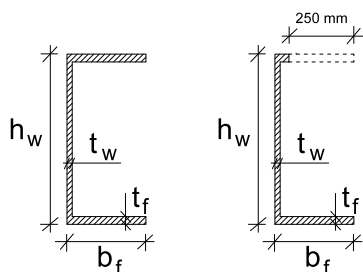
$$\left(\frac{\sigma_{x.Ed}}{f_y} \right)^2 + \left(\frac{\sigma_{z.Ed}}{f_y} \right)^2 - \left(\frac{\sigma_{x.Ed}}{f_y} \right) \cdot \left(\frac{\sigma_{z.Ed}}{f_y} \right) + 3 \cdot \left(\frac{\tau_{Ed}}{f_y} \right)^2 \leq 1 \quad \text{ekv. 6-1, SS-EN 2003-1-1:2005}$$

Figur 37 i 11.1 *CALFEM-analys av bågarna* visar att det uppstår tvärkrafter i den modellerade förstyvningsbalken. Ett antagande är dock att dessa tvärkrafter främst tas upp av brobanan. Detta anses rimligt då hängarna ansluter till tvärbalkarna som genom samverkan med betongplattan huvudsakligen tar hand om lastspridningen mellan hängarna. Förstyvningsbalkarna dimensioneras därför endast för normalkraft och moment i X-led vilket ger ekvationen:

$$\left(\frac{\sigma_{x.Ed}}{f_y} \right)^2 = 0.433 < 1 \quad \text{OK!}$$

Dimensionerna på förstyvningsbalken redovisas nedan och i Figur 44.

$b_f = 304 \text{ mm}$	Flänsbredd
$t_f = 30 \text{ mm}$	Flänstjocklek
$h_w = 656 \text{ mm}$	Livhöjd
$t_w = 20 \text{ mm}$	Livtjocklek



Figur 45 Tvärsnitt förstyvningsbalk.

13 Övriga beräkningar

Utöver de dimensioneringar som har utförts i tidigare kapitel görs även kontroller för olycksfall, lager samt övergångskonstruktioner. Dessutom utförs en övergripande kostnadsuppskattning.

13.1 Olycksfall

För olycksfall kontrolleras ett scenario där en av hängarna sätts ur funktion av exempelvis en påkörning. För att förvärta skadan antas att hängarna på båda sidor om brobanan sätts ur funktion och således bär närliggande hängarpar lasten från 1,5*centrumavstånd i längsled. Dimensionerande laster vid exceptionella dimensioneringssituationer fås ur uttrycket:

$$\sum G + P + A + \psi_{1.1} \cdot Q_{k.1} + \sum \psi_{2.i} \cdot Q_{k.i} \quad \text{Ekv. 6-11b, SS-EN 1990}$$

Beräkningar redovisade i *Bilaga K - Olyckslast* ger maximala krafter i tvärbalken vid olycksfall:

$$M_{\text{olycksfall}} := 4000.2 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{\text{olycksfall}} := 1002.2 \text{ kN}$$

$$R_{A,\text{olycksfall}} := 444.2858 \text{ kN}$$

Samt moment i betongplattan:

$$M_{\text{olycksfall.btg}} := 173.53 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Samtliga av dessa värden är mindre än kapaciteten för brottgräns redovisade i 7.1 *Dimensionerande laster tvärlädd* respektive 8.1.1.4 *Kapacitet och resultat*. Detta innebär att olycksfallet inte blir dimensionerande och att konstruktionen klarar olycksfallet.

13.2 Lager

Bron ligger upplagd på lager vid landfästena, där bågparen ansluter till förstyrningsbalken. Systemet får således åtta punkter, fyra stycken för varje fackverksbåge, där de vertikala lasterna förs ner till grunden. För att brons upplag ska tillåta både temperaturutvidgningar och deformationer måste konstruktionen ges möjlighet att röra sig i det horisontella planet. Vid sex av lagren uppförs därför enkelrörliga pottlager och vid ett av de yttre lagerparen sfäriska kalottlager. De vertikala reaktionskrafter som bågarna ger upphov till, beräknas i *Bilaga G – CALFEM-analys*. De maximala reaktionskrafterna uppstår vid brottgränslast och de minimala vid kvasipermanent lastkombination, enligt Tabell 7, 7.3 *Reaktionskrafter*. De dimensionerande lasterna samt föreslagen produkts kapacitet är enligt Tabell 16.

Tabell 16 Dimensionerande laster och föreslagen produkts kapacitet.

		Yttre bågpar	Inre bågpar
Dimensionerande laster:			
	Ned,max	3393,5 kN	5084,6 kN
	Ned,min	1224,9 kN	2139,9 kN
Föreslagen produkt:			
Potlager	NRd,max	3577 kN	5267 kN
	NRd,min	1145 kN	1620 kN
Kalottlager	NRd,max	4000 kN	
	NRd,min	1200 kN	

13.3 Övergångskonstruktion

En övergångskonstruktion krävs för att klara de förskjutningar som uppstår i brobanan när temperaturen förändras och när bron belastas. Antagen inbyggnadstemperatur T_0 är 10° enligt Eurocode SS EN-1991-1-5. Enligt *Bilaga L - Temperaturutvidgning*, förlängs förstyrningsbalkarna maximalt 3,6 cm från ursprungligt läge vid varmaste temperatur och 6,4 cm vid kallaste temperatur. När bron belastas kommer den maximalt förlängas med 7,2 cm från dess ursprungliga läge, se *11.1 CALFEM-analys av bågarna*. Sammantaget innebär detta att bron maximalt förkortas 6,4 cm på grund av temperaturminskning samt förlängs maximalt $3,6+7,2=10,8$ cm på grund av temperaturökning och deformation av last. Temperaturrörelser i tvärläng från kallaste till varmaste temperatur bidrar till en töjning på 1,2 cm, men detta har valts att bortse från.

För att klara de aktuella förskjutningarna i längsled har ett exempel tagits fram på en övergångskonstruktion som klara en töjning på 240 mm, se Figur 19, *6.1.4 Anslutningar*.

13.4 Kostnadsuppskattning

För brokonceptet utförs endast en uppskattning av materialkostnaden. Priserna för de olika materialen är hämtade från samma källa som i *3.2 Byggnasmaterial*. Beräkningar är utförda i *Bilaga M - Kostnadsuppskattning* och den totala materialkostnaden för *Stil* hamnar på omkring 20,9 miljoner kronor. Denna kostnad innefattar betongplattan med armering, tvärbalkarna, förstyrningsbalkarna samt fackverksbågarna. För att förenkla uppskattningen har slitlagerbeläggning, räcken, hängare, stöd samt de tvärgående balkarna mellan bågarna inte inkluderats i kostnadsuppskattningen. Prisuppgifterna som används är dock väldigt generella och samma pris antas på samtliga stålelement oavsett stålqualität. Detta är inte helt sanningsenligt utan ger endast en uppskattning av kostnaden.

Utöver materialkostnaderna tillkommer flera andra stora kostnader för brokonceptet, så som projekteringskostnader, produktionskostnader och underhållskostnader. Då uppgifter om dessa kostnader saknas och är svåra att uppskatta har de inte behandlats.

14 Diskussion

Utveckling av brokonceptet har varit en iterativ process där dimensioner under processens gång förändrats och utvecklats. Delar har påverkat varandra och ett ständigt samspel har varit nödvändigt för att dimensionerna ska uppfylla alla krav och samtidigt ge en effektiv konstruktion. Den största utmaningen i projektet har varit att lyckas med denna itereringsprocess och hitta ett koncept som tillfredsställer alla ställda krav på konstruktionen. Det kan vara av vikt att påpeka att dimensioneringen i denna rapport endast är en preliminärdimensionering och därför har många konstruktionsdelar inte effektiviserats. Då endast MATLAB och handberäkningar har använts för att dimensionera bron har flertalet förenklingar varit nödvändiga. Vid respektive kapitel och bilaga har aktuella förenklingar förklarats. I detta kapitel är tanken att resonera kring återstående dimensionering, reservera oss för potentiellt felaktiga antaganden som gjorts samt beskriva hur konceptet kan utvecklas.

14.1 Återstående dimensionering

Vid dimensionering har anslutningarna mellan tvärbalkarna och förstyrningsbalkarna inte kontrollerats. Detta på grund av svårigheterna att ta fram de krafter som påverkar svetsförbindelsen. På grund av svårigheterna att veta exakt hur kraftspelet i förstyrningsbalken ser ut, har inte heller deras halssvetsar kontrollerats. Vid beräkningar antas dessa svetsförbindelser vara tillräckligt stora för att klara påfrestningarna.

Beskrivet i 6.2.1 *Produktion av bron* beskrivs en produktionsmetod där färdiga sektioner av brobanan lyfts på plats. Anslutningar mellan dessa sektioner har inte behandlats vid dimensioneringsfasen. Förstyrningsbalkarna har antagits vara helt kontinuerliga. Dessa förbindelser anses genomförbara och förväntas inte vara begränsande.

Ytterligare en anslutning som inte har kontrollerats är den mellan fackverksbågarna och förstyrningsbalkarna. Detta är vitala punkter för konstruktionen eftersom bågkonstruktionen hålls ihop av förstyrningsbalkarna, men på grund av komplexiteten i dessa anslutningar kunde rättvisa beräkningar inte genomföras. Svårigheten är att både svetsarna och plattan belastas med tryckande normalkrafter, tvärkraft och moment. Kraftsamspelen i svetsarna samt kraftöverföringen i stålplattan kräver en avancerad skalanalys vilket inte har varit möjligt att genomföra. Därmed har inte heller ändavstävningarna på förstyrningsbalkarna dimensionerats.

Vid dimensionering av lagren har inte själva betongfundamenten de ligger på dimensionerats. En geoteknisk utredning och kontroll av markens bärförmåga har inte heller utförts.

14.2 Förenklingar vid beräkningar

I 7 *Lastframtagning* har antagits att LM1 blir dimensionerande i alla situationer. Detta är korrekt i det globala systemet men det kan finnas lokala dimensioneringsituationer där andra lastmodeller kan bli dimensionerande.

Beräkningar av nedböjningen av betongplattan har gjorts med en förenklad metod beskrivet i 9.2.3 *Beräkning av nedböjning* istället för att hitta exakt vart betongplattan är böjsprucken och osprucken. Lastfallet för denna kontroll har gjorts då de två

punktlasterna verkar i samma punkt i längsled, vilket ger det värsta fallet. Då den framtagna nedböjningen inte utgör mer än 68 % av den tillåtna nedböjningen anses en kontroll med noggrann metod inte nödvändig.

Vid beräkning av bågkonstruktionen har det antagits att alla förskjutningar är linjära. I verkligheten sker det för varje deformation en lastomfördelning vilket påverkar styvheten, ofta till det sämre. Detta fenomen kallas för olinjära deformationer och för mer exakta beräkningar ska styvhetsmatrisen itereras fram. Detta fenomen har dock försumrats då deformationerna inte anses tillräckligt stora för att påverka konstruktionens styvhet markant. Beräkningar med icke-linjäritet hade även inneburit mer komplicerade beräkningar och upprepade iterationer för att få fram styvheten.

En annan förenkling är att systemet endast har studerats i två dimensioner. För att täcka in hela konstruktionen har två modeller används, *Beräkningsmodell 1* och *Beräkningsmodell 2*, se 11.1 CALFEM-analys av bågarna. I beräkningar har fokus legat på hur *Beräkningsmodell 1* påverkat *Beräkningsmodell 2* för att få en helhetsbedömning av lastfördelningen. En svaghet i detta system är att beräkningarna endast sker i en iteration, det vill säga att *Beräkningsmodell 1* endast påverkar *Beräkningsmodell 2* och inte tvärtom. Ett mer trovärdigt system hade arbetat iterativt mellan de två modellerna för att konvergera mot en gemensam styvhet. Förenklingen som har använts anses dock tillräcklig då de laster som verkar på modell 2 har försumrats (exempelvis vindlast).

Vid modellering av systemet i *Bilaga G – CALFEM-analys* har ingen hänsyn tagits till betongplattans bidrag till styvheten i brobanan. Modellen är utformad så att förstavningsbalkarna fördelar lasten till hängarna, vilket inte överensstämmer med verkligheten, då betongplattan fungerar som huvudsaklig lastfördelare mellan tvärbalkarna. Detta medför bland annat att tvärkraftsdiagramet blir missvisande och att systemet inte riktigt speglar verkligheten.

I modelleringen av systemet i *Bilaga G – CALFEM-analys* utgår noderna från centrum av tvärsnitten, vilket inte överensstämmer med den faktiska utformningen. Ett tydligt exempel på hur detta får betydelse är vid anslutningarna mellan fackverksstagen. Enligt resultatet i 11.3.3 *Anslutning* utformas anslutningen med avståndet 358 mm från bågens centrum, vilket medför att krafter får en hävarm till noden och således tillförs moment i bågen som inte är med i CALFEM-modellen.

Slitlagret, som anläggs ovanpå betongplattan, har antagits ha en tjocklek på 40 mm. Detta värde har uppskattats efter vad som har ansetts rimligt, men utan någon noggrannare kontroll. Förmodligen är den verkliga tjockleken något större och kan bestå av flera lager.

14.3 Utveckling av brokonceptet

Brokonceptet *Stil* kan effektiviseras och utvecklas mer än vad som har gjorts i preliminärdimensioneringen. Exempelvis kan fackverket som bågparen består av utvecklas för ökad effektivitet. Den valda strukturen har främst utgått från estetik och utvecklingen har snarare bestått i att ändra dimensionerna av de ingående elementen för att öka styvheten, än att ändra vinklar och struktur.

15 Slutsats

Syftet med projektet var att projektera en vägbro tillhörande väg 27 som skulle möjliggöra passage över vattendraget Viskan. Beställarens krav var bland annat att bron skulle ha en tilltalande utformning och förgylla den omgivande miljön. Resultatet blev en fackverksbågbro i samverkan mellan stål och betong. Alternativet ansågs vara det mest lämpliga och preliminärdimensioneringen i denna rapport visar att konceptet är genomförbart. Trots att ett antal ytterligare beräkningar är nödvändiga för att ta fram ett slutgiltigt koncept visar rapporten i stora drag hur bron kan utformas. Resultatet anses rimligt och de valda dimensionerna klarar samtliga kravställningar på såväl hållfasthet som geometri.

Sammanfattningsvis är brokonceptet *Stil* en rimlig lösning till den uppställda problembeskrivningen. Med mer omfattande beräkningar skulle detta kunna utvecklas till ett komplett koncept.

16 Referenser

- Abelsson, B., Båge, P., & Westerlund, L. (1998). *Träbroar - Ett alternativ till stål och betong*. (B. Abelsson, L. Westerlund, & P. Båge, Red.) Hämtat från webbutik.skl.se: <http://webbutik.skl.se/bilder/artiklar/pdf/7099-757-8.pdf>
- Al-Emrani, M. (2011). Stålbyggnad kap 4-5, 9. i M. Al-Emrani, B. Engström, M. Johansson, & P. Johansson, *Bärande konstruktioner Del 2*. Göteborg: Avdelningen för konstruktionsteknik.
- Burström, P.-G. (2007). *Byggnadsmaterial: Uppbyggnad, tillverkning och egenskaper*. Lund: Studentlitteratur.
- Chen, S.-G. (2000). *Maintenance of Cable-Stayed Bridges*. Hämtat från <http://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/80926/47088870.pdf?sequence=1> den 30 01 2015
- Collin, P., Johansson, B., & Sundquist, H. (2008). *Steel Concrete Composite Bridges*. Stockholm/Luleå: Kungliga tekniska högskolan och Luleå universitet.
- Durkee, J. (2000). Steel Bridge Construction. i W.-F. Chen, & L. Duan (Red.), *Bridge Engineering Handbook*.
- Engström, B. (2011). Betongbyggnad. i M. Al-Emrani, B. Engström, M. Johansson, & P. Johansson, *Bärande konstruktioner*. Göteborg: Chalmers tekniska högskola.
- Fox, G. (2000). Arch Bridges. i W.-F. Chen, & L. Duan (Red.), *Bridge Engineering Handbook*. CRC Press.
- Johansson, P. (2011). Stålbyggnad, kap 1-3. i M. Al-Emrani, B. Engström, M. Johansson, & P. Johansson, *Bärande konstruktioner*. Göteborg: Chalmers tekniska högskola.
- Länsstyrelsen. (2015). *lansstyrelsen.se*. Hämtat från lansstyrelsen.se: <http://www.lansstyrelsen.se/vastragotaland/Sv/miljo-och-klimat/verksamheter-med-miljopaverkan/fororenade-omraden/efterbehandlingsprojekt/viskan/Pages/index.aspx> den 06 03 2015
- Mattsson, H.-Å. (2006). *Funktionsentreprenad Brounderhåll*. Stockholm: KTH Byggvetenskap.
- Reuterswärd, P. (2010). *Optimal skötsel av stålbroar*. Hämtat från introteknik.se: http://introteknik.se/swe/media/SwereaKIMAB_130.pdf den 10 02 2015
- Sandberg, J. (2009). Tillslutna ställådor minskar underhållet för bågbroar. *Husbyggaren*.
- Svenskt trä. (2015). *TräGuiden*. Hämtat från Sju jämförande analyser: <http://www.traguiden.se/TGtemplates/popup1spalt.aspx?id=979> den 28 02 2015
- Svenskt Trä. (2015). *TräGuiden - Inspektion och underhåll*. Hämtat från [traguiden.se](http://www.traguiden.se): <http://www.traguiden.se/TGtemplates/popup1spalt.aspx?id=7004> den 30 01 2015
- Trafikverket. (2010a). *BaTman*. (B. -b. management, Producent) Hämtat från Definitioner och begrepp - Brotyper, fasta broar.: https://batman.vv.se/batInfo/handbok31/DEF_BrotyperFastaBroar.htm#Balkrambro den 17 02 2015
- Trafikverket. (2010b). *BaTMan*. Hämtat från Verksamhetenskrav - Inspektioner: https://batman.vv.se/batInfo/handbok31/00VK_Inspektion.htm#Fortloppande den 17 02 2015
- Trafikverket. (2011). *TRVR Bro 11* (2011:086 uppl.). Trafikverket.
- Trafikverket. (2013). *Objektspecifik Teknisk Beskrivning, OTB väganläggning. För utförande av väganläggning: Väg 27 Viared - Kråkered*. Borås: Trafikverket.

Trafikverket. (den 24 06 2014). *BaTman*. Hämtat från Kodförteckning och beskrivning av brotyper:
https://batman.vv.se/batinfo/Batman/BiblioteketPDF/01_dokument%20batman/kodfoerteckning%20och%20beskrivning%20av%20brotyper.pdf?WindowGUID=cec71f5d-a5e8-4c4d-89aa-32bf7aa8587a den 08 02 2015

Vägverket. (1996). *Broprojektering - En handbok*. Borlänge: Enheten för statlig väghållning.

Muntliga källor:

Staffan Lindén, COWI. snln@cowi.se

Ingemar Segerholm, Chalmers. Ingemar.segerholm@chalmers.se

Bildkällor:

Figur 1 – Trafikverket (http://www.trafikverket.se/PageFiles/10256/ny_strackning_vag_27_oversiktskarta.jpg)

Bilagor

Bilaga A - Lastframtagning

Innehållsförteckning

1. M-fil "Lastfall 1"
2. M-fil "Lastfall 2"
3. Funktionsfil "Lastframtagning"

1. M-fil "Lastfall 1"

```
clc
clear all
close all

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%
%                               LASTFALL 1
%
% PROGRAM FÖR ATT BERÄKNA DIMENSIONERANDE MOMENT I TVÄRLED.
% PROGRAMMET HÄMTAR LASTER OCH EGENTYNGDER FRÅN FUNKTIONSFILEN
% "LASTBERAKNING".
%
%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

%=====
% INDATA
%=====

%%% Avstånd
cc=3.7;           % Centrumavstånd mellan tvärbalkarna [m]
L1=0.25;         % Avståndet från hängare till vägräcke [m]
L2=7.65;         % Körbanebredd [m]
L3=(L1+L2)-1.5; % Avstånd mellan punktlast och hängare [m]
L4=17;           % Tvärbalkens längd , längden mellan hängarna [m]
L5=L4-L3;        % Avstånd mellan motstående punktlast och hängare [m]
L6=3;           % Körfältsbredd [m]

%%% Laster hämtas från funktionsfilen "Lastberakning"
[G1 G2 G3 G4 Q1 Q2 P1 P2]=Lastberakning;

%=====
% REAKTIONSKRAFTER
%=====

%%% Reaktionskraft stöd A (Vänster)

% Bidrag från egentyngderna, inkl. räcken, brodäck, balkar:
R0=G1+(G4*(L4-L1)/L4)+(G4*L1/L4)+(G4/2)+(G2+G3)*L4/2;
```

```

% Bidrag från utbredd last i höger del:
Ra1=( (Q2*(L1+L2)*(1-((L1+L2)/(2*L4))))-(Q2*L1*(1-(L1/(2*L4)))));
% Bidrag från utbredd last i vänster del:
Ra2=( (Q2*(L1+L2)^2)/(2*L4))-((Q2*L1^2)/(2*L4));
% Bidrag från tillägg till utbredd last i körfält 1:
Ra3=( (Q1*(L1+L2)^2)/(2*L4))-Q1*((L1+L2-L6)^2)/(2*L4);
% Bidrag från punktlast i körfält 1:
Ra4=P1*L3/L4;
% Bidrag från punktlast i körfält 2:
Ra5=P2*L5/L4;

% Total stödreaktion, stöd A [kN]
Ra=R0+Ra1+Ra2+Ra3+Ra4+Ra5

%%% Reaktionskraft stöd B (Höger)

% Bidrag från egentygnderna, inkl. räcken, brodäck, balkar:
R0=G1+(G4*(L4-L1)/L4)+(G4*L1/L4)+(G4/2)+(G2+G3)*L4/2;
% Bidrag från utbredd last i vänster del:
Rb1=( (Q2*(L1+L2)^2)/(2*L4))-((Q2*L1^2)/(2*L4));
% Bidrag från utbredd last i höger del:
Rb2=( (Q2*(L1+L2)*(1-((L1+L2)/(2*L4))))-(Q2*L1*(1-(L1/(2*L4)))));
% Bidrag från tillägg till utbredd last i körfält 1:
Rb3=( (Q1*(L1+L2)*(1-((L1+L2)/(2*L4))))-(Q1*((L1+L2)-L6)*(1-((L1+L2)-L6)/(2*L4))));
% Bidrag från punktlast i körfält 1:
Rb4=P1*L5/L4;
% Bidrag från punktlast i körfält 2:
Rb5=P2*L3/L4;

% Total stödreaktion, stöd B [kN]
Rb=R0+Rb1+Rb2+Rb3+Rb4+Rb5

% Kontroll av beräkning. Stödkrafter - pålagda laster
Last=Ra+Rb-Q1*L6-Q2*2*L2-P1-P2-G1*2-G2*L4-G3*L4-3*G4;

%=====
% TVÄRKRAFTSEKVATIONER
%=====

% Snitt mellan: stöd B och höger sida om vägräcke
x0=linspace(0,0.25);
V0=-Rb+G1+(G2+G3)*x0;
V0max=max(V0);

% Snitt mellan: vägräcke och till höger om körfält 1
x1=linspace(0.25,4.9);
V1=-Rb+Q2*(x1-L1)+G1+(G2+G3)*x1+G4;

% Snitt mellan: höger om körfält 1 och höger om punktlast i körfält 1
x2=linspace(4.9,6.4);
V2=-Rb+Q2*(x2-4.9)+Q1*(x2-4.9)+Q2*4.65+G1+(G2+G3)*x2+G4;

% Snitt mellan: punktlast i körfält 1 och till höger om mittremsa
x3=linspace(6.4,7.9);

```

```

V3=-Rb+Q2*(x3-4.9)+Q1*(x3-4.9)+Q2*4.65+P1+G1+(G2+G3)*x3+G4;

% Snitt mellan: till höger om mittremsa och till höger om mitträcke
x4=linspace(7.9,8.5);
V4=-Rb+Q2*L2+Q1*L6+P1+G1+(G2+G3)*x4+G4;

% Snitt mellan: mitträcke och till höger om körfält 2
x5=linspace(8.5,9.1);
V5=-Rb+Q2*L2+Q1*L6+P1+G1+(G2+G3)*x5+G4*2;

% Snitt mellan: höger om körfält 2 och till höger om punktlast i
körfält 2
x6=linspace(9.1,10.6);
V6=-Rb+Q2*(x6-9.1)+Q2*L2+Q1*L6+P1+G1+(G2+G3)*x6+G4*2;

% Snitt mellan: punktlast i körfält 2 och höger om vägräcket
x7=linspace(10.6,16.75);
V7=-Rb+Q2*(x7-9.1)+P2+Q2*L2+Q1*L6+P1+G1+(G2+G3)*x7+G4*2;

% Snitt mellan: vägräcket och stöd A
x8=linspace(16.75,17);
V8=-Rb+Q2*L2+Q2*L2+P2+Q1*L6+P1+G1+(G2+G3)*x8+G4*3;

%%% Plot tvärkraftskurva
X=[x0 x1 x2 x3 x4 x5 x6 x7 x8]';
V=[V0 V1 V2 V3 V4 V5 V6 V7 V8]';
C=[X V];

figure(1)
subplot(1,2,1);
plot(X,C(:,2));
title('Tvärkraftsdiagram')
xlabel(' [m] ')
ylabel(' [kN] ')

% Spiegelvända axlarna
ax=gca;
c=ax.XDir;
ax.XDir='reverse';

%=====
% MOMENTEKVATIONER
%=====

% Snitt mellan: stöd B och höger sida om vägräcke
x0=linspace(0,0.25);
M0=Rb*x0-G1*x0-((G2+G3)*x0.^2)/2;
M0max=max(M0);

% Snitt mellan: vägräcke och till höger om körfält 1
x1=linspace(0.25,4.9);
M1=Rb*x1-((Q2*(x1-L1).^2)/2)-G4*(x1-L1)-G1*x1-((G2+G3)*x1.^2)/2;
M1max=max(M1);

```

```

% Snitt mellan: höger om körfält 1 och höger om punktlast i körfält 1
x2=linspace(4.9,6.4);
M2=Rb*x2-((Q2*(x2-L1).^2)/2)-((Q1*(x2-4.9).^2)/2)-G4*(x2-L1)-G1*x2-
((G2+G3)*x2.^2)/2;
M2max=max(M2);

% Snitt mellan: punktlast i körfält 1 och till höger om mittremsa
x3=linspace(6.4,7.9);
M3=Rb*x3-((Q2/2)*(x3-L1).^2)-((Q1/2)*(x3-4.9).^2)-P1*(x3-L3)-G4*(x3-
L1)-G1*x3-((G2+G3)*x3.^2)/2;
M3max=max(M3);

% Snitt mellan: till höger om mittremsa och till höger om mitträcke
x4=linspace(7.9,8.5);
M4=Rb*x4-Q2*L2*(x4-((L2/2)+L1))-Q1*L6*(x4-L3)-P1*(x4-L3)-G4*(x4-L1)-
G1*x4-((G2+G3)*x4.^2)/2;
M4max=max(M4);

% Snitt mellan: mitträcke och till höger om körfält 2
x5=linspace(8.5,9.1);
M5=Rb*x5-Q2*L2*(x5-((L2/2)+L1))-Q1*L6*(x5-L3)-P1*(x5-L3)-G4*(x5-L1)-
G1*x5-((G2+G3)*x5.^2)/2-G4*(x5-L4/2);
M5max=max(M5);

% Snitt mellan: höger om körfält 2 och till höger om punktlast i
körfält 2
x6=linspace(9.1,10.6);
M6=Rb*x6-Q2*L2*(x6-((L2/2)+L1))-Q1*L6*(x6-L3)-P1*(x6-L3)-((Q2/2)*(x6-
9.1).^2)-G4*(x6-L1)-G1*x6-((G2+G3)*x6.^2)/2-G4*(x6-L4/2);
M6max=max(M6);

% Snitt mellan: punktlast i körfält 2 och höger om vägräcket
x7=linspace(10.6,16.75);
M7=Rb*x7-Q2*L2*(x7-((L2/2)+L1))-Q1*L6*(x7-L3)-P1*(x7-L3)-((Q2/2)*(x7-
9.1).^2)-P2*(x7-L5)-G4*(x7-L1)-G1*x7-((G2+G3)*x7.^2)/2-G4*(x7-L4/2);
M7max=max(M7);

% Snitt mellan: vägräcket och stöd A
x8=linspace(16.75,17);
M8=Rb*x8-Q2*L2*(x8-((L2/2)+L1))-Q2*L2*(x8-((L2/2)+9.1))-P1*(x8-L3)-
Q1*L6*(x8-L3)-P2*(x8-L5)-G4*(x8-L1)-G1*x8-((G2+G3)*x8.^2)/2-G4*(x8-
L4/2)-G4*(x8-(L4-L1));
M8max=max(M8);

%%% Plot momentkurva
X=[x0 x1 x2 x3 x4 x5 x6 x7 x8]';
M=[M0 M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8]';
B=[X M];

figure(1)
subplot(1,2,2);
plot(X,B(:,2));
title('Momentdiagram')
xlabel('[m]')

```

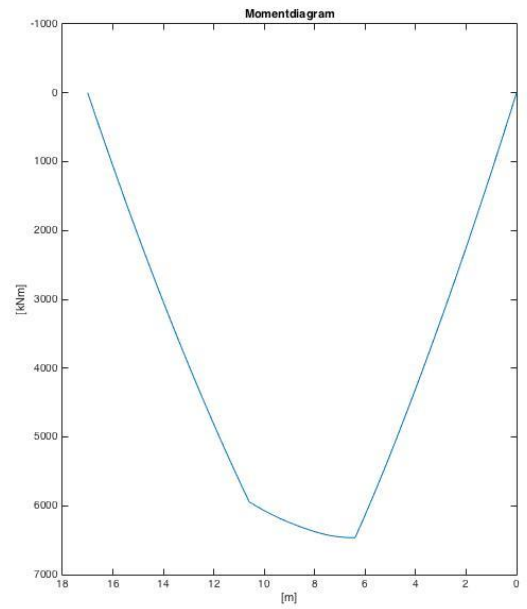
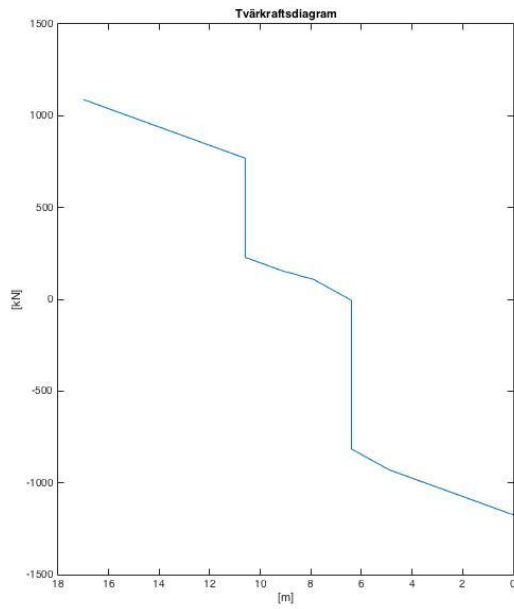


```

ylabel(' [kNm] ')
% Spegelvända axlarna
ax=gca;
c=ax.XDir;
g=ax.YDir;
ax.XDir='reverse';
ax.YDir='reverse';

%%% Maximalt moment i tvärbalken
Maxmoment=max(M)

```



Moment och tvärkraftsdiagram. Stöd B vid 0 m och stöd A vid 17m

2. M-fil "Lastfall 2"

```
clc
clear all
close all

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%
%                               LASTFALL 2
%
% PROGRAM FÖR ATT BERÄKNA DIMENSIONERANDE TVÄRKRAFT I TVÄRLED SAMT
% REAKTIONSKRAFTER OCH PUNKTLAST FÖR STRUKTUREN I LÄNGSLED. PROGRAMMET
% HÄMTAR LASTER OCH EGENTYNGDER FRÅN FUNKTIONSFILEN "LASTBERAKNING".
%
%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

%=====
% INDATA
%=====

%%% Avstånd
cc=3.7;    % Centrumavstånd mellan tvärbalkarna [m]
L1=0.25;  % Avståndet från hängare till vägräcke [m]
L2=7.65;  % Körbanebredd [m]
L3=L1+1.5; % Avstånd mellan punktlast i körfält 1 och hängare [m]
L4=17;    % Tvärbalkens längd, längden mellan hängarna [m]
L5=L3+3;  % Avstånd mellan punktlast i körfält 2 och hängare [m]
L6=3;    % Körfältsbredd [m]

%%% Laster hämtas från funktionsfilen "Lastberakning"
[G1 G2 G3 G4 Q1 Q2 P1 P2]=Lastberakning;

%=====
% REAKTIONSKRAFTER
%=====

%%% Reaktionskraft stöd A (Vänster)

% Bidrag från egentyingderna, inkl. räcken, brodäck, balkar:
R0=G1+(G4*(L4-L1)/L4)+(G4*L1/L4)+(G4/2)+(G2+G3)*L4/2;
% Bidrag från utbredd last i höger del:
Ra1=((Q2*(L1+L2)^2)/(2*L4))-((Q2*L1^2)/(2*L4));
% Bidrag från utbredd last i vänster del:
Ra2=((Q2*(L1+L2)*(1-((L1+L2)/(2*L4))))-(Q2*L1*(1-(L1/(2*L4)))));
% Bidrag från tillägg till utbredd last i körfält 1:
Ra3=Q1*(L1+L6)*(1-((L1+L6)/(2*L4)))-Q1*L1*(1-(L1/(2*L4)));
% Bidrag från punktlast i körfält 1:
Ra4=P1*(L4-L3)/L4;
% Bidrag från punktlast i körfält 2:
Ra5=P2*(L4-L5)/L4;
```

```

% Total stödreaktion, stöd A [kN]
Ra=R0+Ra1+Ra2+Ra3+Ra4+Ra5

%%% Reaktionskraft Stöd B (Höger)

% Bidrag från egentygnderna, inkl. räcken, brodäck, balkar:
R0=G1+(G4*(L4-L1)/L4)+(G4*L1/L4)+(G4/2)+(G2+G3)*L4/2;
% Bidrag från utbredd last i höger del:
Rb1=((Q2*(L1+L2)*(1-((L1+L2)/(2*L4))))-(Q2*L1*(1-(L1/(2*L4)))));
% Bidrag från utbredd last i vänster del:
Rb2=((Q2*(L1+L2)^2)/(2*L4))-((Q2*L1^2)/(2*L4));
% Bidrag från tillägg till utbredd last i körfält 1:
Rb3=(Q1*((L1+L6)^2)/(2*L4)-(Q1*L1^2)/(2*L4));
% Bidrag från punktlast i körfält 1:
Rb4=P1*L3/L4;
% Bidrag från punktlast i körfält 2:
Rb5=P2*L5/L4;

% Total stödreaktion, stöd B [kN]
Rb=R0+Rb1+Rb2+Rb3+Rb4+Rb5;

% Kontroll av beräkning. Stödkrafter - pålagda laster
Last=Ra+Rb-Q1*L6-Q2*2*L2-P1-P2-G1*2-G2*L4-G3*L4-3*G4;

%=====
% TVÄRKRAFTSEKVATIONER
%=====

% Snitt mellan: stöd B och höger sida om vägräcke
x0=linspace(0,0.25);
V0=-Rb+G1+(G2+G3)*x0;
V0max=max(V0);

% Snitt mellan: vägräcke och till höger om mittremsa
x1=linspace(0.25,7.9);
V1=-Rb+(Q2*(x1-0.25))+G1+(G2+G3)*x1+G4;

% Snitt mellan: till höger om mittremsa och till höger om mitträcke
x2=linspace(7.9,8.5);
V2=-Rb+Q2*L2+G1+(G2+G3)*x2+G4;

% Snitt mellan: mitträcke och till höger om körfält 2
x3=linspace(8.5,9.1);
V3=-Rb+Q2*L2+G1+(G2+G3)*x3+G4*2;

% Snitt mellan: till höger om körfält 2 och höger om punktlast i körfält
2
x4=linspace(9.1,12.25);
V4=-Rb+Q2*L2+Q2*(x4-9.1)+G1+(G2+G3)*x4+G4*2;

% Snitt mellan: punktlast i körfält 2 och höger om körfält 1
x5=linspace(12.25,13.75);
V5=-Rb+Q2*L2+Q2*(x5-9.1)+P2+G1+(G2+G3)*x5+G4*2;

```

```

% Snitt mellan: höger om körfält 1 och höger om punktlasten i körfält 1
x6=linspace(13.75,15.25);
V6=-Rb+Q2*L2+Q2*(x6-9.1)+P2+Q1*(x6-13.75)+G1+(G2+G3)*x6+G4*2;

% Snitt mellan: punktlast i körfält 1 och höger om vägräcket
x7=linspace(15.25,16.75);
V7=-Rb+Q2*L2+Q2*(x7-9.1)+P2+Q1*(x7-13.75)+P1+G1+(G2+G3)*x7+G4*2;

% Snitt mellan: vägräcke och stöd A
x8=linspace(16.75,17);
V8=-Rb+Q2*L2+Q2*L2+P2+Q1*L6+P1+G1+(G2+G3)*x8+G4*3;

%%% Plot tvärkraftskurva
X=[x0 x1 x2 x3 x4 x5 x6 x7 x8]';
V=[V0 V1 V2 V3 V4 V5 V6 V7 V8]';
C=[X V];

figure(1)
subplot(1,2,1);
plot(X,C(:,2));
title('Tvärkraftsdiagram')
xlabel(' [m] ')
ylabel(' [kN] ')

% Spegelvända axlarna
ax=gca;
c=ax.XDir;
ax.XDir='reverse';

%=====
% MOMENTEKVATIONER
%=====

% Snitt mellan: stöd B och till höger sida om vägräcke
x0=linspace(0,0.25);
M0=Rb*x0-G1*x0-((G2+G3)*x0.^2)/2;
M0max=max(M0);

% Snitt mellan: vägräcke och till höger om mittremsa
x1=linspace(0.25,7.9);
M1=Rb*x1-(Q2*(x1-L1).^2)/2-G4*(x1-L1)-G1*x1-((G2+G3)*x1.^2)/2;
M1max=max(M1);

% Snitt mellan: till höger om mittremsa och till höger om mitträcke
x2=linspace(7.9,8.5);
M2=Rb*x2-Q2*L2*(x2-((L2/2)+L1))-G4*(x2-L1)-G1*x2-((G2+G3)*x2.^2)/2;
M2max=max(M2);

% Snitt mellan: mitträcke och till höger om körfält 2
x3=linspace(8.5,9.1);
M3=Rb*x3-Q2*L2*(x3-((L2/2)+L1))-G4*(x3-L1)-G1*x3-((G2+G3)*x3.^2)/2-
G4*(x3-L4/2);
M3max=max(M3);

```

```

% Snitt mellan: till höger om körfät 2 och höger om punktlast i körfält
2
x4=linspace(9.1,12.25);
M4=Rb*x4-(Q2*L2*(x4-((L2/2)+L1)))-((Q2*(x4-9.1).^2)/2)-G4*(x4-L1)-
G1*x4-((G2+G3)*x4.^2)/2-G4*(x4-L4/2);
M4max=max(M4);

% Snitt mellan: punktlast i körfält 2 och höger om körfält 1
x5=linspace(12.25,13.75);
M5=Rb*x5-Q2*L2*(x5-((L2/2)+L1))-((Q2*(x5-9.1).^2)/2)-P2*(x5-(L4-L5))-
G4*(x5-L1)-G1*x5-((G2+G3)*x5.^2)/2-G4*(x5-L4/2);
M5max=max(M5);

% Snitt mellan: höger om körfält 1 och höger om punktlasten i körfält 1
x6=linspace(13.75,15.25);
M6=Rb*x6-Q2*L2*(x6-((L2/2)+L1))-((Q2*(x6-9.1).^2)/2)-P2*(x6-(L4-L5))-
((Q1*(x6-13.75).^2)/2)-G4*(x6-L1)-G1*x6-((G2+G3)*x6.^2)/2-G4*(x6-L4/2);
M6max=max(M6);

% Snitt mellan: punktlast i körfält 1 och höger om vägräcke
x7=linspace(15.25,16.75);
M7=Rb*x7-Q2*L2*(x7-((L2/2)+L1))-((Q2*(x7-9.1).^2)/2)-P2*(x7-(L4-L5))-
((Q1*(x7-13.75).^2)/2)-P1*(x7-(L4-L3))-G4*(x7-L1)-G1*x7-
((G2+G3)*x7.^2)/2-G4*(x7-L4/2);
M7max=max(M7);

% Snitt mellan: vägräcke och stöd A
x8=linspace(16.75,17);
M8=Rb*x8-Q2*L2*(x8-((L2/2)+L1))-Q2*L2*(x8-((L2/2)+9.1))-P2*(x8-(L4-
L5))-Q1*L6*(x8-(L4-L3))-P1*(x8-(L4-L3))-G4*(x8-L1)-G1*x8-
((G2+G3)*x8.^2)/2-G4*(x8-L4/2)-G4*(x8-(L4-L1));
M8max=max(M8);

%%% Plotta momentkurva
X=[x0 x1 x2 x3 x4 x5 x6 x7 x8]';
M=[M0 M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8]';
B=[X M];

figure(1)
subplot(1,2,2);
plot(X,B(:,2));
title('Momentdiagram')
xlabel(' [m] ')
ylabel(' [kNm] ')

% Spiegelvända axlarna
ax=gca;
c=ax.XDir;
g=ax.YDir;
ax.XDir='reverse';
ax.YDir='reverse';

%%% Maxmialt moment i tvärbalken
Maxmoment=max(M)

```

```

%=====
% REAKTIONSKRAFTER I LÄNGSLED
%=====

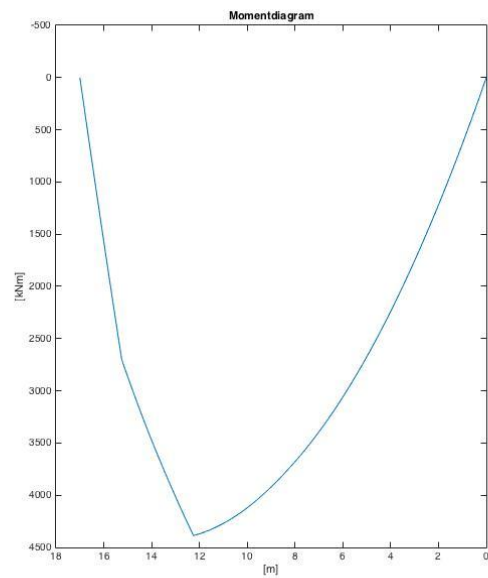
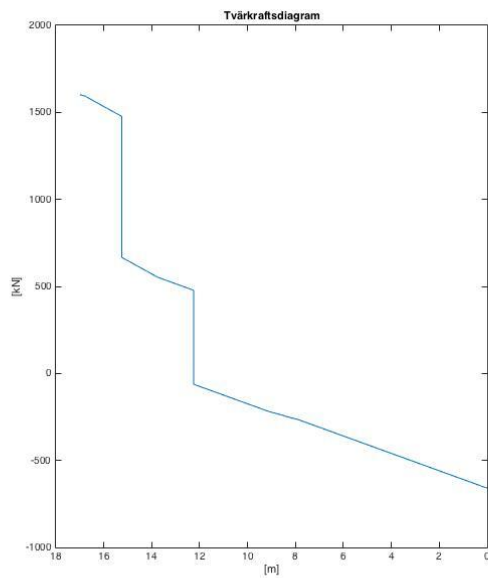
```

$$R_B = R_0 + R_{b1} + R_{b2} + R_{b3};$$

$$R_A = R_0 + R_{a1} + R_{a2} + R_{a3} \quad \% \text{ Dimensionerande laster i alla hängare i båge A}$$

$$R_B = R_0 + R_{b1} + R_{b2} + R_{b3} \quad \% \text{ Dimensionerande laster i alla hängare i båge B}$$

$$P_A = R_a - R_A \quad \% \text{ Dimensionerande punktlast som placeras i en hängare}$$



Moment och tvärkraftsdiagram. Stöd B vid 0 m och stöd A vid 17m

3. Funktionsfil "Lastframtagning"

```
function [G1, G2, G3, G4, Q1, Q2, P1, P2] = Lastberakning
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%   LASTBERAKNING är en funktionsfil som beräknar dimensionerande
%   laster på respektive tvärbalk.
%
%   Sätt in dimensioner på tvärbalkar, förstyrningsbalkar,
%   beläggningstjocklek samt betongtjocklek för att beräkna egentyngder
%   samt trafiklaster som verkar på tvärbalkarna. Koefficientguide
%   finns mitt i programmet för de olika lastkombinationerna.
%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

cc=3.7; % Centrumavstånd tvärbalkarna

%=====
% DIMENSIONER
%=====

%%% Dimensioner tvärbalkar
bf1=0.265; % Flänsbredd övre fläns [m]
bf2=0.700; % Flänsbredd undre fläns [m]
tf1=0.05; % Tjocklek övre fläns [m]
tf2=0.08; % Tjocklek undre fläns [m]
hl1=0.28; % Höjd liv [m]
bl1=0.045; % Tjocklek liv [m]

%%% Dimensioner längsgående balkar
bf3=0.304; % Flänsbredd övre fläns [m]
bf4=0.304; % Flänsbredd undre fläns [m]
tf3=0.03; % Tjocklek övre fläns [m]
tf4=0.03; % Tjocklek undre fläns [m]
hl2=0.656; % Höjd liv [m]
bl2=0.02; % Tjocklek liv [m]

%%% Dimensioner brodäck
hbel=0.04; % Tjockleken på beläggningen [m]
hbtg=0.22; % Tjockleken på betongplattan [m]

%%% Areor
Atv=bf1*tf1+bf2*tf2+bl1*hl1; % Tvärsnittsarea tvärbalkar [m^2]
Alg=bf3*tf3+bf4*tf4+bl2*hl2; % Tvärsnittsarea längsgående balkar [m^2]
Abel=hbel*cc; % Beläggningens area i tvärled [m^2]
Abtg=hbtg*cc; % Betongens area i tvärled [m^2]

%=====
% TYNGDBERÄKNING
%=====

%%% Densiteter
Dst=7800; % Densitet för stål. [kg/m^3]
Dbel=2345; % Densitet för beläggningen.+[kg/m^3]
Dbtg=2550; % Densitet för betong inkl. armering. [kg/m^3]
```



```

%% Egentyngder
g1=Alg*Dst*9.81/1000; % Egentyngd för förstavningsbalkar [kN/m]
g2=Atv*Dst*9.81/1000; % Egentyngd för tvärbalkar [kN/m]
g3=(Abel*Dbel+Abtg*Dbtg)*9.81/1000; % Egentyngd för brodäck [kN/m]
g4=0.5; % Egentyngd för broräcken [kN/m]

%% Trafiklaster
q1k=9; % Utbredd trafiklast i körfält 1 [kN/m^2]
q2k=2.5; % Utbredd trafiklast över samtliga körfält [kN/m^2]
p1k=600; % Punktlast i körfält 1 [kN]
p2k=400; % Punktlast i körfält 2 [kN]

%=====
% KOEFFICIENTER
%
% Vid beräkning i brottgräns enligt ekv. 6.10b används följande:
% Yq=1.5; Yg=1.35; ksi=0.89;
%
% Vid beräkning i bruksgräns enligt ekv. 6.14b används följande:
% Yq=1; Yg=1; ksi=1;
%
% Vid beräkning i bruksgräns enligt ekv. 6.15b används följande:
% Yq=1; Yg=1; ksi=1; Uq=0.4; Up=0.75;
%
% Vid beräkning i bruksgräns enligt ekv. 6.16b används följande:
% Yq=0; Yg=1; ksi=1; Uq=0; Up=0;
%=====

% Nationella koefficienter
ap1=0.9; % Nationell koefficient för punktlast i körfält 1
ap2=0.9; % Nationell koefficient för punktlast i körfält 2
aq1=0.8; % Nationell koefficient för utbredd last i körfält 1
aq2=1.0; % Nationell koefficient för utbredd last i övriga körfält

% Lastkombineringspecifika koefficienter
Yq=1.5; % Koefficient för variabla laster
Yg=1.35; % Koefficient för permanenta laster
ksi=0.89; % Faktor för permanenta laster när variabel last är huvudlast
Uq=1; % Reduktionsfaktor för utbredd variabel last i ekv. 6.15b
Up=1; % Reduktionsfaktor för punktlast i ekv. 6.15b

%=====
% LASTBERÄKNING
%=====

% Permanenta laster (egentyngd)
G1=ksi*Yg*g1*cc; % Förstavningsbalkarnas egentyngd på tvärbalken [kN]
G2=ksi*Yg*g2; % Tvärbalkarnas egentyngd [kN/m]
G3=ksi*Yg*g3; % Brodäckets egentyngd på varje tvärbalk [kN/m]
G4=g4*cc; % Broräckets egentyngd på varje tvärbalk [kN]

% Variabla laster (trafiklaster)
Q1=(aq1*q1k-aq2*q2k)*Yq*Uq*cc; % Tillägg till utbredd last i körfält 1
Q2=Yq*aq2*q2k*Uq*cc; % Utbredd last i samtliga körfält

```

```
P1=Yq*ap1*p1k*Up;           % Punktlast i körfält 1
P2=Yq*ap2*p2k*Up;           % Punktlast i körfält 2
end
```

Bilaga B - Beräkningsprogram betongplatta

Innehållsförteckning

1. Vinkeländringsmetoden

sid 1

M-filer

2. Beräkningsprogram betongplatta Ytterfack

sid 7

3. Beräkningsprogram betongplatta innerfack

sid 19

4. Reducerad tvärkraft Stöd 1

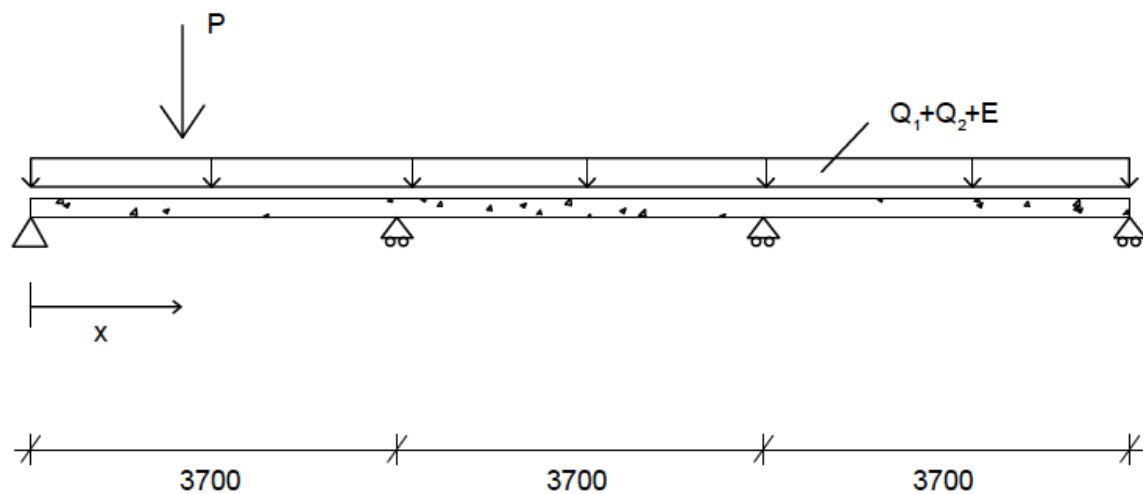
sid 29

5. Reducerad tvärkraft stöd 2

sid 32

6. Reducerad tvärkraft stöd 3

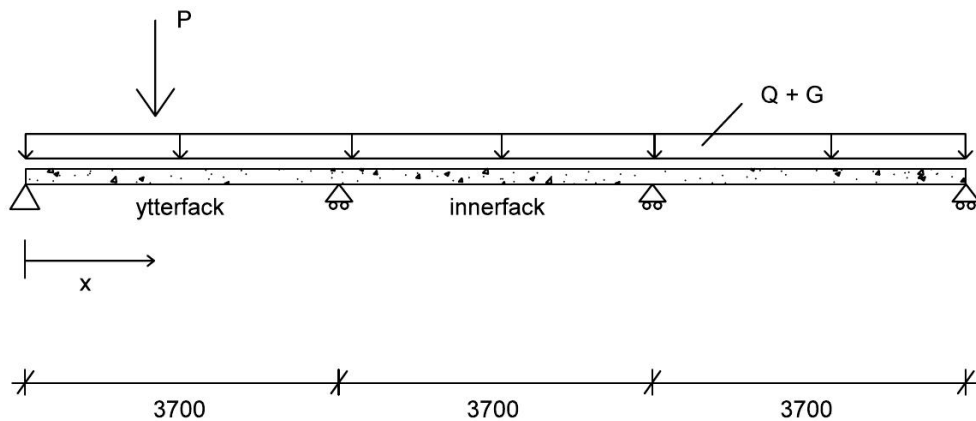
sid 35



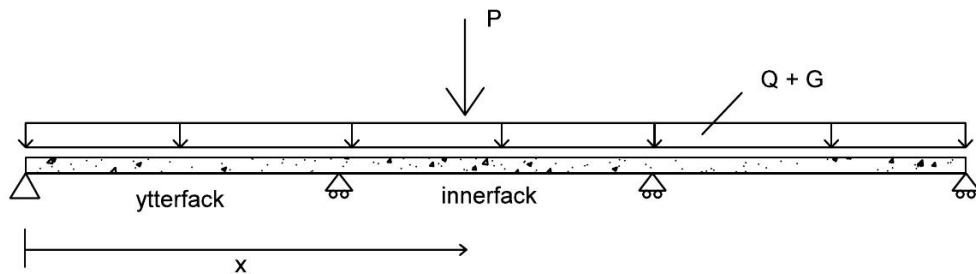
1. Vinkeländringsmetoden

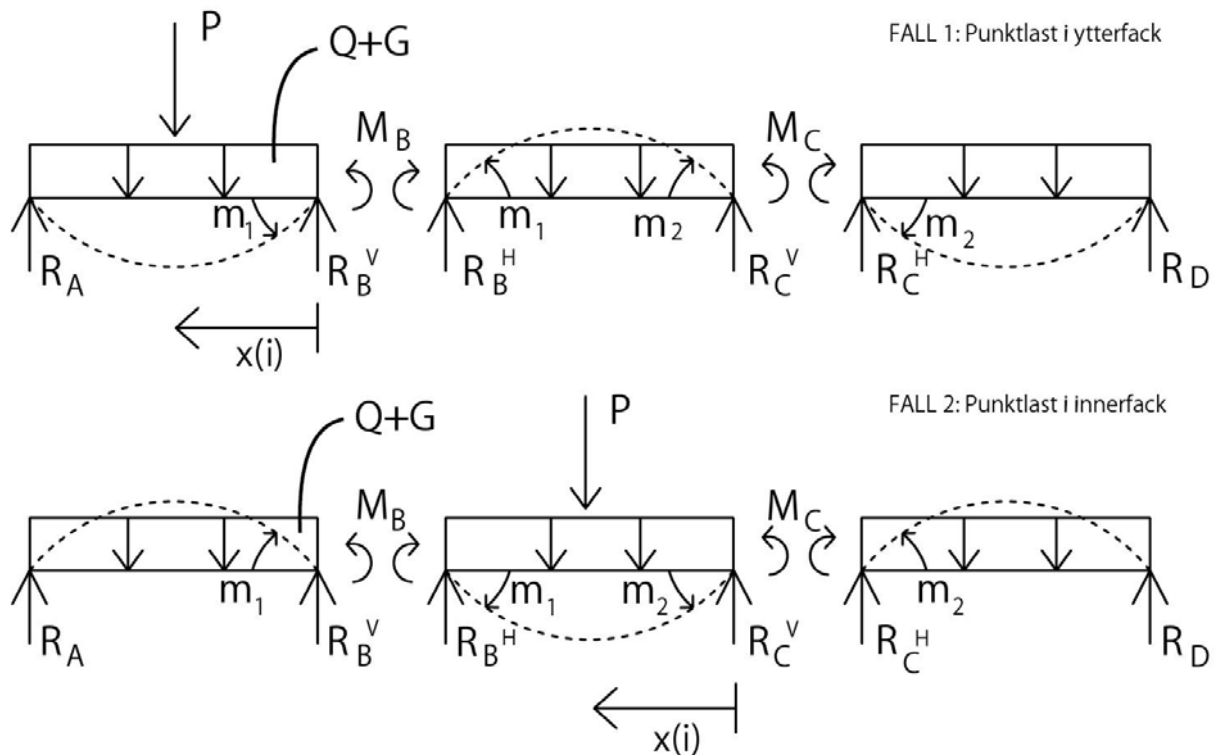
Vid framtagning av dimensionerade stödmoment används vinkeländringsmetoden från elementarfall. Beräkningsmodellen utgår från en fritt upplagd balk på 4 stöd där punktlasten P i Fall 1 varierar position i yttre facket och i Fall 2 varierar position i det inre facket, se figurer nedan.

FALL 1: Punktlast i yttre fack $0 < x < 3700$



FALL 2: Punktlast i innerfack $3700 < x < 7400$





Fall 1 - Punktlast varierar position i ytterfack

$$m_1 = M_B \cdot \frac{L}{3 \cdot E \cdot I} + W \cdot \frac{L^3}{24 \cdot E \cdot I} + P \cdot \frac{(L-x(i)) \cdot L}{6 \cdot E \cdot I} \cdot \left(1 - \frac{(L-x(i))^2}{L^2} \right)$$

$$m_2 = -M_B \cdot \frac{L}{3 \cdot E \cdot I} - M_C \cdot \frac{L}{6 \cdot E \cdot I} - W \cdot \frac{L^3}{24 \cdot E \cdot I}$$

$$m_3 = -M_B \cdot \frac{L}{6 \cdot E \cdot I} - M_C \cdot \frac{L}{3 \cdot E \cdot I} - W \cdot \frac{L^3}{24 \cdot E \cdot I}$$

$$m_4 = M_C \cdot \frac{L}{3 \cdot E \cdot I} + W \cdot \frac{L^3}{24 \cdot E \cdot I}$$

Symmetri ger:

$$m_1 = m_2 \quad (\text{ekv. 1})$$

$$m_3 = m_4 \quad (\text{ekv. 2})$$

ekv. 1 ger:

$$M_B \cdot \frac{2 \cdot L}{3} + M_C \cdot \frac{L}{6} = -W \cdot \frac{L^3}{12} - P \cdot \frac{(L-x(i)) \cdot L}{6 \cdot E \cdot I} \cdot \left(1 - \frac{(L-x(i))^2}{L^2} \right)$$

ekv. 2 ger:

$$M_B \cdot \frac{L}{6} + M_C \cdot \frac{2 \cdot L}{3} = -W \cdot \frac{L^3}{12}$$

Dessa ekvationer förs in i ett MATLAB-program som tar fram maximala stödmoment.

Fall 2 - Punktlast varierar position i innerfack

$$m_1 = -M_B \cdot \frac{L}{3 \cdot E \cdot I} - W \cdot \frac{L}{24 \cdot E \cdot I}$$

$$m_2 = M_B \cdot \frac{L}{3 \cdot E \cdot I} + M_C \cdot \frac{L}{6 \cdot E \cdot I} + W \cdot \frac{L^3}{24 \cdot E \cdot I} + P \cdot \frac{x(i) \cdot L}{6 \cdot E \cdot I} \cdot \left(1 - \frac{x(i)^2}{L^2} \right)$$

$$m_3 = M_B \cdot \frac{L}{6 \cdot E \cdot I} + M_C \cdot \frac{L}{3 \cdot E \cdot I} + W \cdot \frac{L^3}{24 \cdot E \cdot I} + P \cdot \frac{(L-x(i)) \cdot L}{6 \cdot E \cdot I} \cdot \left(1 - \frac{(L-x(i))^2}{L^2} \right)$$

$$m_4 = -M_C \cdot \frac{L}{3 \cdot E \cdot I} - W \cdot \frac{L^3}{24 \cdot E \cdot I}$$

Symmetri ger:

$$m_1 = m_2 \quad (\text{ekv. 1})$$

$$m_3 = m_4 \quad (\text{ekv. 2})$$

ekv. 1 ger:

$$M_B \cdot \frac{2 \cdot L}{3} + M_C \cdot \frac{L}{6} = -W \cdot \frac{L^3}{12} - P \cdot \frac{x(i) \cdot L}{6} \cdot \left(1 - \frac{x(i)^2}{L^2}\right)$$

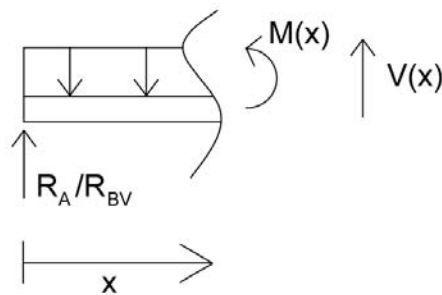
ekv. 2 ger:

$$M_B \cdot \frac{L}{6} + M_C \cdot \frac{2 \cdot L}{3} = -W \cdot \frac{L^3}{12} - P \cdot \frac{(L-x(i)) \cdot L}{6} \cdot \left(1 - \frac{(L-x(i))^2}{L^2}\right)$$

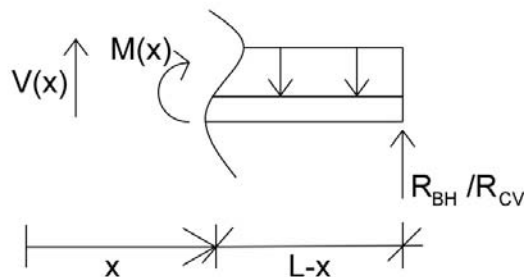
Dessa ekvationer förs in i ett matlab-program som tar fram maximala stödmoment.

Vid framtagning av dimensionerade fältmoment samt dimensionerande tvärkraft tas reaktionskrafter fram från elementarfall. Momenten beräknas i Fall 1 och Fall 2 genom snitt i balken, Snitt I direkt innan punktlast och Snitt II direkt efter punktlast, se figur nedan. Beräkningar sker i ett MATLAB-program.

SNITT 1: $0 < x < (L-x(i))$



SNITT 2: $(L-x(i)) < x < L$



Fall 1 - Punktlast varierar position i ytterfack

Reaktionskrafter

$$R_A = M_B \cdot \frac{1}{L} + P \cdot \frac{x(i)}{L} + W \cdot \frac{L}{2}$$

$$R_{BV} = -M_B \cdot \frac{1}{L} + P \cdot \frac{(L-x(i))}{L} + W \cdot \frac{L}{2}$$

Snitt I, $0 < x < (L-x(i))$

$$M(x) = R_A \cdot x - \frac{W \cdot x^2}{2}$$

$$V(x) = W \cdot x - R_A$$

Snitt II, $(L-x(i)) < x < L$

$$M(x) = R_B \cdot (L-x) + M_B - W \cdot \frac{(L-x)^2}{2}$$

$$V(x) = R_{BV} - W \cdot (L-x)$$

Fall 2 - Punktlast varierar position i innerfack

Reaktionskrafter

$$R_{BH} = -M_B \cdot \frac{1}{L} + M_C \cdot \frac{1}{L} + P \cdot \frac{x(i)}{L} + W \cdot \frac{L}{2}$$

$$R_{CV} = M_B \cdot \frac{1}{L} - M_C \cdot \frac{1}{L} + P \cdot \frac{(L-x(i))}{L} + W \cdot \frac{L}{2}$$

Snitt I, $0 < x < (L-x(i))$

$$M(x) = M_B + R_{BH} \cdot x - W \cdot \frac{x^2}{2}$$

$$V(x) = W \cdot x - R_{BH}$$

Snitt II, $(L-x(i)) < x < L$

$$M(x) = M_C + R_{CV} \cdot (L-x) - W \cdot \frac{(L-x)^2}{2}$$

$$V(x) = R_{CV} - W \cdot (L-x)$$

Beräkningsprogram betongplatta Ytterfack

```
clear all
close all
clc
```

```
%=====
%
%                               BILAGA B                               %
%                               Beräkningsprogram betongplatta       %
%
%                               YTTERFACK                             %
%
%                               Brogrupp 2                           %
%
% Programmet beräknar de värsta moment och tvärkrafter som uppkommer i %
% STIL:s brobana som en effekt av egenvikt och en varierande punktlast. %
% Som en beräkningsmodell har en fritt upplagd balk på fyra upplag   %
% använts eftersom det reflekterar alla möjlig extremfall.           %
% Se avsnitt 8 dimensionering av betongplatta.                       %
%
% Programmet berör, brottslast, brukslast, långtidslast, olyckslast och %
% nedböjning                                                           %
%=====
```

```
%INDATA
```

```
%Programmet körs fem gånger, dvs en gång för varje lastfall, indata
%varierar dö för varje loop.
%=====
```

```
for j=1:5
    if j==1
```

```
        %Indata brottsgrans
        %=====
```

```
L=3.7;                % Facklängd, avstånd mellan tvärbalkar
b=3;                  % Bredd mest belastad fil
hslit=0.04;           % Höjd slitlager
hbtg=0.22;            % Höjd betongplatta
E=1;
I=1;
As=hslit*b ;          % Area slitlagret
gs=23e3;               % Tunghet slitlager N/m3
Abtg=hbtg*b;          % Area betongplatta m2
gbtg=25e3;            % Tunghet armerad betong N/m3
Q=10.8*10^3*b;        % Variabel utbredd last, ekv.6.10b N/m
gammag=1.35;          % partialkoefficient brottgränstillstånd
ksi=0.89;             % reduktionsfaktor, variabel last huvudlast
G=(As*gs+Abtg*gbtg)*gammag*ksi; %Egentyngd betongplatta N/m
W=Q+G;                % Total utbredd last
P=810e3;              % Variabel punktlast, ekv. 6.10b N
```

```
%=====
```

```

else
end

if j==2

%Indata bruksgrans
%=====

L=3.7; % Facklängd, avstånd mellan tvärbalkar
b=3; % Bredd mest belastad fil
hslit=0.04; % Höjd slitlager
hbtg=0.22; % Höjd betongplatta
E=1;
I=1;
As=hslit*b ; % Area slitlagret
gs=23e3; % Tunghet slitlager N/m3
Abtg=hbtg*b; % Area betongplatta m2
gbtg=25e3; % Tunghet armerad betong N/m3
G=As*gs+Abtg*gbtg; % Egentyngd betongplatta N/m
Q=7.2*10^3*b; % Variabel utbredd last från, ekv 6.14 b, N/m
W=G+Q; % Total utbredd last
P=540e3; % Variabel punktlast, från ekv 6.14 b, N/m

%=====

else
end

if j==3
%Indata langtid
%=====

L=3.7; % Facklängd, avstånd mellan tvärbalkar
b=0.5; % Kritiskt bredd räck
hslit=0.04; % Höjd slitlager
hbtg=0.22; % Höjd betongplatta
E=1;
I=1;
As=hslit*b ; % Area slitlagret
gs=23e3; % Tunghet slitlager N/m3
Abtg=hbtg*b; % Area betongplatta m2
gbtg=25e3; % Tunghet armerad betong N/m3
gracke=0.5*10^3; % N/m
G=As*gs+Abtg*gbtg+gracke;

W=G; % Total utbredd last
P=0; % N

%=====

else
end

if j==4
%Indata nedbojning

```

```

%=====

L=3.7; % Facklängd, avstånd mellan tvärbalkar
b=16.5; % Total brobanebredd
hslit=0.04; % höjd slitlager
hbtg=0.22; % höjd betongplatta
E=1;
I=1;
As=hslit*b ; % Area slitlagret
gs=23e3; % Tunghet slitlager N/m3
Abtg=hbtg*b; % Area betongplatta m2
gbtg=25e3; % Tunghet armerad betong N/m3
G=As*gs+Abtg*gbtg; % Egentyngd betongplatta N/m
Q=24.6*10^3; % Variabel utbredd last, ekv 6.15 b N/m
P=675e3; % Variabel punktlast, ekv 6.15 b N
W=G+Q; % Total utbredd last
%=====

else
end

if j==5
%Indata olyckslast
%=====

L=5.55; % Dubbla Facklängd för olycksfall,
% avstånd mellan tvärbalkar
b=3; % Bredd mest belastad fil
hslit=0.04; % Höjd slitlager
hbtg=0.22; % Höjd betongplatta
E=1;
I=1;
As=hslit*b ; % Area slitlagret
gs=23e3; % Tunghet slitlager N/m3
Abtg=hbtg*b; % Area betongplatta m2
gbtg=25e3; % Tunghet armerad betong N/m3
G=As*gs+Abtg*gbtg; % Egentyngd betongplatta N/m
Q=2.88*10^3*b; % Variabel utbredd last frön, ekv 6.15 b, N/m

W=G+Q; % Total utbredd last
P=405e3; % Variabel punktlast, från ekv 6.15 b, N/m

%=====
else
end

n=100; %Punktlastens position varierar i ytterfack med n punkter
x=linspace(L,0,n); %antal punkter punktlasten verkar i
a=[0 0 0]; %startvärde för loop

for i=1:n
%EKVATION ENLIGT EL. FALL, VINKELÄNDRINGSMETODEN
%=====

```

```

A=[(2*L)/3    L/6;
   L/6      (2*L)/3];

B=[(-1/12)*W*L^3 - P*((x(i)*L)/6)*(1-((x(i)^2)/(L^2)));
   (-1/12) *W *L^3];

c=A\b;      %lösning av ekvationssystem

           %Loop för avgöra om moment över första tvärbalk eller
           %över andra tvärbalk är störst
           % c=[ Moment över första tvärbalk;
           %      Moment över andra tvärbalk ]

if abs(c(1))>abs(c(2))
    faktor=1;    %Momentet vid första tvärbalken är störst
else
    faktor=2;    %Momentet vid andra tvärbalken är störst
end

b=[c(1) c(2) L-x(i)];
f(i,1:3)=[c(1) c(2) L-x(i)];

%Loop för att avgöra om gällande värde är större än alla tidigare
%värden om ja så ersätts vektorn a dvs det hittills tidigaste värdet
%med nuvarande värde.

if abs(c(faktor))>abs(a(1));
    if abs(c(faktor))>abs(a(2));
        a=b;
    else
        end
else
end

end

%Reaktionskrafter vid stöd som effekt av stödmomenten
Ra=(c(1)/L) + P*(x(i)/L)+W*0.5*L;
Rbv=(-c(1)/L) + P*((L-x(i))/L)+W*0.5*L;

%=====
% % % Snitt I, 0<x<(L-x(i))
%=====

x1=linspace(0,(L-x(i)),100); % steg för att rita momentdiagram för
                             % gällande snitt
for k=1:n;
    Mx1(k)=[Ra*x1(k)-((W*x1(k)^2)/2)]; % Ekvation för snittmoment
                                                % snitt I
    f1(k,1:3)=[Mx1(k) x1(k) L-x(i)]; % Hittar alla snittmoment
                                                % och tillhörande
                                                % x-koordinat från vänster
                                                % ändstöd

    tvarposx1=find(f1==max(f1(:,1))) ; %hittar position på maximalt

```

vörde

```
tvarposx1=tvarposx1(1,1);

maxf1(i,1:3)=[max((f1(:,1))) f1(tvarposx1,2) f1(tvarposx1,3)];
%placerar ut maximalt moment,
%momentets position i x-koordinat
%och punktlastens x-koordinat.

%=====
% %Snitt II, (L-x(i)<x<L
%=====

x2=linspace((L-x(i)),L,100); %steg för att rita momentdiagram
                             %för gällande snitt

%Ekvation för snittmoment i snitt II
Mx2(k)=[Rbv*(L-x2(k))+c(1)-((W*(L-x2(k))^2)*0.5)];

%Hittar alla snittmoment och tillhörande x-koordinat från
%vänster ändstöd
f2(k,1:3)=[Mx2(k) x2(k) L-x(i)];
f2pos=abs(f2);

%hittar position på maximalt värde
tvarposx2=find(f2==max(f2(:,1)));
tvarposx2=tvarposx2(1,1);

%placerar ut maximalt moment,
%momentets position i x-koordinat
%och punktlastens x-koordinat.
maxf2(i,1:3)=[max((f2(:,1))) f2(tvarposx2,2) f2(tvarposx2,3)];

%Beräkning av tvärkraft
%=====

%=====
% % % Snitt I, 0<x<(L-x(i))
%=====

Vx1(k)=-Ra+W*x1(k);
v1(k,1:3)=[Vx1(k) x1(k) L-x(i)];
v1=abs(v1);

%hittar position på maximalt värde
tvarposx1=find(v1==max(v1(:,1))) ;
tvarposx1=tvarposx1(1,1);

%placerar ut maximalt moment,
%momentets position i x-koordinat
%och punktlastens x-koordinat.
```

```

maxv1(i,1:3)=[max((v1(:,1))) v1(tvarposx1,2) v1(tvarposx1,3)];

%=====
% %Snitt II, (L-x(i)<x<L
%=====

Vx2(k)=Rbv-W*(L-x2(k));
v2(k,1:3)=[Vx2(k) x2(k) L-x(i)];
v2=abs(v2);

%hittar position på maximalt värde
tvarposx2=find(v2==max(v2(:,1))) ;
tvarposx2=tvarposx2(1,1);

%placerar ut maximalt moment,
%momentets position i x-koordinat
%och punktlastens x-koordinat.
maxv2(i,1:3)=[v2(tvarposx2,1) v2(tvarposx2,2) v2(tvarposx2,3)];

end

%plottar figurer av varierande tvärkraft, och moment
%=====

%Visar hur stödmomentet varierar med punktlasten,

figure(j) %numrering av figur enligt loop
subplot(3,2,2)
title('stödmoment som en funktion av x-positionen av
punktlast', 'FontSize',12)
hold on
plot(f(i,3)+L, f(i,1), '*'); %Stödmoment, över första tvärbalk
plot(f(i,3)+L, f(i,2), 'diamond'); %Stödmoment, över andra tvärbalk
xlabel('X (m)')
ylabel('NM')

%Ritar ett momentdiagram och tvärkraftsdiagram för varje position
%för punktlasten

subplot(3,2,4)
title('faltmoment som en funktion av x-positionen av
punktlast', 'FontSize',12)
hold on
plot(f1(:,2),f1(:,1), '*')
plot(f2(:,2),f2(:,1), 'diamond')
xlabel('X (m)')
ylabel('NM')

subplot(3,2,6)

```

```

        title('tvarkraft som en funktion av x-positionen av
punktlast', 'FontSize',12)
        hold on
        plot(v1(:,2),v1(:,1),'*')
        plot(v2(:,2),v2(:,1),'diamond')
        xlabel('X (m)')
        ylabel('N')

end

%Hittar det maximala mometet och dess koordinater samt gällande
%punktlasts koordinat

max1=find(maxf1==max(maxf1(:,1)));
max2=find(maxf2==max(maxf2(:,1)));
maxmaxmax=[maxf1(max1,1:1), maxf1(max1,2), maxf1(max1,3);
maxf2(max2,1:1) maxf2(max2,2) maxf2(max2,3)];

fprintf('max stödmoment punktlast i ytterfack = %i.\n ',a(1))
fprintf('max fältmoment punktlast i ytterfack = %i.\n ',maxmaxmax(1,1))

%Hittar den maximala tvärkraften och dess koordinater samt gällande
punktlasts
%koordinat

Vmax1=find(maxv1==max(maxv1(:,1)));
Vmax2=find(maxv2==max(maxv2(:,1)));
Vmaxmaxmax=[maxv1(Vmax1,1:1) maxv1(Vmax1,2) maxv1(Vmax1,3);
maxv2(Vmax2,1:1) maxv2(Vmax2,2) maxv2(Vmax2,3)];
fprintf('max tvärkraft punktlast i ytterfack = %i.\n ',Vmaxmaxmax(2,1))

for i=1:3
    p=[1 3 5]; %VEKTOR för att justera plotfönster
    figure(j)

    %följande plot ritar upp balksystemet med stöd
    %=====
    subplot(3,2,p(i))
    xlim([-0.5 11.6])
    ylim([0 3])
    hold on
    plot([0 11.1],[1 1]);
    plot([-0.1 0],[0.9 1]);
    plot([0 0.1],[1 0.9])
    plot([-0.1 0.1],[0.9 0.9])
    plot([3.6 3.7],[0.9 1]);
    plot([3.7 3.8],[1 0.9])

```



```

plot([3.6 3.8],[0.9 0.9])
plot([7.3 7.4],[0.9 1]);
plot([7.4 7.5],[1 0.9])
plot([7.3 7.5],[0.9 0.9])
plot([11 11.1],[0.9 1]);
plot([11.1 11.2],[1 0.9])
plot([11 11.2],[0.9 0.9])
text(3.7*0.4+3.7,0.8,'innerfack','FontSize',10)
text(3.7*0.4,0.8,'ytterfack','FontSize',10)
%=====

end

%Följande plotter plottar upp resultat för stödmoment, fältmoment och
%tvärkrafter.

%=====
subplot(3,2,1)
title('Maximala Stodmoment vid Punktlasten i ytterfack','FontSize',12)
text(a(3),1.5,'\downarrow')
text(0.8*a(3),2.5,'Punktlast','FontSize',14)
text(0.8*a(3),2,['X=' num2str(a(3)) 'm.'])
text(3,1.3,['Mb=' num2str(a(1)*10^-3) 'kN.'],'color','g','FontSize',12)
text(6.7,1.3,['Mc=' num2str(a(2)*10^-3) 'kN.'],'color','g','FontSize',12)

%=====

subplot(3,2,3)
title('Maximala Faltmoment vid Punktlasten i yttererfack','FontSize',12)
text(0.8*maxmaxmax(1,3),2.5,'Punktlast','FontSize',14)
text(0.8*maxmaxmax(1,3),2,['X=' num2str(maxmaxmax(1,3)) 'm.'])
text(maxmaxmax(1,3),1.5,'\downarrow')
text(4.3,1.5,['Maximala faltmomentet =' num2str(maxmaxmax(1,1)*10^-3)
'kN.'],'color','g')

%=====
subplot(3,2,5)
title('Maximal Tvarkraft vid Punktlasten i ytterfack','FontSize',12)
text(0.9*Vmaxmaxmax(2,3),2.5,'Punktlast','FontSize',14)
text(0.9*Vmaxmaxmax(2,3),2,['X=' num2str(Vmaxmaxmax(2,3)) 'm.'])
text(Vmaxmaxmax(2,3),1.5,'\downarrow')
text(6,2,['Maximal tvarkraft =' num2str(Vmaxmaxmax(2,1)*10^-3)
'kN'],'color','g')
text(6,1.5,['och sker vid punktlasten.'])
%=====

%Rubriker placeras ut
%=====
if j==1
    h=suptitle('Brottslast')
    set(h,'FontSize',20,'FontWeight','normal')
else
end

if j==2

```

```

        h=suptitle('Brukslastslast')
        set(h,'FontSize',20,'FontWeight','normal')
else
end

if j==3
    h=suptitle('Långtidslast')
    set(h,'FontSize',20,'FontWeight','normal')
else
end

if j==4
    h=suptitle('nedböjning')
    set(h,'FontSize',20,'FontWeight','normal')
else
end
if j==5
    h=suptitle('olyckslast')
    set(h,'FontSize',20,'FontWeight','normal')
else
end
%=====

end

```

max stödmoment punktlast i ytterfack = -3.836442e+05.
max fältmoment punktlast i ytterfack = 6.636494e+05.
max tvärkraft punktlast i ytterfack = 9.333008e+05.

max stödmoment punktlast i ytterfack = -2.610098e+05.
max fältmoment punktlast i ytterfack = 4.465787e+05.
max tvärkraft punktlast i ytterfack = 6.307092e+05.

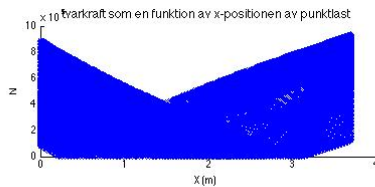
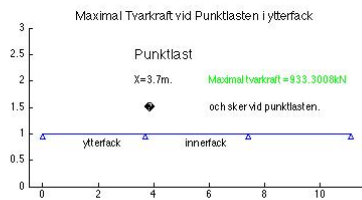
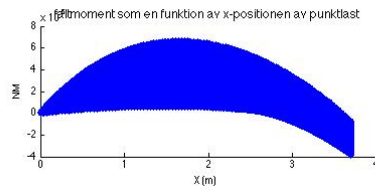
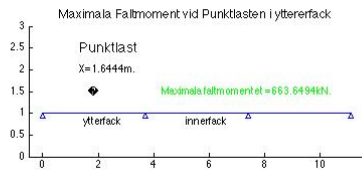
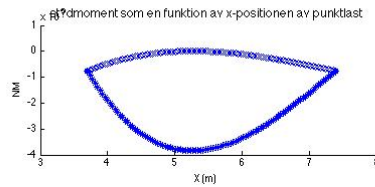
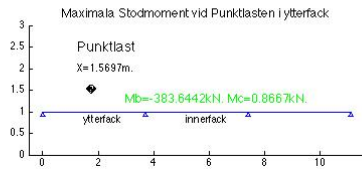
max stödmoment punktlast i ytterfack = -5.078990e+03.
max fältmoment punktlast i ytterfack = 4.063192e+03.
max tvärkraft punktlast i ytterfack = 8.236200e+03.

max stödmoment punktlast i ytterfack = -4.350362e+05.
max fältmoment punktlast i ytterfack = 6.442384e+05
max tvärkraft punktlast i ytterfack = 9.647766e+05.

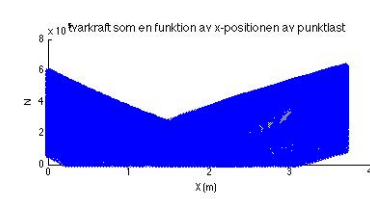
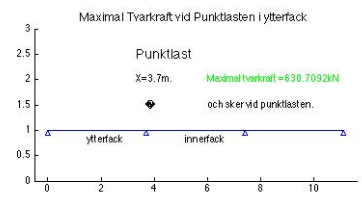
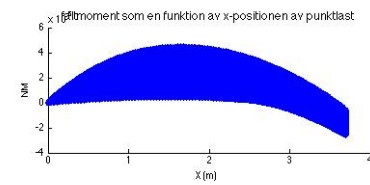
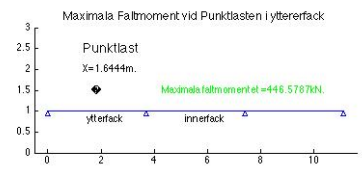
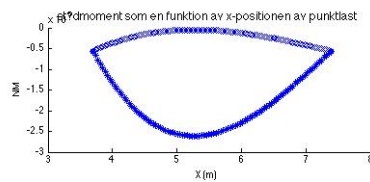
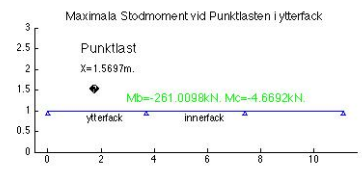
max stödmoment punktlast i ytterfack = -3.166455e+05.
max fältmoment punktlast i ytterfack = 5.205814e+05.
max tvärkraft punktlast i ytterfack = 497907.

Plottade figurer

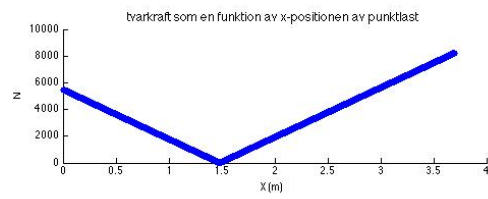
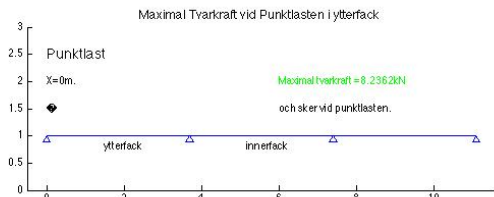
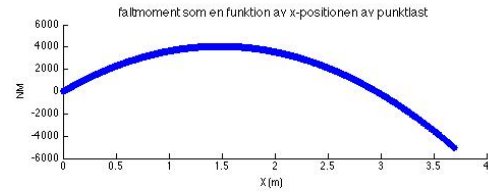
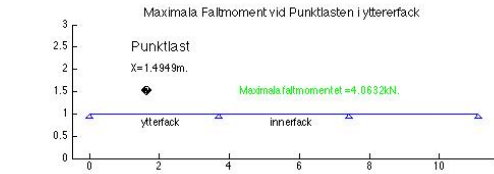
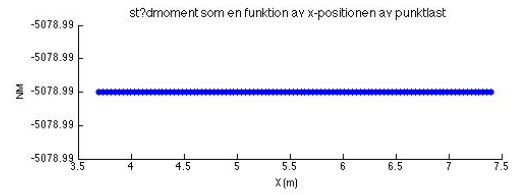
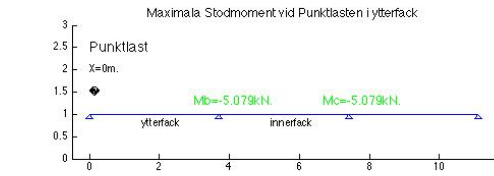
Brottslast



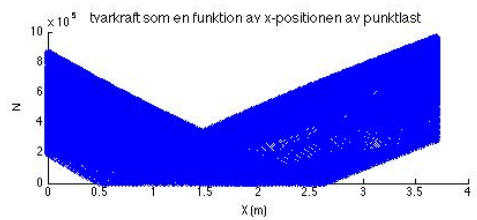
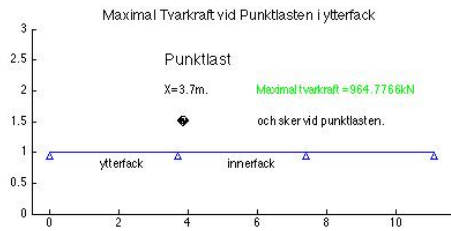
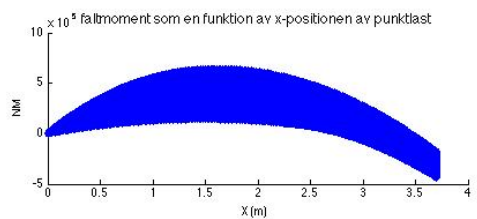
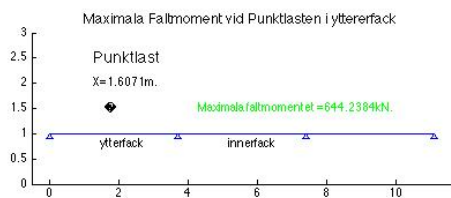
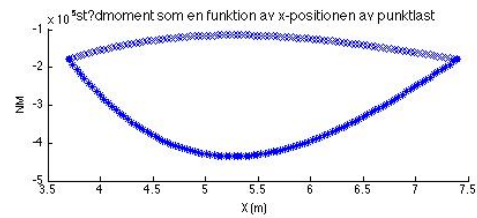
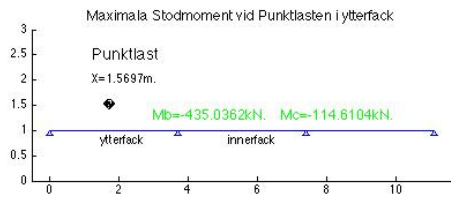
Brukslastslast



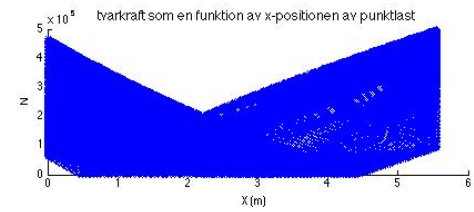
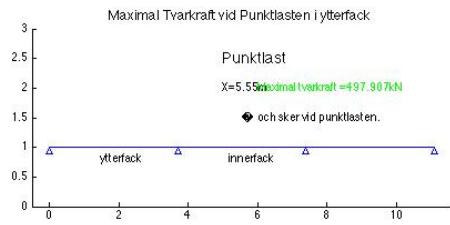
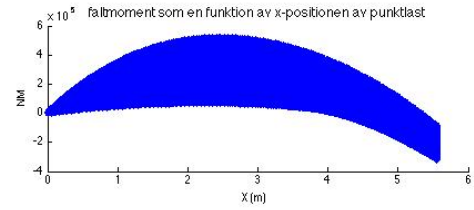
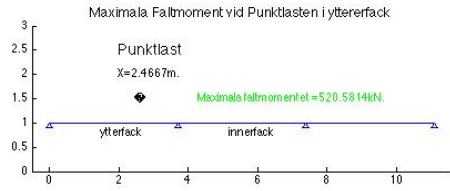
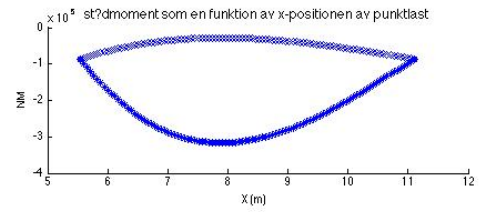
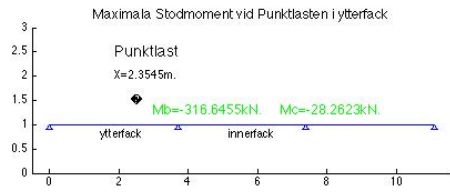
L?ngtidslast



nedb?jning



olyckslast



Beräkningsprogram betongplatta innerfack

```
close all
clear all
clc

%=====
%
%                               BILAGA B                               %
%                               Beräkningsprogram betongplatta       %
%
%                               INNERFACK                             %
%
%                               Brogrupp 2                            %
%
% Programmet beräknar de värsta moment och tvärkrafter som uppkommer i %
% STIL:s brobana som en effekt av egenvikt och en varierande punktlast. %
% Som en beräkningsmodell har en fritt upplagd balk på fyra upplag    %
% använts eftersom det reflekterar alla möjlig extremfall.            %
% Se avsnitt 8 dimensionering av betongplatta.                        %
%
% Programmet berör, brottslast, brukslast och långtidslast.         %
%
%=====

%INDATA
%Programmet körs fem gånger, dvs. en gång för varje lastfall, indata
%varierar då för varje loop.
%=====

for j=1:3
    if j==1
        %Indata brottgränstillstånd
        %=====

        L=3.7;           % Facklängd, avstånd mellan tvärbalkar
        b=3;             % Bredd mest belastad fil
        hslit=0.04;     % Höjd slitlager
        hbtg=0.22;      % Höjd betongplatta
        E=1;
        I=1;
        As=hslit*b ;    % Area slitlagret
        gs=23e3;        % Tunghet slitlager N/m3
        Abtg=hbtg*b;    % Area betongplatta m2
        gbtg=25e3;      % Tunghet armerad betong N/m3
        Q=10.8*10^3*b;  % Variabel utbredd last, ekv.6.10b N/m
        gammag=1.35;   % partialkoefficient brottgränstillstånd
        ksi=0.89;      % reduktionsfaktor, variabel last huvudlast
        G=(As*gs+Abtg*gbtg)*gammag*ksi; %Egentyngd betongplatta N/m
        W=Q+G;          % Total utbredd last
        P=810e3;        % Variabel punktlast, ekv. 6.10b N

    else
    end
```

```

if j==2

%Indata brukgränstillstånd
%=====

L=3.7;           % Facklängd, avstånd mellan tvärbalkar
b=3;            % Bredd mest belastad fil
hslit=0.04;     % Höjd slitlager
hbtg=0.22;     % Höjd betongplatta
E=1;
I=1;
As=hslit*b;     % Area slitlagret
gs=23e3;       % Tunghet slitlager N/m3
Abtg=hbtg*b;   % Area betongplatta m2
gbtg=25e3;     % Tunghet armerad betong N/m3
G=As*gs+Abtg*gbtg; % Egentyngd betongplatta N/m
Q=7.2*10^3*b;  % Variabel utbredd last från, ekv 6.14 b, N/m

W=G+Q;         % Total utbredd last
P=540e3;      % Variabel punktlast, från ekv 6.14 b, N/m

%=====
else
end

if j==3

%Indata långtidslast
%=====

L=3.7;           % Facklängd, avstånd mellan tvärbalkar
b=0.5;          % Kritiskt bredd räcke
hslit=0.04;     % Höjd slitlager
hbtg=0.22;     % Höjd betongplatta
E=1;
I=1;
As=hslit*b ;    % Area slitlagret
gs=23e3;       % Tunghet slitlager N/m3
Abtg=hbtg*b;   % Area betongplatta m2
gbtg=25e3;     % Tunghet armerad betong N/m3
gracke=0.5*10^3; % N/m
G=As*gs+Abtg*gbtg+gracke;

W=G;           % Total utbredd last
P=0;          % N

%=====
else
end

%=====
%Punktlast varierar innerfack

n=100;        %Punktlastens position varierar i ytterfack med n punkter

```

```

a=[0 0 0]; %startvärde för loop
x=linspace(L,0,n); %antal punkter punktlasten verkar i
for i=1:n
    X=L-x(i); %a-värde, elementarfall

    %EKVATION ENLIGT EL. FALL, VINKELÄNDRINGSMETODEN
    %=====

    A=[(2*L)/3 L/6;
        L/6 (2*L)/3];

    B=[(-1/12)*W*L^3 - P*((x(i)*L)/6)*(1-((x(i)^2)/(L^2))));
        (-1/12)*W*L^3 - P*((X*L)/6)*(1-((X^2)/(L^2)))]];

    c=A\B; %lösning av ekvationssystem

    %Loop får avgöra om moment över första tvärbalk
    %eller över andra tvärbalk är störst
    % c=[ Moment över första tvärbalk;
    % Moment över andra tvärbalk ]

    if abs(c(1))>abs(c(2))
        faktor=1; %Momentet vid första tvärbalken är störst
    else
        faktor=2; %Momentet vid andra tvärbalken är störst
    end

    b=[c(1) c(2) L-x(i)];
    f(i,1:3)=[c(1) c(2) L-x(i)];

    %Loop får att avgöra om gällande värde är större än alla tidigare värden
    %om ja så ersätts vektorn a dvs det hittills tidigaste värdet med
nuvarande
    %värde.

    if abs(c(faktor))>=abs(a(1));
        if abs(c(faktor))>=abs(a(2));
            a=b;
        else
            end
    else
        end

    %Reaktionskrafter vid stöd som effekt av stödmomenten
    Rbh=(-c(1))/L +c(2)/L+(P*x(i))/L+W*0.5*L ; %
    Rcv= c(1)/L - c(2)/L+ (P*((L-x(i)))/L)+W*0.5*L; %

    %=====
    % % % Snitt I, 0<x<(L-x(i))
    %=====

    x1=linspace(0,(L-x(i)),n); %steg för att rita momentdiagram får
    %gällande snitt

    for k=1:n;
        Mx1(k)=[Rbh*x1(k)-((W*x1(k)^2)/2)+c(1)]; %Ekvation får
        %snittmoment snitt I

```



```

f1(k,1:3)=[Mx1(k) x1(k) L-x(i)]; %Hittar alla snitt-
%moment och tillhörande
%x-koordinat från
%vänster ändstöd

maxposx1=find(f1==max(f1(:,1))) ; %hittar position på maximalt värde
maxposx1=maxposx1(1,1);
maxf1(i,1:3)=[max((f1(:,1))) f1(maxposx1,2) f1(maxposx1,3)] ;
%placerar ut maximalt moment,
%momentets position i x-koordinat
%och punktlastens x-koordinat.

%=====
% %Snitt II, (L-x(i)<x<L
%=====
x2=linspace((L-x(i)),L,n); %steg för att rita momentdiagram får
%gällande snitt

%Ekvation får snittmoment i snitt II
Mx2(k)=[Rcv*(L-x2(k))-((W*(L-x2(k))^2)*0.5)+c(2)];

% Hittar alla snittmoment och tillhörande x-koordinat från
%vänster ändstöd
f2(k,1:3)=[Mx2(k) x2(k) L-x(i)];
f2pos=abs(f2);

%hittar position på maximalt värde, snittmoment
maxposx2=find(f2==max(f2(:,1))); maxposx2=maxposx2(1,1);

%placerar ut maximalt moment,
%momentets position i x-koordinat
%och punktlastens x-koordinat.
maxf2(i,1:3)=[max((f2(:,1))) f2(maxposx2,2) f2(maxposx2,3)];

%BERÄKNING AV TVÄRKRAFT
%=====

%=====
% % % Snitt I, 0<x<(L-x(i))
%=====

Vx1(k)=-Rbh+W*x1(k); %Ekvation får tvärkraft snitt I

%Hittar alla tvärkrafter och tillhörande
%x-koordinat från vänster ändstöd
v1(k,1:3)=[Vx1(k) x1(k) L-x(i)];
v1=abs(v1);

%hittar position på maximalt värde, tvärkraft
tvarposx1=find(v1==max(v1(:,1))) ;
tvarposx1=tvarposx1(1,1);

```

```

    %placerar ut maximalt moment,
    %momentets position i x-koordinat
    %och punktlastens x-koordinat.
    maxv1(i,1:3)=[max((v1(:,1))) v1(tvarposx1,2) v1(tvarposx1,3)] ;

    %=====
    % %Snitt II, (L-x(i)<x<L
    %=====
    Vx2(k)=Rcv-W*(L-x2(k));           %Ekvation för tvärkraft snitt II

    %Hittar alla tvärkrafter och tillhörande x-koordinat från vänster
ändstöd
    v2(k,1:3)=[Vx2(k) x2(k) L-x(i)];
    v2=abs(v2);
    %hittar position på maximalt värde, tvärkraft
    tvarposx2=find(v2==max(v2(:,1))) ;
    tvarposx2=tvarposx2(1,1);

    %placerar ut maximalt moment,
    %momentets position i x-koordinat
    %och punktlastens x-koordinat.
    maxv2(i,1:3)=[v2(tvarposx2,1) v2(tvarposx2,2) v2(tvarposx2,3)] ;
end

%plottar figurer av varierande tvärkraft, och moment
%=====

%Visar hur stödmomentet varierar med punktlasten,

figure(j)           %numrering av figur enligt loop
subplot(3,2,2)
title('stödmoment som en funktion av x-positionen av
punktlast','FontSize',12)
hold on
plot(f(i,3)+L, f(i,1),'*');           %Stödmoment, över första tvärbalk
plot(f(i,3)+L, f(i,2),'diamond'); %Stödmoment, över andra tvärbalk
xlabel('X (m)')
ylabel('NM')

%Ritar ett momentdiagram och tvärkraftsdiagram för varje
%position för punktlasten

subplot(3,2,4)
title('fältmoment som en funktion av x-positionen av
punktlast','FontSize',12)
hold on
plot(f1(:,2),f1(:,1),'*')
plot(f2(:,2),f2(:,1),'diamond')
xlabel('X (m)')
ylabel('NM')

subplot(3,2,6)
title('tvärkraft som en funktion av x-positionen av
punktlast','FontSize',12)
hold on
plot(v1(:,2),v1(:,1),'*')
plot(v2(:,2),v2(:,1),'diamond')

```

```

        xlabel('X (m)')
        ylabel('N')
    end

    %Hittar det maximala momentet och dess koordinater samt gällande
punktlasts
    %koordinat
    max1=find(maxf1==max(maxf1(:,1)));
    max2=find(maxf2==max(maxf2(:,1)));
    maxmaxmax=[maxf1(max1,1:1), maxf1(max1,2), maxf1(max1,3);
                maxf2(max2,1:1) maxf2(max2,2) maxf2(max2,3)];
    fprintf('max stödmoment punktlast i innerfack = %i.\n ',a(2))
    fprintf('max fältmoment punktlast i innerfack = %i.\n ',maxmaxmax(1,1))

    %Hittar den maximala tvärkraften och dess koordinater samt gällande
punktlasts
    %koordinat

    Vmax1=find(maxv1==max(maxv1(:,1)));
    Vmax2=find(maxv2==max(maxv2(:,1)));
    Vmaxmaxmax=[maxv1(Vmax1,1:1) maxv1(Vmax1,2) maxv1(Vmax1,3);
                maxv2(Vmax2,1:1) maxv2(Vmax2,2) maxv2(Vmax2,3)];
    fprintf('max tvärkraft punktlast i innerfack = %i.\n ',Vmaxmaxmax(2,1))

    %Plottning av figur
    %=====
    for i=1:3
        p=[1 3 5]; %VEKTOR för att justera plottfönster

        figure(j)

        %följande plot ritar upp balksystemet med stöd
        %=====
        subplot(3,2,p(i))
        hold on
        xlim([-0.5 11.6])
        ylim([0 3])
        hold on
        plot([0 11.1],[1 1]);
        plot([-0.1 0],[0.9 1]);
        plot([0 0.1],[1 0.9])
        plot([-0.1 0.1],[0.9 0.9])
        plot([3.6 3.7],[0.9 1]);
        plot([3.7 3.8],[1 0.9])
        plot([3.6 3.8],[0.9 0.9])
        plot([7.3 7.4],[0.9 1]);
        plot([7.4 7.5],[1 0.9])
        plot([7.3 7.5],[0.9 0.9])
        plot([11 11.1],[0.9 1]);
        plot([11.1 11.2],[1 0.9])
        plot([11 11.2],[0.9 0.9])
        text(3.7*0.4+3.7,0.8,'innerfack','FontSize',10)
        text(3.7*0.4,0.8,'ytterfack','FontSize',10)
        xlabel('X (m)')
    end

```

```

%Följande plotter plottar upp resultat för stödmoment, fältmoment och
%tvärkrafter.

%=====
subplot(3,2,1)
hold on
title('Maximala Stodmoment vid Punktlasten i innerfack','FontSize',12)
text(a(3)+3.7,1.5,'\downarrow')
text(0.8*a(3)+3.7,2.5,'Punktlast','FontSize',14)
text(0.8*a(3)+3.7,2,['X=' num2str(a(3)+3.7) 'm.'])
text(3,1.3,['Mb=' num2str(a(1)*10^-3) 'kN.'],'color','g','FontSize',12)
text(6.7,1.3,['Mc=' num2str(a(2)*10^-3) 'kN.'],'color','g','FontSize',12)
%=====
subplot(3,2,3)
hold on
title('Maximala Faltmoment vid Punktlasten i innerfack','FontSize',12)
text(3.7+0.8*maxmaxmax(1,3),2.5,'Punktlast','FontSize',14)
text(3.7+0.8*maxmaxmax(1,3),2,['X=' num2str(maxmaxmax(1,3)+3.7) 'm.'])
text(maxmaxmax(1,3)+3.7,1.5,'\downarrow')
text(6.3,1.5,['Maximala faltmomentet =' num2str(maxmaxmax(1,1)*10^-3)
'kN.'],'color','g')

%=====
subplot(3,2,5)
hold on
title('Maximal Tvarkraft vid Punktlasten i innerfack','FontSize',12)
text(3.7+0.9*Vmaxmaxmax(2,3),2.5,'Punktlast','FontSize',14)
text(3.7+0.9*Vmaxmaxmax(2,3),2,['X=' num2str(Vmaxmaxmax(2,3)+3.7) 'm.'])
text(Vmaxmaxmax(2,3)+3.7,1.5,'\downarrow')
text(0.5,2,['Maximal tvarkraft =' num2str(Vmaxmaxmax(2,1)*10^-3)
'kN'],'color','g')
text(0.5,1.5,['och sker vid punktlasten.'])

%=====

%Rubriker placeras ut
%=====
if j==1
    h=suptitle('Brottslast');
    set(h,'FontSize',20,'FontWeight','normal')
else
end

if j==2
    h=suptitle('Brukslastslast');
    set(h,'FontSize',20,'FontWeight','normal')
else
end

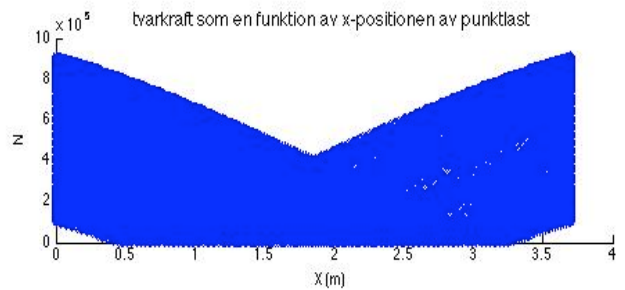
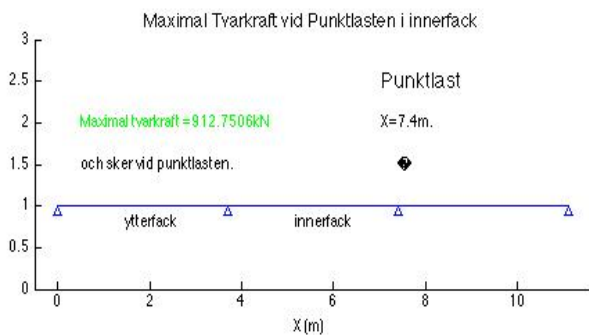
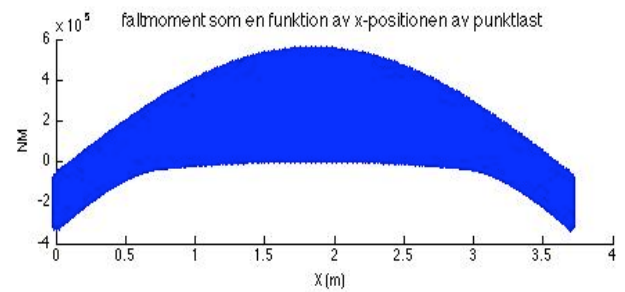
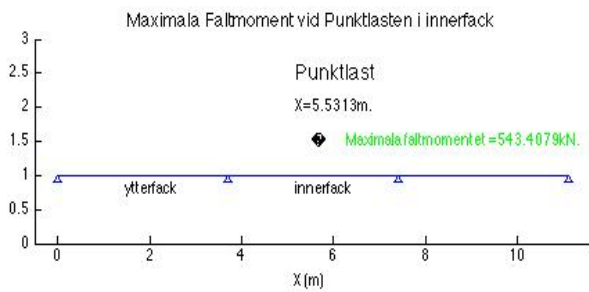
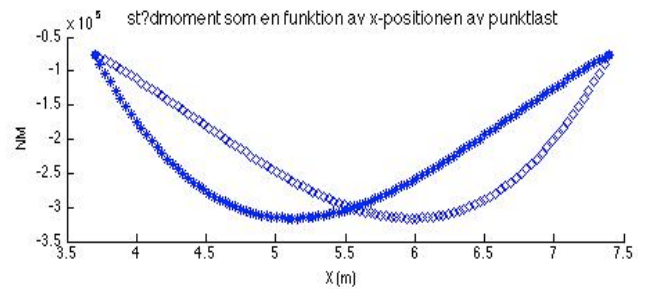
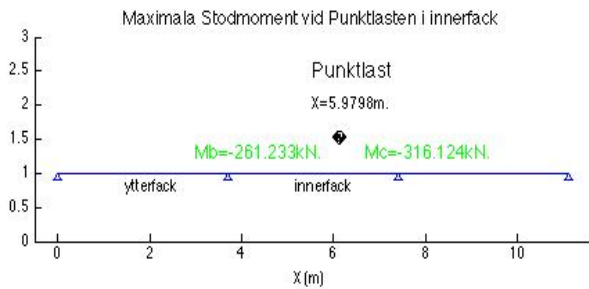
if j==3
    h=suptitle('Långtidslast');
    set(h,'FontSize',20,'FontWeight','normal')
else
end
end

```

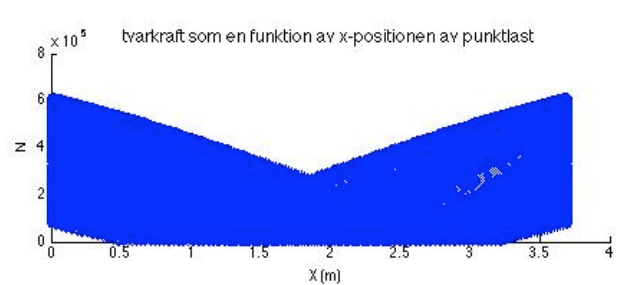
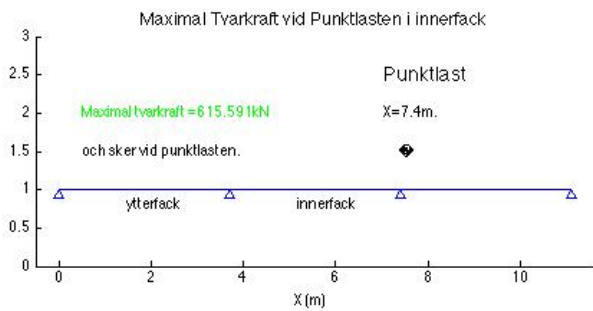
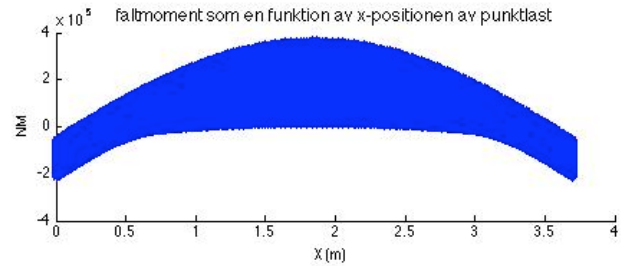
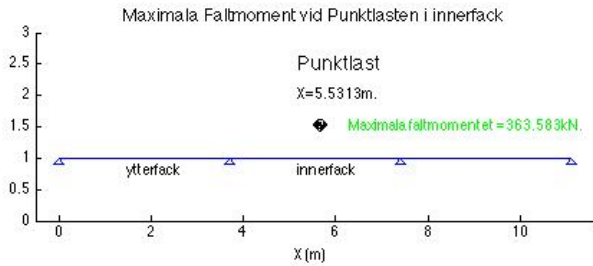
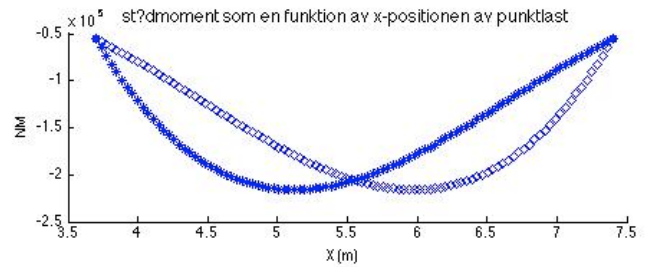
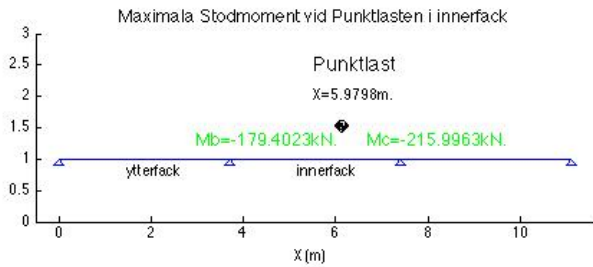
max stödmoment punktlast i innerfack = -3.161240e+05.
max fältmoment punktlast i innerfack = 5.434079e+05.
max tvärkraft punktlast i innerfack = 9.127506e+05.
max stödmoment punktlast i innerfack = -2.159963e+05.
max fältmoment punktlast i innerfack = 3.635830e+05.
max tvärkraft punktlast i innerfack = 615591.
max stödmoment punktlast i innerfack = -5.078990e+03.
max fältmoment punktlast i innerfack = 1.269747e+03.
max tvärkraft punktlast i innerfack = 6.863500e+03.

Plottade figurer

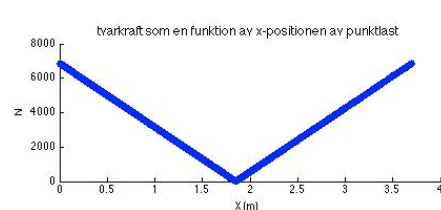
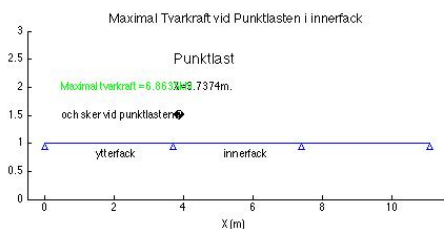
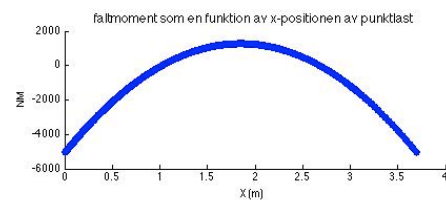
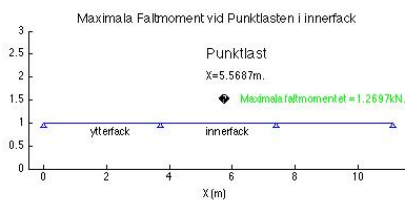
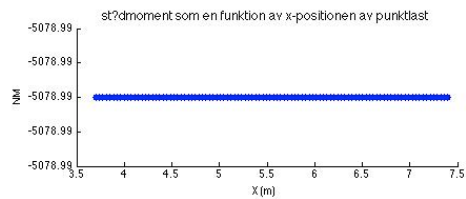
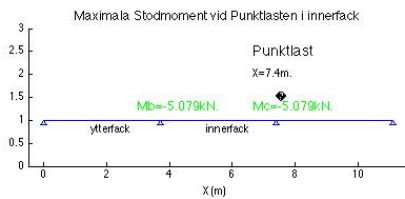
Brottslast



Brukslastslas



L?ngtidslas



Reducerad tvärkraft Stöd 1

```
clear all
close all
clc
```

```
%=====
%
%                               BILAGA B                               %
%                               Beräkningsprogram betongplatta       %
%                               reducerad tvärkraft                   %
%                               stöd 1                                %
%                               Brogrupp 2                            %
%                               %                                     %
% Programmet beräknar maximal tvärkraft som betongplattan utsätts för. %
% Laster som tas till hänsyn är betongplattans egenvikt, en variabel %
% utbredd last samt en punktlast. Punktlastens position varierar från en %
% spricklängd och avståndet 2 d från stöd och programmet hittar maximal %
% tvärkraft för stöd 1. Som en beräkningsmodell har en fritt %
% upplagd balk på fyra upplag använts eftersom det reflekterar alla möjlig %
% extremfall. Se avsnitt 8 dimensionering av betongplatta.           %
%                               %                                     %
%                               %                                     %
%=====
```

```
%INDATA
```

```
%=====
```

```
L=3.7; % Facklängd, avstånd mellan tvärbalkar
b=3; % Bredd mest belastad fil
hslit=0.04; % Höjd slitlager
hbtg=0.22; % Höjd betongplatta
E=1;
I=1;
As=hslit*b ; % Area slitlagret
gs=23e3; % Tunghet slitlager N/m3
Abtg=hbtg*b; % Area betongplattam2
gbtg=25e3; % Tunghet armerad betong N/m3
Q=10.8*10^3*b; % Variabel utbredd last, ekv.6.10b N/m
gammag=1.35; % partialkoefficient brottgränstillstånd
ksi=0.89; % reduktionsfaktor, variabel last huvudlast
G=(As*gs+Abtg*gbtg)*gammag*ksi; %Egentyngd betongplatta N/m
W=Q+G; % Total utbredd last
P=810e3; % Variabel punktlast, ekv. 6.10b N
d=0.174; % m, avstånd till armering
theta=45*2*pi/360; % bestämmer spricklutning
ls=0.265;
xcrit=(ls/2)+(0.9*d*cot(theta)); %en spricklängd ut från städ
```

```
%=====
```

```
% Punktlast varierar i ytterfack
```

```
n=100;
```



```

x=linspace((L-xcrit),(L-2*d),n); %antal punkter punktlasten verkar i
a=[0 0 0]; %startvärde för loop
for i=1:n
    %EKVATION ENLIGT EL. FALL, VINKELÄNDRINGSMETODEN
    %=====
    A=[(2*L)/3 L/6;
        L/6 (2*L)/3];
    B=[(-1/12)*W*L^3 - P*((x(i)*L)/6)*(1-((x(i)^2)/(L^2)));
        (-1/12)*W*L^3];
    c=A\B;%lösninga av ekvationssystem

    %Loop för avgöra om moment över första tvärbalk
    %eller över andra tvärbalk är störst.
    % c=[ Moment över första tvärbalk;
    %      Moment över andra tvärbalk ]

    if abs(c(1))>abs(c(2))
        faktor=1;%Momentet vid första tvärbalken är störst
    else
        faktor=2;%Momentet vid andra tvärbalken är störst
    end

    b=[c(1) c(2) L-x(i)];

    f(i,1:3)=[c(1) c(2) L-x(i)];

%Loop för att avgöra om gällande värde är större än alla tidigare värden
%om ja så ersätts vektorn a dvs det hittills tidigaste värdet med nuvarande
%värde

    if abs(c(faktor))>abs(a(1));
        if abs(c(faktor))>abs(a(2));
            a=b;
        else
            end
    else
        end
end

%Reaktionskrafter vid stöd som effekt av stödmomenten

```

```

Ra=(c(1)/L) + P*(x(i)/L)+W*0.5*L;
Rbv=(-c(1)/L) + P*((L-x(i))/L)+W*0.5*L;

x1=xcrit; % Kritiskt snitt en spricklängd ifrån stöd

%Beräkning av tvärkraft
%=====

%=====
% % % Snitt I, 0<x<(L-x(i))
%=====

Vx1=-Ra+W*x1; %Ekvation för tvärkraften en spricklängd från stöd
Vx1=(abs(Vx1)) ;

%Reducerad tvärkraft
VEDRED=(Vx1-W*((2*d-x1)^2)/(4*d)-P*(1-(L-x(i))/(2*d)));
%Reducerad tvärkraft, tvärkraft, position enligt bärande konstruktioner
%(B6-2)
vedred(i,1:3)=[VEDRED Vx1 L-x(i)];
maxvedred(i,1,1)=max(vedred(:,1));

maxmaxvedred=max(maxvedred); %Maximal reducerad tvärkraft

end

%lägger maximal tvärkraft och dess position i en vektor
d=find(maxmaxvedred==vedred(:,1));

pos=vedred(d,3);

disp(sprintf('Maximala reducerad tvärkraft för stöd 1 är %d kN \n och
punktlasten har positionen %d m',maxmaxvedred*10^-3,pos))

```

Maximala reducerad tvärkraft för stöd 3 är 7.646043e+02 kN

och punktlasten har positionen 3.480000e-01 m


```

% Punktlast varierar i yttre fack

n=100;

x=linspace((2*d),(xcrit),n); %antal punkter punktlasten verkar i

a=[0 0 0]; %startvärde för loop

for i=1:n

    %EKVATION ENLIGT EL. FALL, VINKELÄNDRINGSMETODEN
    %=====

    A=[(2*L)/3    L/6;
        L/6      (2*L)/3];

    B=[(-1/12)*W*L^3 - P*((x(i)*L)/6)*(1-((x(i)^2)/(L^2)));
        (-1/12) *W *L^3];

    c=A\B;%lösning av ekvationssystem

        %Loop för avgöra om moment över första tvärbalk
        %eller över andra tvärbalk är störst.
        % c=[ Moment över första tvärbalk;
        %      Moment över andra tvärbalk ]

    if abs(c(1))>abs(c(2))
        faktor=1;%Momentet vid första tvärbalken är störst
    else
        faktor=2;%Momentet vid andra tvärbalken är störst
    end

    b=[c(1) c(2) L-x(i)];

    f(i,1:3)=[c(1) c(2) L-x(i)];

%Loop för att avgöra om gällande värde är större än alla tidigare värden
%om ja så ersätts vektorn a dvs det hittills tidigaste värdet med nuvarande
%värdet.

    if abs(c(faktor))>abs(a(1));
        if abs(c(faktor))>abs(a(2));
            a=b;
        else
            end
    else
        end
end

```

```

%Reaktionskrafter vid stöd som effekt av stödmomenten

Ra=(c(1)/L) + P*(x(i)/L)+W*0.5*L;
Rbv=(-c(1)/L) + P*((L-x(i))/L)+W*0.5*L;

%Beräkning av tvärkraft
%=====

%=====
% %Snitt II, (L-x(i)<x<L
%=====

x2=(L-xcrit) ;%kritiskt snitt en spricklängd från första tvärbalken

Vx2=Rbv-W*(L-x2);
%Reducerad tvärkraft, tvärkraft, position enligt bärande konstruktioner
%(B6-2)
vedred(i,1:3)=[(Vx2-W*((2*d-xcrit)^2)/(4*d)-P*(1-((x(i))/(2*d)))) Vx2 L-
x(i)];
vedred=abs(vedred);
maxvedred(i,1,1)=max(vedred(:,1));
maxmaxvedred=max(maxvedred) ; %Maximal reducerad tvärkraft

end

d=find(maxmaxvedred==vedred(:,1));
pos=vedred(d,3);
format long

disp(sprintf('Maximala reducerad tvärkraft för stöd 2 är %d kN \n och
punktlasten har positionen %d m',maxmaxvedred*10^-3,pos))

```

Maximala reducerad tvärkraft för stöd 3 är 8.609192e+02 kN

och punktlasten har positionen 3.352000e+00 m


```

n=100; %antal punkter punktlasten verkar i

a=[0 0 0]; %startvärde för loop

x=linspace(2*d,xcrit,n);

for i=1:n

    X=L-x(i); %a-värde från elementarfall

    %EKVATION ENLIGT EL. FALL, VINKELÄNDRINGSMETODEN
    %=====

    A=[(2*L)/3    L/6;
        L/6      (2*L)/3];

    B=[(-1/12)*W*L^3 - P*((x(i)*L)/6)*(1-((x(i)^2)/(L^2)))
        (-1/12)*W*L^3 - P*((X*L)/6)*(1-((X^2)/(L^2)))]];

    c=A\b; %lösning av ekvationssystem

    %Loop för avgöra om moment över första tvärbalk eller över andra
    %tvärbalk är störst
    % c=[ Moment över första tvärbalk;
    %     Moment över andra tvärbalk ]

    if abs(c(1))>abs(c(2))
        faktor=1; %Momentet vid första tvärbalken är störst
    else
        faktor=2; %Momentet vid andra tvärbalken är störst
    end

    b=[c(1) c(2) L-x(i)];

    f(i,1:3)=[c(1) c(2) L-x(i)];

    %Loop för att avgöra om gällande värde är större än alla tidigare värden
    %om ja så ersätts vektorn a dvs det hittills tidigaste värdet med nuvarande
    %värde

    if abs(c(faktor))>=abs(a(1));
        if abs(c(faktor))>=abs(a(2));
            a=b;
        else
            end
end

```

```

else
end

%Reaktionskrafter vid stöd som effekt av stödmomenten

Rbh=(-c(1))/L +c(2)/L+(P*x(i))/L+W*0.5*L ; %
Rcv= c(1)/L - c(2)/L+ (P*((L-x(i)))/L)+W*0.5*L; %

%Beräkning av tvärkraft
%=====

%=====
% %Snitt II, (L-x(i)<x<L
%=====

x2=(L-xcrit) ; %Kritiskt snitt en spricklängd från stöd

Vx2=Rcv-W*(L-x2);
%Reducerad tvärkraft, tvärkraft, position enligt bärande
%konstruktioner (B6-2)
vedred(i,1:3)=[(Vx2-W*((2*d-xcrit)^2)/(4*d)-P*(1-((x(i))/(2*d)))) Vx2
L-x(i)];
vedred=abs(vedred);
maxvedred(i,1,1)=max(vedred(:,1));
maxmaxvedred=max(maxvedred); %Maximal reducerad tvärkraft

end

%lägger maximal tvärkraft och dess position i en vektor
d=find(maxmaxvedred==vedred(:,1));

pos=vedred(d,3);

format long

disp(sprintf('Maximala reducerad tvärkraft för stöd 3 är %d kN \n och
punktlasten har positionen %d m',maxmaxvedred*10^-3,pos))

```

Maximala reducerad tvärkraft för stöd 3 är 8.389116e+02 kN

och punktlasten har positionen 3.352000e+00 m

Bilaga C - Betongplatta

Innehållsförteckning

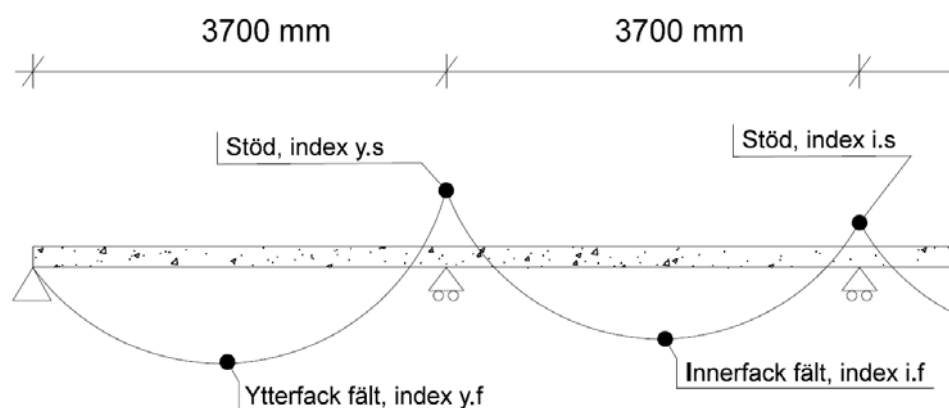
1. Dimensionering av betongplattan	sid. 2
1.1 Dimensionerande moment	
1.2 Dimensionerande tvärkraft	
1.3 Indata	
1.4 Valda dimensioner	
2. Dimensionering av armering för momentkapacitet, brottgränstillstånd	sid. 7
2.1 Dimensionering av armering fält ytterfack	
2.2 Dimensionering av armering stöd ytterfack	
2.3 Dimensionering av armering fält innerfack	
2.4 Dimensionering av armering stöd innerfack	
3. Kontroll av spänningar, bruksgränstillstånd	sid. 17
3.1 Korttidslast	
3.1.1 Kontroll spänningar ytterfack fält	
3.1.2 Kontroll spänningar ytterfack stöd	
3.1.3 Kontroll spänningar innerfack fält	
3.1.4 kontroll spänningar innerfack stöd	
3.2 Långtidslast	
3.2.1 Kryptal	
3.2.2 Krymptal	
3.2.3 Kontroll spänningar ytterfack fält	
3.2.4 Kontroll spänningar ytterfack stöd	
3.2.5 Kontroll spänningar innerfack fält	
3.2.6 kontroll spänningar innerfack stöd	
4. Kontroll av sprickbredd	sid. 34
4.1 Kontroll av sprickbredd ytterfack fält	
4.2 Kontroll av sprickbredd ytterfack stöd	
4.3 Kontroll av sprickbredd innerfack fält	
4.4 Kontroll av sprickbredd innerfack stöd	
5. Kontroll av nedböjning	sid. 37
5.1 Laster	
5.2 Nedböjning	
6. Avkortning av armering	sid. 40
6.1 Förankringslängder	
6.2 Dragkraftsbehov och dragkraftskapacitet	
6.3 Skarvning	
7. Tvärkraftsarmering	sid. 46
7.1 Stöd 1	
7.2 Stöd 2	
7.3 Stöd 3	

1. Dimensionering av betongplattan

Vid dimensionering av betongplattan används modellen enligt Rapport kap 8. Dimensionering av betongplatta. Betongplattan måste dimensioneras så att den klarar av de moment och tvärkrafter den utsätts för. Dessa dimensionerande moment och tvärkrafter har beräknats i Bilaga B - Beräkningsprogram betongplatta och sammanfattats i kap 1.1 (nedan).

Betongplattans höjd sätts pga en begränsad konstruktionshöjd (se i Rapport kap. 2.4 Geometriska kravspecifikationer) på förhand till 0,22 m och vi väljer i alla fall utom i kontroll av nedböjningen att titta på en bredd på 1 m. Det tvärsnittet måste klara de angivna lasterna och därför krävs såväl längsgående armering och tvärkraftsarmering. Kontroller görs även för att säkerställa att spänningar i såväl stål som betong är okej samt att sprickbredd och nedböjning är okej.

1.1 Dimensionerade moment



Beräkningsmodell och beskrivning av index.

Brottgränstillstånd

Momenten är tagna från Bilaga B - Beräkningsprogram betongplatta. Där används en bredd på 3 m. Vid denna dimensionering används en bredd på 1 m, därav divideras momenten med 3.

$$M_{Ed.y.f} := \frac{663.6494}{3} \text{ kN} \cdot \text{m} = 221.216 \text{ kN} \cdot \text{m}$$
$$M_{Ed.y.s} := \frac{-383.6442}{3} \text{ kN} \cdot \text{m} = -127.881 \text{ kN} \cdot \text{m}$$
$$M_{Ed.i.f} := \frac{543.4079}{3} \text{ kN} \cdot \text{m} = 181.136 \text{ kN} \cdot \text{m}$$
$$M_{Ed.i.s} := \frac{-316.1240}{3} \text{ kN} \cdot \text{m} = -105.375 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Bruksgränstillstånd, korttid

Momenten är tagna från Bilaga B - Beräkningsprogram betongplatta. Där används en bredd på 3 m. Vid denna dimensionering används en bredd på 1 m, därav divideras momenten med 3.

$$M_{k.y.f} := \frac{446.5787}{3} \text{ kN} \cdot \text{m} = 148.86 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{k.y.s} := -\frac{261.0098}{3} \text{ kN} \cdot \text{m} = -87.003 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{k.i.f} := \frac{363.5830}{3} \text{ kN} \cdot \text{m} = 121.194 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{k.i.s} := \frac{-215.9963}{3} \text{ kN} \cdot \text{m} = -71.999 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Bruksgränstillstånd, långtid

Momenten är tagna från bilaga B - Beräkningsprogram betongplatta. Där används en bredd på 0.5 m. Vid denna dimensionering används en bredd på 1 m, därav multipliceras momenten med 2.

$$M_{l.y.f} := 4.0632 \cdot 2 \text{ kN} \cdot \text{m} = 8.1264 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{l.y.s} := -5.0790 \cdot 2 \text{ kN} \cdot \text{m} = -10.158 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{l.i.f} := 1.2697 \cdot 2 \text{ kN} \cdot \text{m} = 2.5394 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{l.i.s} := -5.0790 \cdot 2 \text{ kN} \cdot \text{m} = -10.158 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

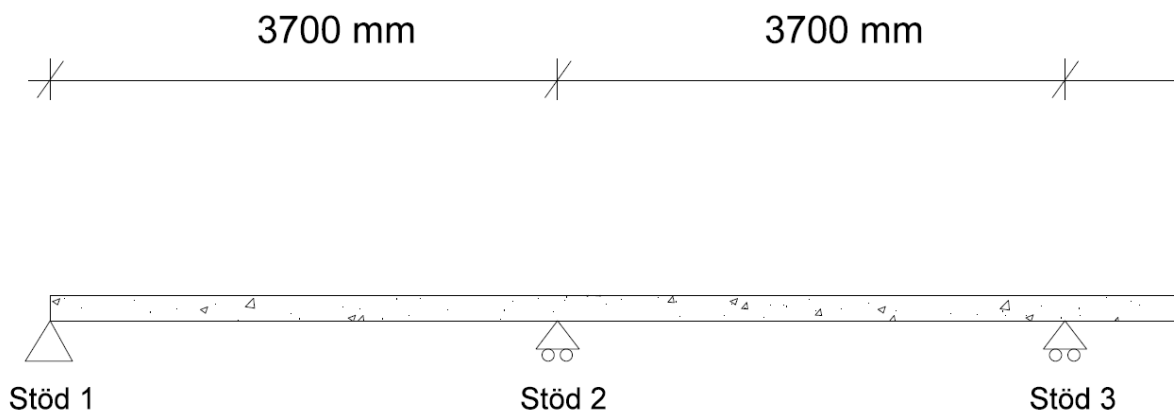
Moment nedböjning

Momenten är tagna från Bilaga B - Beräkningsprogram betongplatta. Där används en bredd på 16,5 m.

$$M_{nedb.y.f} := 641.24 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{nedb.y.s} := -432.08 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

1.2 Dimensionerande tvärkraft



Beräkningsmodell och beskrivning av index.

Brottgränstillstånd

Tvärkrafterna är tagna från Bilaga B - Beräkningsprogram betongplatta. Där används en bredd på 3 m. Vid denna dimensionering används en bredd på 1 m, därav divideras tvärkrafterna med 3.

$$V_{Ed.stöd1} := \frac{892.2005}{3} \text{ kN} = 297.4 \text{ kN}$$

$$V_{Ed.stöd2} := \frac{933.3008}{3} \text{ kN} = 311.1 \text{ kN}$$

$$V_{Ed.stöd3} := \frac{912.7506}{3} \text{ kN} = 304.25 \text{ kN}$$

Reducerad tvärkraft för last nära stöd

De reducerade tvärkrafterna är tagna från Bilaga B - Beräkningsprogram betongplatta. Där används en bredd på 3 m. Vid denna dimensionering används en bredd på 1 m, därav divideras de reducerade tvärkrafterna med 3.

$$V_{Ed.red.stöd1} := \frac{764.6043}{3} \text{ kN} = 254.868 \text{ kN}$$

$$V_{Ed.red.stöd2} := \frac{860.9192}{3} \text{ kN} = 286.973 \text{ kN}$$

$$V_{Ed.red.stöd3} := \frac{838.9116}{3} \text{ kN} = 279.637 \text{ kN}$$

1.3 Indata

Val av betongklass

Erforderlig exponeringsklass XD1 ger ett största tillåtna vattencementtal, $v_{ct_{ekv}} = 0,4$.

Detta ger en erforderlig tryckhållfasthet (kub)

$$f_{cm.cube} \approx 65 \text{ MPa}$$

SS 137010 (Swedish Standards Institute, 2002)

Figur B4.30

(Engström, 2011)

Tryckhållfastheten (cylinder) blir då:

$$f_{cm} = \frac{f_{cm.cube}}{1.2} \approx 54.167 \text{ MPa}$$

ekv. B2-2

(Engström, 2011)

Därav välj betong C50/60

Tabell B2.1

(Engström, 2011)

Betong C50/60

$$f_{ck} := 50 \text{ MPa}$$

Karaktäristisk tryckhållfasthet

Tabell B2.1

(Engström 2011)

$$\gamma_c := 1.5$$

Partielkoefficient för betong, 1,5 för normal last

s. B37

(Engström 2011)

$$\alpha_{cc} := 1.0$$

Nationell parameter, rekommenderat värde

s. B37

(Engström 2011)

$f_{cd} := \alpha_{cc} \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 33.333 \text{ MPa}$	Dimensionerande tryckhållfasthet	ekv. B2-3 (Engström 2011)
$\alpha_{ct} := 1.0$	Rekommenderat nationellt värde	
$f_{ctk0.05} := 2.9 \text{ MPa}$	Undre karakteristiskt värde draghållfasthet	Tabell B2.2 (Engström 2011)
$f_{ctd} := \alpha_{ct} \cdot \frac{f_{ctk0.05}}{\gamma_c} = 1.933 \text{ MPa}$	Dimensionerande draghållfasthet	ekv. B2-10 (Engström 2011)
$f_{ctm} := 4.1 \text{ MPa}$	Karaktäristisk draghållfasthet	Tabell B2.2 (Engström 2011)
$f_{cm} := f_{ck} + 8 \text{ MPa} = 58 \text{ MPa}$	Betongens medelhållfasthet vid 28 dygns ålder	s. B54 (Engström 2011)
$E_{cm} := 37 \text{ GPa}$		Tabell B2.3 (engström 2011)
$d_g := 32 \text{ mm}$	Största stenstorleken i ballasten	
$k_{1.arm} := 1.0$	Nationell parameter, rekommenderat värde	s. B121 (Engström 2011)
$k_{2.arm} := 5 \text{ mm}$	Nationell parameter, rekommenderat värde	s. B121 (Engström 2011)
$\varepsilon_{cu} := 3.5 \cdot 10^{-3}$		Tabell B2.4 (Engström 2011)
$\beta := 0.416$		Tabell B5.3 (Engström 2011)
$\alpha := 0.81$		Tabell B5.3 (Engström 2011)
$k_1 := 0.8$		Samtliga faktorer $k_1 - k_2$ från s. B293 (Engström 2011)
$k_2 := 0.5$		
$k_3 := 3.4$		
$k_4 := 0.425$		
$k_t := 0.4$	Långtidslast	s. B297 (Engström 2011)
Armering Ks 600S $\phi 16$		
$f_{yk} := 600 \text{ MPa}$	Karakteristisk flytgräns	Tabell S2.11 (Engström 2011)
$\gamma_s := 1.15$	Partialkoefficient, normal last	s. B59 (Engström 2011)
$f_{yd} := \frac{f_{yk}}{1.15} = 521.739 \text{ MPa}$		ekv. B2-25 (Engström 2011)
$E_s := 200 \text{ GPa}$		ekv. B2-26 (Engström 2011)

1.4 Valda dimensioner

Betongen

$b := 1 \text{ m}$ Tittar på betongplattan i tvärsnitt per meter

$h := 0.22 \text{ m}$ Betongplattans höjd

$A_c := b \cdot h = 0.22 \text{ m}^2$ Tvärsnittets area

$b_{tot} := 16.5 \text{ m}$ Betongplattans totala bredd

$cc := 3.7 \text{ m}$ Centrumavstånd mellan hängare

$l_s := 265 \text{ mm}$ Bredd upplag

Tvärkraftsarmering

$\phi_{sw} := 8 \text{ mm}$

Mer dimensioner på tvärkraftsarmering dimensioneras i kap. 7.

Armeringen (Längsgående)

$\phi_s := 16 \text{ mm}$ Armeringens diameter

$c_{min.b} := \text{if } \phi_s > 10 \text{ mm} \mid = 0.016 \text{ m}$
 $\quad \parallel \phi_s$
 $\quad \text{else}$
 $\quad \parallel 10 \text{ mm}$

$c_{min} := 20 \text{ mm}$ exponeringsklass XD1, vct=0,40, L100 SS 137010

$\Delta c_{dev} := 10 \text{ mm}$ Nationell parameter ekv. B4-26 (Engström 2011)

$c_{nom} := \max(c_{min.b}, c_{min}) + \Delta c_{dev} = 30 \text{ mm}$

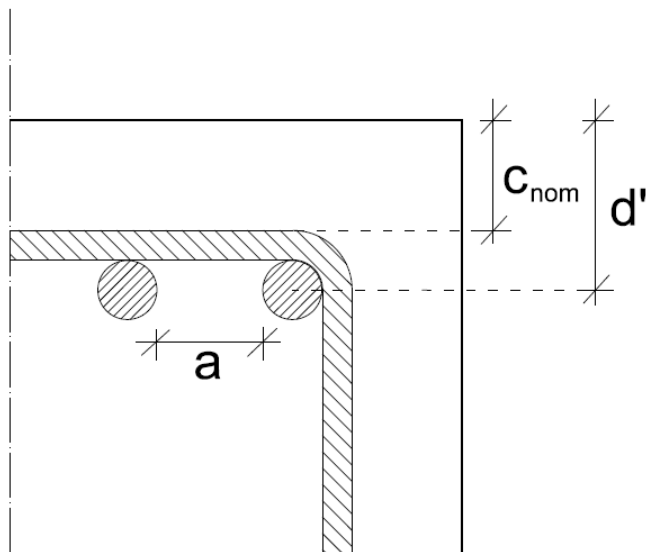
$d' := c_{nom} + \phi_{sw} + \frac{\phi_s}{2} = 0.046 \text{ m}$ Avstånd från Överkant betong till övre armeringslagret

$d := h - d' = 0.174 \text{ m}$ Avstånd från Överkant betong till undre armeringslagret

$a := \max(k_{1.arm} \cdot \phi_s, d_g + k_{2.arm}, 20 \text{ mm}) = 37 \text{ mm}$ Minsta fria avstånd mellan stänger ekv. B4-27 (Engström)

$A_{si} := \pi \cdot \frac{\phi_s^2}{4} = (2.011 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^2$ Areal, en stång, underkant

$A'_{si} := A_{si}$ Areal, en stång, överkant



2. Dimensionering för momentkapacitet, brottgränstillstånd

Vid dimensioneringen av erforderlig längsgående armering används den beskrivna modellen i kap. 1 Där kontrollerar vi fyra stycken olika punkter där momentkurvan når högsta värden (se bild).

Nedan följer beräkningar för övre och undre gränser av stänger per rad n_{max} samt n_{min} . Även minsta och största tillåtna mängd dragen armering tas fram för senare kontroller.

Maximalt antal stänger per meter

$$n_{max} := \text{Floor} \left(\frac{\left(\frac{b_{tot} - a}{a + \phi_s} \right) \cdot m}{b_{tot}}, 1 \right) = 18$$

Minimalt antal stänger per meter

$$n_{min} := 8$$

pga tvärkraftsarmering, se kap 7. nedan.

Minsta tillåtna mängd dragen armering

$$A_{s,min} := \text{if } 0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d < 0.0013 \cdot b \cdot d \mid = 0.0003091 \text{ m}^2$$

$$\begin{array}{l} \parallel 0.0013 \cdot b \cdot d \\ \text{else} \\ \parallel 0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d \end{array}$$

Största tillåtna mängd dragen armering

$$A_{s,max} := 0.04 \cdot A_c = 0.0088 \text{ m}^2$$

2.1 Dimensionering av armering fält ytterfack

Approximativt dragarmeringsbehov

$$A_{s,erforderlig} := \frac{|M_{Ed,y,f}|}{f_{yd} \cdot 0.9 \cdot d} = 0.00271 \text{ m}^2$$

ekv. B4-16
(Engström 2011)

$$n := \text{Ceil} \left(\frac{A_{s,erforderlig}}{A_{si}}, 1 \right) = 14$$

OBS! Korrigering map. spänningsberäkningar i bruksgränstillstånd korttid (se kap 3.1.1 nedan) där tryckspänningarna i betongen blir för höga i ovankant vid $n=14$. Därför väljs:

$$n := 17$$

Kontroll att armeringen får plats på en rad

$$\begin{array}{l} \text{if } n_{min} \leq n \leq n_{max} \\ \quad \parallel \text{ "OK" } \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "inte OK" } \end{array} \quad \left| \begin{array}{l} = \text{ "OK" } \\ \\ \\ \end{array} \right.$$

$$A_s := A_{si} \cdot n = 0.00342 \text{ m}^2$$

Uppskattat värde tryckarmeringsbehov

$$n' := n_{min} = 8$$

$$A'_s := A'_{si} \cdot n' = 0.002 \text{ m}^2$$

Antagande:

- Tryckzonen ligger mellan övre och undre armeringslagren, dvs mellan d och d' .
- Armering underkant flyter.
- Armering underkant flyter inte.

$$f(x) := \alpha \cdot f_{cd} \cdot b \cdot x + E_s \cdot \left(\frac{x-d'}{x} \cdot \varepsilon_{cu} \right) \cdot A'_s - f_{yd} \cdot A_s \quad (\text{kraftjämvikt})$$

$$x_0 := 0.1 \text{ m}$$

$$x := \text{root}(f(x_0), x_0) = 0.05763 \text{ m}$$

Kontroll antagande tryckzon

```

if  $d' < x < d$  | = "OKEJ"
|| "OKEJ"
else
|| "Inte OKEJ"

```

Kontroll minsta och största mängd dragen armering

```

if  $A_{s.min} < A_s < A_{s.max}$  | = "OKEJ"
|| "OKEJ"
else
|| "Inte OKEJ"

```

Kontroll antagande armering

$$\varepsilon_s := \frac{d-x}{x} \cdot \varepsilon_{cu} = 0.0071$$

```

antagande1 := if  $\varepsilon_s > \frac{f_{yd}}{E_s}$  | = "OKEJ"

```

```

|| "OKEJ"
else
|| "Inte OK"

```

$$\varepsilon'_s := \frac{x-d'}{x} \cdot \varepsilon_{cu} = 0.0007$$

```

antagande2 := if  $\varepsilon'_s < \frac{f_{yd}}{E_s}$  | = "OKEJ"

```

```

|| "OKEJ"
else
|| "Inte OK"

```

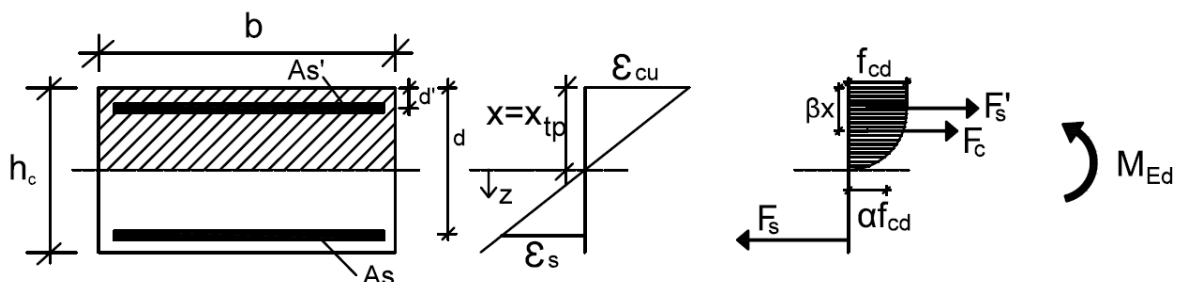
Kontroll segt verkningsätt

```

if  $x \leq 0.35 \cdot d$  | = "OKEJ"
|| "OKEJ"
else
|| "Inte OKEJ"

```

ekv. B5-22
(Engström 2011)



Momentkapacitet för balken

$$M_{Rd,y,f} := \alpha \cdot f_{cd} \cdot b \cdot x \cdot (d - \beta \cdot x) + E_s \cdot \left(\frac{x - d'}{x} \cdot \varepsilon_{cu} \right) \cdot A'_s \cdot (d - d') = 262.539 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Kontroll Momentkapacitet

$$\begin{array}{l} \text{if } M_{Rd,y,f} > |M_{Ed,y,f}| = \text{“OKEJ”} \\ \quad \parallel \text{“OKEJ”} \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{“Inte OKEJ”} \end{array}$$

$$Utnyttjandegrad := \frac{|M_{Ed,y,f}|}{M_{Rd,y,f}} = 0.843$$

2.2 Dimensionering av armering stöd ytterfack

Approximativt dragarmeringsbehov

$$A_{s,erforderlig} := \frac{|M_{Ed,y,s}|}{f_{yd} \cdot 0.9 \cdot d} = 0.00157 \text{ m}^2$$

ekv. B4-16
(Engström 2011)

$$n' := \text{Ceil} \left(\frac{A_{s,erforderlig}}{A_{si}}, 1 \right) = 8$$

Kontroll att armeringen får plats på en rad

$$\begin{array}{l} \text{if } n_{min} \leq n' \leq n_{max} = \text{“OK”} \\ \quad \parallel \text{“OK”} \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{“inte OK”} \end{array}$$

$$A'_s := A'_{si} \cdot n' = 0.00161 \text{ m}^2$$

Uppskattat värde tryckarmeringsbehov

$$n := n_{min} = 8$$

$$A_s := A_{si} \cdot n = 0.002 \text{ m}^2$$

Antagande:

- Tryckzonen ligger under bägge armeringslagren, dvs. all armering är dragen.
- Dragarmeringen överkant flyter.
- Dragarmering underkant flyter inte.

$$f(x) := \alpha \cdot f_{cd} \cdot b \cdot x - E_s \cdot \left(\frac{d' - x}{x} \cdot \varepsilon_{cu} \right) \cdot A_s - f_{yd} \cdot A'_s \quad (\text{kraftjämvikt})$$

$$x_0 := 0.1 \text{ m}$$

$$x := \text{root}(f(x_0), x_0) = 0.03881 \text{ m}$$

Kontroll antagande tryckzon

$$\begin{array}{l|l} \text{if } x < d' & = \text{"OKEJ"} \\ \parallel \text{"OKEJ"} & \\ \text{else} & \\ \parallel \text{"Inte OKEJ"} & \end{array}$$

Kontroll minsta och största mängd dragen armering

$$\begin{array}{l|l} \text{if } A_{s.min} < (A_s + A'_s) < A_{s.max} & = \text{"OKEJ"} \\ \parallel \text{"OKEJ"} & \\ \text{else} & \\ \parallel \text{"Inte OKEJ"} & \end{array}$$

Kontroll antagande armering

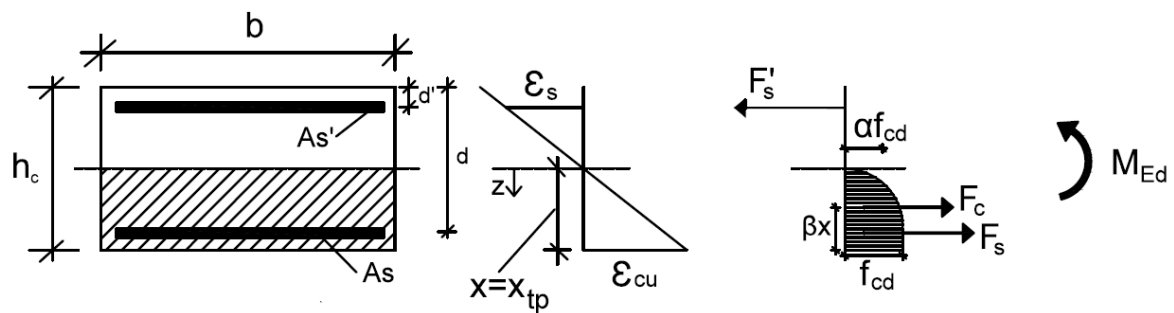
$$\begin{array}{l} \varepsilon'_s := \frac{d - x}{x} \cdot \varepsilon_{cu} = 0.0122 \end{array} \quad \begin{array}{l|l} \text{antagande1} := \text{if } \varepsilon'_s \geq \frac{f_{yd}}{E_s} & = \text{"OKEJ"} \\ \parallel \text{"OKEJ"} & \\ \text{else} & \\ \parallel \text{"Inte OK"} & \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \varepsilon_s := \frac{d' - x}{x} \cdot \varepsilon_{cu} = 0.0006 \end{array} \quad \begin{array}{l|l} \text{antagande2} := \text{if } \varepsilon_s < \frac{f_{yd}}{E_s} & = \text{"OKEJ"} \\ \parallel \text{"OKEJ"} & \\ \text{else} & \\ \parallel \text{"Inte OK"} & \end{array}$$

Kontroll segt verkningsätt

$$\begin{array}{l|l} \text{if } x \leq 0.35 \cdot d & = \text{"OKEJ"} \\ \parallel \text{"OKEJ"} & \\ \text{else} & \\ \parallel \text{"Inte OKEJ"} & \end{array}$$

ekv. B5-22
(Engström 2011)



Momentkapacitet för balken

$$M_{Rd} := \alpha \cdot f_{cd} \cdot b \cdot x \cdot (d - \beta \cdot x) - E_s \cdot \left(\frac{x - d'}{x} \cdot \varepsilon_{cu} \right) \cdot A_s \cdot (d - d') = 192.112 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Kontroll Momentkapacitet

```

if  $M_{Rd} > |M_{Ed.y.s}|$  = "OKEJ"
  || "OKEJ"
else
  || "Inte OKEJ"

```

$$Utnyttjandegrad := \frac{|M_{Ed.y.s}|}{M_{Rd}} = 0.666$$

2.3 Dimensionering av armering fält innerfack

Approximativt dragarmeringsbehov

$$A_{s.erf} := \frac{|M_{Ed.i.f}|}{f_{yd} \cdot 0.9 \cdot d} = 0.00222 \text{ m}^2$$

ekv. B4-16
(Engström 2011)

$$n := \text{Ceil} \left(\frac{A_{s.erf}}{A_{si}}, 1 \right) = 12$$

Kontroll att dragarmeringen får plats i en rad

```

if  $n_{min} \leq n \leq n_{max}$  = "OK"
  || "OK"
else
  || "inte OK"

```

$$A_s := A_{si} \cdot n = 0.00241 \text{ m}^2$$

Uppskattat värde tryckarmeringsbehov

$$n' := n_{min} = 8$$

$$A'_s := A'_{si} \cdot n' = 0.002 \text{ m}^2$$

Antagande:

- Tryckzonen ligger mellan övre och undre armeringslagren, dvs mellan d och d' .
- Dragarmeringen flyter.
- Tryckarmeringen flyter inte.

$$f(x) := \alpha \cdot f_{cd} \cdot b \cdot x + E_s \cdot \left(\frac{x-d'}{x} \cdot \varepsilon_{cu} \right) \cdot A'_s - f_{yd} \cdot A_s \quad (\text{kraftjämvikt})$$

$$x_0 := 0.1 \text{ m}$$

$$x := \text{root}(f(x_0), x_0) = 0.04633 \text{ m}$$

Kontroll antagande tryckzon

$$\begin{array}{l|l} \text{if } d' < x < d & = \text{“OKEJ”} \\ \parallel \text{“OKEJ”} & \\ \text{else} & \\ \parallel \text{“Inte OKEJ”} & \end{array}$$

Kontroll minsta och största mängd dragen armering

$$\begin{array}{l|l} \text{if } A_{s,min} < A_s < A_{s,max} & = \text{“OKEJ”} \\ \parallel \text{“OKEJ”} & \\ \text{else} & \\ \parallel \text{“Inte OKEJ”} & \end{array}$$

Kontroll antagande armering

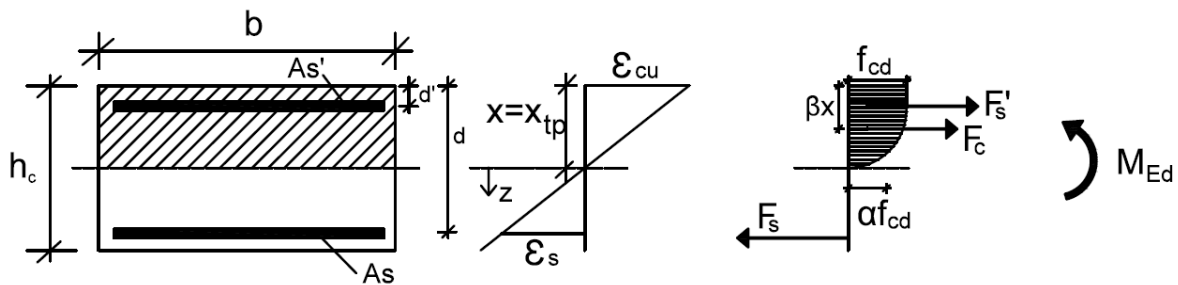
$$\begin{array}{l} \varepsilon_s := \frac{d-x}{x} \cdot \varepsilon_{cu} = 0.0096 \end{array} \quad \begin{array}{l|l} \text{antagande1} := \text{if } \varepsilon_s > \frac{f_{yd}}{E_s} & = \text{“OKEJ”} \\ \parallel \text{“OKEJ”} & \\ \text{else} & \\ \parallel \text{“Inte OK”} & \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \varepsilon'_s := \frac{x-d'}{x} \cdot \varepsilon_{cu} = 2.4772 \cdot 10^{-5} \end{array} \quad \begin{array}{l|l} \text{antagande2} := \text{if } \varepsilon'_s < \frac{f_{yd}}{E_s} & = \text{“OKEJ”} \\ \parallel \text{“OKEJ”} & \\ \text{else} & \\ \parallel \text{“Inte OK”} & \end{array}$$

Kontroll segt verkningsätt

if $x \leq 0.35 \cdot d$ | = "OKEJ"
 || "OKEJ"
 else
 || "Inte OKEJ"

ekv. B5-22
 (Engström 2011)



Momentkapacitet för balken

$$M_{Rd} := \alpha \cdot f_{cd} \cdot b \cdot x \cdot (d - \beta \cdot x) + E_s \cdot \left(\frac{x - d'}{x} \cdot \varepsilon_{cu} \right) \cdot A'_s \cdot (d - d') = 194.562 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Kontroll Momentkapacitet

if $M_{Rd} > M_{Ed.i.f}$ | = "OKEJ"
 || "OKEJ"
 else
 || "Inte OKEJ"

$$Utnyttjandegrad := \frac{|M_{Ed.i.f}|}{M_{Rd}} = 0.931$$

2.4 Dimensionering av armering stöd innerfack

Approximativt armeringsbehov överkant

$$A_{s.erf} := \frac{|M_{Ed.i.s}|}{f_{yd} \cdot 0.9 \cdot d} = 0.00129 \text{ m}^2$$

ekv. B4-16
 (Engström 2011)

$$n' := \text{Ceil} \left(\frac{A_{s.erf}}{A_{si}}, 2 \right) = 8 \quad \text{2 pga jämt antal stänger}$$

Kontroll att dragarmeringen får plats i en rad

if $n_{min} \leq n' \leq n_{max}$ = "OK"
|| "OK"
else
|| "inte OK"

$$A'_s := A'_{si} \cdot n' = 0.00161 \text{ m}^2$$

Uppskattat värde armeringsbehov underkant

$$n := n_{min} = 8$$

$$A_s := A_{si} \cdot n = 0.002 \text{ m}^2$$

Antagande:

- Tryckzonen ligger under bägge armeringslagren, dvs. all armering är dragen.
- Dragarmeringen överkant flyter.
- Dragarmering underkant flyter inte.

$$f(x) := \alpha \cdot f_{cd} \cdot b \cdot x - E_s \cdot \left(\frac{d' - x}{x} \cdot \varepsilon_{cu} \right) \cdot A_s - f_{yd} \cdot A'_s \quad (\text{kraftjämvikt})$$

$$x_0 := 0.1 \text{ m}$$

$$x := \text{root}(f(x_0), x_0) = 0.03881 \text{ m}$$

Kontroll antagande tryckzon

if $x < d'$ = "OKEJ"
|| "OKEJ"
else
|| "Inte OKEJ"

Kontroll minsta och största mängd dragen armering

if $A_{s.min} < (A_s + A'_s) < A_{s.max}$ = "OKEJ"
|| "OKEJ"
else
|| "Inte OKEJ"

Kontroll antagande armering

$$\varepsilon'_s := \frac{d-x}{x} \cdot \varepsilon_{cu} = 0.0122$$

$$\text{antagande1} := \text{if } \varepsilon'_s \geq \frac{f_{yd}}{E_s} \quad = \text{“OKEJ”}$$

|| “OKEJ”
else
|| “Inte OK”

$$\varepsilon_s := \frac{d'-x}{x} \cdot \varepsilon_{cu} = 0.0006$$

$$\text{antagande2} := \text{if } \varepsilon_s < \frac{f_{yd}}{E_s} \quad = \text{“OKEJ”}$$

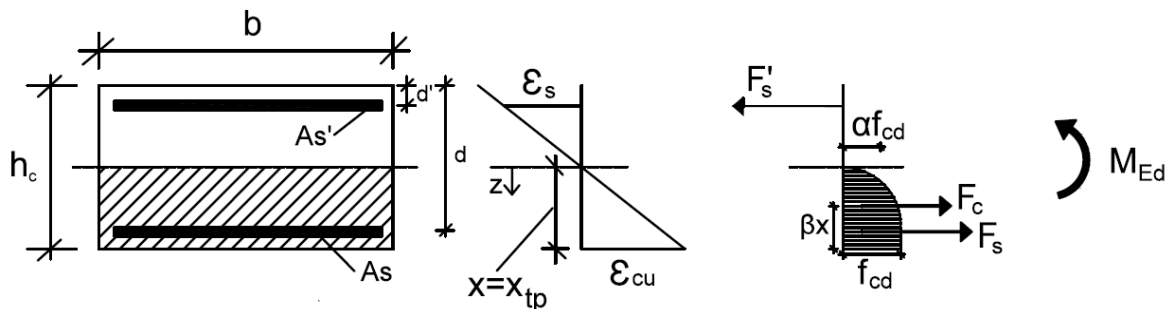
|| “OKEJ”
else
|| “Inte OK”

Kontroll segt verkningsätt

$$\text{if } x \leq 0.35 \cdot d \quad = \text{“OKEJ”}$$

|| “OKEJ”
else
|| “Inte OKEJ”

ekv. B5-22
(Engström 2011)



Momentkapacitet för balken

$$M_{Rd} := \alpha \cdot f_{cd} \cdot b \cdot x \cdot (d - \beta \cdot x) - E_s \cdot \left(\frac{x-d'}{x} \cdot \varepsilon_{cu} \right) \cdot A'_s \cdot (d-d') = 192.112 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Kontroll Momentkapacitet

$$\text{if } M_{Rd} > M_{Ed.i.s} \quad = \text{“OKEJ”}$$

|| “OKEJ”
else
|| “Inte OKEJ”

$$\text{Utnyttjandegrad} := \frac{|M_{Ed.i.s}|}{M_{Rd}} = 0.549$$

2.6 Sammanställning av armeringsinläggning

En förenklad skiss av armeringsinläggningen i våra kontrollpunkter. Vid ändstöd har $n_{min} = 8$ använts.

3. Kontroll av spänningar, bruksgränstillstånd

I bruksgränstillstånd krävs kontroller av spänningar av både långtids- och korttidslaster. De kommer belastas av olika lastfall vilket ger olika moment. Vid spänningskontroll av långtidsspänningarna kommer även långtidseffekter som krypning och krympning att beaktas.

3.1 Korttidslast

För att göra om armeringen till ekvivalent betong krävs en förstoringfaktor α

$$\alpha := \frac{E_s}{E_{cm}} = 5.405$$

Indata till kontroll om tvärsnittet spricker

$$k := \text{if} \left(1.6 - \frac{h}{mm} < 1 \mid = 1 \right. \\ \left. \begin{array}{l} \parallel 1 \\ \text{else} \\ \parallel 1.6 - \frac{h}{mm} \end{array} \right. \mid = 1$$

$$\sigma_{cr} := k \cdot f_{ctm} = 4.1 \text{ MPa}$$

$$I := \frac{b \cdot h^3}{12} = (8.873 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^4$$

$$x_{tp.osprucket} := \frac{h}{2} = 0.11 \text{ m}$$

Kritiskt moment för sprickbildning

$$M_{cr} := \frac{\sigma_{cr} \cdot I}{x_{tp.osprucket}} = 33.073 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

3.1.1 Ytterfack fält

$$A_{s.y.f} := \pi \cdot \left(\frac{\phi_s^2}{4} \right) \cdot 17 = 0.0034181 \text{ m}^2$$

$$A'_{s.y.f} := \pi \cdot \left(\frac{\phi_s^2}{4} \right) \cdot 8 = 0.0016085 \text{ m}^2$$

Kontroll om tvärsnittet spricker

if $|M_{k.y.f}| \geq |M_{cr}|$ | = "Tvärsnittet spricker"
|| "Tvärsnittet spricker"
else
|| "Tvärsnittet spricker inte"

Antagande:

- antag tryckzonen mellan övre och undre armering

Ingen normalkraft vilket ger att $x = x_{tp}$

$$f(x_{tp,y,f}) := b \cdot x_{tp,y,f} \cdot \frac{x_{tp,y,f}}{2} + (\alpha - 1) \cdot A'_{s,y,f} \cdot (x_{tp,y,f} - d) - \alpha \cdot A_{s,y,f} \cdot (d - x_{tp,y,f})$$

$$x_0 := 0.01 \text{ m}$$

ekv. B7-17
(Engström 2011)

$$x_{tp,y,f} := \text{root}(f(x_0), x_0) = 0.062 \text{ m}$$

Kontroll antagande tryckzonen

if $d' < x_{tp,y,f} < d$ | = "Antagande OK"
|| "Antagande OK"
else
|| "Antagande EJ OK"

Tvärsnittskonstanter

$$e_{y,f} := d - x_{tp,y,f} = 0.112 \text{ m} \quad e'_{y,f} := -(x_{tp,y,f} - d) = -0.016 \text{ m}$$

$$A_{II,y,f} := b \cdot x_{tp,y,f} + \alpha \cdot A'_{s,y,f} + \alpha \cdot A_{s,y,f} = 0.09 \text{ m}^2$$

$$I_{II,y,f} := \frac{b \cdot x_{tp,y,f}^3}{3} + (\alpha - 1) \cdot A'_{s,y,f} \cdot e'_{y,f}{}^2 + \alpha \cdot A_{s,y,f} \cdot e_{y,f}{}^2 = (3.13 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^4$$

Kontroll spänning

$$\sigma(z) := \frac{M_{k,y,f}}{I_{II,y,f}} \cdot z$$

Spänningen behöver kontrolleras på tre nivåer, där betongen är tryckt (överkant) samt armering i både under- och överkant.

- Betongspänningen i överkant av betongplattan

$$\sigma(-x_{tp,y,f}) = -29.67 \text{ MPa}$$

```

if  $|\sigma(-x_{tp,y,f})| \leq 0.6 \cdot f_{ck}$  = "OK"
  || "OK"
else
  || "EJ OK"

```

- Stålspänning, armering underkant

Betongspänning undre armeringens nivå

$$\sigma(e_{y,f}) = 53.081 \text{ MPa}$$

Stålspänning i undre armeringens nivå

$$\sigma_s(z) := \alpha \cdot \sigma(e_{y,f}) \qquad \sigma_s(e_{y,f}) = 286.925 \text{ MPa}$$

```

if  $|\sigma_s(e_{y,f})| \leq 0.8 \cdot f_{yk}$  = "OK"
  || "OK"
else
  || "EJ OK"

```

- Stålspänning, armering överkant

Betongspänning övre armeringens nivå

$$\sigma(e'_{y,f}) = -7.793 \text{ MPa}$$

Stålspänning i övre armeringens nivå

$$\sigma'_s(z) := \alpha \cdot \sigma(e'_{y,f}) \qquad \sigma'_s(e'_{y,f}) = -42.125 \text{ MPa}$$

```

if  $|\sigma'_s(e'_{y,f})| \leq 0.8 \cdot f_{yk}$  = "OK"
  || "OK"
else
  || "EJ OK"

```

3.1.2 Ytterfack stöd

$$A_{s,y,s} := \pi \cdot \left(\frac{\phi_s^2}{4}\right) \cdot 8 = 0.0016085 \text{ m}^2$$

$$A'_{s,y,s} := \pi \cdot \left(\frac{\phi_s^2}{4}\right) \cdot 8 = 0.0016085 \text{ m}^2$$

Kontroll om tvärsnittet spricker

```

if  $|M_{k,y,s}| \geq |M_{cr}|$  = "Tvärsnittet spricker"
  || "Tvärsnittet spricker"
else
  || "Tvärsnittet spricker inte"

```

Antagande:

- antag tryckzonen mellan övre och undre armering

Ingen normalkraft vilket ger att $x=x_{tp}$

$$f(x_{tp,y,s}) := b \cdot x_{tp,y,s} \cdot \frac{x_{tp,y,s}}{2} + (\alpha - 1) \cdot A'_{s,y,s} \cdot (x_{tp,y,s} - d') - \alpha \cdot A_{s,y,s} \cdot (d - x_{tp,y,s})$$

$$x_0 := 0.01 \text{ m}$$

ekv. B7-17
(Engström 2011)

$$x_{tp,y,s} := \text{root}(f(x_0), x_0) = 0.047 \text{ m}$$

Kontroll antagande tryckzonen

$$\begin{array}{l|l} \text{if } d' < x_{tp,y,s} < d & = \text{“Antagande OK”} \\ \parallel \text{“Antagande OK”} & \\ \text{else} & \\ \parallel \text{“Antagande EJ OK”} & \end{array}$$

Tvärsnittskonstanter

$$e_{y,s} := x_{tp,y,s} - d' = (8.824 \cdot 10^{-4}) \text{ m} \quad e'_{y,s} := x_{tp,y,s} + d' - h = -0.127 \text{ m}$$

$$A_{II,y,s} := b \cdot x_{tp,y,s} + \alpha \cdot A'_{s,y,s} + \alpha \cdot A_{s,y,s} = 0.064 \text{ m}^2$$

$$I_{II,y,s} := \frac{b \cdot x_{tp,y,s}^3}{3} + (\alpha - 1) \cdot A_{s,y,s} \cdot e_{y,s}^2 + \alpha \cdot A'_{s,y,s} \cdot e'_{y,s}^2 = (1.748 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^4$$

Kontroll spänning

$$\sigma(z) := \frac{M_{k,y,s}}{I_{II,y,s}} \cdot z$$

Spänningen behöver kontrolleras på tre nivåer, där betongen är tryckt (underkant) samt armering i både under- och överkant.

- Betongspänningen i underkant

$$\sigma(x_{tp,y,s}) = -23.328 \text{ MPa}$$

$$\begin{array}{l|l} \text{if } |\sigma(x_{tp,y,s})| \leq 0.6 \cdot f_{ck} & = \text{“OK”} \\ \parallel \text{“OK”} & \\ \text{else} & \\ \parallel \text{“EJ OK”} & \end{array}$$

- Stålspänning, armering underkant

Betongspänning undre armeringens nivå

$$\sigma(e_{y.s}) = -0.439 \text{ MPa}$$

Stålspänning i undre armeringens nivå

$$\sigma_s(z) := \alpha \cdot \sigma(e_{y.s})$$

$$\sigma_s(e_{y.s}) = -2.373 \text{ MPa}$$

```

if  $|\sigma_s(e_{y.s})| \leq 0.8 \cdot f_{yk}$  = "OK"
  || "OK"
else
  || "EJ OK"

```

- Stålspänning, armering överkant

Betongspänning övre armeringens nivå

$$\sigma(e'_{y.s}) = 63.253 \text{ MPa}$$

Stålspänning i övre armeringens nivå

$$\sigma'_s(z) := \alpha \cdot \sigma(e'_{y.s})$$

$$\sigma'_s(e'_{y.s}) = 341.906 \text{ MPa}$$

```

if  $|\sigma'_s(e'_{y.s})| \leq 0.8 \cdot f_{yk}$  = "OK"
  || "OK"
else
  || "EJ OK"

```

3.1.3 Innerfack fält

$$A_{s.i.f} := \pi \cdot \left(\frac{\phi_s^2}{4} \right) \cdot 12 = 0.0024127 \text{ m}^2$$

$$A'_{s.i.f} := \pi \cdot \left(\frac{\phi_s^2}{4} \right) \cdot 8 = 0.0016085 \text{ m}^2$$

Kontroll om tvärsnittet spricker

```

if  $|M_{k.i.f}| \geq |M_{cr}|$  = "Tvärsnittet spricker"
  || "Tvärsnittet spricker"
else
  || "Tvärsnittet spricker inte"

```

Antagande:

- antag tryckzonen mellan övre och undre armering

Ingen normalkraft vilket ger att $x=x_{tp}$

$$f(x_{tp,i,f}) := b \cdot x_{tp,i,f} \cdot \frac{x_{tp,i,f}}{2} + (\alpha - 1) \cdot A'_{s,i,f} \cdot (x_{tp,i,f} - d') - \alpha \cdot A_{s,i,f} \cdot (d - x_{tp,i,f})$$

$$x_0 := 0.01 \text{ m}$$

ekv. B7-17
(Engström 2011)

$$x_{tp,i,f} := \text{root}(f(x_0), x_0) = 0.055 \text{ m}$$

Kontroll antagande tryckzonen

$$\begin{array}{l|l} \text{if } d' < x_{tp,i,f} < d & = \text{"Antagande OK"} \\ \parallel \text{"Antagande OK"} & \\ \text{else} & \\ \parallel \text{"Antagande EJ OK"} & \end{array}$$

Tvärsnittskonstanter

$$e_{i,f} := d - x_{tp,i,f} = 0.119 \text{ m}$$

$$e'_{i,f} := -(x_{tp,i,f} - d') = -0.009 \text{ m}$$

$$A_{II,i,f} := b \cdot x_{tp,i,f} + \alpha \cdot A'_{s,i,f} + \alpha \cdot A_{s,i,f} = 0.076 \text{ m}^2$$

$$I_{II,i,f} := \frac{b \cdot x_{tp,i,f}^3}{3} + (\alpha - 1) \cdot A'_{s,i,f} \cdot e'_{i,f}{}^2 + \alpha \cdot A_{s,i,f} \cdot e_{i,f}{}^2 = (2.407 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^4$$

Kontroll spänningar

$$\sigma(z) := \frac{M_{k,i,f}}{I_{II,i,f}} \cdot z$$

Spänningen behöver kontrolleras på tre nivåer, där betongen är tryckt (överkant) samt armering i både under- och överkant.

- Betongspänningen i överkant av betongplattan

$$\sigma(-x_{tp,i,f}) = -27.529 \text{ MPa}$$

$$\begin{array}{l|l} \text{if } |\sigma(-x_{tp,i,f})| \leq 0.6 \cdot f_{ck} & = \text{"OK"} \\ \parallel \text{"OK"} & \\ \text{else} & \\ \parallel \text{"EJ OK"} & \end{array}$$

- Stålspänning, armering underkant

Betongspänning undre armeringens nivå

$$\sigma(e_{i,f}) = 60.078 \text{ MPa}$$

Stålspänning i undre armeringens nivå

$$\sigma_s(z) := \alpha \cdot \sigma(e_{i,f})$$

$$\sigma_s(e_{i,f}) = 324.746 \text{ MPa}$$

```

if  $|\sigma_s(e_{i,f})| \leq 0.8 \cdot f_{yk}$  = "OK"
  || "OK"
else
  || "EJ OK"

```

- Stålspänning, armering överkant

Betongspänning övre armeringens nivå

$$\sigma(e'_{i,f}) = -4.368 \text{ MPa}$$

Stålspänning i övre armeringens nivå

$$\sigma'_s(z) := \alpha \cdot \sigma(e'_{i,f})$$

$$\sigma'_s(e'_{i,f}) = -23.612 \text{ MPa}$$

```

if  $|\sigma'_s(e'_{i,f})| \leq 0.8 \cdot f_{yk}$  = "OK"
  || "OK"
else
  || "EJ OK"

```

3.1.4 Innerfack stöd

$$A_{s.i.s} := \pi \cdot \left(\frac{\phi_s^2}{4} \right) \cdot 8 = 0.0016085 \text{ m}^2$$

$$A'_{s.i.s} := \pi \cdot \left(\frac{\phi_s^2}{4} \right) \cdot 8 = 0.0016085 \text{ m}^2$$

kontroll om tvärsnittet spricker

```

if  $|M_{k.i.s}| \geq |M_{cr}|$  = "Tvärsnittet spricker"
  || "Tvärsnittet spricker"
else
  || "Tvärsnittet spricker inte"

```

Antagande:

- antag tryckzonen mellan övre och undre armering

Ingen normalkraft vilket ger att x=xtp

$$f(x_{tp.i.s}) := b \cdot x_{tp.i.s} \cdot \frac{x_{tp.i.s}}{2} + (\alpha - 1) \cdot A'_{s.i.s} \cdot (x_{tp.i.s} - d') - \alpha \cdot A_{s.i.s} \cdot (d - x_{tp.i.s})$$

$$x_0 := 0.01 \text{ m}$$

$$x_{tp.i.s} := \text{root}(f(x_0), x_0) = 0.047 \text{ m}$$

if $d' < x_{tp.i.s} < d$	= "Antagande OK"
"Antagande OK"	
else	
"Antagande EJ OK"	

Tvärsnittskonstanter

$$e_{i.s} := x_{tp.i.s} - d' = (8.824 \cdot 10^{-4}) \text{ m}$$

$$e'_{i.s} := x_{tp.i.s} + d' - h = -0.127 \text{ m}$$

$$A_{II.i.s} := b \cdot x_{tp.i.s} + (\alpha - 1) \cdot A_{s.i.s} + \alpha \cdot A'_{s.i.s} = 0.063 \text{ m}^2$$

$$I_{II.i.s} := \frac{b \cdot x_{tp.i.s}^3}{3} + (\alpha - 1) \cdot A_{s.i.s} \cdot e_{i.s}^2 + \alpha \cdot A'_{s.i.s} \cdot e'_{i.s}^2 = (1.748 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^4$$

Kontroll spänningar

$$\sigma(z) := \frac{M_{k.i.s}}{I_{II.i.s}} \cdot z$$

Spänningen behöver kontrolleras på tre nivåer, där betongen är tryckt (underkant) samt armering i både under- och överkant.

- Betongspänningen i underkant

$$\sigma(x_{tp.i.s}) = -19.305 \text{ MPa}$$

if $ \sigma(x_{tp.i.s}) \leq 0.6 \cdot f_{ck}$	= "OK"
"OK"	
else	
"EJ OK"	

- Stålspänning, armering underkant

Betongspänning undre armeringens nivå

$$\sigma(e_{i.s}) = -0.363 \text{ MPa}$$

Stålspänning i undre armeringens nivå

$$\sigma_s(z) := \alpha \cdot \sigma(e_{i.s})$$

$$\sigma_s(e_{i.s}) = -1.964 \text{ MPa}$$

```

if  $|\sigma_s(e'_{i.s})| \leq 0.8 \cdot f_{yk}$  = "OK"
|| "OK"
else
|| "EJ OK"

```

- Stålspänning, armering överkant

Betongspänning övre armeringens nivå

$$\sigma(e'_{i.s}) = 52.344 \text{ MPa}$$

Stålspänning i övre armeringens nivå

$$\sigma'_s(z) := \alpha \cdot \sigma(e'_{i.s}) \qquad \sigma'_s(e'_{i.s}) = 282.942 \text{ MPa}$$

```

if  $|\sigma'_s(e'_{i.s})| \leq 0.8 \cdot f_{yk}$  = "OK"
|| "OK"
else
|| "EJ OK"

```

3.2 Långtidslast

Liksom i fallet med korttidslast kommer en förstoringfaktor för armeringen α att behövas, dock kommer den påverkas av krypningen så att förstoringfaktorn α_{ef} kommer istället att användas, denna tas fram i kap 3.2.1.

I långtidseffekter kommer även krypkrafter i armeringen att uppstå. Krymptalet ε_{cs} beräknas i kap 3.2.2.

Kritiskt sprickmoment hämtas från kap 3.1 för att kontrollera om tvärsnittet spricker.

Tack vare krypkrafterna som verkar som normalkrafter kommer $x \neq x_{tp}$. Därav kommer en iterationprocess krävas enligt följande steg:

- Gissa en tryckzonshöjd, x
- Beräkna tvärsnittskonstanterna A_{II}, x_{tp}
- hjälpvariablerna e' (avståndet från tvärsnittets tyngdpunkt till armering överkant) samt e (avståndet från tvärsnittets tyngdpunkt till armering underkant). Positiv riktning nedåt.
- Beräkna tvärsnittskonstanten I_{II}
- Kontrollera spänningarna $\sigma(x - x_{tp})$. Om spänningarna inte blir noll. Räkna fram ett nytt x med befintliga tvärsnittskonstanter och gör om itereringsprocessen till $\sigma(x - x_{tp}) < 1 \text{ Pa}$

3.2.1 Krytpal

$$RH := 80\%$$

$$t_0 := 1 \text{ day}$$

$$u := b \cdot 2 = 2 \text{ m}$$

Antaget värde för området

Enligt SS-EN 1994-2, kap. 5.4.2.2

Antaget värde för uttorkningsomkrets i tvärsnittet

$$h_0 := \frac{2 \cdot A_c}{u} = 220 \text{ mm}$$

$$\beta(f_{cm}) := 2.21$$

$$\beta t_0 := 0.91$$

$$\varphi_{RH} := \left(1 + \frac{(1-RH)}{0.1 \cdot \sqrt[3]{\frac{h_0}{\text{mm}}}} \cdot \left(\frac{35}{f_{cm}} \right)^{0.7} \right) \cdot \left(\frac{35}{f_{cm}} \right)^{0.2} = 1.114$$

$$\varphi(\infty, t_0) := \varphi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta t_0 = 2.241$$

$$\alpha_{ef} := \frac{E_s}{E_{cm}} \cdot (1 + \varphi(\infty, t_0)) = 17.518$$

ekv. B2-19

(Engström, 2011)

Tabell B2

(Engström 2011)

Fig B2.20

(Engström, 2011)

s. B54

(Engström, 2011)

ekv. B2-23

(Engström, 2011)

ekv. B7-67

(Engström, 2011)

3.2.2 Krympal

$$k_h := 0.85 - \frac{20}{100} \cdot 0.1 = 0.83$$

Linjär interpolation

Tabell B2.7

(Engström, 2011)

$$\beta_{RH} := 0.756$$

Tabell B2.6

(Engström, 2011)

$$\varepsilon_{cdi} := 0.280 \cdot 10^{-3}$$

Klass N

Tabell B2.5

(Engström, 2011)

$$\varepsilon_{cd}(\infty) := k_h \cdot \beta_{RH} \cdot \varepsilon_{cdi} = 1.757 \cdot 10^{-4}$$

ekv. B2-18

(Engström, 2011)

$$\varepsilon_{ca}(\infty) := 0.10 \cdot 10^{-3}$$

Klass N

Tabell B2.8

(Engström, 2011)

$$\varepsilon_{cs}(\infty) := \varepsilon_{cd}(\infty) + \varepsilon_{ca}(\infty) = 2.757 \cdot 10^{-4}$$

ekv. B2-17

(Engström, 2011)

3.2.3 Kontroll av spänningar i ytterfack fält

$$A_{s,y,f} := \pi \cdot \left(\frac{\phi_s^2}{4} \right) \cdot 17 = 0.0034181 \text{ m}^2$$

$$A'_{s,y,f} := \pi \cdot \left(\frac{\phi_s^2}{4} \right) \cdot 8 = 0.0016085 \text{ m}^2$$

$$F_{cs,y,f} := E_s \cdot \varepsilon_{cs}(\infty) \cdot A_{s,y,f} = 188.468 \text{ kN}$$

$$F'_{cs,y,f} := E_s \cdot \varepsilon_{cs}(\infty) \cdot A'_{s,y,f} = 88.691 \text{ kN}$$

Kontroll om tvärsnittet spricker

$$\begin{array}{l} \text{if } |M_{k,y,f}| \geq |M_{cr}| \\ \quad \left\| \text{“Tvärsnittet spricker”} \right. \\ \text{else} \\ \quad \left\| \text{“Tvärsnittet spricker inte”} \right. \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{if } |M_{k,y,f}| \geq |M_{cr}| \\ \quad \left\| \text{“Tvärsnittet spricker”} \right. \\ \text{else} \\ \quad \left\| \text{“Tvärsnittet spricker inte”} \right.} \right\} = \text{“Tvärsnittet spricker”}$$

Iterering

$$x_{y.f} := 0.0089659 \text{ m}$$

$$A_{II.y.f} := b \cdot x_{y.f} + \alpha_{ef} \cdot A'_{s.y.f} + \alpha_{ef} \cdot A_{s.y.f} = 0.097 \text{ m}^2 \quad \text{s. B235 (Engström, 2011)}$$

$$x_{tp.y.f} := \frac{b \cdot \frac{x_{y.f}^2}{2} + \alpha_{ef} \cdot A'_{s.y.f} \cdot d' + \alpha_{ef} \cdot A_{s.y.f} \cdot d}{A_{II.y.f}} = 0.121 \text{ m} \quad \text{s. B235 (Engström, 2011)}$$

$$e_{y.f} := d - x_{tp.y.f} = 0.053 \text{ m} \quad e'_{y.f} := -(x_{tp.y.f} - d') = -0.075 \text{ m}$$

$$I_{II.y.f} := b \cdot \frac{x_{y.f}^3}{12} + b \cdot x_{y.f} \cdot \left(\frac{x_{y.f}}{2} - x_{tp.y.f} \right)^2 + \alpha_{ef} \cdot A'_{s.y.f} \cdot e'_{y.f}{}^2 + \alpha_{ef} \cdot A_{s.y.f} \cdot e_{y.f}{}^2 = (4.485 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^4$$

s. B236
(Engström, 2011)

Kontroll spänning

$$\sigma(z) := \frac{F_{cs.y.f} + F'_{cs.y.f}}{A_{II.y.f}} + \frac{F_{cs.y.f} \cdot e_{y.f} + F'_{cs.y.f} \cdot e'_{y.f} + M_{l.y.f}}{I_{II.y.f}} \cdot z \quad \text{ekv. B7-74a (Engström, 2011)}$$

$$\sigma(x_{y.f} - x_{tp.y.f}) = 0.245 \text{ Pa}$$

$$x_{ny.1} := \frac{-\left(\frac{F_{cs.y.f} + F'_{cs.y.f}}{A_{II.y.f}} \right)}{\frac{F_{cs.y.f} \cdot e_{y.f} + F'_{cs.y.f} \cdot e'_{y.f} + M_{l.y.f}}{I_{II.y.f}}} + x_{tp.y.f} = 0.0089659 \text{ m}$$

Spänningen behöver kontrolleras på tre nivåer, där betongen är tryckt (överkant) samt armering i både under- och överkant.

- Betongspänningen i överkant av betongplattan

$$\sigma(-x_{tp.y.f}) = -0.228 \text{ MPa}$$

$$\text{if } |\sigma(-x_{tp.y.f})| \leq 0.45 \cdot f_{ck} \text{ = "OK"}$$

|| "OK"

else

|| "EJ OK"

s. B212
(Engström, 2011)

- Stålspänning, armering underkant

Betongspänning undre armeringens nivå

$$\sigma(e_{y.f}) = 4.202 \text{ MPa}$$

Stålspänning i undre armeringens nivå

$$\sigma_s(z) := \frac{-F_{cs,y,f}}{A_{s,y,f}} + \alpha_{ef} \cdot \sigma(e_{y,f}) \quad \sigma_s(e_{y,f}) = 18.474 \text{ MPa} \quad \text{ekv. B7-71 (Engström, 2011)}$$

$$\begin{array}{l} \text{if } |\sigma_s(e_{y,f})| \leq 0.8 \cdot f_{yk} \\ \quad \parallel \text{“OK”} \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{“EJ OK”} \end{array} = \text{“OK”} \quad \text{s. B212 (Engström, 2011)}$$

- Stålspänning, armering överkant

Betongspänning övre armeringens nivå

$$\sigma(e'_{y,f}) = 0.943 \text{ MPa}$$

Stålspänning i övre armeringens nivå

$$\sigma'_s(z) := \frac{-F'_{cs,y,f}}{A'_{s,y,f}} + \alpha_{ef} \cdot \sigma(e'_{y,f}) \quad \sigma'_s(e'_{y,f}) = -38.62 \text{ MPa} \quad \text{ekv. B7-71 (Engström, 2011)}$$

$$\begin{array}{l} \text{if } |\sigma'_s(e'_{y,f})| \leq 0.8 \cdot f_{yk} \\ \quad \parallel \text{“OK”} \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{“EJ OK”} \end{array} = \text{“OK”} \quad \text{s. B212 (Engström, 2011)}$$

3.2.4 Kontroll av spänningar i ytterfack stöd

$$\begin{array}{ll} A_{s,y,s} := \pi \cdot \left(\frac{\phi_s^2}{4}\right) \cdot 8 = 0.0016085 \text{ m}^2 & A'_{s,y,s} := \pi \cdot \left(\frac{\phi_s^2}{4}\right) \cdot 8 = 0.0016085 \text{ m}^2 \\ F_{cs,y,s} := E_s \cdot \varepsilon_{cs}(\infty) \cdot A_{s,y,s} = 88.691 \text{ kN} & F'_{cs,y,s} := E_s \cdot \varepsilon_{cs}(\infty) \cdot A'_{s,y,s} = 88.691 \text{ kN} \end{array}$$

Kontroll om tvärsnittet spricker

$$\begin{array}{l} \text{if } |M_{k,y,s}| \geq |M_{cr}| \\ \quad \parallel \text{“Tvärsnittet spricker”} \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{“Tvärsnittet spricker inte”} \end{array} = \text{“Tvärsnittet spricker”}$$

Iterering

$$x_{y,s} := 0.1021296 \text{ m}$$

$$A_{II.y.s} := b \cdot x_{y.s} + (\alpha_{ef} - 1) \cdot A_{s.y.s} + \alpha_{ef} \cdot A'_{s.y.s} = 0.157 \text{ m}^2 \quad \text{s. B235 (Engström, 2011)}$$

$$x_{tp.y.s} := \frac{b \cdot \frac{x_{y.s}^2}{2} + (\alpha_{ef} - 1) \cdot A_{s.y.s} \cdot d' + \alpha_{ef} \cdot A'_{s.y.s} \cdot d}{A_{II.y.s}} = 0.0722879376 \text{ m} \quad \text{s. B235 (Engström, 2011)}$$

$$e_{y.s} := x_{tp.y.s} - h + d = 0.026 \text{ m} \quad e'_{y.s} := x_{tp.y.s} + d' - h = -0.102 \text{ m}$$

$$I_{II.y.s} := b \cdot \frac{x_{y.s}^3}{12} + b \cdot x_{y.s} \cdot \left(\frac{x_{y.s}}{2} - x_{tp.y.s} \right)^2 + (\alpha_{ef} - 1) \cdot A_{s.y.s} \cdot e_{y.s}^2 + \alpha_{ef} \cdot A'_{s.y.s} \cdot e'_{y.s}^2 = (4.446 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^4$$

s. B236
(Engström, 2011)

Kontroll

$$\sigma(z) := \frac{F_{cs.y.s} + F'_{cs.y.s}}{A_{II.y.s}} + \frac{F_{cs.y.s} \cdot e_{y.s} + F'_{cs.y.s} \cdot e'_{y.s} + M_{l.y.s}}{I_{II.y.s}} \cdot z \quad \text{ekv. B7-74a (Engström, 2011)}$$

$$\sigma(x_{y.s} - x_{tp.y.s}) = 0.475 \text{ Pa}$$

$$x_{ny.2} := \frac{-\left(\frac{F_{cs.y.s} + F'_{cs.y.s}}{A_{II.y.s}} \right)}{\frac{F_{cs.y.s} \cdot e_{y.s} + F'_{cs.y.s} \cdot e'_{y.s} + M_{l.y.s}}{I_{II.y.s}}} + x_{tp.y.s} = 0.10212961 \text{ m}$$

Spänningen behöver kontrolleras på tre nivåer, där betongen är tryckt (underkant) samt armering i både under- och överkant.

- Betongspänningen i underkant av betongplattan

$$\sigma(x_{tp.y.s}) = -1.608 \text{ MPa}$$

$$\text{if } |\sigma(x_{tp.y.s})| \leq 0.45 \cdot f_{ck} \text{ = "OK"}$$

|| "OK"

else

|| "EJ OK"

s. B212
(Engström, 2011)

- Stålspänning, armering underkant

Betongspänning undre armeringens nivå

$$\sigma(e_{y.s}) = 0.135 \text{ MPa}$$

Stålspänning i undre armeringens nivå

$$\sigma_s(z) := \frac{-F_{cs,y.s}}{A_{s,y.s}} + \alpha_{ef} \cdot \sigma(e_{y.s})$$

$$\sigma_s(e_{y.s}) = -52.78 \text{ MPa} \quad \text{ekv. B7-71 (Engström, 2011)}$$

if $|\sigma_s(e_{y.s})| \leq 0.8 \cdot f_{yk}$ = "OK"
 || "OK"
 else
 || "EJ OK"

s. B212
(Engström, 2011)

- Stålspänning, armering överkant

Betongspänning övre armeringens nivå

$$\sigma(e'_{y.s}) = 4.985 \text{ MPa}$$

Stålspänning i övre armeringens nivå

$$\sigma'_s(z) := \frac{-F'_{cs,y.s}}{A'_{s,y.s}} + \alpha_{ef} \cdot \sigma(e'_{y.s})$$

$$\sigma'_s(e'_{y.s}) = 32.18 \text{ MPa} \quad \text{ekv. B7-71 (Engström, 2011)}$$

if $|\sigma'_s(e'_{y.s})| \leq 0.8 \cdot f_{yk}$ = "OK"
 || "OK"
 else
 || "EJ OK"

s. B212
(Engström, 2011)

3.2.5 Kontroll av spänningar i innerfack fält

$$A_{s,i.f} := \pi \cdot \left(\frac{\phi_s^2}{4} \right) \cdot 12 = 0.0024127 \text{ m}^2$$

$$A'_{s,i.f} := \pi \cdot \left(\frac{\phi_s^2}{4} \right) \cdot 8 = 0.0016085 \text{ m}^2$$

$$F_{cs,i.f} := E_s \cdot \varepsilon_{cs}(\infty) \cdot A_{s,i.f} = 133.036 \text{ kN}$$

$$F'_{cs,i.f} := E_s \cdot \varepsilon_{cs}(\infty) \cdot A'_{s,i.f} = 88.691 \text{ kN}$$

Kontroll om tvärsnittet spricker

if $|M_{k,i.f}| \geq |M_{cr}|$ = "Tvärsnittet spricker"
 || "Tvärsnittet spricker"
 else
 || "Tvärsnittet spricker inte"

Iterering:

$$x_{i.f} := -0.22053482 \text{ m}$$

$$A_{II.i.f} := \alpha_{ef} \cdot A'_{s.i.f} + \alpha_{ef} \cdot A_{s.i.f} = 0.07 \text{ m}^2$$

s. B235
(Engström, 2011)

$$x_{tp.i.f} := \frac{\alpha_{ef} \cdot A'_{s.i.f} \cdot d' + \alpha_{ef} \cdot A_{s.i.f} \cdot d}{A_{II.i.f}} = 0.123 \text{ m}$$

s. B235
(Engström, 2011)

$$e_{i.f} := d - x_{tp.i.f} = 0.051 \text{ m}$$

$$e'_{i.f} := -(x_{tp.i.f} - d') = -0.077 \text{ m}$$

$$I_{II.i.f} := \alpha_{ef} \cdot A_{s.i.f} \cdot e_{i.f}^2 + \alpha_{ef} \cdot A'_{s.i.f} \cdot e'_{i.f}^2 = (2.77 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^4$$

s. B236
(Engström, 2011)

Kontroll

$$\sigma(z) := \frac{F_{cs.i.f} + F'_{cs.i.f}}{A_{II.i.f}} + \frac{F_{cs.i.f} \cdot e_{i.f} + F'_{cs.i.f} \cdot e'_{i.f} + M_{l.i.f}}{I_{II.i.f}} \cdot z$$

ekv. B7-74a
(Engström, 2011)

$$\sigma(x_{i.f} - x_{tp.i.f}) = -0.015 \text{ Pa}$$

$$x_{ny.3} := \frac{-\left(\frac{F_{cs.i.f} + F'_{cs.i.f}}{A_{II.i.f}}\right)}{\frac{F_{cs.i.f} \cdot e_{i.f} + F'_{cs.i.f} \cdot e'_{i.f} + M_{l.i.f}}{I_{II.i.f}}} + x_{tp.i.f} = -0.22053482 \text{ m}$$

Spänningen behöver kontrolleras på två nivåer, både under- och överkant.

- Stålspänning, armering underkant

Betongspänning undre armeringens nivå

$$\sigma(e_{i.f}) = 3.617 \text{ MPa}$$

Stålspänning i undre armeringens nivå

$$\sigma_s(z) := \frac{-F_{cs.i.f}}{A_{s.i.f}} + \alpha_{ef} \cdot \sigma(e_{i.f})$$

$$\sigma_s(e_{i.f}) = 8.223 \text{ MPa} \quad \text{ekv. B7-71 (Engström, 2011)}$$

$$\text{if } |\sigma_s(e_{i.f})| \leq 0.8 \cdot f_{yk} \quad \text{=} \text{“OK”}$$

“OK”	
else	
“EJ OK”	

s. B212
(Engström, 2011)

- Stålspänning, armering överkant

Betongspänning övre armeringens nivå

$$\sigma(e'_{i.f}) = 2.444 \text{ MPa}$$

Stålspänning i övre armeringens nivå

$$\sigma'_s(z) := \frac{-F'_{cs.i.f}}{A'_{s.i.f}} + \alpha_{ef} \cdot \sigma(e'_{i.f}) \quad \sigma'_s(e'_{i.f}) = -12.334 \text{ MPa} \quad \text{ekv. B7-71 (Engström, 2011)}$$

$$\begin{array}{l} \text{if } |\sigma'_s(e'_{i.f})| \leq 0.8 \cdot f_{yk} = \text{"OK"} \\ \quad \parallel \text{"OK"} \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{"EJ OK"} \end{array} \quad \text{s. B212 (Engström, 2011)}$$

3.2.6 Kontroll av spänningar i innerfack stöd

$$\begin{array}{ll} A_{s.i.s} := \pi \cdot \left(\frac{\phi_s^2}{4}\right) \cdot 8 = 0.0016085 \text{ m}^2 & A'_{s.i.s} := \pi \cdot \left(\frac{\phi_s^2}{4}\right) \cdot 8 = 0.0016085 \text{ m}^2 \\ F_{cs.i.s} := E_s \cdot \epsilon_{cs}(\infty) \cdot A_{s.i.s} = 88.691 \text{ kN} & F'_{cs.i.s} := E_s \cdot \epsilon_{cs}(\infty) \cdot A'_{s.i.s} = 88.691 \text{ kN} \end{array}$$

Kontroll om tvärsnittet spricker

$$\begin{array}{l} \text{if } |M_{k.i.s}| \geq |M_{cr}| = \text{"Tvärsnittet spricker"} \\ \quad \parallel \text{"Tvärsnittet spricker"} \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{"Tvärsnittet spricker inte"} \end{array}$$

Iterering:

$$\begin{array}{ll} x_{i.s} := 0.1021296 \text{ m} & \\ A_{II.i.s} := b \cdot x_{i.s} + (\alpha_{ef} - 1) \cdot A_{s.i.s} + \alpha_{ef} \cdot A'_{s.i.s} = 0.157 \text{ m}^2 & \text{s. B235 (Engström, 2011)} \\ x_{tp.i.s} := \frac{b \cdot \frac{x_{i.s}^2}{2} + (\alpha_{ef} - 1) \cdot A_{s.i.s} \cdot d' + \alpha_{ef} \cdot A'_{s.i.s} \cdot d}{A_{II.i.s}} = 0.072 \text{ m} & \text{s. B235 (Engström, 2011)} \end{array}$$

$$e_{i.s} := x_{tp.i.s} - d' = 0.026 \text{ m} \quad e'_{i.s} := x_{tp.i.s} + d' - h = -0.102 \text{ m}$$

$$I_{II.i.s} := b \cdot \frac{x_{i.s}^3}{12} + b \cdot x_{i.s} \cdot \left(\frac{x_{i.s}}{2} - x_{tp.i.s}\right)^2 + (\alpha_{ef} - 1) \cdot A_{s.i.s} \cdot e_{i.s}^2 + \alpha_{ef} \cdot A'_{s.i.s} \cdot e'_{i.s}^2 = (4.446 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^4$$

Kontroll

$$\sigma(z) := \frac{F_{cs.i.s} + F'_{cs.i.s}}{A_{II.i.s}} + \frac{F_{cs.i.s} \cdot e_{i.s} + F'_{cs.i.s} \cdot e'_{i.s} + M_{l.i.s}}{I_{II.i.s}} \cdot z \quad \text{ekv. B7-74a (Engström, 2011)}$$

$$\sigma(x_{i.s} - x_{tp.i.s}) = 0.475 \text{ Pa}$$

$$x_{ny,A} := \frac{-\left(\frac{F_{cs,i.s} + F'_{cs,i.s}}{A_{II,i.s}}\right)}{\frac{F_{cs,i.s} \cdot e_{i.s} + F'_{cs,i.s} \cdot e'_{i.s} + M_{l,i.s}}{I_{II,i.s}}} + x_{tp,i.s} = 0.1021296 \text{ m}$$

Spänningen behöver kontrolleras på tre nivåer, där betongen är tryckt (underkant) samt armering i både under- och överkant.

- Betongspänningen i underkant

$$\sigma(x_{tp,i.s}) = -1.608 \text{ MPa}$$

$$\begin{array}{l} \text{if } |\sigma(x_{tp,i.s})| \leq 0.45 \cdot f_{ck} \\ \quad \parallel \text{“OK”} \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{“EJ OK”} \end{array}$$

s. B212
(Engström, 2011)

- Stålspänning, armering underkant

Betongspänning undre armeringens nivå

$$\sigma(e_{i.s}) = 0.135 \text{ MPa}$$

Stålspänning i undre armeringens nivå

$$\sigma_s(z) := \frac{-F_{cs,i.s}}{A_{s,i.s}} + \alpha_{ef} \cdot \sigma(e_{i.s}) \quad \sigma_s(e_{i.s}) = -52.78 \text{ MPa}$$

ekv. B7-71
(Engström, 2011)

$$\begin{array}{l} \text{if } |\sigma_s(e_{i.s})| \leq 0.8 \cdot f_{yk} \\ \quad \parallel \text{“OK”} \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{“EJ OK”} \end{array}$$

s. B212
(Engström, 2011)

- Stålspänning, armering överkant

Betongspänning övre armeringens nivå

$$\sigma(e'_{i.s}) = 4.985 \text{ MPa}$$

Stålspänning i övre armeringens nivå

$$\sigma'_s(z) := \frac{-F'_{cs,i.s}}{A'_{s,i.s}} + \alpha_{ef} \cdot \sigma(e'_{i.s}) \quad \sigma'_s(e'_{i.s}) = 32.18 \text{ MPa}$$

ekv. B7-71
(Engström, 2011)

if $|\sigma'_s(e'_{i.s})| \leq 0.8 \cdot f_{yk} = \text{"OK"}$
 || "OK"
 else
 || "EJ OK"

s. B212
 (Engström, 2011)

4. Kontroll av sprickbredd

Pga. beständighet och utseende finns krav på hur stor sprickbredden en betongplatta får bli. Denna får enligt SS 137010 för vald exponeringsklass XD1, vct 0,40 maximalt vara $w_{k.till} := 0.2 \text{ mm}$. Kontrollerna måste sedan göras för de fyra positionerna ytterfack fält, ytterfack stöd, innerfack fält samt innerfack stöd.

4.1 Kontroll av sprickbredd ytterfack fält

$$x_{y.f} = 0.008966 \text{ m}$$

Tryckzonshöjd från kap 3.2.3. (långtid)

$$\sigma_{s.y.f} := 18.474 \text{ MPa}$$

Stålspänning i undre armeringen från kap 3.2.3. (långtid)

$$A_{s.y.f} := 17 \cdot \pi \cdot \frac{\phi_s^2}{4} = 0.003 \text{ m}^2$$

$$h_{c.ef.y.f} := \min\left(2.5 \cdot (h-d), \frac{(h-x_{y.f})}{3}, \frac{h}{2}\right) = 0.07 \text{ m} \quad \text{ekv. B9-13 (Engström, 2011)}$$

$$A_{ef.y.f} := h_{c.ef.y.f} \cdot b = 0.07 \text{ m}^2$$

$$\rho_{p.ef.y.f} := \frac{A_{s.y.f}}{A_{ef.y.f}} = 0.049 \quad \text{s. B292 (Engström, 2011)}$$

$$s_{r.max.y.f} := k_3 \cdot c_{nom} + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi_s}{\rho_{p.ef.y.f}} = 157.979 \text{ mm} \quad \text{ekv. B9-11 (Engström, 2011)}$$

$$\varepsilon_{cm.y.f} - \varepsilon_{sm.y.f} = \Delta\varepsilon_{cm.sm.y.f}$$

$$\Delta\varepsilon_{cm.sm.y.f} := \text{if } \frac{\sigma_{s.y.f} - k_t \cdot \frac{f_{ctm}}{\rho_{p.ef.y.f}} \cdot (1 + \alpha \cdot \rho_{p.ef.y.f})}{E_s} > 0.6 \cdot \frac{\sigma_{s.y.f}}{E_s} = 5.542 \cdot 10^{-5}$$

$$\left\| \frac{\sigma_{s.y.f} - k_t \cdot \frac{f_{ctm}}{\rho_{p.ef.y.f}} \cdot (1 + \alpha \cdot \rho_{p.ef.y.f})}{E_s} \right\| \quad \text{ekv. B9-19 (Engström, 2011)}$$

$$\left\| 0.6 \cdot \frac{\sigma_{s.y.f}}{E_s} \right\|$$

Karakteristisk sprickbredd

$$w_{k.y.f} := s_{r.max.y.f} \cdot \Delta\varepsilon_{cm.sm.y.f} = 0.00875549 \text{ mm}$$

ekv. B9-18 (Engström, 2011)

```

if  $w_{k.y.f} \leq w_{k.till}$  = "OK"
|| "OK"
else
|| "EJ OK"

```

4.2 Kontroll av sprickbredd ytterfack stöd

$$x_{y.s} = 0.1021296 \text{ m}$$

Tryckzonshöjd från kap 3.2.4. (långtid)

$$\sigma_{s.y.s} := 32.180 \text{ MPa}$$

Stålspänning i övre armeringen från kap 3.2.4. (långtid)

$$A'_{s.y.s} := 8 \cdot \pi \cdot \frac{\phi_s^2}{4} = 0.002 \text{ m}^2$$

$$h_{c.ef.y.s} := \min \left(2.5 \cdot (h - d), \frac{(h - x_{y.s})}{3}, \frac{h}{2} \right) = 0.039 \text{ m}$$

ekv. B9-13 (Engström, 2011)

$$A_{ef.y.s} := h_{c.ef.y.s} \cdot b = 0.039 \text{ m}^2$$

$$\rho_{p.ef.y.s} := \frac{A'_{s.y.s}}{A_{ef.y.s}} = 0.041$$

$$s_{r.max.y.s} := k_3 \cdot c_{nom} + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi_s}{\rho_{p.ef.y.s}} = 168.44 \text{ mm}$$

ekv. B9-11 (Engström, 2011)

$$\varepsilon_{cm.y.s} - \varepsilon_{sm.y.s} = \Delta \varepsilon_{cm.sm.y.s}$$

$$\Delta \varepsilon_{cm.sm.y.s} := \text{if } \frac{\sigma_{s.y.s} - k_t \cdot \frac{f_{ctm}}{\rho_{p.ef.y.s}} \cdot (1 + \alpha \cdot \rho_{p.ef.y.s})}{E_s} > 0.6 \cdot \frac{\sigma_{s.y.s}}{E_s} = 9.654 \cdot 10^{-5}$$

$$\left| \frac{\sigma_{s.y.s} - k_t \cdot \frac{f_{ctm}}{\rho_{p.ef.y.s}} \cdot (1 + \alpha \cdot \rho_{p.ef.y.s})}{E_s} \right|$$

ekv. B9-19
(Engström, 2011)

else

$$\left| 0.6 \cdot \frac{\sigma_{s.y.s}}{E_s} \right|$$

Karakteristisk sprickbredd

$$w_{k.y.s} := s_{r.max.y.s} \cdot \Delta \varepsilon_{cm.sm.y.s} = 0.01626124 \text{ mm}$$

ekv. B9-18
(Engström, 2011)

```

if  $w_{k.y.s} \leq w_{k.till}$  = "OK"
|| "OK"
else
|| "EJ OK"

```

4.3 Kontroll av sprickbredd innerfack fält

$$x_{i.f} = -0.221 \text{ m} \quad \text{All betong dragen} \quad \text{Tryckzonshöjd från kap 3.2.5. (långtid)}$$

$$\sigma_{s.i.f} := 8.223 \text{ MPa} \quad \text{Stålspänning i undre armeringen från kap 3.2.5. (långtid)}$$

$$A_{s.i.f} := 12 \cdot \pi \cdot \frac{\phi_s^2}{4} = 0.002 \text{ m}^2$$

$$h_{c.ef.i.f} := \min\left(2.5 \cdot (h-d), \frac{(h-x_{i.f})}{3}, \frac{h}{2}\right) = 0.11 \text{ m} \quad \text{ekv. B9-13 (Engström, 2011)}$$

$$A_{ef.i.f} := h_{c.ef.i.f} \cdot b = 0.11 \text{ m}^2$$

$$\rho_{p.ef.i.f} := \frac{A_{s.i.f}}{A_{ef.i.f}} = 0.022$$

$$s_{r.max.i.f} := k_3 \cdot c_{nom} + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi_s}{\rho_{p.ef.i.f}} = 226.008 \text{ mm} \quad \text{ekv. B9-11 (Engström, 2011)}$$

$$\varepsilon_{cm.i.f} - \varepsilon_{sm.i.f} = \Delta\varepsilon_{cm.sm.i.f}$$

$$\Delta\varepsilon_{cm.sm.i.f} := \text{if } \frac{\sigma_{s.i.f} - k_t \cdot \frac{f_{ctm}}{\rho_{p.ef.i.f}} \cdot (1 + \alpha \cdot \rho_{p.ef.i.f})}{E_s} > 0.6 \cdot \frac{\sigma_{s.i.f}}{E_s} = 2.467 \cdot 10^{-5} \quad \text{ekv. B9-19 (Engström, 2011)}$$

$$\left\| \frac{\sigma_{s.i.f} - k_t \cdot \frac{f_{ctm}}{\rho_{p.ef.i.f}} \cdot (1 + \alpha \cdot \rho_{p.ef.i.f})}{E_s} \right\|$$

$$\left\| \text{else} \right\|$$

$$\left\| 0.6 \cdot \frac{\sigma_{s.i.f}}{E_s} \right\|$$

Karakteristisk sprickbredd

$$w_{k.i.f} := s_{r.max.i.f} \cdot \Delta\varepsilon_{cm.sm.i.f} = 0.0055754 \text{ mm} \quad \text{ekv. B9-18 (Engström, 2011)}$$

$$\text{if } w_{k.i.f} \leq w_{k.till} \left| \begin{array}{l} \text{"OK"} \\ \text{else} \\ \text{"EJ OK"} \end{array} \right. = \text{"OK"}$$

4.3 Kontroll av sprickbredd innerfack stöd

$$x_{i.s} = 0.102 \text{ m} \quad \text{Tryckzonshöjd från kap 3.2.6. (långtid)}$$

$$\sigma_{s.i.s} := 32.18 \text{ MPa} \quad \text{Stålspänning i övre armeringen från kap 3.2.6. (långtid)}$$

$$A'_{s.i.s} := 8 \cdot \pi \cdot \frac{\phi_s^2}{4} = 0.002 \text{ m}^2$$

$$h_{c.ef.i.s} := \min\left(2.5 \cdot (h-d), \frac{(h-x_{i.s})}{3}, \frac{h}{2}\right) = 0.039 \text{ m} \quad \text{ekv. B9-13 (Engström, 2011)}$$

$$A_{ef.i.s} := h_{c.ef.i.s} \cdot b = 0.039 \text{ m}^2$$

$$\rho_{p.ef.i.s} := \frac{A'_{s.i.s}}{A_{ef.i.s}} = 0.041$$

$$s_{r.max.i.s} := k_3 \cdot c_{nom} + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi_s}{\rho_{p.ef.i.s}} = 168.44 \text{ mm} \quad \text{ekv. B9-11 (Engström, 2011)}$$

$$\varepsilon_{cm.i.s} - \varepsilon_{sm.i.s} = \Delta\varepsilon_{cm.sm.i.s}$$

$$\Delta\varepsilon_{cm.sm.i.s} := \text{if } \frac{\sigma_{s.i.s} - k_t \cdot \frac{f_{ctm}}{\rho_{p.ef.i.s}} \cdot (1 + \alpha \cdot \rho_{p.ef.i.s})}{E_s} > 0.6 \cdot \frac{\sigma_{s.i.s}}{E_s} = 9.654 \cdot 10^{-5} \quad \text{ekv. B9-19 (Engström, 2011)}$$

$$\left\| \frac{\sigma_{s.i.s} - k_t \cdot \frac{f_{ctm}}{\rho_{p.ef.i.s}} \cdot (1 + \alpha \cdot \rho_{p.ef.i.s})}{E_s} \right\|$$

$$\text{else}$$

$$\left\| 0.6 \cdot \frac{\sigma_{s.i.s}}{E_s} \right\|$$

Karakteristisk sprickbredd

$$w_{k.i.s} := s_{r.max.i.s} \cdot \Delta\varepsilon_{cm.sm.i.s} = 0.01626124 \text{ mm} \quad \text{ekv. B9-18 (Engström, 2011)}$$

$$\text{if } w_{k.i.s} \leq w_{k.till} \mid = \text{"OK"}$$

$$\left\| \text{"OK"} \right\|$$

$$\text{else}$$

$$\left\| \text{"EJ OK"} \right\|$$

5. Kontroll av nedböjning

En begränsning på nedböjningen av betongplattan är $w_{till} := \frac{cc}{400} = 9.25 \text{ mm}$ (TRVRBRO

11, kap. B.3.4.2.2). Största nedböjningen antas komma ske i ytterfack för att momentet är som störst där och endast ett mothållande moment kommer påverka. Därför kontrolleras nedböjningen endast i detta fack. Är nedböjningen okej antas även de övriga facken vara okej.

I den beräkningsmetod som använts behövs den utbredda lasten och punktlasten samt den position där momentet kommer vara som störst, dessa tas först fram i kap 5.1. Sedan beräknas de tvärsnittskonstanter och nedböjning i kapitel 5.2

5.1 Laster

Lasterna och x-koordinaten är hämtade från Bilaga B - Beräkningsprogram betongplatta.

Den utbredda lasten

$$Q_{tot} := 128.37 \frac{kN}{m}$$

punktlasten

$$P := 675 \text{ kN}$$

x-koordinat där momentet är som störst

$$x_{Mmax} := 1.6071 \text{ m}$$

5.2 Nedböjning

$$\varphi(\infty, t_0) = 2.241$$

Se kap. 3.2.1

$$E_{c.ef} := \left(\frac{E_{cm}}{1 + \varphi(\infty, t_0)} \right) = 11.417 \text{ GPa}$$

s. B240
(Engström 2011)

$$I_I := b_{tot} \cdot \frac{h^3}{12} = 0.015 \text{ m}^4$$

$$x_{y.f} = 0.009 \text{ m}$$

Se kap 3.2.3

$$x_{tp.y.f} = 0.121 \text{ m}$$

Se kap 3.2.3

$$A'_{nedböj} := \pi \cdot \frac{\phi_s^2}{4} \cdot \frac{8}{m} \cdot b_{tot} = 0.027 \text{ m}^2$$

$$A_{nedböj} := \pi \cdot \frac{\phi_s^2}{4} \cdot \frac{17}{m} \cdot b_{tot} = 0.056 \text{ m}^2$$

$$e'_{y.f} = -0.075 \text{ m}$$

Se kap 3.2.3

$$e_{y.f} = 0.053 \text{ m}$$

Se kap 3.2.3

$$I_{II.y.f} := b_{tot} \cdot \frac{x_{y.f}^3}{12} + b_{tot} \cdot x_{y.f} \cdot \left(\frac{x_{y.f}}{2} - x_{tp.y.f} \right)^2 + \alpha_{ef} \cdot A'_{nedböj} \cdot e'_{y.f}{}^2 + \alpha_{ef} \cdot A_{nedböj} \cdot e_{y.f}{}^2 = 0.00739973 \text{ m}^4$$

$$x_{tp.osprucken} := \frac{h}{2}$$

$$\sigma_{cr} := 4.1 \text{ MPa}$$

$$M_{cr.nedböjning} := \frac{\sigma_{cr} \cdot I_I}{x_{tp.osprucken}} = 545.71 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\beta := 0.5$$

Faktor vid långtidslast

s. B272
(Engström, 2011)

Beräkning av nedböjning med elementarfall, allt ses som osprucket:

$$w_{I.I} := M_{nedb.y.s} \cdot x_{Mmax} \cdot \frac{cc}{6 \cdot E_{c.ef} \cdot I_I} \cdot \left(1 - \frac{x_{Mmax}^2}{cc^2} \right) = -2.078 \text{ mm}$$

Nedböjning av
mothållande moment
 $M_{nedb.y.s}$, se kap. 1.1

$$w_{I.II} := P \cdot x_{Mmax}^2 \cdot \frac{(cc - x_{Mmax})^2}{3 \cdot E_{c.ef} \cdot I_I \cdot cc} = 4.116 \text{ mm}$$

Nedböjning av punktlast P

$$w_{I.III} := Q_{tot} \cdot x_{Mmax} \cdot \frac{cc^3}{24 \cdot E_{c.ef} \cdot I_I} \cdot \left(1 - \frac{2 \cdot x_{Mmax}^2}{cc^2} + \frac{x_{Mmax}^3}{cc^3} \right) = 1.835 \text{ mm}$$

Nedböjning
av utbredd
last Q_{tot}

$$w_I := w_{I.I} + w_{I.II} + w_{I.III} = 3.873 \text{ mm}$$

Beräkning av nedböjning, allt ses som uppsprucket:

$$w_{II.I} := M_{nedb.y.s} \cdot x_{Mmax} \cdot \frac{cc}{6 \cdot E_{c.ef} \cdot I_{II.y.f}} \cdot \left(1 - \frac{x_{Mmax}^2}{cc^2} \right) = -4.112 \text{ mm}$$

Nedböjning av
mothållande moment
 $M_{nedb.y.s}$

$$w_{II.II} := P \cdot x_{Mmax}^2 \cdot \frac{(cc - x_{Mmax})^2}{3 \cdot E_{c.ef} \cdot I_{II.y.f} \cdot cc} = 8.143 \text{ mm}$$

Nedböjning av punktlast P

$$w_{II.III} := Q_{tot} \cdot x_{Mmax} \cdot \frac{cc^3}{24 \cdot E_{c.ef} \cdot I_{II.y.f}} \cdot \left(1 - \frac{2 \cdot x_{Mmax}^2}{cc^2} + \frac{x_{Mmax}^3}{cc^3} \right) = 3.632 \text{ mm}$$

Nedböjning
av utbredd
last Q_{tot}

$$w_{II} := w_{II.I} + w_{II.II} + w_{II.III} = 7.662 \text{ mm}$$

Nedböjningen

$$\zeta := 1 - \beta \cdot \left(\frac{M_{cr}}{M_{nedb.y.f}} \right)^2 = 0.999$$

ekv. B8-27
(Engström 2011)

$$w_{tot} := \zeta \cdot w_{II} + (1 - \zeta) \cdot w_I = 7.657 \text{ mm}$$

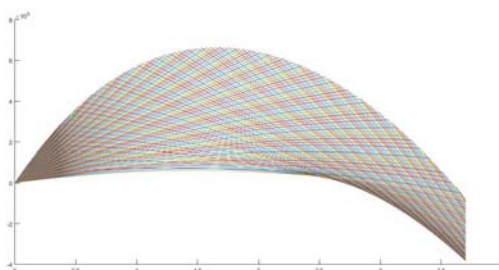
Förenklad metod

ekv. B8-26
(Engström 2011)

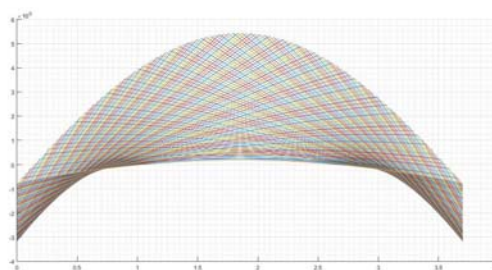
$$\begin{array}{l} \text{if } w_{tot} \leq w_{till} \\ \quad \parallel \text{ "OKEJ" } \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "Inte OKEJ" } \end{array} \quad \Bigg| = \text{"OKEJ"}$$

6. Avkortning av längsgående armering

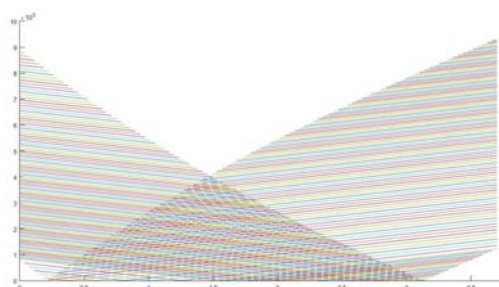
Då en punktlast vandrar i längsled har en momentekvation $M(x)$ samt tvärkraftsekvation $V(x)$ varit svår att ta fram. Dock har vi i MATLAB-programmet i Bilaga B - Beräkningsprogram betongplatta, plottat moment- samt tvärkraftsdiagram från varje position av punktlasten, se figurer nedan. Där har kommandot "[x y] = ginput(1)" använts för att grafiskt kunna ta fram punkter i diagramet. Där har punkter tagits fram varje 0,2 meter med undantag för ändpunkter. Dessa punkter har sedan förts in i EXCEL för att skapa diagram med dragkraftsbehov och dragkraftskapacitet. Lösningen har alltså tagits fram med hjälp av både MATAB, MATHCAD och EXCEL. Observera att detta är en grafisk lösning och därmed inte en exakt lösning.



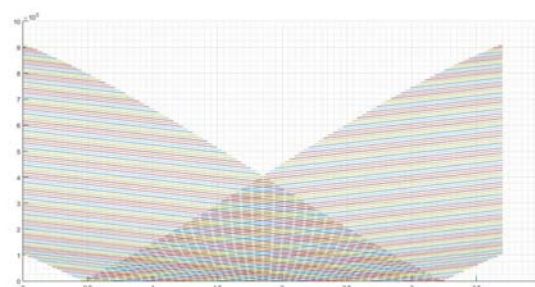
Momentkurvor plottat i samma diagram när punktlasten vandrar längs balken, ytterfack.



Momentkurvor plottat i samma diagram när punktlasten vandrar längs balken, innerfack.



Tvärkraftskurvor plottat i samma diagram när punktlasten vandrar längs balken, ytterfack.



Tvärkraftskurvor plottat i samma diagram när punktlasten vandrar längs balken, innerfack.

6.1 Förankringslängder

Vidhäftningshållfasthet

$$\eta_1 := 1.0$$

(Element med totalhöjd $h \leq 250 \text{ mm}$)

$$\eta_2 := \text{if } \phi_s \leq 32 \text{ mm} \mid = 1$$

1.0	
else	
$\frac{132 - \phi_s}{100}$	

$$f_{bd} := 2.25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 4.35 \text{ MPa}$$

ekv. B10-37
(Engström 2011)

Möjlig krafttillväxt

$\alpha_1 - \alpha_5$ välj samtliga på säkra sidan till 1.0

$$\alpha_1 := 1.0$$

$$\alpha_2 := 1.0$$

$$\alpha_3 := 1.0$$

$$\alpha_4 := 1.0$$

$$\alpha_5 := 1.0$$

$$S_{bd} := \frac{\pi \cdot \phi_s \cdot f_{bd}}{\alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5} = 218.655 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

ekv. B10-38
(Engström 2011)

$$l_{bd,max} := \frac{f_{yd} \cdot A_{si}}{S_{bd}} = 0.47976 \text{ m}$$

ekv. B10-43
(Engström 2011)

Förankring

$$x_0 := \frac{l_s}{2} = 0.133 \text{ m}$$

$$F_{td}(x_0) := 379.1967 \text{ kN}$$

$$l_{bd} := \frac{F_{td}(x_0)}{8 \cdot S_{bd}} = 216.778 \text{ mm}$$

ekv. B10-40
(Engström 2011)

$$l_{b,rqd} := l_{bd} \quad \text{Då } \alpha_1 - \alpha_5 = 1.0$$

$$l_{b,min} := \max(0.3 \cdot l_{b,rqd}, 10 \cdot \phi_s, 100 \text{ mm}) = 160 \text{ mm}$$

ekv. B10-41
(Engström 2011)

$$l_{bd} := \max(l_{bd}, l_{b,min}) = 216.778 \text{ mm}$$

x-koordinat dit armeringen behöver dras in över stöd för att klara förankringskraven

Pga. den grafiska lösningen vill en viss säkerhetsmarginal användas, väljs en marginal till 2,57 cm för att få en jämn förankringslängd

$$\text{marginal} := 2.57 \text{ cm}$$

$$x_{\text{förankring}} := x_0 - l_{bd} - \text{marginal} = -0.11 \text{ m}$$

6.2 Dragkraftsbehov samt anpassning av dragkraftskapacitet

Sammanställning av data som används i Excel-programmet

$$F_{sy,8} := 8 \cdot f_{yd} \cdot A_{si} = 839.215 \text{ kN}$$

$$F_{sy,10} := 10 \cdot f_{yd} \cdot A_{si} = 1049.019 \text{ kN}$$

$$F_{sy,12} := 12 \cdot f_{yd} \cdot A_{si} = 1258.823 \text{ kN}$$

$$F_{sy.17} := 17 \cdot f_{yd} \cdot A_{si} = 1783.332 \text{ kN}$$

$$x_{f\ddot{r}ankring} = -0.11 \text{ m}$$

$$l_{bd.max} = 0.48 \text{ m}$$

Framtagning av dragkraftsbehovet

Vid framtagning av dragkraftsbehov har tabellfunktionen i EXCEL använts. Alla rubriker i tabellen och vilka formler som använts beskrivs nedan.

x	- position i x-led
M_{Ed}	- Moment taget från momentdiagrammen
$M.Z$	$-\frac{M_{Ed}}{0.9 \cdot d}$
s	- centrumavstånd mellan byglar
V_{Ed}	- Tvärkraft taget från tvärkraftsdiagrammen

$$\Delta F_{td} = \frac{V_{Ed}^2 \cdot s}{2 \cdot 0.9 \cdot d \cdot f_{yd} \cdot A_{sw}} \quad \text{- Dragkraftstillstott}$$

$$Kontroll = \frac{\Delta F_{td}}{V_{Ed}} \quad 0.5 V_{Ed} \leq \Delta F_{td} \leq 1.25 V_{Ed}$$

$$\Delta F_{td.korrigerad} = 0.5 \cdot V_{Ed} \quad \text{- Överallt där } kontroll < 0.5.$$

$$F_{td} = M.Z + \Delta F_{td.korrigerad} \quad \text{- Vid positivt moment}$$

$$F_{td} = M.Z - \Delta F_{td.korrigerad} \quad \text{- Vid negativt moment}$$

$$F_{td.korrigerad} \quad \text{- Då } F_{td} > M.Z \text{ väljs } M.Z \text{ då dragkraftsbehovet aldrig kan överstiga } M.Z$$

Positiva och negativa moment hanteras separat och diagram skapas med dragkraftsbehovet F_{td} , röd linje nedan (egentligen $F_{td.korrigerad}$). Därefter figuranpassas armeringsinläggningen med givna förankringslängder l_{bd} och $l_{bd.max}$ så att kapaciteten (svart linje) alltid är större än behovet.

Positivt moment

x (m)	M_{Ed} (kN·m)	$M.Z$ (kN)	s (m)	V_{Ed} (kN)	ΔF_{td} (kN)	$Kontroll$	$\Delta F_{td.korrigerad}$ (kN)	F_{td} (kN)	$F_{td.korrigerad}$ (kN)
0.133	37288	238	0.11	282172	33338	0.12	141	379	379
0.2	54614	349	0.11	272128	31007	0.11	136	485	485
0.4	100565	642	0.11	247646	25679	0.10	124	766	766
0.6	138230	883	0.11	225047	21206	0.09	113	995	995
0.8	169115	1080	0.11	202448	17161	0.08	101	1181	1181
1	190960	1219	0.11	181733	13829	0.08	91	1310	1310

1.2	206780	1320	0.11	161645	10941	0.07	81	1401	1401
1.4	216573	1383	0.11	140929	8316	0.06	70	1453	1413
1.6	221092	1412	0.11	146579	8996	0.06	73	1485	1413
1.8	220339	1407	0.11	164156	11283	0.07	82	1489	1413
2.00	213559	1364	0.11	181733	13829	0.08	91	1455	1413
2.20	203013	1296	0.11	198054	16424	0.08	99	1395	1395
2.40	186441	1191	0.11	214375	19243	0.09	107	1298	1298
2.60	166102	1061	0.11	230069	22163	0.10	115	1176	1176
2.80	141996	907	0.11	245035	25141	0.10	123	1029	1029
3.00	112618	719	0.11	260201	28349	0.11	130	849	849
3.20	79473	507	0.11	275267	31727	0.12	138	645	645
3.40	41055	262	0.11	289077	34990	0.12	145	407	407
3.60	0	0	0.11	304143	38732	0.13	152	152	152
3.83	0	0	0.11	294727	145485	0.49	147	147	147
3.90	10734	69	0.11	287822	138747	0.48	144	212	212
4.10	45261	289	0.11	274639	126329	0.46	137	426	426
4.30	77903	497	0.11	258945	112304	0.43	129	627	627
4.50	106780	682	0.11	240113	96563	0.40	120	802	802
4.70	131262	838	0.11	221281	82010	0.37	111	949	949
4.90	151977	970	0.11	202448	68644	0.34	101	1072	1072
5.10	167043	1067	0.11	181105	54934	0.30	91	1157	1157
5.30	177087	1131	0.11	161017	43423	0.27	81	1211	1157
5.50	180402	1152	0.11	140301	32969	0.23	70	1222	1157
5.70	180226	1151	0.11	149718	37542	0.25	75	1226	1157
5.90	172693	1103	0.11	171061	49009	0.29	86	1188	1157
6.10	160138	1023	0.11	191149	61196	0.32	96	1118	1118
6.30	141933	906	0.11	210609	74290	0.35	105	1012	1012
6.50	118707	758	0.11	231325	89623	0.39	116	874	874
6.70	92342	590	0.11	248901	103761	0.42	124	714	714
6.90	61582	393	0.11	266478	118933	0.45	133	526	526
7.10	27056	173	0.11	282800	133948	0.47	141	314	314
7.25	0	0	0.11	297866	148600	0.50	149	149	149

Negativt moment

x (m)	M_{Ed} (kN·m)	$M.Z$ (kN)	s (m)	V_{Ed} (kN)	ΔF_{td} (kN)	Kontroll	$\Delta F_{td.korrigerad}$ (kN)	F_{td} (kN)	$F_{td.korrigerad}$ (kN)
2.7	0	0	0.11	238230	23763	0.10	119	-119	-119
2.9	-16196	-103	0.11	252668	26731	0.11	126	-230	-230
3.1	-36535	-233	0.11	267734	30014	0.11	134	-367	-367
3.3	-62900	-402	0.11	282800	33487	0.12	141	-543	-543
3.5	-93032	-594	0.11	296610	36837	0.12	148	-742	-742
3.56461	-104290	-666	0.11	0	0	0	0	0	-817
3.7	-127881	-817	0.11	311048	40511	0.13	156	-972	-817
3.7	-106654	-681	0.11	305399	39053	0.13	153	-834	-817
3.70001	-106652	-681	0.11	0	0	0	0	0	-817
3.9	-67734	-433	0.11	290960	35448	0.12	145	-578	-578
4.1	-36347	-232	0.11	274639	31582	0.11	137	-369	-369
4.3	-13120	-84	0.11	258318	27940	0.11	129	-213	-213
4.5	-4331	-28	0.11	240113	24141	0.10	120	-148	-148
4.7	0	0	0.11	220653	20386	0.09	110	-110	-110
6.3	0	0	0.11	214375	19243	0.09	107	-107	-107
6.5	-2448	-16	0.11	231952	22528	0.10	116	-132	-132
6.7	-6842	-44	0.11	249529	26071	0.10	125	-168	-168
6.9	-23164	-148	0.11	267106	29873	0.11	134	-281	-281
7.1	-51412	-328	0.11	283428	33636	0.12	142	-470	-470
7.3	-85311	-545	0.11	297866	37150	0.12	149	-694	-673
7.4	-105399	-673	0.11	304771	38892	0.13	152	-825	-673

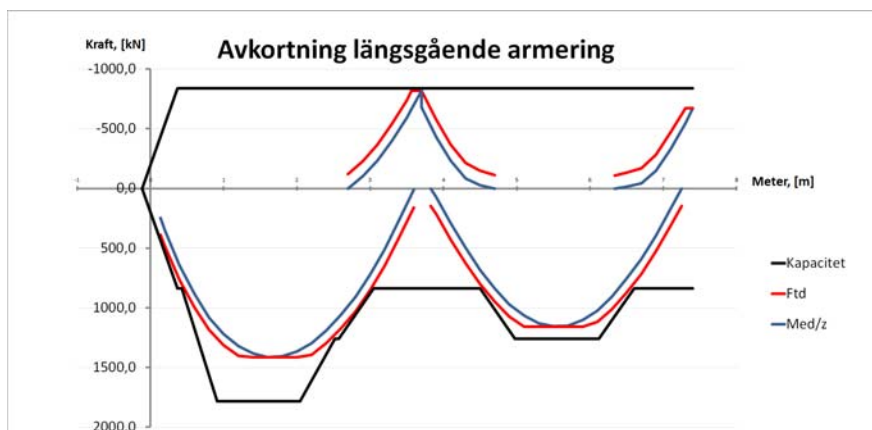


Diagram med dragkraftsbehov och dragkraftskapacitet

6.2 Skarvning

Skarvning av stängerna, omlottsskarv

$$\rho_1 := 1.0$$

andelen av den totala armeringen som är skarvad inom avståndet $0.65 l_0$ åt varje håll från skarvens centrum (100%=1.0).

$$\alpha_6 := \text{if } 1 < \sqrt{\frac{\rho_1}{0.25}} < 1.5 \text{ } = 1.5$$
$$\left\| \begin{array}{l} \sqrt{\frac{\rho_1}{0.25}} \\ \text{else} \\ 1.5 \end{array} \right\|$$

$$l_0 := \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b.rqd} = 325.167 \text{ mm}$$

$$l_{0.min} := \max(0.3 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b.rqd}, 15 \cdot \phi_s, 200 \text{ mm}) = 240 \text{ mm}$$

$$\text{skarvlängd.omlott} := \max(l_0, l_{0.min}) = 325.167 \text{ mm}$$

Fritt avstånd mellan stänger i en skarv, krav

$$d_{\text{högsta.skarv}} := \min(50 \text{ mm}, 4 \cdot \phi_s) = 50 \text{ mm}$$

$$d_{\text{minsta.skarv}} := a = 37 \text{ mm}$$

Se kap 1.4

Fritt avstånd mellan stänger i olika skarvar, krav

$$d_{\text{minsta.olika.skarvar}} := \max(20 \text{ mm}, 2 \cdot \phi_s) = 32 \text{ mm}$$

Detaljutförning av skarvar

Eftersom de åtta stänger som ska skarvas inte ligger med jämna mellanrum (se Bilaga N - Ritningar) väljs avstånden $d_{\text{mellan.skarvar.liten}} := 56 \text{ mm}$ och

$$d_{\text{mellan.skarvar.stor}} := 90 \text{ mm} \text{ samt } d_{\text{skarv}} := 37 \text{ mm}$$

kontroll att alla skarvar får plats på en meter:

$$t := 20.5 \text{ mm} \cdot 2 + d_{\text{mellan.skarvar.stor}} \cdot 2 + d_{\text{mellan.skarvar.liten}} \cdot 5 + d_{\text{skarv}} \cdot 7 + 15 \cdot \phi_s = 1 \text{ m}$$

För skisser och förslag av armeringsinläggning, se bilaga N - Ritningar.

7. Tvärkraftsarmering

Behov av tvärkraftsarmeringen kommer undersökas vid de tre yttersta stöden där stöd ett är yttersta stöden och sedan två och tre innåt mitten (se figur kap 1.2). Vid samtliga stöd ligger åtta längsgående stänger/meter som byglarna kan förankras kring. Genomgående över betongplattan finns alltid minst åtta stänger/meter. Detta ger en längsgående armeringsarea i dragzon vid stöd ett, två och tre:

$$A_{sl.stöd1} := \pi \cdot \frac{\phi_s^2}{4} \cdot 8 = 0.002 \text{ m}^2$$

$$A_{sl.stöd2} := \pi \cdot \frac{\phi_s^2}{4} \cdot 8 = 0.002 \text{ m}^2$$

$$A_{sl.stöd3} := \pi \cdot \frac{\phi_s^2}{4} \cdot 8 = 0.002 \text{ m}^2$$

Övrig indata som används vis samtliga stöd

$$C_{Rd.c} := \frac{0.18}{\gamma_c} = 0.12 \quad \text{s. B192 (Engström 2011)}$$

$$k := \min\left(1 + \sqrt{\frac{200 \text{ mm}}{d}}, 2\right) = 2 \quad \text{s. B192 (Engström 2011)}$$

$$\nu_{min} := 0.035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot \left(\frac{f_{ck}}{\text{MPa}}\right)^{\frac{1}{2}} = 0.7 \quad \text{s. B192 (Engström 2011)}$$

$$\nu := 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250 \text{ MPa}}\right) = 0.48$$

7.1 Stöd 1

Kontroll livtryckbrott utan tvärarmering

$$\begin{array}{l|l} \text{if } V_{Ed.stöd1} \leq 0.5 \cdot \nu \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d & \text{= "Ingen risk för livtryckbrott"} \\ \parallel \text{"Ingen risk för livtryckbrott"} & \\ \text{else} & \\ \parallel \text{"Risk för livtryckbrott"} & \end{array} \quad \text{ekv. B6-11 (Engström, 2011)}$$

$$\rho_{l.stöd1} := \text{if } \frac{A_{sl.stöd1}}{b \cdot d} \leq 0.02 \text{ = 0.009} \quad \text{s. B192 (Engström, 2011)}$$

$$\begin{array}{l|l} \parallel \frac{A_{sl.stöd1}}{b \cdot d} & \\ \parallel & \\ \text{else} & \\ \parallel 0.02 & \end{array}$$

$$V_{Rd.c.stöd1} := \text{if } C_{Rd.c} \cdot k \cdot \left(100 \cdot \rho_{l.stöd1} \cdot \frac{f_{ck}}{MPa} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot \frac{b}{mm} \frac{d}{mm} \cdot N > \nu_{min} \cdot \frac{b}{mm} \cdot \frac{d}{mm} \cdot N = 149.867 \text{ kN}$$

$$\left\| \begin{array}{l} C_{Rd.c} \cdot k \cdot \left(100 \cdot \rho_{l.stöd1} \cdot \frac{f_{ck}}{MPa} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot \frac{b}{mm} \frac{d}{mm} \cdot N \\ \text{else} \\ \nu_{min} \cdot b \cdot d \end{array} \right.$$

ekv. B6-14
(Engström, 2011)

$$\text{if } V_{Ed.red.stöd1} \leq V_{Rd.c.stöd1} \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Ingen tvärkraftsarmering behövs"} \\ \text{else} \\ \text{"Tvärkraftsarmering behövs"} \end{array} \right. = \text{"Tvärkraftsarmering behövs"}$$

Väljer spricklutning och tvärkraftsarmering

Armering Ks 600S $\phi 16$

$$f_{ywk} := 600 \text{ MPa}$$

$$f_{ywd} := \frac{600 \text{ MPa}}{\gamma_s} = 521.739 \text{ MPa}$$

$$\theta := 45^\circ$$

$$\alpha_{cw} := 1.0$$

$$x := \frac{l_s}{2} + 0.9 \cdot d \cdot \cot(\theta) = 0.289 \text{ m}$$

$$\text{if } x \leq 2 \cdot d \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Tvärkraften vid x får reduceras"} \\ \text{else} \\ \text{"Tvärkraften vid x får ej reduceras"} \end{array} \right. = \text{"Tvärkraften vid x får reduceras"}$$

s.B183
(Engström, 2011)

$$n_{stöd1} := 8 \quad \text{Antal skär, 2 per bygel}$$

$$\phi_{sw} := 8 \text{ mm} \quad \text{Diameter bygel}$$

$$A_{sw.stöd1} := n_{stöd1} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_{sw}^2}{4} = (4.021 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^2$$

$$V_{Rd.max.stöd1} := \alpha_{cw} \cdot b \cdot 0.9 \cdot d \cdot f_{cd} \cdot \nu \cdot \left(\frac{1}{\cot(\theta) + \tan(\theta)} \right) = 1.253 \text{ MN}$$

ekv. B6-19
(Engström, 2011)

if $V_{Ed.stöd1} \leq V_{Rd.max.stöd1}$ | = "Ingen risk för livtryckbrott"
 || "Ingen risk för livtryckbrott"
 else
 || "Risk för livtryckbrott"

Största centrumavstånd mellan tvärarmeringsenheter

$$s_{max.stöd1} := \frac{0.9 \cdot d \cdot \cot(\theta) \cdot f_{ywd} \cdot A_{sw.stöd1}}{V_{Ed.red.stöd1}} = 128.911 \text{ mm}$$

ekv. B6-21
(Engström, 2011)

Väljer s avstånd

$$s_{stöd1} := 110 \text{ mm}$$

Kontroll minimiarmering

$$\rho_{w.min} := 0.08 \cdot \frac{\left(\sqrt{\frac{f_{ck}}{\text{MPa}}} \right)}{\frac{f_{ywk}}{\text{MPa}}} = 9.428 \cdot 10^{-4}$$

ekv. B6-24
(Engström, 2011)

$$\rho_{w.stöd1} := \frac{A_{sw.stöd1}}{s_{stöd1} \cdot b} = 0.004$$

ekv. B6-25
(Engström, 2011)

if $\rho_{w.stöd1} \geq \rho_{w.min}$ | = "OK"
 || "OK"
 else
 || "EJ OK"

Största tillåtna armeringsavstånd

$$s_{l.max} := 0.75 \cdot d = 0.131 \text{ m}$$

ekv. B6-26
(Engström, 2011)

if $s_{stöd1} \leq s_{l.max}$ | = "OK"
 || "OK"
 else
 || "EJ OK"

7.2 Stöd 2

Kontroll livtryckbrott utan tvärarmering

if $V_{Ed.stöd2} \leq 0.5 \cdot \nu \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d$ | = "Ingen risk för livtryckbrott"
 || "Ingen risk för livtryckbrott"
 else
 || "Risk för livtryckbrott"

ekv. B6-11
(Engström, 2011)

$$\rho_{l.stöd2} := \text{if } \frac{A_{sl.stöd2}}{b \cdot d} \leq 0.02 \text{ } = 0.009$$

$$\left\| \frac{A_{sl.stöd2}}{b \cdot d} \right\|$$

$$\text{else}$$

$$\left\| 0.02 \right\|$$

s. B192
(Engström, 2011)

$$V_{Rd.c.stöd2} := \text{if } C_{Rd.c} \cdot k \cdot \left(100 \cdot \rho_{l.stöd2} \cdot \frac{f_{ck}}{MPa} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot \frac{b}{mm} \frac{d}{mm} \cdot N > \nu_{min} \cdot \frac{b}{mm} \cdot \frac{d}{mm} \cdot N = 149.867 \text{ kN}$$

$$\left\| \left\| C_{Rd.c} \cdot k \cdot \left(100 \cdot \rho_{l.stöd2} \cdot \frac{f_{ck}}{MPa} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot \frac{b}{mm} \frac{d}{mm} \cdot N \right\| \right\|$$

$$\text{else}$$

$$\left\| \nu_{min} \cdot b \cdot d \right\|$$

ekv. B6-14
(Engström, 2011)

$$\text{if } V_{Ed.red.stöd2} \leq V_{Rd.c.stöd2} \text{ } = \text{“Tvärkraftsarmering behövs”}$$

$$\left\| \text{“Ingen tvärkraftsarmering behövs”} \right\|$$

$$\text{else}$$

$$\left\| \text{“Tvärkraftsarmering behövs”} \right\|$$

Väljer spricklutning och tvärkraftsarmering

Armering Ks 600S $\phi 16$

$$f_{ywk} := 600 \text{ MPa}$$

$$f_{ywd} := \frac{600 \text{ MPa}}{\gamma_s} = 521.739 \text{ MPa}$$

$$\theta := 45^\circ$$

$$\alpha_{cw} := 1.0$$

$$x = 0.289 \text{ m}$$

$$\text{if } x \leq 2 \cdot d \text{ } = \text{“Tvärkraften vid x får reduceras”}$$

$$\left\| \text{“Tvärkraften vid x får reduceras”} \right\|$$

$$\text{else}$$

$$\left\| \text{“Tvärkraften vid x får ej reduceras”} \right\|$$

s.B183
(Engström, 2011)

$$n_{stöd2} := 8 \quad \text{Antal skär, 2 per bygel}$$

$$\phi_{sw} := 8 \text{ mm} \quad \text{Diameter bygel}$$

$$A_{sw.stöd2} := n_{stöd2} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_{sw}^2}{4} = (4.021 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^2$$

$$V_{Rd,max.stöd2} := \alpha_{cw} \cdot b \cdot 0.9 \cdot d \cdot \nu \cdot f_{cd} \cdot \left(\frac{1}{\cot(\theta) + \tan(\theta)} \right) = 1.253 \text{ MN}$$

ekv. B6-19
(Engström, 2011)

if $V_{Ed.stöd2} \leq V_{Rd,max.stöd2}$ | = "Ingen risk för livtryckbrott"
 || "Ingen risk för livtryckbrott"
 else
 || "Risk för livtryckbrott"

Största centrumavstånd mellan tvärarmeringsenheter

$$s_{max.stöd2} := \frac{0.9 \cdot d \cdot \cot(\theta) \cdot f_{ywd} \cdot A_{sw.stöd2}}{V_{Ed.red.stöd2}} = 114.489 \text{ mm}$$

ekv. B6-21
(Engström, 2011)

Väljer s avstånd

$$s_{stöd2} := 110 \text{ mm}$$

Kontroll minimiarmering

$$\rho_{w,min} := 0.08 \cdot \frac{\left(\sqrt{\frac{f_{ck}}{\text{MPa}}} \right)}{\frac{f_{ywk}}{\text{MPa}}} = 9.428 \cdot 10^{-4}$$

ekv. B6-24
(Engström, 2011)

$$\rho_{w.stöd2} := \frac{A_{sw.stöd2}}{s_{stöd2} \cdot b} = 0.004$$

ekv. B6-25
(Engström, 2011)

if $\rho_{w.stöd2} \geq \rho_{w,min}$ | = "OK"
 || "OK"
 else
 || "EJ OK"

Största tillåtna armeringsavstånd

$$s_{l,max} := 0.75 \cdot d = 0.131 \text{ m}$$

ekv. B6-26
(Engström, 2011)

if $s_{stöd2} \leq s_{l,max}$ | = "OK"
 || "OK"
 else
 || "EJ OK"

7.3 Stöd 3

Kontroll livtryckbrott utan tvärarmering

$$\begin{array}{l} \text{if } V_{Ed.stöd3} \leq 0.5 \cdot \nu \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d \\ \quad \parallel \text{ "Ingen risk för livtryckbrott" } \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "Risk för livtryckbrott" } \end{array} \quad \Bigg| \quad = \text{"Ingen risk för livtryckbrott"}$$

ekv. B6-11
(Engström, 2011)

$$\begin{array}{l} \rho_{l.stöd3} := \text{if } \frac{A_{sl.stöd3}}{b \cdot d} \leq 0.02 \\ \quad \parallel \frac{A_{sl.stöd3}}{b \cdot d} \\ \quad \parallel \frac{A_{sl.stöd3}}{b \cdot d} \\ \text{else} \\ \quad \parallel 0.02 \end{array} \quad \Bigg| \quad = 0.009$$

s. B192
(Engström, 2011)

$$\begin{array}{l} V_{Rd.c.stöd3} := \text{if } C_{Rd.c} \cdot k \cdot \left(100 \cdot \rho_{l.stöd3} \cdot \frac{f_{ck}}{MPa} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot \frac{b}{mm} \frac{d}{mm} \cdot N > \nu_{min} \cdot \frac{b}{mm} \cdot \frac{d}{mm} \cdot N \\ \quad \parallel C_{Rd.c} \cdot k \cdot \left(100 \cdot \rho_{l.stöd3} \cdot \frac{f_{ck}}{MPa} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot \frac{b}{mm} \frac{d}{mm} \cdot N \\ \quad \parallel C_{Rd.c} \cdot k \cdot \left(100 \cdot \rho_{l.stöd3} \cdot \frac{f_{ck}}{MPa} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot \frac{b}{mm} \frac{d}{mm} \cdot N \\ \text{else} \\ \quad \parallel \nu_{min} \cdot b \cdot d \end{array} \quad \Bigg| \quad = 149.867 \text{ kN}$$

ekv. B6-14
(Engström, 2011)

$$\begin{array}{l} \text{if } V_{Ed.red.stöd3} \leq V_{Rd.c.stöd3} \\ \quad \parallel \text{ "Ingen tvärkraftsarmering behövs" } \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "Tvärkraftsarmering behövs" } \end{array} \quad \Bigg| \quad = \text{"Tvärkraftsarmering behövs"}$$

Väljer spricklutning och tvärkraftsarmering

Armering Ks 600S $\phi 16$

$$f_{ywk} := 600 \text{ MPa}$$

$$f_{ywd} := \frac{600 \text{ MPa}}{1.15} = 521.739 \text{ MPa}$$

$$\theta := 45^\circ$$

$$\alpha_{cw} := 1.0$$

$$x = 0.289 \text{ m}$$

if $x \leq 2 \cdot d$ | = "Tvärkraften vid x får reduceras"
 || "Tvärkraften vid x får reduceras"
 else
 || "Tvärkraften vid x får ej reduceras" | s. B183 (Engström, 2011)

$n_{stöd3} := 8$ Antal skär, 2 per bygel
 $\phi_{sw} := 0.008 \text{ m}$ Diameter bygel

$$A_{sw.stöd3} := n_{stöd3} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_{sw}^2}{4} = (4.021 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^2 \quad \text{ekv. B6-19 (Engström, 2011)}$$

$$V_{Rd.max.stöd3} := \alpha_{cw} \cdot b \cdot 0.9 \cdot d \cdot \nu \cdot f_{cd} \cdot \left(\frac{1}{\cot(\theta) + \tan(\theta)} \right) = 1.253 \text{ MN}$$

if $V_{Ed.stöd3} \leq V_{Rd.max.stöd3}$ | = "Ingen risk för livtryckbrott"
 || "Ingen risk för livtryckbrott"
 else
 || "Risk för livtryckbrott"

Största centrumavstånd mellan tvärarmeringsenheter

$$s_{max.stöd3} := \frac{(0.9 \cdot d \cdot \cot(\theta) \cdot f_{ywd} \cdot A_{sw.stöd3})}{V_{Ed.red.stöd3}} = 117.492 \text{ mm} \quad \text{ekv. B6-21 (Engström, 2011)}$$

Väljer s avstånd

$$s_{stöd3} := 110 \text{ mm}$$

Kontroll minimiarmering

$$\rho_{w.min} := 0.08 \cdot \frac{\left(\sqrt{\frac{f_{ck}}{\text{MPa}}} \right)}{\frac{f_{ywk}}{\text{MPa}}} = 9.428 \cdot 10^{-4} \quad \text{ekv. B6-24 (Engström, 2011)}$$

$$\rho_{w.stöd3} := \frac{A_{sw.stöd3}}{s_{stöd3} \cdot b} = 0.004 \quad \text{ekv. B6-25 (Engström, 2011)}$$

if $\rho_{w.stöd3} \geq \rho_{w.min}$ | = "OK"
 || "OK"
 else
 || "EJ OK"

Största tillåtna armeringsavstånd

$$s_{l.max} := 0.75 \cdot d = 130.5 \text{ mm} \quad \text{ekv. B6-26 (Engström, 2011)}$$

if $s_{stöd3} \leq s_{l.max}$ | = "OK"
 || "OK"
 else
 || "EJ OK"

Bilaga D - Tvärbalkar

Innehållsförteckning

1. Dimensionering av tvärbalk	sid. 2
1.1 Dimensionerande moment och tvärkraft	
1.2 Indata	
1.3 Valda dimensioner på tvärbalk	
1.4 Erforderlig area på tvärbalkens flänsar	
1.5 Dimensionering av ändavstyvningar	
2. Kontroll av kapacitet på samverkanstvärsnitt, brottgränstillstånd	sid. 7
3. Kontroll av spänningar i bruksgränstillstånd	sid. 8
3.1 Korttidslast	
3.2 Långtidslast	
4. Kontroll av tvärkraftskapacitet	sid. 12
4.1 Interaktion mellan moment och tvärkraft	
4.2 Kontroll av halssvetsar	
5. Dimensionering av studs	sid. 16
6. Kontroll av nedböjning	sid. 20

1. Dimensionering av tvärbalk

1.1 Dimensionerande moment och tvärkraft

Hämtade från 7.1 Dimensionerande laster tvärled

Brottgränstillstånd

$$M_{Ed.brott.tvärled} := 6.4638 \text{ MN} \cdot \text{m} \quad \text{Dimensionerande moment}$$

$$V_{Ed.brott.tvärled} := 1.6122 \text{ MN} \quad \text{Dimensionerande tvärkraft}$$

Bruksgränstillstånd

$$M_{Ed.bruk.k.tvärled} := 4.5163 \text{ MN} \cdot \text{m} \quad \text{Dimensionerande moment, korttidslast, karakteristisk lastkombination}$$

$$M_{Ed.bruk.l.tvärled} := 1.0932 \text{ MN} \cdot \text{m} \quad \text{Dimensionerande moment, långtidslast, kvasipermanent lastkombination}$$

$$M_{Ed.bruk.n.tvärled} := 3.4839 \text{ MN} \cdot \text{m} \quad \text{Dimensionerande moment, nedböjning, frekvent lastkombination}$$

1.2 Indata

Betong C50/60

$$f_{ck} := 50 \text{ MPa}$$

$$f_{cm} := 58 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} := 4.1 \text{ MPa}$$

$$\gamma_c := 1.5$$

$$f_{cd} := \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 33.333 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} := 37 \text{ GPa}$$

Stål S450

$$f_y := 410 \text{ MPa}$$

$$f_u := 550 \text{ MPa}$$

$$E_{s450} := 210 \text{ GPa}$$

Karakteristisk flytspänning Tabell S2.1 (Johansson, godstjocklek mellan 40 och 2011) 80 mm

Karakteristisk brottspänning Elasticitetsmodul s. S32 (Johansson, 2011)

$$h_{tot} := 0.7 \text{ m}$$

$$h_c := 0.22 \text{ m}$$

$$h_s := 0.04 \text{ m}$$

$$t_{f.förstyv} := 0.03 \text{ m}$$

Tillåten konstruktionshöjd
Höjd på betongplatta
Höjd slitlager
Tjocklek undre fläns, längsgående balk

$L := 17 \text{ m}$ Tvärbalkens längd
 $cc := 3.7 \text{ m}$ Avstånd mellan hängare i längsled
 $e_{\text{min.kant}} := 37.5 \text{ mm}$

1.3 Valda dimensioner på tvärbalk

$h_{\text{tvärbalk}} := h_{\text{tot}} - h_c - h_s - t_{f.\text{förstyg}} = 0.41 \text{ m}$ Höjd tvärbalk
 $L_{\text{tvärbalk}} := L = 17 \text{ m}$ Längd tvärbalk
 $t_{f\ddot{o}} := 0.05 \text{ m}$ Tjocklek övre fläns
 $b_{f\ddot{o}} := 0.265 \text{ m}$ Bredd övre fläns
 $t_{f_u} := 0.08 \text{ m}$ Tjocklek undre fläns
 $b_{f_u} := 0.7 \text{ m}$ Bredd undre fläns
 $t_w := 0.045 \text{ m}$ Tjocklek liv
 $h_w := h_{\text{tvärbalk}} - t_{f_u} - t_{f\ddot{o}} = 0.28 \text{ m}$ Höjd liv
 $A_{\text{tvärbalk}} := t_{f\ddot{o}} \cdot b_{f\ddot{o}} + t_{f_u} \cdot b_{f_u} + h_w \cdot t_w = 0.08185 \text{ m}^2$ Area tvärbalk
 $a_{\text{svets}} := 0.016 \text{ m}$ Halssvetsens a-mått

Beräkning av effektiva bredden

kap. 5.4.1.2, SS-EN 1994-2

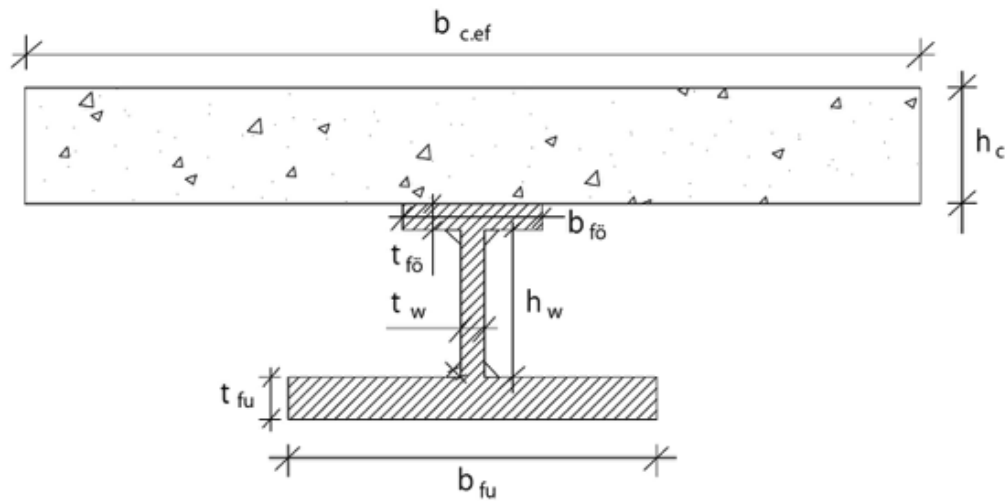
$$L_e := L \cdot 0.85 = 14.45 \text{ m}$$

$$b_0 := b_{f\ddot{o}} - e_{\text{min.kant}} = 0.228 \text{ m}$$

$$b_{e1} := \frac{L_e}{8} = 1.806 \text{ m}$$

$$b_{e2} := \frac{L_e}{8} = 1.806 \text{ m}$$

$$b_{c.\text{eff}} := \begin{cases} \text{if } b_{e2} + b_{e1} + b_0 \leq cc & \\ \quad \left\| \text{return } b_{e2} + b_{e1} + b_0 \right\| & \\ \text{else} & \\ \quad \left\| \text{return } cc \right\| & \end{cases} = 3.7 \text{ m}$$



Kontroll av tvärsnittsklass

s. S68-S69 (Al-Emrani, 2011)

$$\varepsilon := \sqrt{\frac{235}{\frac{f_y}{\text{MPa}}}}$$

s. S67 (Al-Emrani, 2011)

$$\text{Kontroll}_{f\ddot{o}} := \text{if } \frac{b_{f\ddot{o}} - 2 \cdot a_{svets} - t_w}{2 \cdot t_{f\ddot{o}}} \leq 9 \cdot \varepsilon \quad \Bigg| \quad = 1$$

|| 1

$$\text{else if } \frac{b_{f\ddot{o}} - 2 \cdot a_{svets} - t_w}{2 \cdot t_{f\ddot{o}}} \leq 10 \cdot \varepsilon$$

|| 2

$$\text{else if } \frac{b_{f\ddot{o}} - 2 \cdot a_{svets} - t_w}{2 \cdot t_{f\ddot{o}}} \leq 14 \cdot \varepsilon$$

|| 3

$$\text{Kontroll}_w := \text{if } \frac{h_w - 2 \cdot a_{svets}}{t_w} \leq 72 \cdot \varepsilon \quad \Bigg| \quad = 1$$

|| 1

$$\text{else if } \frac{h_w - 2 \cdot a_{svets}}{t_w} \leq 83 \cdot \varepsilon$$

|| 2

$$\text{else if } \frac{h_w - 2 \cdot a_{svets}}{t_w} \leq 124 \cdot \varepsilon$$

|| 3

$$Tvärnittsklass := \max(Kontroll_{f\ddot{o}}, Kontroll_w) = 1$$

1.4 Erforderlig area på tvärbalkens flänsar

Den *övre flänsens* erforderliga area kan preliminärt dimensioneras av lasten under byggnationen. Lasten består av egentygden av betongplattan, balkarnas egentygnd samt last från utrustning och arbetare. Lasten från utrustning och arbetare kan approximeras till 10% av betongplattans och balkarnas egentygnd (Collin, 2008. s. 68).

$$Q_{arm.btg} := 25 \frac{kN}{m^3} \cdot b_{c.eff} \cdot h_c = 20.35 \frac{kN}{m}$$

Utbredd last armerad betong,
kap. 4.5.1 (Collin, 2008)

$$Q_s := 77 \frac{kN}{m^3} \cdot A_{tvärbalk} = 6.302 \frac{kN}{m}$$

Utbredd last stålbalk,
kap. 4.5.1 (Collin, 2008)

$$Q_{bygg} := (Q_s + Q_{arm.btg}) \cdot 1.1 = 29.318 \frac{kN}{m}$$

Utbredd last arbetare + utrustning,
kap. 4.5.1 (Collin, 2008)

$$\gamma_G := 1.35$$

$$M_{Ed.bygg} := \frac{Q_{bygg} \cdot L^2}{8} \cdot \gamma_G = 1.43 \text{ MN} \cdot \text{m}$$

Dimensionerande moment
byggskede, fritt upplagd
balk

$$\rho_{häv.\ddot{o}} := h_{tvärbalk} - \frac{t_{f\ddot{o}} + t_{fu}}{2} = 0.345 \text{ m}$$

Hävarm mellan övre och undre fläns. s. 76 (Collin, 2008)

$$A_{f\ddot{o}.Rd} := \frac{M_{Ed.bygg}}{\rho_{häv.\ddot{o}} \cdot f_y} = 0.01 \text{ m}^2$$

Erforderlig area övre fäns s. 76 (Collin, 2008)

$$\begin{array}{l} \text{if } t_{f\ddot{o}} \cdot b_{f\ddot{o}} > A_{f\ddot{o}.Rd} \text{ } \\ \quad \parallel \text{ "OK" } \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "EJ OK" } \end{array} \quad \Bigg| = \text{ "OK" }$$

Vald area måste vara större
än erforderlig area

Den *undre flänsens* erforderliga area kan preliminärt dimensioneras av det maximala momentet i brottgräns. Dragspänningen får således inte överstiga stålets brottspänning (Collin, 2008. s. 77)

$$\rho_{häv.u} := \frac{h_c}{2} + h_{tvärbalk} - \frac{t_{fu}}{2} = 0.48 \text{ m}$$

Hävarm mellan
betongplattans
tyngdpunkt och undre
fläns.

s. 77 (Collin, 2008)

$$A_{fu.Rd} := \frac{M_{Ed.brott.tvärled}}{\rho_{häv.u} \cdot f_y} = 0.033 \text{ m}^2$$

Erforderlig area undre fäns s. 77 (Collin, 2008)

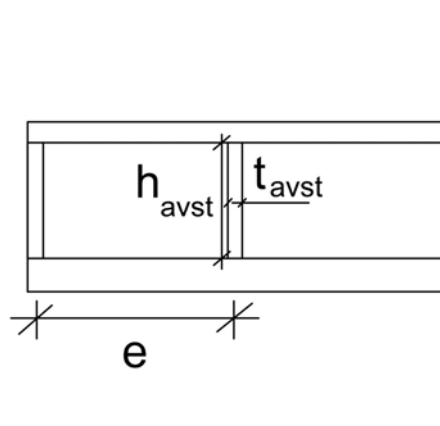
```

if  $t_{fu} \cdot b_{fu} > A_{fu.Rd}$  = "OK"
|| "OK"
else
|| "EJ OK"

```

Vald area måste vara större än erforderlig area

1.5 Dimensionering av ändavstyvningar kap. 9 SS-EN 1993-1-5



$$e := 450 \text{ mm}$$

Valt avstånd mellan avstyvningar

```

if  $e > 0.1 \cdot h_w$  = "OK"
|| "OK"
else
|| "EJ OK"

```

$$A_{avst} := \frac{4 \cdot h_w \cdot t_w^2}{e} = (5.04 \cdot 10^3) \text{ mm}^2$$

Avstyvningarnas minsta, tillåtna area

$$h_{avst} := 280 \text{ mm}$$

Med areakravet ger det avstyvningens minsta tjocklek

$$t_{min} := \frac{A_{avst}}{h_{avst}} = 18 \text{ mm}$$

$$t_{avst} := 18 \text{ mm}$$

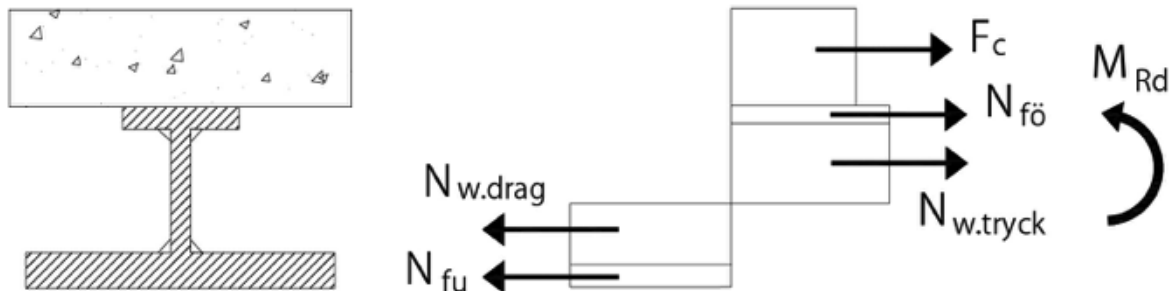
Vald plattstångstjocklek

2. Kontroll av kapacitet på samverkanstvärsnitt, brottgränstillstånd

Antag: Neutrala lagret i livet

Betongens medverkande area utsatt för tryck upptar en spänning om $0,85 \cdot f_{cd}$ konstant över hela höjden.

kap. 6.2.1.2, SS-EN 1994-2



$$F_c := f_{cd} \cdot 0,85 \cdot h_c \cdot b_{c,eff}$$

$$N_{f\ddot{o}} := f_y \cdot t_{f\ddot{o}} \cdot b_{f\ddot{o}}$$

$$N_{w,tryck}(x) := f_y \cdot t_w \cdot (x - t_{f\ddot{o}} - h_c)$$

$$N_{w,drag}(x) := f_y \cdot t_w \cdot (h_c + h_{tv\ddot{a}rbalk} - x - t_{fu})$$

$$N_{fu} := f_y \cdot t_{fu} \cdot b_{fu}$$

Tryckande kraft betongen

Tryckande kraft stål balkens övre fläns

Tryckande kraft stål balkens liv

Dragande kraft stål balkens liv

Dragande kraft stål balkens undre fläns

Horisontell jämvikt

$$f(x) := F_c + N_{f\ddot{o}} + N_{w,tryck}(x) - N_{w,drag}(x) - N_{fu}$$

$$x_0 := 0,01 \text{ m}$$

Antaget startvärde

$$\mathbf{x} := \text{root}(f(x_0), x_0) = 0,26 \text{ m}$$

$$\text{if } (h_c + t_{f\ddot{o}}) < \mathbf{x} \leq (h_c + t_{f\ddot{o}} + h_w) \text{ } = \text{“Antagande EJ OK”}$$

$$\| \text{“Antagande OK”}$$

else

$$\| \text{“Antagande EJ OK”}$$

Momentkapacitet

$$M_{Rd,drag} := -N_{w,drag}(\mathbf{x}) \cdot \left(\frac{(h_c + h_{tv\ddot{a}rbalk} - \mathbf{x} - t_{fu})}{2} + \frac{t_{fu}}{2} \right)$$

$$M_{Rd.tryck.1} := N_{w.tryck}(x) \cdot \left(h_c + h_{tvärbalk} - x + \frac{(x - h_c - t_{fu})}{2} - \frac{t_{fu}}{2} \right)$$

$$M_{Rd.tryck.2} := N_{fö} \cdot \left(h_{tvärbalk} - \frac{t_{fö}}{2} - \frac{t_{fu}}{2} \right) + F_c \cdot \left(\frac{h_c}{2} + h_{tvärbalk} + \frac{t_{fu}}{2} \right)$$

$$M_{Rd.tvärled} := M_{Rd.drag} + M_{Rd.tryck.1} + M_{Rd.tryck.2} = 13.742 \text{ MN} \cdot \text{m}$$

if $M_{Rd.tvärled} \geq M_{Ed.brott.tvärled}$ | = "Momentkapacitet OK"
 || "Momentkapacitet OK"
 else
 || "Momentkapacitet EJ OK"

Utnyttjandegrad

$$\frac{M_{Ed.brott.tvärled}}{M_{Rd.tvärled}} = 0.47$$

3. Kontroll av spänningar i bruksgränstillstånd

3.1 Korttidslast

$$\alpha := \frac{E_{s450}}{E_{cm}} = 5.676 \quad \text{Faktor för att göra om betong till ekvivalent stål} \quad \text{ekv. 2-6 (Collin, 2008)}$$

Tyngdpunkt stålbalk

$$x_{tp.s} := \frac{t_{fu} \cdot b_{fu} \cdot \frac{t_{fu}}{2} + t_w \cdot h_w \cdot \left(\frac{h_w}{2} + t_{fu} \right) + t_{fö} \cdot b_{fö} \cdot \left(t_{fu} + h_w + \frac{t_{fö}}{2} \right)}{A_{tvärbalk}} = 0.124 \text{ m}$$

$$I_{s.fu} := \frac{t_{fu}^3 \cdot b_{fu}}{12} + t_{fu} \cdot b_{fu} \cdot \left(x_{tp.s} - \frac{t_{fu}}{2} \right)^2$$

$$I_{s.w} := \frac{h_w^3 \cdot t_w}{12} + h_w \cdot t_w \cdot \left(t_{fu} + \frac{h_w}{2} - x_{tp.s} \right)^2$$

$$I_{s.f\ddot{o}} := \frac{t_{f\ddot{o}}^3 \cdot b_{f\ddot{o}}}{12} + b_{f\ddot{o}} \cdot t_{f\ddot{o}} \cdot \left(h_{tv\ddot{a}rbalk} - \frac{t_{f\ddot{o}}}{2} - x_{tp.s} \right)^2$$

$$I_s := I_{s.fu} + I_{s.w} + I_{s.f\ddot{o}} = 0.001528792 \text{ m}^4 \quad \text{Yttröghetsmoment stålbalk}$$

$$A_c := h_c \cdot b_{c.eff} = 0.814 \text{ m}^2 \quad \text{Area betongplatta}$$

$$I_c := \frac{b_{c.eff} \cdot h_c^3}{12} = 0.003 \text{ m}^4 \quad \text{Yttröghetsmoment betongplatta}$$

$$A_{comp.k} := A_{tv\ddot{a}rbalk} + \frac{A_c}{\alpha} = 0.225 \text{ m}^2 \quad \text{Area samverkanstvärsnitt}$$

$$x_{tp.comp.k} := \frac{x_{tp.s} \cdot A_{tv\ddot{a}rbalk} + \left(h_{tv\ddot{a}rbalk} + \frac{h_c}{2} \right) \cdot \frac{A_c}{\alpha}}{A_{comp.k}} = 0.376 \text{ m} \quad \text{Tyngdpunkt samverkanstvärsnitt}$$

Yttröghetsmoment samverkanstvärsnitt

$$I_{comp.k} := I_s + \frac{I_c}{\alpha} + A_{tv\ddot{a}rbalk} \cdot (x_{tp.comp.k} - x_{tp.s})^2 + \frac{A_c \cdot \left(h_{tv\ddot{a}rbalk} + \frac{h_c}{2} - x_{tp.comp.k} \right)^2}{\alpha} = 0.0102972 \text{ m}^4$$

Spänning överkant betong:

$$\sigma_{c.\ddot{o}k} := \frac{M_{Ed.bruk.k.tv\ddot{a}rled}}{I_{comp.k} \cdot \alpha} \cdot (x_{tp.comp.k} - h_c - h_{tv\ddot{a}rbalk}) = -19.632 \text{ MPa} \quad \text{ekv. B7-21 a (Engström, 2011)}$$

if $ \sigma_{c.\ddot{o}k} \leq 0.6 \cdot f_{ck}$ "Spänningarna OK" else "Spänningarna EJ OK"	= "Spänningarna OK"	s. B212 (Engström, 2011)
--	---------------------	--------------------------

Spänning underkant betong:

$$\sigma_{c.uk.k} := \frac{M_{Ed.bruk.k.tv\ddot{a}rled}}{I_{comp.k} \cdot \alpha} \cdot (x_{tp.comp.k} - h_{tv\ddot{a}rbalk}) = -2.631 \text{ MPa}$$

if $|\sigma_{c.uk.k}| \leq 0.6 \cdot f_{ck}$ | = "Spänningarna OK"
 || "Spänningarna OK"
 else
 || "Spänningarna EJ OK"

Spänning överkant tvärbalk:

$$\sigma_{s.ök.k} := \frac{M_{Ed.bruk.k.tvärled}}{I_{comp.k}} \cdot (x_{tp.comp.k} - h_c - h_{tvärbalk}) = -111.422 \text{ MPa}$$

if $|\sigma_{s.ök.k}| \leq 0.8 \cdot f_y$ | = "Spänningarna OK" s. B212 (Engström, 2011)
 || "Spänningarna OK"
 else
 || "Spänningarna EJ OK"

Spänning underkant tvärbalk:

$$\sigma_{s.uk.k} := \frac{M_{Ed.bruk.k.tvärled}}{I_{comp.k}} \cdot (x_{tp.comp.k}) = 164.892 \text{ MPa}$$

if $|\sigma_{s.uk.k}| \leq 0.8 \cdot f_y$ | = "Spänningarna OK"
 || "Spänningarna OK"
 else
 || "Spänningarna EJ OK"

3.2

Långtidslas

t Framtagande av kryptal

$u := 2 \cdot b_{c.eff}$ Omkrets av den del av tvärsnittet som utsätts för uttorkning

$$h_0 := \frac{2 \cdot A_c}{u} = 220 \text{ mm} \quad \text{ekv. B2-19 (Engström, 2011)}$$

$RH := 80\%$ tabell B2.6 (Engström, 2011)

$$\varphi_{RH} := \left(1 + \frac{1 - RH}{0.1 \cdot \sqrt[3]{\frac{h_0}{mm}}} \cdot \left(\frac{35}{f_{cm}} \right)^{0.7} \right) \cdot \left(\frac{35}{f_{cm}} \right)^{0.2} = 1.114 \quad \text{s. B54 (Engström, 2011)}$$

(Ovanstående ekvation gäller då $f_{cm} > 35 \text{MPa}$.)

$$\beta_{f_{cm}} := 2.21 \quad \text{tabell B2.9 (Engström, 2011)}$$

$$\beta_{t_0} := 0.91 \quad \text{tabell B2.20 (Engström, 2011)}$$

$$\varphi_{\infty, t_0} := \varphi_{RH} \cdot \beta_{f_{cm}} \cdot \beta_{t_0} = 2.241 \quad \text{ekv. B2-23 (Engström, 2011)}$$

$$\alpha_{ef} := \frac{E_{s450}}{E_{cm}} \cdot (1 + \varphi_{\infty, t_0}) = 18.394 \quad \text{Faktor för att göra betongen till ekvivalent stål} \quad \text{ekv. B7-67 (Engström, 2011)}$$

$$A_{comp.l} := A_{tvärbalk} + \frac{A_c}{\alpha_{ef}} = 0.126 \text{ m}^2 \quad \text{Area samverkanstvärsnitt} \quad \text{ekv. 2-8 (Collin, 2008)}$$

$$x_{tp.comp.l} := \frac{x_{tp.s} \cdot A_{tvärbalk} + \left(h_{tvärbalk} + \frac{h_c}{2} \right) \cdot \frac{A_c}{\alpha_{ef}}}{A_{comp.l}} = 0.263 \text{ m} \quad \text{Tyngdpunkt samverkanstvärsnitt}$$

$$I_{comp.l} := I_s + \frac{I_c}{\alpha_{ef}} + A_{tvärbalk} \cdot (x_{tp.comp.l} - x_{tp.s})^2 + \frac{A_c \cdot \left(h_{tvärbalk} + \frac{h_c}{2} - x_{tp.comp.l} \right)^2}{\alpha_{ef}} = 0.0062217 \text{ m}^4$$

Spänning överkant betong:

$$\sigma_{c.ök.l} := \frac{M_{Ed,bruk.l,tvärled}}{I_{comp.l} \cdot \alpha_{ef}} \cdot (x_{tp.comp.l} - h_c - h_{tvärbalk}) = -3.509 \text{ MPa}$$

$$\begin{array}{l} \text{if } |\sigma_{c.ök.l}| \leq 0.45 \cdot f_{ck} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Spänningarna OK”} \\ \text{else} \\ \text{“Spänningarna EJ OK”} \end{array} \right. \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{if } |\sigma_{c.ök.l}| \leq 0.45 \cdot f_{ck} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Spänningarna OK”} \\ \text{else} \\ \text{“Spänningarna EJ OK”} \end{array} \right. \end{array}} \right| = \text{“Spänningarna OK”} \quad \text{s. B212 (Engström, 2011)}$$

Spänning underkant betong:

$$\sigma_{c.uk.l} := \frac{M_{Ed.bruk.l.tvärled}}{I_{comp.l} \cdot \alpha_{ef}} \cdot (x_{tp.comp.l} - h_{tvärbalk}) = -1.407 \text{ MPa}$$

$$\begin{array}{l|l} \text{if } |\sigma_{c.uk.l}| \leq 0.45 \cdot f_{ck} & = \text{“Spänningarna OK”} \\ \parallel \text{“Spänningarna OK”} & \\ \text{else} & \\ \parallel \text{“Spänningarna EJ OK”} & \end{array}$$

Spänning överkant tvärbalk:

$$\sigma_{s.ök.l} := \frac{M_{Ed.bruk.l.tvärled}}{I_{comp.l}} \cdot (x_{tp.comp.l} - h_c - h_{tvärbalk}) = -64.54 \text{ MPa}$$

$$\begin{array}{l|l} \text{if } |\sigma_{s.ök.l}| \leq 0.8 \cdot f_y & = \text{“Spänningarna OK”} \\ \parallel \text{“Spänningarna OK”} & \\ \text{else} & \\ \parallel \text{“Spänningarna EJ OK”} & \end{array}$$

Spänning underkant tvärbalk:

$$\sigma_{s.uk.l} := \frac{M_{Ed.bruk.l.tvärled}}{I_{comp.l}} \cdot (x_{tp.comp.l}) = 46.155 \text{ MPa}$$

$$\begin{array}{l|l} \text{if } |\sigma_{s.uk.l}| \leq 0.8 \cdot f_y & = \text{“Spänningarna OK”} \\ \parallel \text{“Spänningarna OK”} & \\ \text{else} & \\ \parallel \text{“Spänningarna EJ OK”} & \end{array}$$

4. Kontroll av tvärkraftskapacitet

$\eta := 1.2$ För stålqualiteter upp till och med S460.

s. S83 (Al-Emrani, 2011)

$$\varepsilon := \sqrt{\frac{235}{f_y}} \text{ MPa}$$

s. S67 (Al-Emrani, 2011)

Skjuvbucklingskontroll

$$\begin{array}{l|l} \text{if } \frac{h_w}{t_w} < 72 \cdot \frac{\varepsilon}{\eta} & = \text{"Ingen risk för skjuvbuckling"} \\ \parallel \text{"Ingen risk för skjuvbuckling"} & \\ \text{else} & \\ \parallel \text{"Risk för skjuvbuckling"} & \end{array}$$

$$A_v := \eta \cdot h_w \cdot t_w \quad \text{Skjuvarea stålbalk} \quad \text{s. S83 (Al-Emrani, 2011)}$$

$$\gamma_{M0} := 1.0$$

$$V_{pl.Rd} := A_v \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0} \sqrt{3}} = 3.579 \text{ MN} \quad \text{Tvärkraftskapacitet} \quad \text{ekv. S5-18 (Al-Emrani, 2011)}$$

$$\begin{array}{l|l} \text{if } V_{pl.Rd} \geq V_{Ed.brott.tvärled} & = \text{"Tvärkraftskapacitet OK"} \\ \parallel \text{"Tvärkraftskapacitet OK"} & \\ \text{else} & \\ \parallel \text{"Tvärkraftskapacitet EJ OK"} & \end{array}$$

Utnyttjandegrad

$$\frac{V_{Ed.brott.tvärled}}{V_{pl.Rd}} = 0.45$$

4.1 Interaktion mellan moment och tvärkraft

$$\begin{array}{l|l} \text{if } \frac{V_{Ed.brott.tvärled}}{V_{pl.Rd}} \leq 0.5 & = \text{"Ingen interaktion krävs"} \quad \text{s. S86 (Al-Emrani, 2011)} \\ \parallel \text{"Ingen interaktion krävs"} & \\ \text{else} & \\ \parallel \text{"Interaktion krävs"} & \end{array}$$

4.2 Kontroll av halssvetsar

$$\beta_w := 1.0$$

Tabell S9.1 (Al-Emrani, 2011)

$$\gamma_{M2} := 1.25$$

s. S9-13 (Al-Emrani, 2011)

$$L_j := 197 \text{ mm} \quad \text{Hängarinfästningens bredd}$$

$$\beta_{L.w1} := 1.2 - \frac{0.2 \cdot L_j}{150 \cdot a_{svets}}$$

ekv. S9-2 (Al-Emrani, 2011)

$$L_{stöd} := \begin{cases} L_j & \text{if } L_j \leq 150 \cdot a_{svets} \\ \beta_{L.w1} \cdot L_j & \text{else} \end{cases} = 0.197 \text{ m}$$

s. S131 (Al-Emrani, 2011)

Övre flänsen

$$h_{fö} := h_{tvärbalk} - \frac{t_{fö}}{2} - x_{tp.s}$$

s. S133 (Al-Emrani, 2011)

$$S_{fö} := \frac{h_{fö}}{2} \cdot t_{fö} \cdot b_{fö}$$

Statiskt yttröghetsmoment
övre fläns

Skjuvning parallellt svetsen

$$\tau_{\parallel.fö} := \frac{V_{Ed.brott.tvärled} \cdot S_{fö}}{I_s \cdot 2 \cdot a_{svets}} = 57.08 \text{ MPa}$$

ekv. S9-11 (Al-Emrani, 2011)

Skjuvning vinkelrätt svetsen

$$\sigma_{ort.fö} := \frac{V_{Ed.brott.tvärled}}{\sqrt{2} \cdot L_{stöd} \cdot (2 \cdot a_{svets})} = 180.837 \text{ MPa}$$

ekv. S9-3 (Al-Emrani, 2011)

$$\tau_{ort.fö} := \sigma_{ort.fö}$$

$$kontroll1 := \begin{cases} 0 & \text{if } \sqrt{\sigma_{ort.fö}^2 + 3 \cdot (\tau_{ort.fö}^2 + \tau_{\parallel.fö}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} \\ 1 & \text{else} \end{cases} = 0$$

ekv. S9-12 (Al-Emrani, 2011)

$$\begin{array}{l}
 \textit{kontroll2} := \text{if } \sigma_{\textit{ort.f}\ddot{o}} \leq 0.9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}} = 0 \\
 \quad \parallel 0 \\
 \quad \text{else} \\
 \quad \parallel 1
 \end{array}$$

ekv. S9-13 (Al-Emrani, 2011)

$$\begin{array}{l}
 \text{if } (\textit{kontroll1} + \textit{kontroll2}) \leq 0 \\
 \quad \parallel \text{“\ddot{O}vre halssvetsatnas kapacitet OK”} \\
 \text{else} \\
 \quad \parallel \text{“INTE OK”}
 \end{array}$$

Undre fl\u00e4nsen

$$h_{fu} := x_{tp.s} - \frac{t_{fu}}{2}$$

s. S133 (Al-Emrani, 2011)

$$S_{fu} := \frac{h_{fu}}{2} \cdot t_{fu} \cdot b_{fu}$$

Statiskt yttr\u00f6ghetsmoment
undre fl\u00e4ns

Skjuvning parallellt svetsen

$$\tau_{\parallel.fu} := \frac{V_{Ed.brott.tv\u00e4rled} \cdot S_{fu}}{I_s \cdot 2 \cdot a_{svets}} = 77.102 \text{ MPa}$$

Skjuvning vinkelr\u00e4tt svetsen

$$\sigma_{\textit{ort.fu}} := \frac{V_{Ed.brott.tv\u00e4rled}}{\sqrt{2} \cdot L_{st\u00f6d} \cdot (2 \cdot a_{svets})} = 180.837 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\textit{ort.fu}} := \sigma_{\textit{ort.fu}}$$

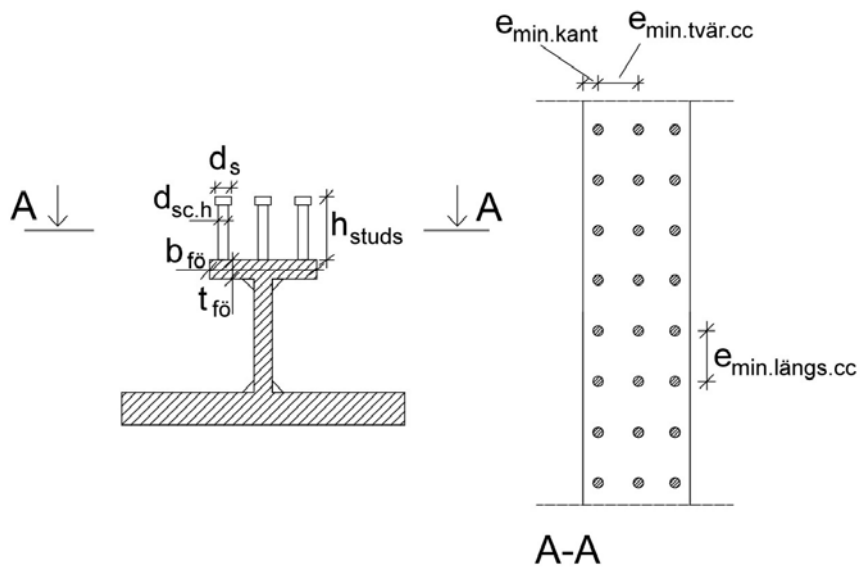
$$\begin{array}{l}
 \textit{kontroll1} := \text{if } \sqrt{\sigma_{\textit{ort.fu}}^2 + 3 \cdot (\tau_{\textit{ort.fu}}^2 + \tau_{\parallel.fu}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = 0 \\
 \quad \parallel 0 \\
 \quad \text{else} \\
 \quad \parallel 1
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 \text{kontroll2} := \text{if } \sigma_{\text{ort.fu}} \leq 0.9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}} = 0 \\
 \quad \parallel 0 \\
 \quad \text{else} \\
 \quad \parallel 1
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 \text{if } (\text{kontroll1} + \text{kontroll2}) \leq 0 \\
 \quad \parallel \text{"Undre halssvetsatnas kapacitet OK"} \\
 \text{else} \\
 \quad \parallel \text{"INTE OK"}
 \end{array}
 \quad = \text{"Undre halssvetsatnas kapacitet OK"}$$

5. Dimensionering av studs

kap. 6.6.3 SS-EN 1994-2



$$h_{sam} := 0.41 \, m + 0.22 \, m = 0.63 \, m$$

Höjd tvärbalk + betongplatta

$$a_{c.comp} := (h_{sam} - x_{tp.comp.k}) - \frac{h_c}{2} = 0.144 \, m$$

Avstånd från samverkanstvärsnittets t.p till betongplattans t.p

$$a_{s.comp} := x_{tp.comp.k} - x_{tp.s} = 0.252 \text{ m}$$

Avtånd från samverkanstvärsnittets t.p till stålbalkens t.p

$$S_c := \frac{A_c}{\alpha} \cdot a_{s.comp} = 0.021 \text{ m}^3$$

Statiskt yttröghetsmoment

$$f_u := 500 \text{ MPa}$$

Vald brottgräns svetsbult

```

if  $f_u \leq 500 \text{ MPa}$  | = "OK"
  || "OK"
else
  || "EJ OK"

```

$$d_s := 25 \text{ mm}$$

Svetsbutlens skaftdiameter

```

if  $16 \text{ mm} \leq d_s \leq 25 \text{ mm}$  | = "OK"
  || "OK"
else
  || "EJ OK"

```

```

if  $d_s \leq 2.5 \cdot t_{f\ddot{o}}$  | = "OK"
  || "OK"
else
  || "EJ OK"

```

$$d_{sc.h} := 40 \text{ mm}$$

Antagen diameter studshuvudet

```

if  $d_{sc.h} \geq 1.5 \cdot d_s$  | = "OK"
  || "OK"
else
  || "EJ OK"

```

$$h_{studs} := 76 \text{ mm}$$

Antagen svetsbultens nominella totalhöjd

```

if  $h_{studs} < h_c$  | = "OKEJ"
  || "OKEJ"
else
  || "Inte OKEJ"

```

kontroll för att se så studen får plats i betongplattan

$$\begin{array}{l} \text{if } h_{studs} \geq 3 \cdot d_s \mid = \text{"OK"} \\ \parallel \text{"OK"} \\ \text{else} \\ \parallel \text{"EJ OK"} \end{array}$$

$$h_{sc.h} := 15 \text{ mm}$$

Antagen höjd studshuvud

$$\begin{array}{l} \text{if } h_{sc.h} \geq 0.4 \cdot d_s \mid = \text{"OK"} \\ \parallel \text{"OK"} \\ \text{else} \\ \parallel \text{"EJ OK"} \end{array}$$

$$h_{sc.h} := 0.4 \cdot d_s = 10 \text{ mm}$$

minsta höjd studshuvud

$$\gamma_V := 1.25$$

Partialkoefficient

$$\begin{array}{l} \alpha_{studs} := \text{if } h_{studs} \leq 4 \cdot d_s \mid = 0.808 \\ \parallel 0.2 \cdot \left(\frac{h_{studs}}{d_s} + 1 \right) \\ \parallel \\ \text{else} \\ \parallel 1 \end{array}$$

Avståndsdimensioner studs, tvärled

$$e_{min.kant} := 25 \text{ mm} + \frac{d_s}{2} = 0.0375 \text{ m}$$

minsta avstånd flänskant till studs, tvärled

$$e_{min.tvär.cc} := 2.5 \cdot d_s = 0.063 \text{ m}$$

minsta avstånd cc mellan studs, tvärled

$$n_{max.studs.tvär.rad} := 1 + \text{floor} \left(\frac{b_{fö} - 2 \cdot e_{min.kant}}{e_{min.tvär.cc}} \right) = 4$$

max antal studs som får plats i tvärsnittet

Enligt studsbehovet $n_{studs.erf}$ (se nedan) klarar vi oss med enbart 3 studs per rad, därför väljs:

$$n_{studs.tvär.rad} := 3$$

Avståndsdimensioner studs, längsled per meter

$$e_{min.längs.cc} := 5 \cdot d_s = 0.125 \text{ m}$$

minsta avstånd cc mellan studs, längsled

max antal rader med studs som får plats längs tvärbalken

$$n_{max.studs.längs.rad} := 1 + \text{floor} \left(\frac{1 \text{ m}}{L_{tvärbalk}} \cdot \frac{(L_{tvärbalk} - 2 \cdot e_{min.längs.cc})}{e_{min.längs.cc}} \right) = 8$$

Dimensionerande bärförmåga per studs:

$$P_{Rd} := \min \left(\left(\frac{0.8 \cdot f_u \cdot \pi \cdot \frac{d_s^2}{4}}{\gamma_V} \right), \left(\frac{0.29 \cdot \alpha_{studs} \cdot d_s^2 \cdot \sqrt{f_{ck} \cdot E_{cm}}}{\gamma_V} \right) \right) = 157.08 \text{ kN}$$

Dimensionerande bärförmåga per studs och meter

$$P_{Rd} := \frac{P_{Rd}}{1 \text{ m}} = 157.08 \frac{1}{\text{m}} \cdot \text{kN}$$

Skjuvning mellan betong och stål

$$\tau := \frac{V_{Ed.brott.tvärled} \cdot S_c}{I_{comp.k} \cdot b_{fö}} = 12.206 \text{ MPa}$$

Skjuvkraft mellan betong och stål

$$P_{Ed} := \tau \cdot b_{fö} = (3.234 \cdot 10^3) \frac{1}{\text{m}} \cdot \text{kN}$$

Antalet studs som krävs per meter

$$n_{studs.erf} := \text{Ceil} \left(\frac{P_{Ed}}{P_{Rd}}, 4 \right) = 24$$

if $n_{studs.erf} \leq n_{studs.tvär.rad} \cdot n_{max.studs.längs.rad}$ = "OK"
 || "OK"
 else
 || "EJ OK"

kontroll för att se om valt antal studs är tillräckligt för kapaciteten

6. Kontroll av nedböjning

För att kunna använda elementarfall vid beräkning av nedböjning har lastsättningen förenklats jämfört med lastfall 1, se 7.1 Dimensionerande laster tvärled. Den utbredda lasten i körfält 1 har räknats om till en punktlast och har tillsammans med den ursprungliga punktlasten i körfält 1 placerats i mitten av tvärbalken för att maximal nedböjning ska ske där. Den utbredda lasten i övriga körfält har förenklats till att verka över hela tvärbalken. Punktlasten i körfält 2 ligger dock fortfarande kvar i körfält 2. Detta medför att nedböjning aldrig kommer att överstiga det beräknade värdet då lastsättning blir mer ogynnsam än det dimensionerande lastfallet enligt lastfall 1. Eftersom tvärsnittet har elastisk respons kan nedböjningen superponeras. Lastkombinationen som använts är enligt ekv. 6.15b i SS-EN 1990.

$$L_2 := 0.25 \text{ m} \quad \text{Avståndet från stöd till vägräcke}$$

$$L_3 := \frac{L_{\text{tvärbalk}}}{2} - 2.1 \text{ m} = 6.4 \text{ m} \quad \text{Avståndet från stöd till punktlast i körfält 2}$$

$$cc := 3.7 \text{ m} \quad \text{Centrumavstånd mellan tvärbalkarna}$$

$$B := 3 \text{ m} \quad \text{Körfältsbredd}$$

$$\alpha_{Q1} := 0.9 \quad \text{Nationell faktor för punktlast i körfält 1}$$

$$\alpha_{Q2} := 0.9 \quad \text{Nationell faktor för punktlast i körfält 2}$$

$$\alpha_{q1} := 0.8 \quad \text{Nationell faktor för utbredd last i körfält 1}$$

$$\alpha_{q2} := 1.0 \quad \text{Nationell faktor för utbredd last i körfält 2}$$

$$\psi_{1.1p} := 0.75 \quad \text{Reduktionsfaktor för punktlast}$$

$$\psi_{1.1q} := 0.4 \quad \text{Reduktionsfaktor för punktlast}$$

$$q_1 := 9 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \text{Utbredd last i körfält 1}$$

$$q_2 := 2.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \text{Utbredd last i övrig körfält}$$

$$p_1 := 600 \text{ kN} \quad \text{Punktlast i körfält 1}$$

$$p_2 := 400 \text{ kN} \quad \text{Punktlast i körfält 2}$$

$$g_1 := 6.302 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{Egentyngd för tvärbalkarna, se Bilaga A - Lastframtagning}$$

$$g_2 := 23.7673 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{Egentyngd för brodäck, se Bilaga A - Lastframtagning}$$

$$G_1 := 1.85 \text{ kN} \quad \text{Egentyngd för vägräcken, se Bilaga A - Lastframtagning}$$

Dimensionerande laster:

$$P_1 := \alpha_{Q1} \cdot p_1 \cdot \psi_{1.1p} = 405 \text{ kN} \quad \text{Punktlast i körfält 1}$$

$$P_2 := \alpha_{Q2} \cdot p_2 \cdot \psi_{1.1p} = 270 \text{ kN} \quad \text{Punktlast i körfält 2}$$

$$P_3 := (\alpha_{q1} \cdot q_1 - \alpha_{q2} \cdot q_2) \cdot cc \cdot B \cdot \psi_{1.1q} = 20.868 \text{ kN}$$

Bidraget till utbredd last i körfält 1, omgjord till punktlast

$$Q_2 := \alpha_{q2} \cdot q_2 \cdot cc \cdot \psi_{1.1q} = 3.7 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Ubredd last över hela tvärbalken

$$g_{tot} := g_1 + g_2 = 30.069 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Total utbredd egentyngd

$$G := G_1 = (1.85 \cdot 10^3) \text{ N}$$

Punktlast för vägräcken

Beräkna nedböjning enligt elementarfall:

Nedböjningen, w , beräknas i mitten av tvärbalken enligt elementarfall för fritt upplagd balk.

$$w_{punkt.1} := \frac{(P_1 + P_3 + G) \cdot L_{tvärbalk}^3}{48 \cdot E_{s450} \cdot I_{comp.k}} + \frac{P_2 \cdot L_3 \cdot L_{tvärbalk}^2}{48 \cdot E_{s450} \cdot I_{comp.k}} \cdot \left(3 - \frac{4 \cdot L_3^2}{L_{tvärbalk}^2} \right)$$

$$w_{punkt.2} := 2 \cdot \frac{G \cdot L_2 \cdot L_{tvärbalk}^2}{48 \cdot E_{s450} \cdot I_{comp.k}} \cdot \left(3 - \frac{4 \cdot L_2^2}{L_{tvärbalk}^2} \right)$$

$$w_{punkt} := w_{punkt.1} + w_{punkt.2} = 0.032 \text{ m}$$

$$w_{utbredd} := \frac{(Q_2 + g_{tot}) \cdot L_{tvärbalk}^4}{384 \cdot E_{s450} \cdot I_{comp.k}}$$

$$w_{utbredd} = 0.003 \text{ m}$$

$$w_{tot} := w_{punkt} + w_{utbredd} = 35.36 \text{ mm}$$

Kontroll

$$\text{if } w_{tot} \leq \frac{L_{tvärbalk}}{400} \text{ = "OK"}$$

|| "OK"

else

|| "EJ OK"

kap. B3422 TRVBRO 11

Bilaga E - Hängstag och infästningar

Innehållsförteckning

1. Dimensionering av hängstag och infästningar

- 1.1 Dimensionerande normalkraft
- 1.2 Indata
- 1.3 Dimensionering hängstag
- 1.4 Dimensionering infästning till hängstag
- 1.5 Skjuvbrott i skruv
- 1.6 Hålkantsbrott
- 1.7 Svets mellan mottagare och tvärbalk
- 1.8 Svets mellan mottagare och båge
- 1.9 Slutgiltiga dimensioner

1. Dimensionering av hängstag och infästningar

1.1 Dimensionerande normalkraft

Hängstagen dimensioneras efter maximal tvärkraft i tvärbalken vid lastfall 2. Se *Bilaga A - Lastframtagning*. Det innebär att stagen dimensioneras för att ta last för ett helt cc-avstånd vilket enligt beräkningar i *Bilaga G - CALFEM-analys* visar sig vara något i överkant eftersom lasten sprider sig till närliggande hängare. Hängarna dimensioneras dock efter maximal tvärkraft för att vara på säkra sidan.

$$N_{Ed} := 1612.2 \text{ kN}$$

1.2 Indata

Stål S355

$$f_y := 355 \text{ MPa}$$

$$f_u := 550 \text{ MPa}$$

$$\beta_w := 1.0$$

Tabell S9.1 (Al-Emrani, 2013)

Skruv 10.9

$$f_{ub} := 1000 \text{ MPa}$$

$$\alpha_v := 0.6$$

Reduktionsfaktor

$$\gamma_{M2} := 1.25$$

Säkerhetsfaktor

1.3 Dimensionering hängstag

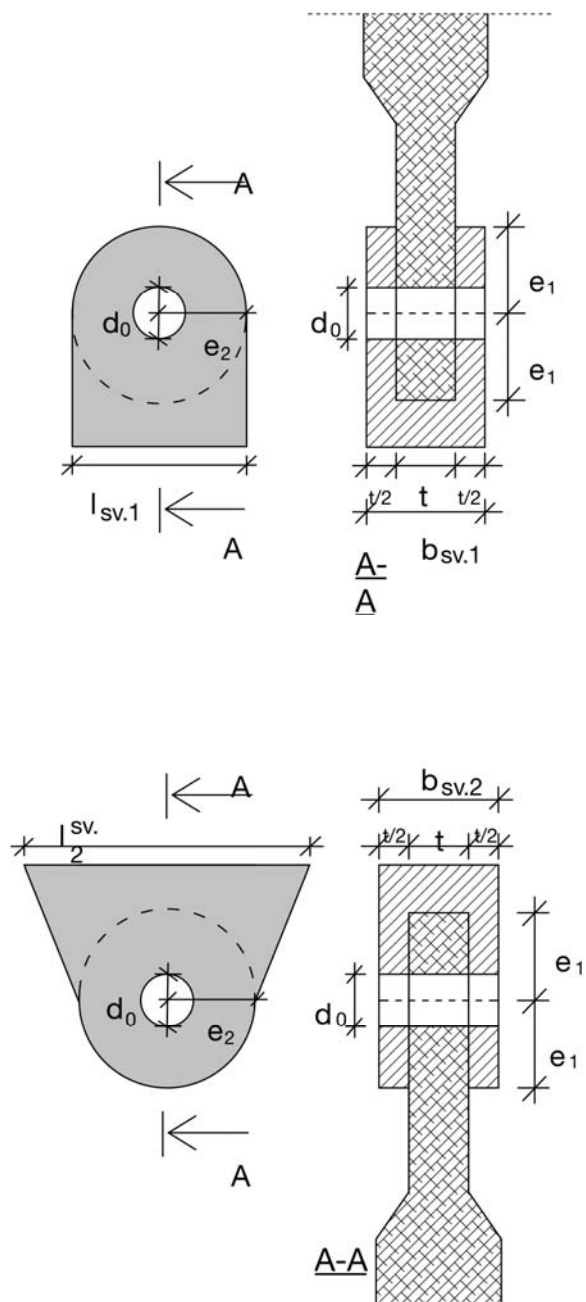
$$A_{stag} := \text{Ceil} \left(\frac{N_{Ed}}{f_y}, 0.0001 \text{ m}^2 \right) = 0.0046 \text{ m}^2$$

Stagen utformas som cirkulära tvärsnitt med radien:

$$r_{stag} := \text{Ceil} \left(\sqrt{\frac{A_{stag}}{\pi}}, 0.001 \text{ m} \right) = 39 \text{ mm} \quad d_{stag} := 2 \cdot r_{stag} = 78 \text{ mm}$$

1.4 Dimensionering infästning till hängstag

Mottagaren svetsas fast på tvärbalkens övre fläns och ansluts till hängaren med en koppling med en sprint. Det finns således fyra brottmoder - skjuvbrott i skruv, hålkantsbrott i kopplingens olika delar, brott i svetsen i anslutningen till flänsen samt i svets till mottagare på båge.



1.5 Skjuvbrott i skruv

Denna beräkning syftar till att dimensionera skruven.

$$F_{v.Rd} = \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} \quad \text{ekv. S8-20 (Al-Emrani, 2013)}$$

$$F_{v.Ed} := N_{Ed} = 1612.2 \text{ kN}$$

$$F_{v.Rd} := F_{v.Ed}$$

$$A := \frac{F_{v.Rd} \cdot \gamma_{M2}}{\alpha_v \cdot f_{ub}} = 0.003 \text{ m}^2 \quad \text{Förbandet har två skär och således blir arean på skruven halva beräknade arean.}$$

$$A_{skär} := \frac{A}{2} = (1.679 \cdot 10^{-3}) \text{ m}^2$$

$$r_{skruv} := \text{Ceil} \left(\sqrt{\frac{A_{skär}}{\pi}}, 0.001 \text{ m} \right) = 0.024 \text{ m} \quad d_{skruv} := 2 \cdot r_{skruv} = 0.048 \text{ m}$$

1.6 Hålkantsbrott

Denna beräkning syftar till att dimensionera plåtarna i kopplingen.

$$F_{b.Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}} \quad \text{ekv. S8-21 (Al-Emrani, 2013)}$$

$$F_{b.Rd} := N_{Ed} = 1612.2 \text{ kN}$$

$$d_{skruv} = 48 \text{ mm}$$

$$e_1 := 98.5 \text{ mm}$$

Avstånd mellan hålcentrum och plåtkant i kraftriktning

$$e_2 := 98.5 \text{ mm}$$

Avstånd mellan hålcentrum och plåtkant vinkelrätt mot kraftriktning

$$d_0 := d_{skruv} + 3 \text{ mm} = 51 \text{ mm} \quad \text{Hålets diameter}$$

$$\alpha_b = \min \left(\alpha_d, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1 \right)$$

ekv. S8-22 (Al-Emrani, 2013)

där:

$$\alpha_d := \frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0.644$$

$$\alpha_b := \min \left(\alpha_d, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1 \right) = 0.644$$

$$k_1 := \min \left(2.8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1.7, 2.5 \right) = 2.5$$

För brott mellan hål och plåtkant

Lös ut tjockleken, t , ur ekvation S8-21 ovan.

$$t := \text{Ceil} \left(\frac{F_{b.Rd} \cdot \gamma_{M2}}{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d_{skruv}}, 0.001 \text{ m} \right) = 48 \text{ mm}$$

Hängarens komponent i kopplingen blir således 48 mm tjock och mottagarplåtarna blir 24 mm tjocka vardera.

1.7 Svets mellan mottagare och tvärbalk

Hängarna ansluter lodrätt ner till mottagare och därför uppkommer endast spänningar vinkelrätt svetsen.

$$\sigma_{ort} = \frac{P}{\sqrt{2} \cdot L \cdot a} \quad \text{ekv. S9-3 (Al-Emrani, 2013)}$$

$$P := N_{Ed} = 1612.2 \text{ kN}$$

Indata

$$\begin{aligned} b_{sv.1} &:= 2 \cdot t = 96 \text{ mm} && \text{mottagarens bredd i basen} \\ l_{sv.1} &:= 197 \text{ mm} && \text{mottagarens längdmått i basen} \\ L &:= b_{sv.1} \cdot 2 + l_{sv.1} \cdot 2 = 586 \text{ mm} && \text{total svetslängd} \\ a_{sv.1} &:= 9 \text{ mm} && \text{a-mått} \end{aligned}$$

$$\sigma_{ort} := \frac{P}{\sqrt{2} \cdot L \cdot a_{sv.1}} = 216.154 \text{ MPa} \quad \text{ekv. S9-3 (Al-Emrani, 2013)}$$

$$\tau_{ort} := \sigma_{ort}$$

Kontroll av bärförmåga enligt:

$$\sqrt{(\sigma_{ort})^2 + 3 \cdot (\tau_{ort}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} \quad \text{ekv. S9-12 (Al-Emrani, 2013)}$$

och

$$\sigma_{ort} \leq 0.9 \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}} \quad \text{ekv. S9-13 (Al-Emrani, 2013)}$$

Där:

$$\text{Ekv. S9-12:} \quad \sqrt{\sigma_{ort}^2 + 3 \cdot \tau_{ort}^2} = 432.309 \text{ MPa} < \frac{f_u}{\gamma_{M2}} = 440 \text{ MPa} \quad \text{OK!}$$

$$\text{Ekv. S9-13:} \quad 0.9 \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}} = 396 \text{ MPa} > \sigma_{ort} = 216.154 \text{ MPa} \quad \text{OK!}$$

1.8 Svets mellan mottagare och båge

Varje mottagare kommer fästas direkt på bågelementen med svetsar runt om basen. Det innebär att varje mottagare kommer få olika kraftkomponenter och således olika svetsspänningar vinkelrätt och parallellt. Den parallella kraftkomponenten får dessutom en hävarm, h_m , till svetsen och genererar därmed ett moment. Den parallella svetsen är det mest belastade och därför har antagande om att momentet tas upp även i denna gjorts. Dimensionering av a-mått och basens storlek var en iterativ process med *Bilaga F - Kraftkomponenter* för att beräkna kraftkomponenter vid bågens olika lutningar.

Indata

$$a_{sv.2} := 13 \text{ mm}$$

$$b_{sv.2} := 2 \cdot t = 96 \text{ mm}$$

$$l_{sv.2} := 470 \text{ mm}$$

$$h_m := e_1 + 50 \text{ mm} = 148.5 \text{ mm}$$

Avstånd från underkant mottagare till hålcentrum

$$L := 2 \cdot b_{sv.2} + 2 \cdot l_{sv.2} = (1.132 \cdot 10^3) \text{ mm}$$

Kraftberäkning

Efter beräkningar gjorts i *Bilaga F - Kraftkomponenter* visade det sig att maximal totalspänning i svetsen uppstod vid högst lutning på bågen, d.v.s. när den parallella spänningen är som störst. Normalkraften i hängstagen delas upp i två kraftkomponenter, en parallell och en vinkelrätt mot svetsen.

$$\alpha := \frac{2 \cdot \pi}{360} \cdot 29.12$$

Lutning på bågen i radianer vid den yttersta hängaren

$$N_{Ed} = 1612.2 \text{ kN}$$

Normalkraft i hängstag

$$P_{\parallel} := N_{Ed} \cdot \cos(\alpha) = 1408.422 \text{ kN}$$

Kraftkomponent parallellt med svetsen

$$P_{ort} := N_{Ed} \cdot \sin(\alpha) = 784.562 \text{ kN}$$

Kraftkomponent vinkelrätt med svetsen

$$M := P_{\parallel} \cdot h_m = 209.151 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Moment som uppstår i svetsen

Spänningsberäkningar

De vinkelräta spänningarna beräknats enligt:

$$\sigma_{ort} := \frac{P_{ort}}{\sqrt{2} \cdot L \cdot a_{sv.2}} + \frac{M \cdot 6}{2 \cdot \sqrt{2} \cdot l_{sv.2}^2 \cdot a_{sv.2}} = 192.198 \text{ MPa} \quad \text{ekv. S9-3 (Al-Emrani, 2013)}$$

$$\tau_{ort} := \sigma_{ort}$$

De parallella spänningarna har beräknats enligt:

$$\tau_{\parallel} = \frac{P_s}{a \cdot L} \quad \text{ekv. S9-1 (Al-Emrani, 2013)}$$

Där:

$$P_s := \frac{P_{\parallel}}{2}$$

$$L_j := l_{sv.2}$$

$$\beta_{L.W1} := 1.2 - \frac{0.2 \cdot L_j}{150 \cdot a_{sv.2}} = 1.152$$

$$L := \text{if } L_j \leq 150 \cdot a_{sv.2} \mid = 0.47 \text{ m}$$

L_j	
else	
$\beta_{L.W1} \cdot L_j$	

$$\tau_{\parallel} := \frac{P_s}{a_{sv.2} \cdot L} = 115.255 \text{ MPa}$$

Den totala svetsspänningen beräknas enligt:

$$\sigma_j := \sqrt{\sigma_{ort}^2 + 3 \cdot (\tau_{ort}^2 + \tau_{\parallel}^2)} = 433.141 \text{ MPa} \quad \text{ekv. S9-5 (Al-Emrani, 2013)}$$

Kontroll

$$\sigma_j = 433.141 \text{ MPa} < \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = 440 \text{ MPa} \text{ OK!} \quad \text{ekv. S9-12 (Al-Emrani, 2013)}$$

$$\sigma_{ort} = 192.198 \text{ MPa} < 0.9 \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}} = 396 \text{ MPa} \text{ OK!} \quad \text{ekv. S9.13 (Al-Emrani, 2013)}$$

1.9 Slutgiltiga dimensioner

$d_{stag} = 78 \text{ mm}$	Hängstagets diameter
$d_{skruv} = 48 \text{ mm}$	Skruvens diameter
$d_0 = 51 \text{ mm}$	Hålets diameter
$t = 48 \text{ mm}$	Plåttjocklek
$a_{sv.1} = 9 \text{ mm}$	Svetsens a-mått vid balkanslutning
$b_{sv.1} = 96 \text{ mm}$	Mottagarens bredd vid balkanslutning
$a_{sv.2} = 13 \text{ mm}$	Svetsens a-mått vid båganslutning
$l_{sv.2} = 470 \text{ mm}$	Mottagarens längd vid båganslutning
$b_{sv.2} = 96 \text{ mm}$	Mottagarens bredd vid båganslutning
$h_m = 148.5 \text{ mm}$	Avståndet mellan svets och hålcentrum

Detta medför att infästningen blir överdimensionerad på många ställen av bågen men det är på säkra sidan.

Bilaga F - Kraftkomponenter

```

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%
% PROGRAM FÖR ATT BERÄKNA VILKEN LUTNING SOM GER MAXIMAL SVETSSPÄNNING.
%
% PROGRAMMET LOOPAR EN BERÄKNING AV TOTALSPÄNNINGEN I SVETSEN. LOOPEN
% STEGAR FRÅN 0 TILL 60 GRADERS LUTNING FÖR ATT BERÄKNA DE
% KRAFTKOMPOSANTER SOM UPPSTÅR. UTIFRÅN DESSA BERÄKNAS DET PARALLELLA
% OCH VINKELRÄTA
% BIDRAGET TILL SVETSSPÄNNINGEN FÖR ATT AVGÖRA VILKEN LUTNING SOM GER
% STÖRST TOTALSPÄNNING I SVETSEN. DETTA ANVÄNDS SENARE FÖR ATT
% DIMENSIONERA SVETSEN VID HÄNGAR- OCH FACKVERKSANSLUTNINGARNA.
%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

%%% INDATA
a=0.013           % Svetsens a-mått
L=0.3;           % Längden på infästningsplattan
L1=0.15;         % Bredden på infästningsplattan
Ned=2.2894*10^6; % Normalkraft i hängstag

%%% BERÄKNING
H=zeros(40,3); % Matris för att spara totalspänning och kraftkomponenter
g=2*60*pi/360; % 60 grader i radianer
s=pi/180;      % 1 grad i radianer (steglängd)
j=1;

for i=0:s:g

    %%% Kraftkomponenter
    p=Ned*sin(i); % Kraftkomponent parallellt med svetsen
    H(j,2)=p;     % Spara kraftkomponenten i matrisen
    f=Ned*cos(i); % Kraftkomponent vinkelrätt svetsen
    H(j,3)=f;    % Spara kraftkomponenten i matrisen

    %%% Spänningsberäkningar
    P=p/(a*2*L); % Spänning parallellt svetsen
    F=f/(sqrt(2)*(2*L+2*L1)*a); % Spänning vinkelrätt svetsen

    Q=sqrt(F^2+3*(F^2+P^2)); % Totalspänning i svetsen
    H(j,1)=Q;              % Spara spänningen i matrisen

    j=j+1;
end

min=min(H(:,1)) % Minsta totalspänningen i svetsen
mini=find(H==min) % Hitta vart i loopen minsta spänning uppstår
mini=1

max=max(H(:,1)) % Maximala totalspänningen i svetsen
maxi=find(H==max) % Hitta vart i loopen maximal totalspänning uppstår
maxi=61

% Maximal totalspänning uppstår alltså i slutet på loopen, d.v.s. vid
% maximal lutning och störst parallell kraftkomponent.

```

Bilaga G - CALFEM

Innehållsförteckning

M-filer

1. Superbridge sid 2

Funktions-filer

2. Edofcreator sid 19

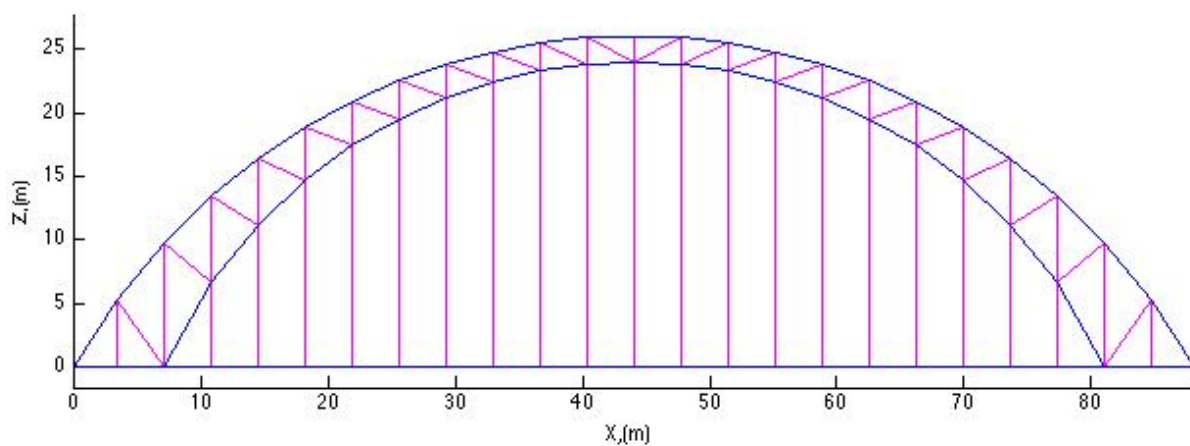
3. Edofcreator2 sid 22

4. Egenvikt sid 28

5. STILkoordinater sid 30

6. Superbridge2 sid 36

7. Superbridge3 sid 39



Superbridge

```
%=====
%                               SUPERBRIDGE                               %
%                               beräkningsprogram                         %
%                               STIL                                     %
%                               %                                       %
%                               BROGRUPP-2                             %
%                               Henrik Berg, Linnea Fagerström,        %
%                               Philip Lindorfsson, Alexander Nyberg,  %
%                               Gustav Söderlund                       %
%                               %                                       %
%                               Programmet superbridge beräknar och    %
%                               plottar deformationer och              %
%                               förskjutningar tillhörande stålfackverksbron STIL. Programmet %
%                               analyserar även lokala momentkrafter, tvärkrafter och normalkrafter %
%                               samt konstruktionens säkerhet mot knäckning med en geometrisk olinjär %
%                               analys.                                %
%                               %                                       %
%=====
```

```
clear all
close all
clc
```

```
%INDATA
%=====
%=====
%
%
%=====
% INDATA BROBANA
% Denna del innefattar alla blåa
% element på brobanan (längsgående)
%=====
```

```
E1=210*10^9;           %Elasticitetsmodul balk [Pa]
I1=1.457e-3;          %Böjstyvhet balk [m4]
A1=0.0239;            %Tvärsnittsarea balk [m2]
```

```
EP1=[E1 A1 I1];      %"Element properties 1"
```

```
%=====
% INDATA BALKBÅGE
% denna del innefattar alla blåa element i
% fackverksbågen.
%=====
```

```
E2=210*10^9;           %Elasticitetsmodul balk [Pa]
I2=0.000873;          %Böjstyvhet balk i båge [m4]
```

```

A2=0.027776;                                %Tvärsnittetsarea stång [m2]

EP2=[E2 A2 I2];                              %"Element Properties 2"

%=====
% INDATA STÅNGER
% denna del innefattar alla stänger i fackverksbågen
%=====

E3=210*10^9;                                %Elasticitetsmodul stång [Pa]
A3=0.005504;                                %Tvärsnittetsarea balk [m2]

EP3=[E3 A3];                                %"Element Properties 3"

%=====
% INDATA KABLAR
% denna del innefattar alla hängande kablar
%=====

E4=210e9;                                    %Elasticitetsmodul stång [Pa]
A4=0.0047;                                    %Tvärsnittetsarea balk [m2]

EP4=[E4 A4];                                %"Element Properties 3"

%=====
% LASTER
%=====

last= 313.9357e3;%496.4773e3;                %maximal utbredd last från reaktionskraft
punktlast= 557.8676e3;% 1.1157e6;%i kap 7.3. Tabell 2
                                                %första värdet är brukgränstillstånd,
                                                %andra brottgränstillstånd.

q= 0;                                        %Utbredd last är 0 (egenvikt beräknas i
                                                %funktionsfilen "egenvikt")
eq1=[0 q];                                    %Riktning av utbredd last
eq2=[q];
D=7700;                                        %Densitet stål [kg/m3]

[EX,EZ,ex,ez]=STILkoordinater;              %Hämtning av koordinater till STIL ur
                                                %funktionsfil.

```



```

%=====
%=====
%=====

%Topologimatriser till balkar och stänger samt koordinatsystem och
%numrering för noder skapas med hjälp av funktionsfilen Edofcreator2.

[Edof,Edof2,noder]=Edofcreator2(EX,EZ,ex,ez);

%=====

%=====
%Styvhetsmatris "K" för hela bron i två dimensioner av bron STIL sett från
%sidan skapas.
%=====

K=zeros(max(max(noder(:,4:6)))); %nollvektor och nollmatris skapas för
f=zeros(max(max(noder(:,4:6)),1)); %att definiera dimensionerna av
%styvhetsmatrisen "K" och
%kraftvektorn "f"

% assemblering av brobanan (24)
%=====
for i=1:length(EX)-44
Ke =beam2e(EX(i,:),EZ(i,:),EP1);
K=assem(Edof(i,:),K,Ke);
end

% assemblering av alla balkar i bågarna (44)
%=====
for i=length(EX)-44:length(EX)
[Ke]=beam2e(EX(i,:),EZ(i,:),EP2);
K=assem(Edof(i,:),K,Ke);
end

%assemblering av alla stänger i fackverket (20)
%=====
for i=1:length(ex)-19
Ke=bar2e(ex(i,:),ez(i,:),EP3);
K=assem(Edof2(i,:),K,Ke);
end

% assemblering av kablar (20)
%=====
for i=length(ex)-19:length(ex)
Ke=bar2e(ex(i,:),ez(i,:),EP4);

```

```

        K=assem(Edof2(i,:),K,Ke);
    end

%=====

%skapande av lastvektor genom att placera den utbredda lasten "last på den
%andra frihetsgraden på alla brobane-element.

a=2;
for i=1:25
    f(a)=f(a)-last;
    a=a+3;
end

[f]=egenvikt(EX,EZ,ex,ez,A1,A2,A3,A4,Edof,Edof2,f,D);           %egenvikten tas
                                                                %till hänsyn i
                                                                %kraftvektorn

%Denna loop kör om hela system med den varierande punktlasten
%=====
for k=13:13      %k= från nodnummer...:till nodnummer....

    yr=(3*k)-1;
    f(yr)=f(yr)-punktlast; %den maximala punktlasten placeras ut

    %RANDVILLKOR
    %=====
    bc=[1 0;          %Det vänstra stödet sitter fast i x- och z-led medans
        2 0;          %de tre andra endast sitter fast i x-led. Inget av stöden
        8 0;          %kan ta upp moment.
        68 0;
        74 0];

    [a,r]=solveq(K,f,bc);
    Ed1=extract(Edof,a);
    Ed2=extract(Edof2,a);

    %=====
    figure(1) %plottning av bro, odeformerat tillstånd
    hold on
    subplot(2,1,1);
    xlabel('X,(m)')
    ylabel('Z,(m)')
    title('STIL odeformerad','FontSize',18)

    plotpar=[1 3 0];

    for i =1:length(ex)
        eldraw2(ex(i,:),ez(i,:),plotpar);
    end

```

```

plotpar=[1 2 0];
for i =1:length(EX)
    eldraw2(EX(i,:),EZ(i,:),plotpar);
end

text((noder(:,2)+0.1),(noder(:,3)+0.1),num2str(noder(:,1)))
%=====

figure(1) %plottning av bro deformerat tillstånd
hold on
subplot(2,1,2);
xlabel('X,(m)')
ylabel('Z,(m)')
title('STIL deformerad','FontSize',18)
plotpar=[1 3 0];

sfac=scalfact2(ex(10,:),ez(10,:),Ed2(10,:),0.2);%konstant skalfaktor vid
%plottning
for i =1:length(ex)
    eldisp2(ex(i,:),ez(i,:),Ed2(i,:),plotpar,sfac);
end

plotpar=[1 2 0];
for i =1:length(EX)
    eldisp2(EX(i,:),EZ(i,:),Ed1(i,:),plotpar,sfac);
end

plotpar=[2 1 0];

for i =1:length(ex)
    eldraw2(ex(i,:),ez(i,:),plotpar);
end

for i =1:length(EX)
    eldraw2(EX(i,:),EZ(i,:),plotpar);
end

pltscalb2(sfac,[0.2 80 20]);

%=====
%Beräkning och plottning av Bron STILs normalkraft, tvärkraft och moment
%=====

element=11;
    %elementnummer som definierar skalan, skalfaktorn som beräknas
    %används för samtliga element för att hela plotten är skalenigt

```

```

es=beam2s(EX(element,:),EZ(element,:),EP1,Ed1(element,:),eq1,21);
sfac1=scalfact2(EX(element,:),EZ(element,:),es(:,1),0.2);
sfac2=scalfact2(EX(element,:),EZ(element,:),es(:,2),0.2);
sfac3=scalfact2(EX(element,:),EZ(element,:),es(:,3),0.2);

```

```

%Brobanan

```

```

%=====

```

```

for i=1:24

    figure(2)
    title('Normalkraft','FontSize',14)
    xlabel('X,(m)')
    ylabel('Z,(m)')
    es=beam2s(EX(i,:),EZ(i,:),EP1,Ed1(i,:),eq1,21);
    if es(1,1)>=0
        plotpar=[2 2];
    else
        plotpar=[4 4];
    end
    eldia2(EX(i,:),EZ(i,:),es(:,1),plotpar,sfac1);

    plotpar=[2 1];

    figure(3)
    subplot(2,1,1)
    title('Tvärkraft','FontSize',14)
    xlabel('X,(m)')
    ylabel('Z,(m)')
    eldia2(EX(i,:),EZ(i,:),es(:,2),plotpar,sfac2);

    figure(3)
    subplot(2,1,2)
    title('Moment','FontSize',14)
    xlabel('X,(m)')
    ylabel('Z,(m)')
    eldia2(EX(i,:),EZ(i,:),es(:,3),plotpar,sfac3);
end

```

```

%Bågen

```

```

%=====

```

```

for i=25:68

    es=beam2s(EX(i,:),EZ(i,:),EP2,Ed1(i,:),eq1,21) ;

    figure(2)

    if es(1,1)>=0
        plotpar=[2 2];
    else
        plotpar=[4 4];
    end
end

```

```

eldia2(EX(i,:),EZ(i,:),es(:,1),plotpar,sfac1);

plotpar=[2 1];
figure(3)
subplot(2,1,1)
eldia2(EX(i,:),EZ(i,:),es(:,2),plotpar,sfac2);

figure(3)
subplot(2,1,2)
eldia2(EX(i,:),EZ(i,:),es(:,3),plotpar,sfac3);

%Tar fram alla maxnormalkrafter i bågen
%=====
normalmax1(i-24,1)=es(1,1);

%Tar fram alla maxtvärkraft i bågen
%=====
tvarmax1(i-24,1)=es(1,2);

%Tar fram alla maxmoment i bågen
%=====
maxmom=max(abs(es(:,3)));
mm=find(es(:,3)==maxmom);
if mm>=1;
    maxmom1=maxmom;
else
    maxmom1=-1*maxmom;
end
mommax1(i-24,1)=maxmom1;
end

for i=1:length(ex)-19;

figure(2)
es=bar2s(ex(i,:),ez(i,:),EP3,Ed2(i,:));
es=[es;es];

if es(1,1)>=0
    plotpar=[2 2];
else
    plotpar=[4 4];
end

eldia2(ex(i,:),ez(i,:),es,plotpar,sfac1);
end

for i=length(ex)-19:length(ex);

figure(2)
es=bar2s(ex(i,:),ez(i,:),EP4,Ed2(i,:));
es=[es;es];

```

```

    if es(1,1)>=0           %Normalkraftsdiagrammet färgkodas, blått
        plotpar=[2 2];     %för drag och rött för tryck.
    else
        plotpar=[4 4];
    end

    eldia2(ex(i,:),ez(i,:),es,plotpar,sfac1);

end

normalalla(:,k)=normalmax1;
momentalla(:,k)=tvarmax1;
tvaralla(:,k)=mommax1;

%Stöngerna i fackverksbågen och dess normalkraft
%=====

for i=1:45
    bs=bar2s(ex(i,:),ez(i,:),EP3,Ed2(i,:));
    normalmax(i,1)=bs;
end

%utplacering av alla normalkrafter i matris
normalmaxalla(:,k)=normalmax;

%Hängarna och dess normalkraft
%=====

for i=46:64
    bs=bar2s(ex(i,:),ez(i,:),EP4,Ed2(i,:));
    normalmaxstag(i-45,1)=bs;
end
normalmaxallastag(:,k)=normalmaxstag;

%=====
%UTVÄRDERING AV KNÄCKNING I SIDLED
%=====
%Denna del räknar på bågarnas styvheter i y-led och deras
%knäckningskapacitet. Analysen berör först de båda övre bågarnas med
%tillhörande förstyrningsbalkar sedan de båda undre.

for n=1:2 %Loopen genomförs två gånger, en gång för de
    N0=0; %båda övre och en gång för de båda undre.
    %nollställning av normalkrafter inför

```

```

N=0;      %geometrisk ickelinjära deformationer

if n==1      %Koordinater för brotvärsnitt i xy-led
              %tas fram för de övre bågarna

    [K3,Ex,Ey,noder3,Edof3,S1,S2]=superbridge2(E2,I2,A2,EP2);

else          %villkor gäller de undre bågarna
    [K3,Ex,Ey,noder3,Edof3,S1,S2]=superbridge3(E2,I2,A2,EP2);
end

%plotting av odeformerad bro sedd ovanifrån (xz-led)
%=====
figure(4)

if n==1      %faktor som avgör om loopen bearbetar de övre
              %eller undre bågarna
    subplot(2,1,1)
    xlabel('X,(m)')
    ylabel('Y,(m)')
    title('Färskjutningar övre bågpar','FontSize',18);
else
    subplot(2,1,2)
    title('Förskjutningar undre bågpar','FontSize',18);
end

plotpar=[2 1 0];
for i =1:length(Ex)
    eldraw2(Ex(i,:),Ey(i,:),plotpar);

end
%text((noder3(:,2)),(noder3(:,3)-1.5),num2str(noder3(:,1)))
%=====

plotpar=[2 1];

for i=1:length(Ex)%loopen placerar ut de normalkrafter som uppstår i
                  %bågarna i xz-planet och placerar ut dem i samma
                  %element fast i xy-planet.

    if i<S1+1      %kraftvektorn "es" hämtas ur vektorn ED1 och matchas
                  %med rätt numrering
        es=beam2s(EX(i+n*24,:),EZ(i+n*24,:),EP2,Ed1(i+n*24,:),eq1,21);
    else
    end
    if i>S1 & i < S2+1%eftersom det finns två bågar i xy-planet och
                      %endast en i xz-planet matchas nästkommande
                      %element med samma krafter som föregående if-sats

```

```

        d=(n-1)*28;          %konstant för att korrigera numrering
        es=beam2s(EX(i+d,:),EZ(i+d,:),EP2,Ed1(i+d,:),eq1,21);
    else
    end

    if i>S2;                %If-sats avser elementen som stagar upp bågen i
        es=0;              %sedled, dessa har inga pålagda krafter
    else
    end

    N(i,1)=es(1,1);        %Vektor med normalkraft med matchanda numrering
                            %som bågkonstruktion i xy-planet skapas
end

%=====
%lastvektorn f3 skapas av de inre normalkrafter som uppstår av
%belastningar av bron STIL i xz-planet
%=====

f3=zeros((max(max(noder3(:,4:6)))),1); %Nollvektor skapas för att få
                                        %rätt dimensioner av
                                        %kraftvektorn "f3".

%Loopen körs en gång för varje element för att lägga in dess
%normalkrafter i lastvektorn "f3"

for i=1:length(Ex)
    if i < S1+1 %if-satsen avser den första bågen

        f3(noder3(i,4))=-N(i,1)+f3(noder3(i,4));
        f3(noder3(i+1,4))=N(i,1)+f3(noder3(i+1,4));
    else
    end

    if i>S1 & i < S2+1 %if-satsen avser den andra bågen, Normalkraften
                        %reduceras här med 0.87 då lasten placeras mot
                        %det ena stödet, se lastfall 2 kap 7.1

        f3(noder3(i+1,4))=-N(i,1)*0.8748+f3(noder3(i+1,4));
        f3(noder3(i+2,4))=N(i,1)*0.8748+f3(noder3(i+2,4)); %axellastens
                                                                %87,48 av den
                                                                %första se

    else
    end

end

if n==1                    %Randvillkor för de övre bågarna

```



```

for i=1:length(Ex);
    %Den globala styvhetsmatrisen skapas med
    %hjälp av kommandot beam2g som tar i hänsyn
    %till normalkraften som påverkar konstruktionen

    Ke=beam2g(Ex(i,:),Ey(i,:),EP2,N(i,1),eq2);
    K3a=assem(Edof3(i,:),K3a,Ke);
end

[a3,r3]=solveq(K3a,f3,bc3);%läsning av ekvationssystem med senaste
Ed3=extract(Edof3,a3);      %iteration av normalkraften N som nu är
                            %inlagd som en lastvektor "f3"

%=====
%plottning av deformerad bro sedd ovanifrån (xz-led)
%=====
if j==1
    %Plottar endast deformationen som uppkommer från
    %första iterationen, j= numrering av iteration

    figure(4)
    plotpar=[1 3 0];

    for i=1:length(Ex)
        eldisp2(Ex(i,:),Ey(i,:),Ed3(i,:),plotpar,sfac*4);
                                                %plottning
    end
    pltscaleb2(sfac*4,[0.05 80 20]);

else

end
%=====
%plottning av normalkraftsfördelning bro sedd ovanifrån (xz-led)
%=====

for i=1:length(Ex)
    %De nya krafterna som uppkommit som effekt
    %av korrigerad styvhetsmatris lagras i matrisen "es3"

    es3=beam2gs(Ex(i,:),Ey(i,:),EP2,Ed3(i,:),N(i,1),eq2);

    if j==1 %Plottar endast normalkraftsfördelning som uppkommer
            %från första iterationen, j= numrering av iteration

```

```

figure(5)

ylabel('Y')
if n==1

    subplot(2,1,1)%placering av plotting för de övre bågarna
    title('Normalkrafter övre bågpar','FontSize',18);

    %sfac3 bestäms endast en gång eftersom plottarna av
    %både de övre och undre bågarna skall ske i samma skala

    es2=beam2gs(Ex(10,:),Ey(10,:),EP2,Ed3(10,:),N(10,1),eq2);
    sfac3=scalfact2(Ex(10,:),Ey(10,:),es2(:,1),0.2);

else

    subplot(2,1,2) %placering av plotting för undre bågpar
    title('Normalkrafter undre bågpar','FontSize',18)

end

plotpar=[2 1];
eldia2(Ex(i,:),Ey(i,:),es3(:,1),plotpar,sfac3*3); %plotting
                                                %av normalkrafter
else
end

N0(i,1)=N(i,1); %Normalkrafterna korrigeras, N0 är
N(i,1)=es3(1,1);%normalkrafterna i varje element innan den
%senaste iterationen och N är normalkrafterna
%efter den senaste iterationen, då skillnaden
% mellan dessa är tillräckligt liten antas
%lösningen konvergera

end

if (j>40); %Loopen stoppas vid divergens

    disp('Lösning konvergerar ej');

    return
end
end

```

```

L=eigen(K3a,K3,b);           %egenvärdet tas fram
for i=1:length(L)           %loopen körs en gång för varje egenvärde
    alphai(i,1)=(1/(1-L(i))); %alphai beräknas för varje egenvärde och
end                           %lagras i en vektor
j;
acr=min(abs(alphai)) ;      %alphaknäckning är det minsta av alla
                             %värden på alphai, dvs. vid det värde som
                             %konstruktionen tappar styvhet

figure(5)
xlabel(['\alpha cr=' num2str(acr)], 'FontSize',16);
end

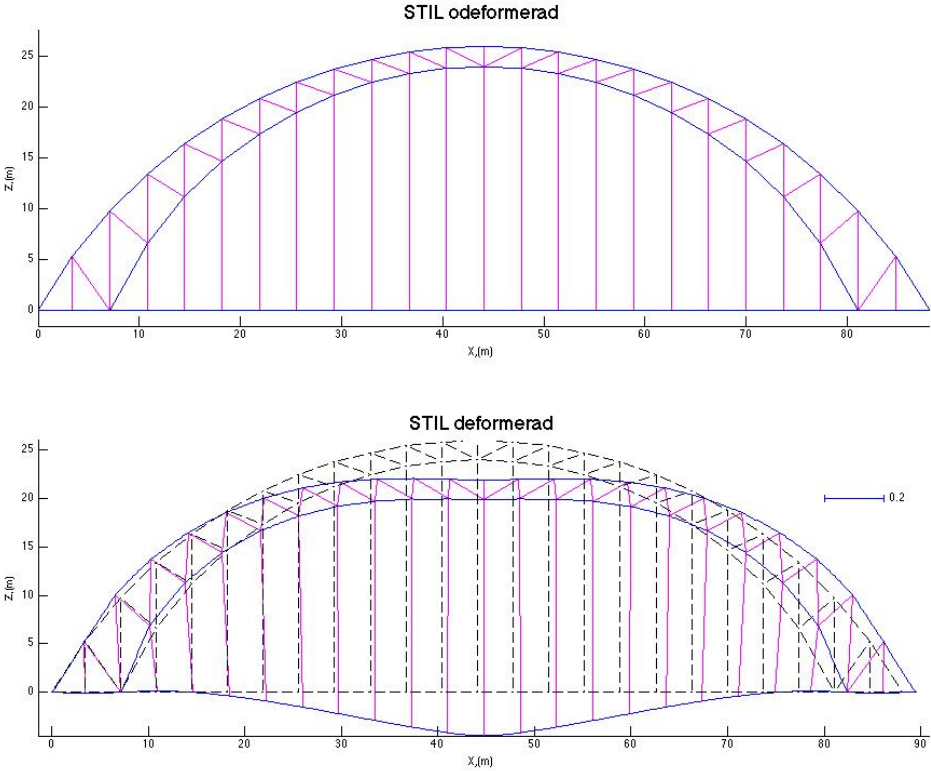
f(yr+k)=f(yr+k)+punktlast; %tar bort punktlasten

end

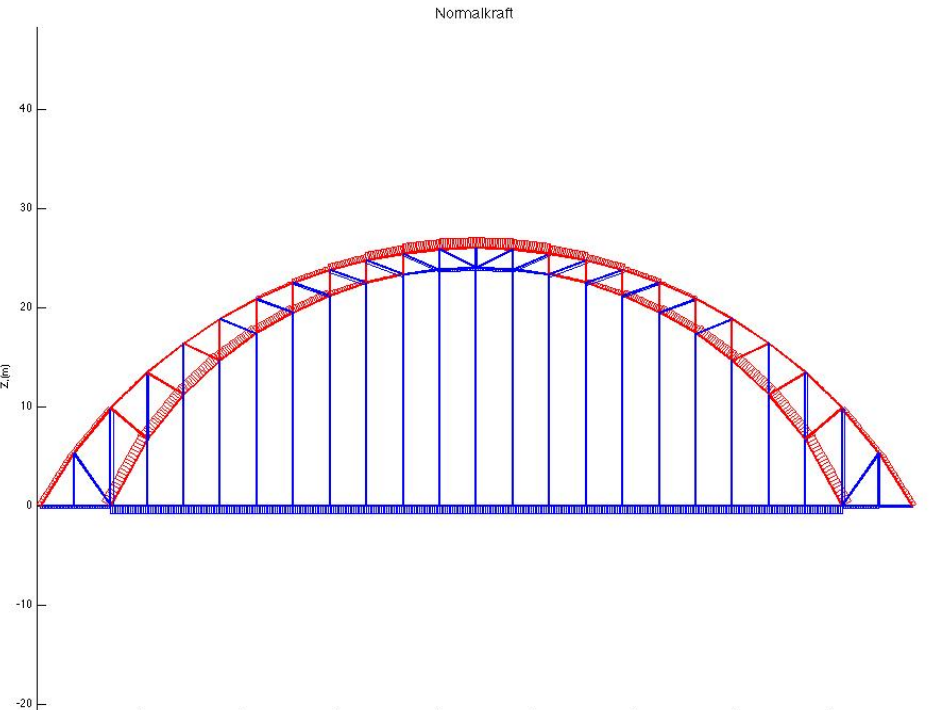
```

Plottade figurer

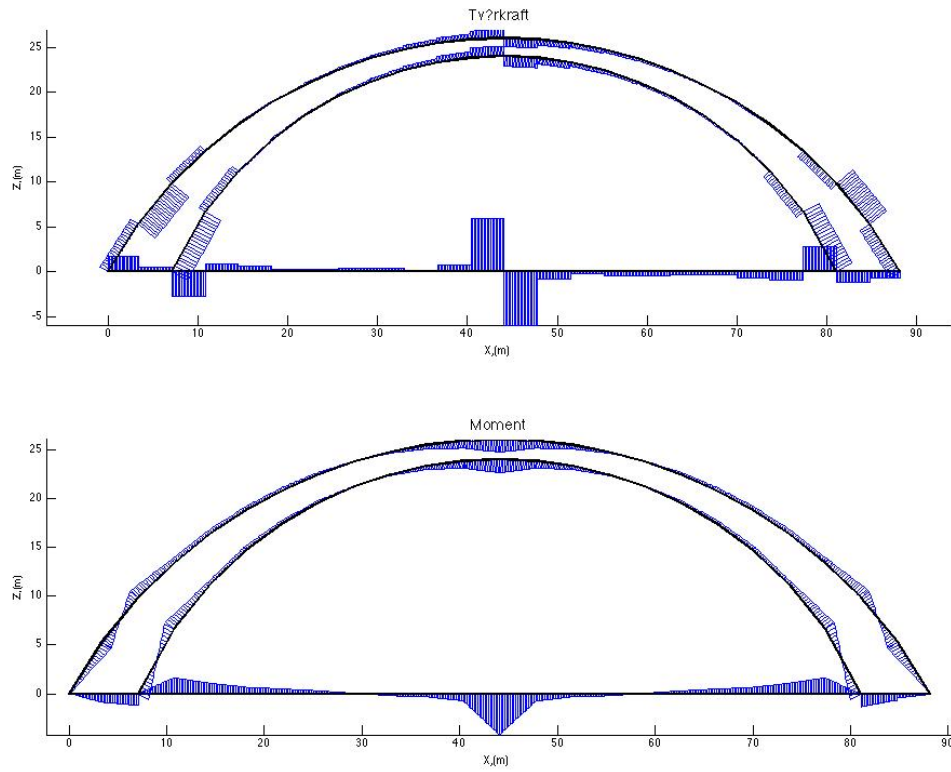
figure(1)



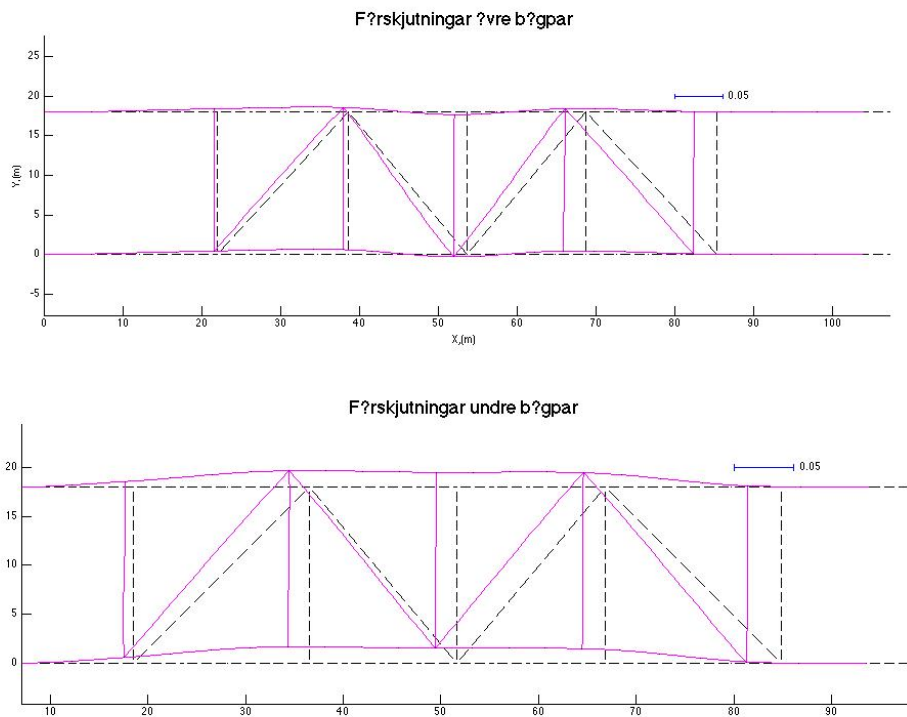
figure(2)



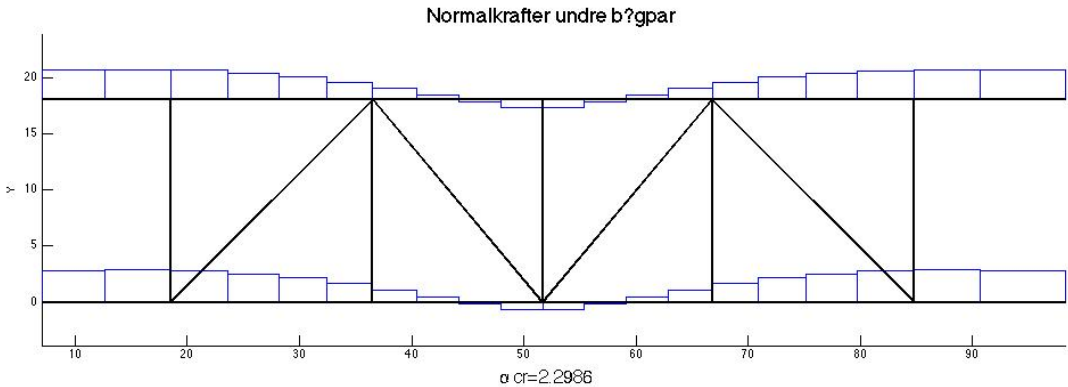
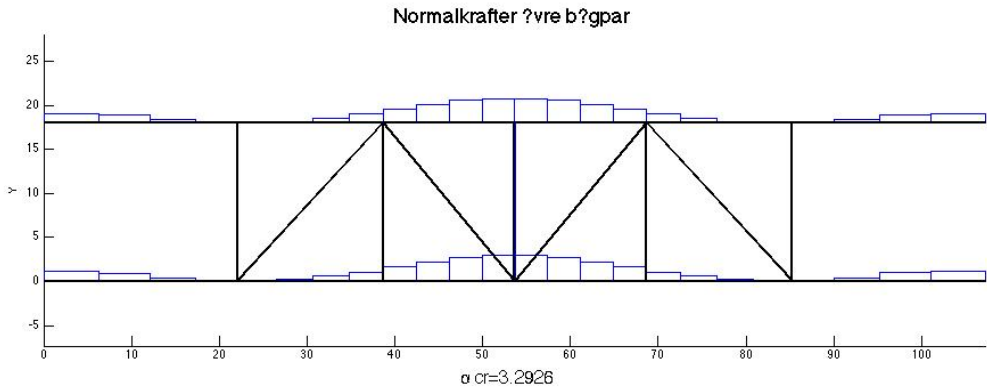
figure(3)



figure(4)



figure(5)



Edofcreator

```
function [Edof3,noder3]=Edofcreator(Ex,Ez)
%=====
%[Edof3,noder3]=Edofcreator(Ex,Ez)
%
% SYFTE: etablerar en topologimatrix som matchar en mängd element som ges
% av indata Ex och Ez. Programmet numrerar även alla noderna och ger
% dem koordinater som representeras i matrisen "noder3". Programmet är
% anpassat för en konstruktion endast innehållande balkelement.
%
% INVARIABLER:  Ex          :en [n x 2] där n = antal element, matrisen
%                beskriver elementens rörelser i x-led
%                Ey          :en [n x 2] där n = antal element, matrisen
%                beskriver elementens rörelser i y-led
%
% UTVARIABLER:  Edof3       :topologimatrix
%                noder3     :matrix som beskriver numrering av varje
%                punkt, dess koordinater och tillhörande
%                frihetsgrader
%                noder3(i,:)= [nod-nummer;
%                               x-koordinat;
%                               y-koordinat;
%                               tillhörande frihetsgrad 1-3]
%
%=====

%analyserar antalet element
%=====
noe=length(Ex);%number of elements

%=====
%Hittar och numrerar antalet noder, loopen skapar en matrix med numrering
%av noder samt koordinater för varje nod, numrering sker enligt
%elementplacering från indata.
%=====

a=1;
noder3 = [a Ex(1) Ez(1)];    %[starvärden för loop]

for i=1:noe                %Loopen körs två gånger för varje element för
    for j=1:2              %att hitta alla möjliga noder

        xvec=noder3(:,2);
        yvec=noder3(:,3);
        faktor=0;

        I=find(Ex(i,j)==xvec);          %identifierar om x-värdet redan finns
        if I >= 1
            M=find(Ex(i,j)==noder3(:,2)); %hittar placering på "x lika" punkten
            number=max(size(M));          %kommandot "size används för att
```



```

                                %bestämna mängden av punkter där "x"
                                %är lika

for l=1:number                    %programmet undersöker sedan om
                                %y-värdet också är lika på samtliga
                                % punkter där x är lika

    if Ez(i,j)==noder3(M(l),3); %om x-värdet finns behöver
                                %punkternas y värden kollas, om
                                %de ej är samma är en ny nod hittad

        faktor=1;                %faktor=1 betyder att noden som
        else                    %undersöks finns sen tidigare och
        end                    %är därför ej en ny nod
    end

    if faktor ~=1                %om faktor ~=1 är noden hittills unik
        a=a+1;                    %nodens numrering

        noder3(a,:)=[a Ex(i,j) Ez(i,j)]; %nodens numrering samt
                                %koordinater sätts in i
                                %matrisen noder

    else
        end

else %x-värdet överensstämmer inte, alltså är noden hittills unik
    a=a+1;
    noder3(a,:)=[a Ex(i,j) Ez(i,j)]; %nodens numrering samt
                                    %koordinater sätts in i
                                    %matrisen noder

end

end

end

%=====
non=max(noder3(:,1)); %non=number of nodes

%analyserar antalet frihetsgrader och placerar ut dem i "noder3"matrisen
%=====

b=1; %startvärde på konstant inför loop

for i = 1:non

noder3(i,4:6)=[b b+1 b+2]; %analyserar antalet frihetsgrader och

```

```

                                %placerar ut dem i "noder"-matrisen

b=b+3;                            %ändrar konstant "b" enligt att det finns tre
                                %frihetsgrader i varje nod

end

%=====
%skapar topologimatrix "Edof3"
%=====

Edof3 = zeros(noe,7); %skapar nollmatrix enligt mängd element
Edof3(:,1)=(1:noe); %numrerar elementen

noderx=noder3(:,2); %tar ut alla x-koordinaterna ur nodermatrisen
nodery=noder3(:,3); %tar ut alla y-koordinaterna ur nodermatrisen

%följande loop analyserar vid vilka noder
%elementen börjar och avslutas
%=====
for i=1:noe %Loopen körs två gånger för varje element då
    for j=1:2 %varje element innefattar två noder.

        X=Ex(i,j); %undersökt elementnods x-värde
        Y=Ez(i,j); %undersökt elementnods y-värde

        I1=find(X==noderx); %letar efter x- och y-värden i nodsystemet
        I2=find(Y==nodery); %som matchar elementets koordinater

        s=max(size(I1)); %size= antalet matchande x-värden som hittas
        for z= 1:s; %loopen undersöker samtliga värden
            P=find(I1(z)==I2); %identifierar ifall y-värdet också matchar
            if P> 0;
                I=I2(P); %om ja är noden som elementet sitter i hittat
            end
        end
        if j ==1 %j==1 betyder att det är elementets
                %första värde.
            Edof3(i,2:4)=noder3(I,4:6); %Edof skapas och frihetsgrader läggs
        else %in enligt vilka noder elementen
            Edof3(i,5:7)=noder3(I,4:6); %ansluter i.
        end
    end
end
end
%TOPOLOGIMATRIS FÖR BALKELEMENT SKAPAD
end

```

Edofcreator2

```
function [Edof,Edof2,noder]=Edofcreator2(EX,EZ,ex,ez)
%=====
%[Edof,Edof2,noder]=Edofcreator2(EX,EY,ex,ez)
%
% SYFTE: etablerar en topologimatrix som matchar en mängd element som ges
% av indata EX, EZ, ex och ez. Programmet numrerar även alla noderna och ger
% dem koordinater som representeras i matrisen "noder". Programmet är
% anpassat för en konstruktion innehållande både balk- och stånelement.
%
% INVARIABLER:   EX           :en [n x 2] där n = antal element, matrisen
%                :            beskriver balkelements rörelser i x-led
%                EY           :en [n x 2] där n = antal element, matrisen
%                :            beskriver balkelements rörelser i y-led
%                ex           :en [n x 2] där n = antal element, matrisen
%                :            beskriver stånelements rörelser i x-led
%                ey           :en [n x 2] där n = antal element, matrisen
%                :            beskriver stånelementens rörelser i y-led
%
% UTVARIABLER:   Edof         :topologimatrix för balkelement
%                Edof2        :topologimatrix för stång-element
%                noder        :matrix som beskriver numrering av varje
%                :            punkt, dess koordinater och tillhörande
%                :            frihetsgrader
%                :            noder(i,:)= [nod-nummer;
%                :                x-koordinat;
%                :                y-koordinat;
%                :                tillhörande frihetsgrad 1-3]
%=====

%DEL1
%BERÖR ENDAST ALLA BALKELEMENT
%=====
%=====

%analyserar antalet Balkelement
%=====
noe=length(EX);%number of elements(BEAM)

%=====
%Hittar och numrerar antalet noder, loopen skapar en matrix med numrering
%av noder samt koordinater för varje nod, numrering sker enligt
%elementplacering från indata.
```

```

%=====

a=1;
noder = [a EX(1) EZ(1)];    %[starvärden för loop]

for i=1:noe                %Loopen körs två gånger för varje element för
    for j=1:2              %att hitta alla möjliga noder

        xvec=noder(:,2);
        yvec=noder(:,3);
        faktor=0;

        I=find(EX(i,j)==xvec) ;           %identifierar om x-värdet redan finns
        if I >= 1
            M=find(EX(i,j)==noder(:,2)) ; %hittar placering på "x lika" punkten
            number=max(size(M));          %kommandot "size används för att
                                           %bestämma mängden av punkter där "x"
                                           %är lika

                for l=1:number            %programmet undersöker sedan om
                                           %y-värdet också är lika på samtliga
                                           % punkter där x är lika

                    if EZ(i,j)==noder(M(1),3); %om x-värdet finns behöver
                                           %punkternas y värden kollas, om
                                           %de ej är samma är en ny nod hittad

                        faktor=1;          %faktor=1 betyder att noden som
                        else               %undersöks finns sen tidigare och
                        end                 %är därför ej en ny nod

                end

                    if faktor ~=1         %om faktor ~=1 är noden hittills unik
                        a=a+1;             %nodens numrering

                        noder(a,:)= [a EX(i,j) EZ(i,j)]; %nodens numrering samt
                                           %koordinater sätts in i
                                           %matrisen noder

                    else
                        end

                else                       %x-värdet överensstämmer inte, alltså är noden hittills unik
                    a=a+1;
                    noder(a,:)= [a EX(i,j) EZ(i,j)]; %nodens numrering samt
                                           %koordinater sätts in i
                                           %matrisen noder

                end

            end

        end

    end

end

```

```

%=====

non=max(noder(:,1));    %non=number of nodes

b=1;                    %startvärde på konstant inför loop

for i = 1:non

noder(i,4:6)=[b b+1 b+2]; %analyserar antalet frihetsgrader och
                        %placerar ut dem i "noder"matrisen

b=b+3;                  %ändrar konstant "b" enligt att det finns tre
                        %frihetsgrader i varje nod

end

%=====
%skapar topologimatris "Edof"
%=====

Edof = zeros(noe,7);    %skapar nollmatris enligt mängd element
Edof(:,1)=(1:noe);      %numrerar elementen

noderx=noder(:,2);      %tar ut alla x-koordinaterna ur nodermatrisen
nodery=noder(:,3);      %tar ut alla y-koordinaterna ur nodermatrisen

%följande loop analyserar vid vilka noder
%elementen börjar och avslutas
%=====
for i=1:noe              %Loopen körs två gånger för varje element då
    for j=1:2            %varje element innefattar två noder.

        X=EX(i,j);      %undersökt elementnods x-värde
        Y=EZ(i,j);      %undersökt elementnods y-värde

        I1=find(X==noderx); %letar efter x- och y-värden i nodsystemet
        I2=find(Y==nodery); %som matchar elementets koordinater

        s=max(size(I1));  %size= antalet matchande x-värden som hittas
        for z= 1:s;      %loopen undersöker samtliga värden
            P=find(I1(z)==I2);%identifierar ifall y-värdet också matchar
            if P> 0;
                I=I2(P);  %om ja är noden som elementet sitter i hittat
            end
        end
    end
    if j ==1              %j==1 betyder att det är elementets
                        %första värde

```

```

        Edof(i,2:4)=noder(I,4:6); %Edof skapas och frihetsgrader läggs
    else %in enligt vilka noder elementen
        Edof(i,5:7)=noder(I,4:6); %ansluter i
    end
end
end
end

```

```

%TOPOLOGIMATRIS FÖR BALKELEMENT SKAPAD,

```

```

%DEL2
%BERÖR ENDAST ALLA STÅNGELEMENT
%=====
%=====
%del 2 är uppbyggd likadant som del 1 med skillnaden att den bygger upp en
%topologimatrix med stångelement, dvs. endast två frihetsgrader per nod.
%Edof 2 skapas och matrisen "noder" utökas vid eventuellt fler noder

```

```

noe=length(ex);%number of elements(BAR)

```

```

%startvärden nollställs ej då balkar och stänger
%verkar i samma system

```

```

for i=1:noe
    for j=1:2

        xvec=noder(:,2);
        yvec=noder(:,3);
        faktor=0;

        I=find(ex(i,j)==xvec) ;

        if I >= 1
            M=find(ex(i,j)==noder(:,2)) ;
            number=max(size(M));

            for l=1:number
                if ez(i,j)==noder(M(l),3);
                    faktor=1;
                else
                    end
            end

            if faktor ~=1
                a=a+1;
            end
        end
    end
end

```

```

                noder(a,:)=[a ex(i,j) ez(i,j) 0 0 0];
                else
                end
else
    a=a+1;
    noder(a,:)=[a ex(i,j) ez(i,j) 0 0 0];
end

end

end

non2=max(noder(:,1)); %number of nodes

%analyserar antalet frihetsgrader och placerar ut dem i "noder"matrisen
%=====

for i = non+1:non2
    noder(i,4:5)=[b b+1];
    b=b+2;
end

%=====
%skapar topologimatrix "Edof2"
%=====

Edof2 = zeros(noe,5);           %Topologimatrix för stängelement
E=length(Edof(:,1));          %konstant för att justera elementnumrering

Edof2(:,1)=(1+E:noe+E);       %Elementnumrering av stängelement med hänsyn
                               %till alla balkelement.

noderx=noder(:,2);
nodery=noder(:,3);

for i=1:noe
    for j=1:2

        X=ex(i,j);
        Y=ez(i,j);

        I1=find(X==noderx);
        I2=find(Y==nodery);

        s=max(size(I1));
        for z= 1:s;
            P=find(I1(z)==I2);
            if P> 0;
                I=I2(P);
            end
        end
    end
end

```

```
        end
    end
    if j ==1
        Edof2(i,2:3)=noder(I,4:5);
    else
        Edof2(i,4:5)=noder(I,4:5);
    end
end
end
end
%TOPOLOGIMATRIS FÖR STÅNGELEMENT SKAPAD
end
```


Egenvikt

```
function[f]=egenvikt(EX,EZ,ex,ez,A1,A2,A3,A4,Edof,Edof2,f,D)
%=====
%[f]=egenvikt(EX,EY,ex,ey,A1,A2,A3,A4,Edof,Edof2,f)
%SYFTE: Räknar ut egenvikten hos samtliga element i Bron STIL och lägger in
%lasterna i kraftvektorn "f"
%
% INVARIABLER:   EX       :X-koordinater av alla balkelement på STIL, [n x 2]
%
%               EZ       :Y-koordinater av alla balkelement på STIL, [n x 2]
%
%               ex       :X-koordinater av alla stångelement på STIL,[n x 2]
%
%               ez       :Y-koordinater av alla stångelement på STIL,[n x 2]
%
%               A1       :Area av EP1
%               A2       :Area av EP2
%               A3       :Area av EP3
%               A4       :Area av EP4
%
%               Edof     :Topologimatrix för alla balkelement
%               Edof2    :Topologimatrix för alla stångelement
%               f        :befintlig kraftvektor
%               D        :Ståls densitet
%
% UTVARIABLER:   f: Korrigerad lastvektor med hänsyn till brons egenvikt
%
%=====

%Egenvikten beräknas för STIL:s brobana
%=====
for i=1:length(EX)-44                %berör endast brobanans element

l=sqrt((EX(i,2)-EX(i,1))^2+(EZ(i,2)-EZ(i,1))^2); %Beräknar längden av
                                                %varje element

N=0;                %Egenvikten sätts till 0 då förstyrningsbalkarnas egenvikt
                    %redan är inräknad i lastvektorn.

f(Edof(i,3))= f(Edof(i,3))-0.5*N; %Korrigerig av lastvektorn
f(Edof(i,6))= f(Edof(i,6))-0.5*N;

end

%Egenvikten beräknas för Balkarna i STIL:s bågkonstruktion
%=====
for i=length(EX)-44:length(EX)
```

```

l=sqrt((EX(i,2)-EX(i,1))^2+(EZ(i,2)-EZ(i,1))^2);

N=A2*l*D;

f(Edof(i,3))= f(Edof(i,3))-0.5*N; %Korrigerig av lastvektorn
f(Edof(i,6))= f(Edof(i,6))-0.5*N;

end

%Egenvikten beräknas för stängerna i STIL:s bågkonstruktion
%=====
for i=1:length(ex)-19

l=sqrt((ex(i,2)-ex(i,1))^2+(ez(i,2)-ez(i,1))^2);

N=A3*l*D;

f(Edof2(i,3))= f(Edof2(i,3))-0.5*N;
f(Edof2(i,5))= f(Edof2(i,5))-0.5*N;

end

%Egenvikten beräknas för Kablarna
%=====
for i=length(ex)-19:length(ex)

l=sqrt((ex(i,2)-ex(i,1))^2+(ez(i,2)-ez(i,1))^2);

N=A4*l*D;

f(Edof2(i,3))= f(Edof2(i,3))-0.5*N;
f(Edof2(i,5))= f(Edof2(i,5))-0.5*N;

end

```

STILkoordinater

```
function [EX,EZ,ex,ez]=STILkoordinater
%=====
%[EX,EY,ex,ey]=STILkoordinater
%
% SYFTE: Filen innehåller Bron STIL:s koordinater för samtliga balk och
% stågelement i stålkonstruktionen
%
% UTVARIABLER:   EX           :en [n x 2] där n = antal element, matrisen
%                :            beskriver balkelements riktningar i x-led
%                EZ           :en [n x 2] där n = antal element, matrisen
%                :            beskriver balkelements riktningar i z-led
%
%                ex          :en [n x 2] där n = antal element, matrisen
%                :            beskriver stågelements riktningar i x-led
%                ez          :en [n x 2] där n = antal element, matrisen
%                :            beskriver stågelementens riktningar i z-led
%=====

EX= [0           3370.7957;
     3370.7957   7070.7957;
     7070.7957  10770.7957;
     10770.7957 14470.7957;
     14470.7957 18170.7957;
     18170.7957 21870.7957;
     21870.7957 25570.7957;
     25570.7957 29270.7957;
     29270.7957 32970.7957;
     32970.7957 36670.7957;
     36670.7957 40370.7957;
     40370.7957 44070.7957;
     44070.7957 47770.7957;
     47770.7957 51470.7957;
     51470.7957 55170.7957;
     55170.7957 58870.7957;
     58870.7957 62570.7957;
     62570.7957 66270.7956;
     66270.7956 69970.7956;
     69970.7956 73670.7956;
     73670.7956 77370.7956;
     77370.7956 81070.7956;
     81070.7956 84770.7956;
     84770.7956 88141.5915;%slut på vägbana
     0           3370.7957;
     3370.7957   7070.7957;
     7070.7957  10770.7957;
     10770.7957 14470.7957;
     14470.7957 18170.7957;
     18170.7957 21870.7957;
```

```

21870.7957    25570.7957;
25570.7957    29270.7957;
29270.7957    32970.7957;
32970.7957    36670.7957;
36670.7957    40370.7957;
40370.7957    44070.7957;
44070.7957    47770.7957;
47770.7957    51470.7957;
51470.7957    55170.7957;
55170.7957    58870.7957;
58870.7957    62570.7957;
62570.7957    66270.7956;
66270.7956    69970.7956;
69970.7956    73670.7956;
73670.7956    77370.7956;
77370.7956    81070.7956;
81070.7956    84770.7956;
84770.7956    88141.5915; % slut på övre båge
7070.7957    10770.7957;
10770.7957    14470.7957;
14470.7957    18170.7957;
18170.7957    21870.7957;
21870.7957    25570.7957;
25570.7957    29270.7957;
29270.7957    32970.7957;
32970.7957    36670.7957;
36670.7957    40370.7957;
40370.7957    44070.7957;
44070.7957    47770.7957;
47770.7957    51470.7957;
51470.7957    55170.7957;
55170.7957    58870.7957;
58870.7957    62570.7957;
62570.7957    66270.7956;
66270.7956    69970.7956;
69970.7956    73670.7956;
73670.7956    77370.7956;
77370.7956    81070.7956]; %slut på ram

```

```

ex= [3370.7957    3370.7957; %fackverk
3370.7957    7070.7957;
7070.7957    7070.7957;
7070.7957    10770.7957;
10770.7957    10770.7957;
10770.7957    14470.7957;
14470.7957    14470.7957;
14470.7957    18170.7957;
18170.7957    18170.7957;
18170.7957    21870.7957;
21870.7957    21870.7957;
21870.7957    25570.7957;
25570.7957    25570.7957;

```

25570.7957 29270.7957;
29270.7957 29270.7957;
29270.7957 32970.7957;
32970.7957 32970.7957;
32970.7957 36670.7957;
36670.7957 36670.7957;
36670.7957 40370.7957;
40370.7957 40370.7957;
40370.7957 44070.7957;
44070.7957 44070.7957;
44070.7957 47770.7957;
47770.7957 47770.7957;
47770.7957 51470.7957;
51470.7957 51470.7957;
51470.7957 55170.7957;
55170.7957 55170.7957;
55170.7957 58870.7957;
58870.7957 58870.7957;
58870.7957 62570.7957;
62570.7957 62570.7957;
62570.7957 66270.7956;
66270.7956 66270.7956;
66270.7956 69970.7956;
69970.7956 69970.7956;
69970.7956 73670.7956;
73670.7956 73670.7956;
73670.7956 77370.7956;
77370.7956 77370.7956;
77370.7956 81070.7956;
81070.7956 81070.7956;
81070.7956 84770.7956;
84770.7956 84770.7956;%slut på fackverk
10770.7957 10770.7957;%början av kablar
14470.7957 14470.7957;
18170.7957 18170.7957;
21870.7957 21870.7957;
25570.7957 25570.7957;
29270.7957 29270.7957;
32970.7957 32970.7957;
36670.7957 36670.7957;
40370.7957 40370.7957;
44070.7957 44070.7957;
47770.7957 47770.7957;
51470.7957 51470.7957;
55170.7957 55170.7957;
58870.7957 58870.7957;
62570.7957 62570.7957;
66270.7956 66270.7956;
69970.7956 69970.7956;
73670.7956 73670.7956;
77370.7956 77370.7956];


```
17396.9616    19542.6971;
19542.6971    21207.8776;
21207.8776    22453.9884;
22453.9884    23320.2723;
23320.2723    23831.1389;
23831.1389    24000.0000;
24000.0000    23831.1389;
23831.1389    23320.2723;
23320.2723    22453.9884;
22453.9884    21207.8776;
21207.8776    19542.6971;
19542.6971    17396.9616;
17396.9616    14671.9719;
14671.9719    11198.0227;
11198.0227    6641.9602;
6641.9602     0           ];%slut på ram
```

```
ez=[0          5292.2065;
5292.2065     0;
0             9798.8555;
9798.8555     6641.9602;
6641.9602    13415.7180;
13415.7180   11198.0227;
11198.0227   16380.5225;
16380.5225   14671.9719;
14671.9719   18827.7971;
18827.7971   17396.9616;
17396.9616   20841.6967;
20841.6967   19542.6971;
19542.6971   22478.1672;
22478.1672   21207.8776;
21207.8776   23775.7259;
23775.7259   22453.9884;
22453.9884   24761.2428;
24761.2428   23320.2723;
23320.2723   25453.2452;
25453.2452   23831.1389;
23831.1389   25863.8694;
25863.8694   24000.0000;
24000.0000   26000.0000;
24000.0000   25863.8694;
23831.1389   25863.8694;
23831.1389   25453.2452;
23320.2723   25453.2452;
23320.2723   24761.2428;
22453.9884   24761.2428;
22453.9884   23775.7259;
21207.8776   23775.7259;
21207.8776   22478.1672;
19542.6971   22478.1672;
19542.6971   20841.6967;
17396.9616   20841.6967;
17396.9616   18827.7971;
```

```

14671.9719    18827.7971;
14671.9719    16380.5225;
11198.0227    16380.5225;
11198.0227    13415.7180;
6641.9602     13415.7180;
6641.9602     9798.8555;
0             9798.8555;
0             5292.2065;
0             5292.2065;%slut på fackverk
6641.9602 0;    %början av kablar
11198.0227 0;
14671.9719 0;
17396.9616 0;
19542.6971 0;
21207.8776 0;
22453.9884 0;
23320.2723 0;
23831.1389 0;
24000.0000 0;
23831.1389 0;
23320.2723 0;
22453.9884 0;
21207.8776 0;
19542.6971 0;
17396.9616 0;
14671.9719 0;
11198.0227 0;
6641.9602 0;
5292.2065 0];

```

```

EX=EX.*0.001; %korregering så att alla mått är i m
ex=ex.*0.001;
EZ=EZ.*0.001;
ez=ez.*0.001;
end

```


Superbridge2

```
function [K3,Ex,Ey,noder3,Edof3,S1,S2]=superbridge2(E2,I2,A2,EP2)
%=====
%[K3,Ex,Ez,noder3,Edof3]=superbridge2(E2,I2,A2,EP2)
%
%SYFTE: Programmet hämtar bron STIL:s koordinater från funktionsfilen
%STILkoordinater och beräknar bågens styvhet i sidled. Superbridge2 avser
%beräkningen av de två övre bågarna och emellanliggande förstyvande
%fackverk.
%
% INDATA          E2 :Elasticitetsmodul balk i fackverksbågen [Pa]
%                 I2 :Yttröghetsmoment balk i fackverksbågen [m4]
%                 A2 :Area balk i fackverksbågen [Pa]
%
% UTDATA          K3 :Styvhetsmatris av övre fackverk sett ovanifrån
%                 Ex :x-koordinater av övre bågformation
%                 Ez :z-koordinater av övre bågformation
%
%                 noder 3 :matris som beskriver numrering av varje
%                         punkt, dess koordinater och tillhörande
%                         frihetsgrader
%                         noder3(i,:)= [nod-nummer;
%                                       x-koordinat;
%                                       y-koordinat;
%                                       tillhörande frihetsgrad 1-3]
%                 Edof3 :Topologimatris
%=====

%Hämtning av koordinater
%=====
[EX,EZ]=STILkoordinater;

%Med hjälp av Pythagoras sats omvandlas x-y koordinaterna till en utsträckt
%dimension, (Ex)
%=====

a1=[sqrt(EX(25,1)^2+EZ(25,1)^2)] ;
a= [sqrt(EX(25,2)^2+EZ(25,2)^2)] ;

Ex(1,:)= [a1 a];
Ex(25,:)= [a1 a];
Ey(1,:)= [0 0];
Ey(25,:)= [18 18];

for i=26:length(EX)-20

    Ex(i-24,1)=a;
    Ex(i,1)=a;
```

```

a=sqrt(((EX(i,2)-EX(i,1))^2)+((EZ(i,2)-EZ(i,1))^2))+a;

Ex(i-24,2)=a;
Ex(i,2)=a;

Ey(i-24,:)=[0 0];    %koordinaterna i z-led är konstanta för hela
Ey(i,:)=[18 18];    %konstruktionen

```

```
end
```

```
S1=length(Ex)/2; %S1=24
```

```
S2=length(Ex)    ;%S2=48
```

```
%tilllägg av förstyrningsbalkar
%=====
```

```
%mittstag
%=====
Ex(length(Ex)+1,:)= [Ex(13,1) Ex(37,1)];
Ey(length(Ey)+1,:)= [Ey(13,1) Ey(37,1)];
```

```
%raka stag vänster
%=====
```

```
Ex(length(Ex)+1,:)= [Ex(9,1) Ex(33,1)];
Ey(length(Ey)+1,:)= [Ey(9,1) Ey(33,1)];
```

```
Ex(length(Ex)+1,:)= [Ex(5,1) Ex(29,1)];
Ey(length(Ey)+1,:)= [Ey(5,1) Ey(29,1)];
```

```
%raka stag vänster
%=====
```

```
Ex(length(Ex)+1,:)= [Ex(17,1) Ex(41,1)];
Ey(length(Ey)+1,:)= [Ey(17,1) Ey(41,1)];
```

```
Ex(length(Ex)+1,:)= [Ex(21,1) Ex(45,1)];
Ey(length(Ey)+1,:)= [Ey(21,1) Ey(45,1)];
```

```
%Snedstag vänster
%=====
```

```

Ex(length(Ex)+1,:)=[Ex(33,1) Ex(13,1)];
Ey(length(Ey)+1,:)=[Ey(33,1) Ey(13,1)];

Ex(length(Ex)+1,:)=[Ex(5,1) Ex(33,1)];
Ey(length(Ey)+1,:)=[Ey(5,1) Ey(33,1)];

%snedstag höger
%=====

Ex(length(Ex)+1,:)=[Ex(13,1) Ex(41,1)];
Ey(length(Ey)+1,:)=[Ey(13,1) Ey(41,1)];

Ex(length(Ex)+1,:)=[Ex(41,1) Ex(21,1)];
Ey(length(Ey)+1,:)=[Ey(41,1) Ey(21,1)];

[Edof3,noder3]=Edofcreator(Ex,Ey); %skapar topologimatrix och noder3

K3=zeros(max(max(noder3(:,4:6))));
f=zeros(max(max(noder3(:,4:6))),1);

for i=1:length(Ex)
[Ke]=beam2e(Ex(i,:),Ey(i,:),EP2); % assemblering av alla balkar för
K3=assem(Edof3(i,:),K3,Ke); % att skapa en global
end % styvhetsmatrix

end

```

Superbridge3

```
function [K3,Ex,Ey,noder3,Edof3,S1,S2]=superbridge3(E2,I2,A2,EP2)
%=====
%[K3,Ex,Ez,noder3,Edof3]=superbridge2(E2,I2,A2,EP2)
%
%SYFTE: Programmet hämtar bron STIL:s koordinater från funktionsfilen
%STILkoordinater och beräknar bågens styvhet i sidled. Superbidge2 avser
%beräkningen av de två övre bågarna och emellanliggande förstyvande
%fackverk.
%
% INDATA      E2 :Elasticitetsmodul balk i fackverksbågen [Pa]
%             I2 :Yttröghetsmoment balk i fackverksbågen [m4]
%             A2 :Area balk i fackverksbågen [Pa]
%
% UTDATA      K3 :Styvhetsmatris av övre fackverk sett ovanifrån
%             Ex :x-koordinater av övre bågformation
%             Ez :z-koordinater av övre bågformation
%
%             noder 3 :matris som beskriver numrering av varje
%                   punkt, dess koordinater och tillhörande
%                   frihetsgrader
%                   noder3(i,:)= [nod-nummer;
%                               x-koordinat;
%                               y-koordinat;
%                               tillhörande frihetsgrad 1-3]
%             Edof3 :Topologimatris
%=====

%Hämtning av koordinater
%=====
[EX,EZ]=STILkoordinater;

%Med hjälp av Pythagoras sats omvandlas x-y koordinaterna till en utsträckt
%dimension, (Ex)
%=====

a1=[sqrt(EX(49,1)^2+EZ(49,1)^2) ] ;
a= [sqrt(EX(49,2)^2+EZ(49,2)^2) ] ;

Ex(1,:)= [a1 a];
Ex(21,:)= [a1 a];
Ey(1,:)= [0 0];
Ey(21,:)= [18 18];

for i=50:length(EX)

    Ex(i-48,1)=a;
    Ex(i-28,1)=a;
```

```

a=sqrt(((EX(i,2)-EX(i,1))^2)+((EZ(i,2)-EZ(i,1))^2))+a;

Ex(i-48,2)=a;
Ex(i-28,2)=a;

Ey(i-48,:)= [0 0];      %koordinaterna i z-led är konstanta för hela
Ey(i-28,:)= [18 18];   %konstruktionen

```

end

```
S1=length(Ex)/2; %S1=20
```

```
S2=length(Ex) ; %S2=40
```

```

%tillägg av förstyrningsbalkar
%=====

```

```

%mittstag
%=====
Ex(length(Ex)+1,:)= [Ex(11,1) Ex(31,1)];
Ey(length(Ey)+1,:)= [Ey(11,1) Ey(31,1)];

```

```

%raka stag vänster
%=====

```

```

Ex(length(Ex)+1,:)= [Ex(7,1) Ex(27,1)];
Ey(length(Ey)+1,:)= [Ey(7,1) Ey(27,1)];

```

```

Ex(length(Ex)+1,:)= [Ex(3,1) Ex(23,1)];
Ey(length(Ey)+1,:)= [Ey(3,1) Ey(23,1)];

```

```

%raka stag höger
%=====

```

```

Ex(length(Ex)+1,:)= [Ex(15,1) Ex(35,1)];
Ey(length(Ey)+1,:)= [Ey(15,1) Ey(35,1)];

```

```

Ex(length(Ex)+1,:)= [Ex(19,1) Ex(39,1)];
Ey(length(Ey)+1,:)= [Ey(19,1) Ey(39,1)];

```

```

%Snedstag vänster
%=====

```

```

Ex(length(Ex)+1,:)=[Ex(27,1) Ex(11,1)];
Ey(length(Ey)+1,:)=[Ey(27,1) Ey(11,1)];

Ex(length(Ex)+1,:)=[Ex(3,1) Ex(27,1)];
Ey(length(Ey)+1,:)=[Ey(3,1) Ey(27,1)];

%snedstag höger
%=====

Ex(length(Ex)+1,:)=[Ex(11,1) Ex(35,1)];
Ey(length(Ey)+1,:)=[Ey(11,1) Ey(35,1)];

Ex(length(Ex)+1,:)=[Ex(35,1) Ex(19,1)];
Ey(length(Ey)+1,:)=[Ey(35,1) Ey(19,1)];

[Edof3,noder3]=Edofcreator(Ex,Ey); %skapar topologimatrix och noder3

K3=zeros(max(max(noder3(:,4:6))));
f=zeros(max(max(noder3(:,4:6))),1);

for i=1:length(Ex)
[Ke]=beam2e(Ex(i,:),Ey(i,:),EP2); % assemblering av alla balkar för
K3=assem(Edof3(i,:),K3,Ke); % att skapa en global
end % styvhetsmatrix

end

```

Bilaga H - Balkar i bågen

Innehållsförteckning

1. Dimensionering av balkarna i bågen

- 1.1 Dimensionerande moment, tvärkraft och normalkraft
- 1.2 Indata
- 1.3 Valda dimensioner
- 1.4 Tvärkraftskapacitet
- 1.5 Normalkraftskapacitet
- 1.6 Tryck- och momentkapacitet
- 1.7 Bärförmågan för instabilitet

1. Dimensionering av balkarna i bågen

1.1 Dimensionerande moment, tvärkraft och normalkraft

De dimensionerande lasterna är hämtade från *Bilaga G - CALFEM-analys* skapad av brottgränslaster.

$$N_{Ed,tryck} := 7.3212 \cdot 10^3 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} := 385.93 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} := 97.201 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

1.2 Indata

Stål S450

$$f_y := 440 \text{ MPa}$$

$$f_u := 550 \text{ MPa}$$

$$E := 210 \text{ GPa}$$

$$\gamma_{M0} := 1.0$$

$$\gamma_{M1} := 1.0$$

Karakteristisk flytspänning Tabell S2.1 (Johansson,
Karakteristisk brottspänning 2011)
Elasticitetsmodul s. S32 (Johansson, 2011)

1.3 Valda dimensioner

$$b_f := 450 \text{ mm}$$

Inre flänsbredd

$$t_f := 16 \text{ mm}$$

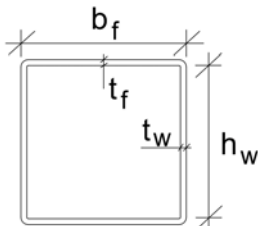
Flänstjocklek

$$h_w := 416 \text{ mm}$$

Livhöjd

$$t_w := 16 \text{ mm}$$

Livtjocklek



Tvärnittskonstanter

$$A := 2 \cdot (b_f \cdot t_f + h_w \cdot t_w) = 0.027712 \text{ m}^2$$

$$I := 2 \cdot \left(\frac{h_w^3 \cdot t_w}{12} \right) + 2 \cdot \left(\frac{t_f^3 \cdot b_f}{12} + \left(\frac{h_w + t_f}{2} \right)^2 \cdot (b_f \cdot t_f) \right) = 0.000864 \text{ m}^4$$

Tvärnittsklass

$$\varepsilon := \sqrt{\frac{235 \cdot \text{MPa}}{f_y}}$$

Inreflänsar:

$$\begin{array}{l} \text{if } \left(\frac{b_f}{t_f} \right) \leq 42 \cdot \varepsilon \\ \quad \left| \begin{array}{l} = \text{"TV1/TV2"} \\ \parallel \text{"TV1/TV2"} \\ \text{else} \\ \parallel \text{"TV3/TV4"} \end{array} \right. \end{array}$$

Tabell S4.1 (Al-Emrani, 2013)

Livplåt:

$$\begin{array}{l} \text{if } \left(\frac{h_w}{t_w} \right) \leq 42 \cdot \varepsilon \\ \quad \left| \begin{array}{l} = \text{"TV1/TV2"} \\ \parallel \text{"TV1/TV2"} \\ \text{else} \\ \parallel \text{"TV3/TV4"} \end{array} \right. \end{array}$$

Tabell S4.2 (Al-Emrani, 2013)

1.4 Tvärkraftskapacitet

kap. 6.2.6 SS-EN 1993-1-1:2005

Enligt SS-EN 1993-1-1:2005 behövs ingen reduktion av bärförmågan för moment och normalkraft görs om tvärkraften V_{Ed} inte överstiger 50 % dimensionerande plastisk bärförmåga för tvärkraft $V_{pl.Rd}$

$$A_v := A - 2 \cdot h_w \cdot t_w = 0.014 \text{ m}^2$$

$$V_{pl.Rd} := \frac{A_v \cdot \left(\frac{f_y}{\sqrt{3}} \right)}{\gamma_{M0}} = (3.658 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

ekv. 6.17, SS-EN 1993-1-1:2005

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl.Rd}} = 0.106 < 0.5, \text{ det vill säga ingen reduktion för} \\ \text{bärförmågan av moment och normalkraft behöver} \\ \text{göras}$$

1.5 Normalkraftskapacitet

kap. 6.2.4 SS-EN 1993-1-1:2005

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c.Rd}} \leq 1.0$$

Där:

$$N_{c.Rd} := \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = (1.219 \cdot 10^4) \text{ kN}$$

ekv. 6.10, SS-EN 1993-1-1:2005

$$\begin{array}{l} \text{if } \frac{N_{Ed.tryck}}{N_{c.Rd}} \leq 1.0 \\ \quad \parallel \text{ "Ok" } \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "Ej Ok" } \end{array} \quad \left| \begin{array}{l} = \text{ "Ok" } \\ \\ \\ \end{array} \right.$$

$$\text{utnyttjandegrad} := \frac{N_{Ed.tryck}}{N_{c.Rd}} = 0.6$$

1.6 Tryck och momentkapacitet

kap. 6.2.6 SS-EN 1993-1-1:2005

Följande villkor skall uppfyllas $M_{Ed} \leq M_{N.Rd}$ där $M_{N.Rd}$ är dimensionerande plastisk bärförmåga reducerad på grund av normalkraften

$$\text{Där } M_{N.Rd} = M_{pl.Rd} \cdot \frac{(1-n)}{(1-a)} \quad \text{Ekv 6.39, SS-EN 1993-1-1:2005}$$

$$a := \frac{(A - 2 \cdot b_f \cdot t_f)}{A} = 0.48$$

$$n := \frac{N_{Ed.tryck}}{A \cdot f_y} = 0.6$$

$$W_{pl} := t_f \cdot b_f \cdot (t_f + h_w) + 2 \cdot \frac{t_w \cdot h_w^2}{4} = 0.004 \text{ m}^3$$

ekv. S4-30 (Al-Emrani, 2013)

$$M_{pl.Rd} := f_y \cdot W_{pl} = (1.978 \cdot 10^6) \text{ N} \cdot \text{m}$$

ekv. S4-29 (Al-Emrani, 2013)

$$M_{N.Rd} := M_{pl.Rd} \cdot \frac{(1-n)}{(1-a)} = (1.521 \cdot 10^3) \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\begin{array}{l} \text{if } M_{N.Rd} > M_{Ed} \\ \quad \parallel \text{ "Ok" } \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "Ej ok" } \end{array} \quad \left| \begin{array}{l} = \text{ "Ok" } \\ \\ \\ \end{array} \right.$$

$$\text{utnyttjandegrad} := \frac{M_{Ed}}{M_{N.Rd}} = 0.064$$

1.6 Bärförmågan för instabilitet

kap. S7.3 (Johansson, 2011)

Möjliga knäckmoder av bågen i profil är att bågsegmentet knäcks mellan två stag, för att räkna på det värsta fallet väljer vi att betrakta det längsta bågsegmentet som fritt ledat mellan stagen och väljer det största momentet och normalkraften

$$\frac{N_{Ed}}{\chi \cdot A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} + \frac{k_{yy} \cdot M_{ed}}{M_{pl.Rd}} \leq 1$$

ekv. S7-14 (Johansson, 2013)

Där

$$k_{yy} := 1.5$$

k_{yy} sätts till 1.5 för att vara på säkra sidan

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}}$$

ekv. S6-7 (Johansson, 2013)

$$\text{Där } \Phi = 0.5 \cdot [1 + \alpha (\bar{\lambda} - 0.2) + \bar{\lambda}^2]$$

ekv. S6-8 (Johansson 2013)

$$\alpha := 0.13$$

Tabell 6.2, SS-EN 1993-1-1:2005

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_y}{E}}$$

ekv. S6-9 (Johansson, 2013)

$$\lambda = \frac{L_c}{i}$$

ekv. S6-10 (Johansson, 2013)

$$i := \sqrt{\frac{I}{A}} = 0.177 \text{ m}$$

$$L_c := 7.603 \text{ m}$$

Längsta knäcklängden i bågen

$$\lambda := \frac{L_c}{i} = 43.056$$

$$\bar{\lambda} = \lambda_s$$

$$\lambda_s := \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_y}{E}} = 0.627$$

$$\Phi := 0.5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda_s - 0.2) + \lambda_s^2) = 0.725$$

$$\chi := \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda_s^2}} = 0.92$$

$$\text{if } \frac{N_{Ed.stryck}}{\chi \cdot A \cdot f_y} + \frac{k_{yy} \cdot M_{Ed}}{M_{pl.Rd}} \leq 1 \quad \Bigg| = \text{"Ok"}$$

$$\quad \Bigg| \gamma_{M1}$$

$$\quad \Bigg| \text{"Ok"}$$

$$\text{else}$$

$$\quad \Bigg| \text{"Ej ok"}$$

$$Utnyttjandegrad := \frac{N_{Ed.stryck}}{\chi \cdot A \cdot f_y} + \frac{k_{yy} \cdot M_{Ed}}{M_{pl.Rd}} = 0.726$$

$$\quad \Bigg| \gamma_{M1}$$

Bilaga I - Stänger i fackverket

Innehållsförteckning

1. Dimensionering av stänger i bågen

- 1.1 Dimensionerande normalkrafter
- 1.2 Indata
- 1.3 Valda dimensioner
- 1.4 Kontroll av normalkraft
- 1.5 Bärförmågan vid instabilitet

2. Dimensionering av anslutningarna

- 2.1 Skjuvbrott i skruven
- 2.2 Hålkantsbrott
- 2.3 Svets mellan anslutning och båge
- 2.4 Slutgiltiga dimensioner

1. Dimensionering av stängerna i bågen

1.1 Dimensionerande normalkrafter

Normalkrafterna är hämtade från *Bilaga G - CALFEM-analys* och är skapad av brottgräns laster. Eftersom den största normalkraften var dragen så var det även nödvändigt att extrahera den största tryckande normalkraften för att kontrollera knäckning.

$$N_{Ed.drag} := 1829 \text{ kN}$$

$$N_{Ed.tryck} := 1171.3 \text{ kN}$$

1.2 Indata

Stål S450

$$f_y := 440 \text{ MPa}$$

$$f_u := 550 \text{ MPa}$$

$$E := 210 \text{ GPa}$$

$$\gamma_{M0} := 1.0$$

$$\gamma_{M1} := 1.0$$

$$\beta_w := 1.0$$

Karakteristisk flytspänning Tabell S2.1 (Johansson,
Karakteristisk brottspänning 2011)
Elasticitetsmodul s. S32 (Johansson, 2011)

Korrelationsfaktor

Skruv 10.9

$$f_{ub} := 1000 \text{ MPa}$$

$$\alpha_v := 0.6$$

$$\gamma_{M2} := 1.25$$

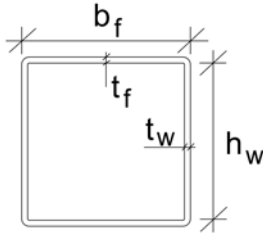
Karakteristisk brottspänning Tabell 8.1 (Johansson,
2011)

1.3 Valda dimensioner

$b_f := 180 \text{ mm}$	Inre flänsbredd
$t_f := 8 \text{ mm}$	Flänstjocklek
$h_w := 164 \text{ mm}$	Livhöjd
$t_w := 8 \text{ mm}$	Livtjocklek

$$L_c := 4.8637 \text{ m}$$

Längden på den längsta tryckta elementet



Tvärsnittskonstanter

$$A := 2 \cdot b_f \cdot t_f + 2 \cdot h_w \cdot t_w = 0.005504 \text{ m}^2$$

$$I := 2 \cdot \left(\frac{h_w^3 \cdot t_w}{12} \right) + 2 \cdot \left(\frac{t_f^3 \cdot b_f}{12} + \left(\frac{h_w + t_f}{2} \right)^2 \cdot (b_f \cdot t_f) \right) = (2.72 \cdot 10^{-5}) \text{ m}^4$$

Tvärsnittsklass

$$\varepsilon := \sqrt{\frac{235 \cdot \text{MPa}}{f_y}}$$

Inre flänsar:

$$\begin{array}{l} \text{if } \left(\frac{b_f}{t_f} \right) \leq 42 \cdot \varepsilon \\ \quad \parallel \text{ "TV1/TV2" } \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "TV3/TV4" } \end{array} \quad \Bigg| = \text{"TV1/TV2"}$$

Tabell S4.1 (Al-Emrani, 2013)

Livplåt:

$$\begin{array}{l} \text{if } \left(\frac{h_w}{t_w} \right) \leq 42 \cdot \varepsilon \\ \quad \parallel \text{ "TV1/TV2" } \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "TV3/TV4" } \end{array} \quad \Bigg| = \text{"TV1/TV2"}$$

Tabell S4.2 (Al-Emrani, 2013)

1.4 Kontroll av normalkraft

kap. 6.2.3 SS-EN 1993-1-1:2005

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t.Rd}} \leq 1.0$$

ekv. 6.10, SS-EN 1993-1-1:2005

Där

$$N_{t.Rd} := \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = (2.422 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$\text{if } \frac{N_{Ed.drag}}{N_{t.Rd}} \leq 1.0 \text{ } = \text{“Ok”}$$

|| “Ok”

else

|| “Ej Ok”

$$\text{utnyttjandegrad} := \frac{N_{Ed.drag}}{N_{t.Rd}} = 0.755$$

1.5 Bärförmåga vid instabilitet

kap. 6.2.3 SS-EN 1993-1-1:2005

Eftersom vissa stänger är tryckta kontrolleras dessa mot knäckning enligt SS-EN 1993-1-1:2005

$$\frac{N_{Ed.tryck}}{N_{b.Rd}} \leq 1.0$$

ekv. 6.46, SS-EN 1993-1-1:2005

Där $N_{b.Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}}$

ekv. 6.47, SS-EN 1993-1-1:2005

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}}$$

ekv. S6-7 (Johansson, 2013)

Där $\Phi = 0.5 \cdot [1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0.2) + \bar{\lambda}^2]$

ekv S6-8 (Johansson, 2013)

$$\alpha := 0.21$$

Tabell 6.2, SS-EN 1993-1-1:2005

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_y}{E}}$$

ekv. S6-9 (Johansson, 2013)

$$\lambda = \frac{L_c}{i}$$

ekv. S6-10 (Johansson, 2013)

$$i := \sqrt{\frac{I}{A}} = 0.07 \text{ m}$$

$$\lambda := \frac{L_c}{i} = 69.19$$

$$\bar{\lambda} = \lambda_s$$

$$\lambda_s := \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_y}{E}} = 1.008$$

$$\Phi := 0.5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda_s - 0.2) + \lambda_s^2) = 1.093$$

$$\chi := \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda_s^2}} = 0.66$$

$$N_{b.Rd} := \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = (1.598 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

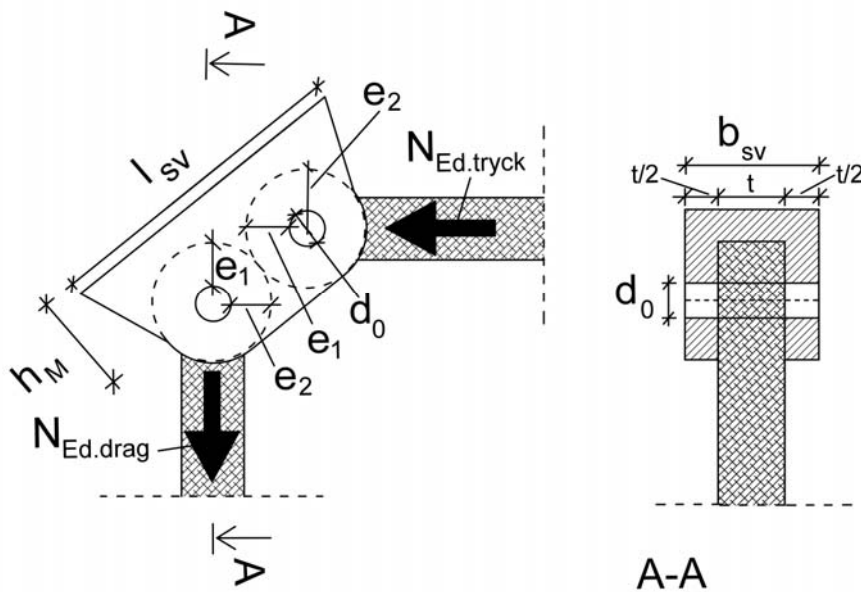
$$\text{if } \frac{N_{Ed.stryck}}{N_{b.Rd}} \leq 1 \text{ } \parallel \text{ "Ok"}$$

$$\text{else } \parallel \text{ "Ej ok"}$$

$$\text{Verkningsgrad} := \frac{N_{Ed.stryck}}{N_{b.Rd}} = 0.733$$

2. Dimensionering av anslutningarna

I *Bilaga G - CALFEM-analys* har det modelleras att två stänger ansluter i samma punkt i bågen, vilket egentligen är en förenkling då de ansluts med ett avstånd på två gånger e_1 . De krafter som är dimensionerande är $N_{Ed.drag}$ och $N_{Ed.stryck}$.



2.1 Skjuvbrott i skruven

Denna beräkning syftar till att dimensionera skruven utefter $N_{Ed.drag}$.

$$F_{v.Rd} = \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

Ekv. S8-20 (Johansson, 2013)

$$F_{v.Rd} := N_{Ed.drag} = (1.829 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$A := \frac{F_{v.Rd} \cdot \gamma_{M2}}{\alpha_v \cdot f_{ub}} = 0.004 \text{ m}^2$$

$$A_{skär} := \frac{A}{2} = 0.002 \text{ m}^2$$

$$r_{skruv} := \text{Ceil} \left(\sqrt{\frac{A_{skär}}{\pi}}, 0.001 \cdot \text{m} \right) = 0.025 \text{ m}$$

$$d_{skruv} := 2 r_{skruv} = 0.05 \text{ m}$$

Erforderlig diameter på skruven

2.2 Hålkantsbrott

kap. S8.2.2.1 (Johansson, 2011)

Plåtarna dimensioneras med hänsyn till $N_{Ed.drag}$. Eftersom avståndet mellan de två hålen kommer vara två gånger e_1 kan de behandlas separat.

Geometrier

$$e_1 := 100 \text{ mm}$$

Avstånd mellan hålcentrum och plåtkant i kraftriktning

$$e_2 := 100 \text{ mm}$$

Avstånd mellan hålcentrum och plåtkant vinkelrätt mot kraftriktning

$$d_0 := d_{skruv} + 3 \text{ mm}$$

Hålets diameter

$$h_M := e_1 + 50 \text{ mm} = 0.15 \text{ m}$$

Avstånd mellan bågen och hålcentrum

$$F_{b.Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

ekv. S8-21 (Johansson, 2013)

$$F_{b.Rd} := N_{Ed.drag}$$

$$\alpha_b = \min \left(\alpha_d, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1 \right)$$

ekv. S8-22 (Johansson, 2013)

$$\alpha_d := \frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0.629$$

$$\alpha_b := \min \left(\alpha_d, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1 \right) = 0.629$$

$$k_1 := \min \left(2.8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1.7, 2.5 \right) = 2.5$$

För brott mellan hål och plåtkant

Lös ut tjockleken, t , ur ekvation S8-21 ovan.

$$t := \text{Ceil} \left(\frac{F_{b.Rd} \cdot \gamma_{M2}}{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d_{skruv}}, 0.001 \text{ m} \right) = 0.053 \text{ m}$$

Plåten som ansluter till stagen blir:

$$t_s := t = 53 \text{ mm}$$

och mottagarplåtarna blir:

$$t_m := \frac{t}{2} = 26.5 \text{ mm}$$

2.3 Svets mellan anslutning och båge kap. S9.7 (Al-Emrani, 2011)

Enligt *Bilaga F - Kraftkomponenter* visade det sig att den geometri som gavs högt parallella skjuvspänningar var det kritiska fallet. På grund av detta antas att anslutningen som $N_{Ed.drag}$ och $N_{Ed.tryck}$ verkar på är det dimensionerande fallet eftersom $N_{Ed.drag}$ angriper med en liten vinkel förhållande till bågen.

Vinklar:

Följande vinklar har beräknats utifrån geometrin på fackverket:

$$\alpha_{v.drag} := \text{atan} \left(\frac{3700}{4506.6} \right) = 0.687 \text{ rad} \quad \text{Vinkel mellan } N_{Ed.drag} \text{ och båge}$$

$$\alpha_{v.tryck} := \frac{\pi}{2} - \pi + \text{atan} \left(\frac{3700}{3617} \right) + \text{atan} \left(\frac{3700}{3157} \right) = 0.09 \text{ rad} \quad \text{Vinkel mellan } N_{Ed.tryck} \text{ och ortogonalen till bågen}$$

Dela upp är $N_{Ed.drag}$ och $N_{Ed.tryck}$ parallella och vinkelräta kraftkomponenter:

Komponent uppdelning $N_{Ed.drag}$:

$$P_{\parallel.drag} := N_{Ed.drag} \cdot \cos(\alpha_{v.drag}) = (1.414 \cdot 10^6) \text{ N}$$

$$P_{ort.drag} := N_{Ed.drag} \cdot \sin(\alpha_{v.drag}) = (1.161 \cdot 10^6) \text{ N}$$

Komponent uppdelning $N_{Ed.tryck}$:

$$P_{\parallel.tryck} := N_{Ed.tryck} \cdot \sin(\alpha_{v.tryck}) = (1.057 \cdot 10^5) \text{ N}$$

$$P_{ort.tryck} := N_{Ed.tryck} \cdot \cos(\alpha_{v.tryck}) = (1.167 \cdot 10^6) \text{ N}$$

Flytta krafterna till centrum av svetsen:

Observera att det tryck och dragkraften motverkar varandra vid den ortogonala kraftkomponenten samt att det kommer tillkomma ett moment som resultat av förflyttningen.

$$P_{\parallel.resultant} := P_{\parallel.tryck} + P_{\parallel.drag} = (1.519 \cdot 10^6) \text{ N}$$

$$P_{ort.resultant} := P_{ort.tryck} - P_{ort.drag} = (5.929 \cdot 10^3) \text{ N}$$

Momentet:

Eftersom den parallella kraftkomponenten är störst antar vi att momentet helt tas upp av de parallella svetsarna för att vara på den säkra sidan.

$$M := -P_{\parallel, tryck} \cdot h_M + P_{ort, tryck} \cdot e_1 - P_{\parallel, drag} \cdot h_M + P_{ort, drag} \cdot e_1 = (4.816 \cdot 10^3) \text{ N} \cdot \text{m}$$

Beräkningar och kontroll av spänningar:

$$l_{sv} := 450 \text{ mm}$$

$$b_{sv} := 2 \cdot t = 0.106 \text{ m}$$

$$a := 7 \text{ mm}$$

Dimensioner på svetsplattan med hänsyn tagen till e_1 och tjockleken på plattan a-mått

De krav som skall uppfyllas är:

$$\sqrt{\sigma_{ort}^2 + 3 \cdot (\tau_{ort}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} \quad \text{ekv. S9-12 (Al-Emrani, 2013)}$$

och

$$\sigma_{ort} \leq 0.9 \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}} \quad \text{ekv. S9-13 (Al-Emrani, 2013)}$$

Spänningarna i de tvärgående svetsarna:

I dessa svetsar kommer det enbart uppstå $\tau_{ort} = \sigma_{ort}$ som en konsekvens utav

$P_{ort, resultant}$.

$$\sigma_{ort.t} := \frac{P_{ort, resultant}}{\sqrt{2} \cdot 2 \cdot (l_{sv} + b_{sv}) \cdot a} = 0.539 \text{ MPa} \quad \text{ekv. S9-3 (Al-Emrani, 2013)}$$

$$\text{if } \sigma_{ort.t} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}} \quad \left| \begin{array}{l} \text{“Ok”} \\ \text{“Ok”} \\ \text{else} \\ \text{“Ej ok”} \end{array} \right.$$

Spänningar i de längsgående svetsarna:

I dessa svetsar uppkommer det $\tau_{ort} = \sigma_{ort}$ som följd av $P_{ort, resultant}$ och momentet, samt τ_{\parallel} som ett resultat av $P_{\parallel, resultant}$

Vinkelräta spänningar

$$\sigma_{ort.l} := \frac{P_{ort, resultant}}{\sqrt{2} \cdot 2 \cdot (l_{sv} + b_{sv}) \cdot a} + \frac{M \cdot 6}{2 \cdot \sqrt{2} \cdot l_{sv}^2 \cdot a} = 7.745 \text{ MPa}$$

$$\tau_{ort.l} := \sigma_{ort.l}$$

Parallella spänningar:

$$L_j := l_{sv}$$

$$\beta_{L.W1} := 1.2 - \frac{0.2 \cdot L_j}{150 \cdot a}$$

$$L := \text{if } L_j \leq 150 \cdot a \mid = 0.45 \text{ m}$$

$$\begin{array}{l} \parallel L_j \\ \text{else} \\ \parallel \beta_{L.W1} \cdot L_j \end{array}$$

$$\tau_{\parallel.l} := \frac{P_{\parallel.resultant}}{a \cdot L \cdot 2} = 241.159 \text{ MPa}$$

ekv. S9-1 (Al-Emrani, 2013)

Kontroll av svetsen enligt:

$$\text{if } \sqrt{\sigma_{ort.l}^2 + 3 \cdot (\tau_{ort.l}^2 + \tau_{\parallel.l}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} \mid = \text{“Ok”}$$

$$\begin{array}{l} \parallel \text{“Ok”} \\ \text{else} \\ \parallel \text{“Ej ok”} \end{array}$$

$$utnyttjandegrad := \frac{\sqrt{\sigma_{ort.l}^2 + 3 \cdot (\tau_{ort.l}^2 + \tau_{\parallel.l}^2)}}{\frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}} = 0.95$$

$$\text{if } \sigma_{ort.l} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}} \mid = \text{“Ok”}$$

$$\begin{array}{l} \parallel \text{“Ok”} \\ \text{else} \\ \parallel \text{“Ej ok”} \end{array}$$

$$utnyttjandegrad := \frac{\sigma_{ort.l}}{\frac{f_u}{\gamma_{M2}}} = 0.018$$

2.4 Slutgiltiga dimensioner

$$d_{skruv} = 50 \text{ mm}$$

Skruvens diameter

$$d_0 = 53 \text{ mm}$$

Hålets diameter

$$t = 53 \text{ mm}$$

Plåttjocklek

$$a = 7 \text{ mm}$$

Svetsens a-mått

$$b_{sv} = 106 \text{ mm}$$

Mottagarens bredd vid båganslutning

$$l_{sv} = 450 \text{ mm}$$

Mottagarens längd vid båganslutning

$$h_M = 150 \text{ mm}$$

Avståndet mellan svets och hålcentrum

Bilaga J - Förstyvningsbalk

Innehållsförteckning

1. Dimensionering av förstärkningsbalk

- 1.1 Dimensionerande moment och normalkraft
- 1.2 Indata
- 1.3 Valda dimensioner
- 1.4 Kontroll av bärförmåga

1. Dimensionering av förstärkningsbalk

1.1 Dimensionerande moment och normalkraft

Momentet och normalkraftet är hämtade ifrån *Bilaga G*. Dessa är de största moment och normalkrafter som uppstår i förstärkningsbalken och det sker när axellasten är placerad i mitten av brospannet

$$N_{Ed.brott} := 4.6704 \cdot 10^3 \text{ kN}$$

$$M_{Ed.brott} := 293.26 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

1.2 Indata

Stål S450

$$f_y := 440 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0} := 1.0$$

1.3 Valda dimensioner

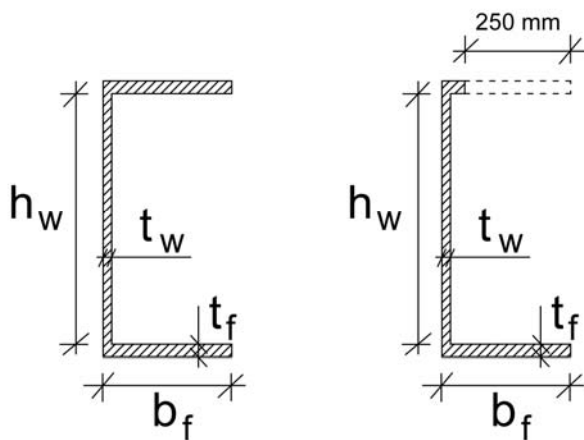
$$h := 0.716 \text{ m}$$

$$b_f := 0.304 \text{ m}$$

$$t_f := 0.03 \text{ m}$$

$$t_w := 0.02 \text{ m}$$

$$h_w := h - 2 \cdot t_f = 0.656 \text{ m}$$



Tvärsnittskonstanter

$$A := b_f \cdot t_f \cdot 2 + t_w \cdot h_w = 0.0314 \text{ m}^2$$

$$A_{cr} := A - t_f \cdot 0.250 \text{ m} = 0.0239 \text{ m}^2$$

$$x_{tp} := \frac{(b_f \cdot t_f - t_f \cdot 0.25 \text{ m}) \cdot \frac{t_f}{2} + t_f \cdot b_f \cdot \left(h - \frac{t_f}{2}\right) + h_w \cdot t_w \cdot \left(t_f + \frac{h_w}{2}\right)}{t_f \cdot b_f - t_f \cdot 0.25 \text{ m} + t_f \cdot b_f + t_w \cdot h_w} = 0.466 \text{ m}$$

$$I_{y,w} := \frac{t_w \cdot h_w^3}{12} + t_w \cdot h_w \cdot \left(x_{tp} - \left(t_f + \frac{h_w}{2}\right)\right)^2$$

$$I_{y,f} := \frac{(b_f - 0.25 \text{ m}) \cdot t_f^3}{12} + (b_f - 0.25 \text{ m}) \cdot t_f \cdot \left(x_{tp} - \frac{t_f}{2}\right)^2 + \frac{b_f \cdot t_f^3}{12} + b_f \cdot t_f \cdot \left(\left(h - \frac{t_f}{2}\right) - x_{tp}\right)^2$$

$$I_y := I_{y,w} + I_{y,f} = (1.457 \cdot 10^{-3}) \text{ m}^4$$

$$z := x_{tp} = 0.466 \text{ m}$$

1.4 Kontroll av bärförmåga

Kontroll av bärförmåga enligt ekv. 6-1, SS-EN 2003-1-1:2005.

Val av beräkningsnitt

Förstyvningsbalkens kritiska snitt blir där hängarna ansluter till tvärbalkarna. Arean blir då reducerad och tyngdpunkten förändras. Ett hål om 250 mm tas upp i förstyvningsbalkens flänsvärsnitt på grund av fästplattan till hängaren.

Villkor

$$\left(\frac{\sigma_{x.Ed}}{f_y}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{z.Ed}}{f_y}\right)^2 - \left(\frac{\sigma_{x.Ed}}{f_y}\right) \cdot \left(\frac{\sigma_{z.Ed}}{f_y}\right) + 3 \cdot \left(\frac{\tau_{Ed}}{f_y}\right)^2 \leq 1 \quad \text{ekv. 6-1, SS-EN 2003-1-1:2005}$$

Förstyvningsbalken utsätts endast för normalkraft och moment i x-riktning, vilket medför att ekvationen förenklas till:

$$\left(\frac{\sigma_{x.Ed}}{f_y}\right)^2 \leq 1 \quad \text{där} \quad \sigma_{x.Ed} := \frac{N_{Ed.brott}}{A_{cr}} + \frac{M_{Ed.brott}}{I_y} \cdot z = 289.468 \text{ MPa}$$

$$\left(\frac{\sigma_{x.Ed}}{f_y}\right)^2 = 0.433 \quad \text{OK!}$$

Bilaga K - Olyckslast

Innehållsförteckning

1. Olyckslast

1.1 Dimensionerande moment, tvärkraft och reaktionskraft i tvärled

1.2 Dimensionerande moment tvärled

1.3 Slutsats

1. Olyckslast

Om ett hängarpar sätts ur funktion tar närliggande hängare upp last från $cc=1.5 \cdot 3.7$ m istället för $cc=3.7$ m. Lastkombinationen som används vid exceptionella dimensioneringssituationer är:

$$\sum G + P + A + \psi_{1.1} \cdot Q_{k.1} + \sum \psi_{2.i} \cdot Q_{k.i} \quad \text{ekv. 6-11b, SS-EN 1990}$$

Där:

G = Egentyngder

$P = 0$ Spännkrafter

$A = 0$ Vid situation efter olycksfall

$\psi_p := 0.75$ Faktor för punktlast

$\psi_Q := 0.4$ Faktor för utbredd last

1.1 Dimensionerande moment, tvärkraft och reaktionskraft i tvärled

Med insatta värden i MATLAB-programmet i *Bilaga A - Lastframtagning*, ges följande resultat i tvärled:

$M_{olycksfall} := 4000.2 \text{ kN} \cdot \text{m}$	Maxmoment
$V_{olycksfall} := 1002.2 \text{ kN}$	Maximal tvärkraft
$R_{A,olycksfall} := 444.2858 \text{ kN}$	Reaktionskraft i hängare i längsled

Som kan jämföras med dimensionerande laster i brottgräns:

$M_{Ed.brott} := 6463.8 \text{ kN} \cdot \text{m}$	Maxmoment
$V_{Ed.brott} := 1612.2 \text{ kN}$	Maximal tvärkraft
$R_{A.brott} := 496.4773 \text{ kN}$	Reaktionskraft i hängare i längsled

1.2 Dimensionerande moment längsled

Med insatt centrumavstånd för konstruktionsberäkningar av betongplatta i *Bilaga B - Beräkningsprogram betongplatta* fås följande maxmoment:

$M_{olycksfall.btg} := 173.53 \text{ kN} \cdot \text{m}$
Momentkapacitet med normalt centrumavstånd är:
$M_{Rd.btg} := 221.22 \text{ kN} \cdot \text{m}$

1.3 Slutsats

Eftersom olycksfallets laster medför lägre tvärkrafter, moment och reaktionskrafter än dimensionerande värden i brottgräns kommer de beräknade dimensionerna i konstruktionen att vara tillräckliga.

Bilaga L - Temperaturutvidgning

Temperaturutvidgning

$$T_{max} := 35 \text{ } ^\circ\text{C}$$

TRVFS 2011:12, Bilaga 2, tabell 2a,
Borås kommun

$$T_{min} := -35 \text{ } ^\circ\text{C}$$

TRVFS 2011:12, Bilaga 2, tabell 2a,
Borås kommun

$$\Delta T := T_{max} - T_{min} = 70 \text{ } K$$

$$T_0 := 10 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Inbyggnadstemperatur, enligt SS EN-1991-1-5,
Bilaga A, rubrik A1

$$L_{längsled} := 88.8 \text{ } m$$

$$L_{tvärled} := 17 \text{ } m$$

Längdutvidgningskoefficienter

$$\alpha_{Tc} := 10 \cdot 10^{-6} \frac{1}{K}$$

Längdutvidgningskoefficient betong, enligt SS
EN-1991-1-5, Bilaga C, Tabell C.1

$$\alpha_{Tsam} := 10 \cdot 10^{-6} \frac{1}{K}$$

Längdutvidgningskoefficient samverkanstvärnsnitt
enligt AMN. 6 i SS EN-1991-1-5, Bilaga C, Tabell C.1

$$\alpha_{Ts} := 16 \cdot 10^{-6} \frac{1}{K}$$

Längdutvidgningskoefficient rostfritt stål,
enligt SS EN-1991-1-5, Bilaga C, Tabell C.1

En förenkling som gjorts är att försumma inverkan av asfalten och endast tittat på stål- och betongrörelserna i brobanan. I längsled kommer förstyrningsbalkarna töjas mer än betongplattan vilket betyder att förstyrningsbalkarnas utvidgning är den som kommer att tas i beaktning vid val av övergångskonstruktion för att vara på den säkra sidan.

Faktorer som olika temperaturer på ovan- och undersida av brobanan tas inte i beaktning. Att betongplattan kommer ha en dragande effekt på förstyrningsbalkarnas utvidgning tas inte heller i beaktning.

Total längdskillnad mellan kallaste och varmaste temperatur

$$\Delta L_{stal} := (T_{max} - T_{min}) \cdot \alpha_{Ts} \cdot L_{längsled} = 9.946 \text{ } cm$$

$$\Delta L_{betongplatta} := (T_{max} - T_{min}) \cdot \alpha_{Tc} \cdot L_{längsled} = 6.216 \text{ } cm$$

$$\Delta L_{tvärled} := (T_{max} - T_{min}) \cdot \alpha_{Tsam} \cdot L_{tvärled} = 1.19 \text{ } cm$$

Maximal förlängning från inbyggnadstemperatur T_0

$$\Delta L_{förlängning.längsled.stal} := (T_{max} - T_0) \cdot \alpha_{Ts} \cdot L_{längsled} = 3.552 \text{ } cm$$

$$\Delta L_{förlängning.längsled.betongplatta} := (T_{max} - T_0) \cdot \alpha_{Tc} \cdot L_{längsled} = 2.22 \text{ } cm$$

$$\Delta L_{\text{förlängning.tvärled}} := (T'_{\text{max}} - T'_0) \cdot \alpha_{T_{\text{sam}}} \cdot L_{\text{tvärled}} = 0.425 \text{ cm}$$

Maximal förkortning från inbyggnadstemperatur T_0

$$\Delta L_{\text{förkortning.längsled.stal}} := (T_{\text{min}} - T_0) \cdot \alpha_{T_s} \cdot L_{\text{längsled}} = -6.394 \text{ cm}$$

$$\Delta L_{\text{förkortning.längsled.betongplatta}} := (T_{\text{min}} - T_0) \cdot \alpha_{T_c} \cdot L_{\text{längsled}} = -3.996 \text{ cm}$$

$$\Delta L_{\text{förkortning.tvärled}} := (T_{\text{min}} - T_0) \cdot \alpha_{T_{\text{sam}}} \cdot L_{\text{tvärled}} = -0.765 \text{ cm}$$

I längsled kommer med förlängningen av belastningen på bron på $\Delta L_{\text{laster}} := 7.2 \text{ cm}$ (Från Bilaga G - CALFEM-analys) kommer en sammanlagd maximal längdförändring i längsled från max till min vara $\Delta L_{\text{stal}} + \Delta L_{\text{laster}} = 17.146 \text{ cm}$.

I tvärled kommer endast temperaturutvidgningen påverka från max till min kommer $\Delta L_{\text{tvärled}} = 1.19 \text{ cm}$

Bilaga M - Kostnadsuppskattning

Uppskattning av materialkostnader

Prisuppgifter från 3.2 Byggnadsmaterial

Betong

$$Pris_c := 2500 \cdot \frac{1}{m^3} \text{ kr}$$

Armering

$$Pris_{arm} := 117750 \cdot \frac{1}{m^3} \text{ kr}$$

Stål

$$Pris_{stl} := 351000 \cdot \frac{1}{m^3} \text{ kr}$$

Volymer

Armering från 9.1.1.3 Avkortning av armering och 9.1.2.1 Armeringsbehov

$$L_{s.längs} := 8 \cdot 2 \cdot 16.5 \cdot 88.2 \text{ m} + 9 \cdot 16.5 \cdot 2.05 \cdot 2 \text{ m} + 4 \cdot 16.5 \cdot 0.55 \cdot 2 \text{ m} + 4 \cdot 2.2 \cdot 16.5 \cdot 22 \text{ m} = (2.716 \cdot 10^4) \text{ m}$$

$$V_{s.längs} := L_{s.längs} \cdot \pi \cdot \frac{0.016^2}{4} \text{ m}^2 = 5.461 \text{ m}^3$$

$$L_{s.tvärg} := 8 \cdot 16.5 \cdot 802 \text{ m} = (1.059 \cdot 10^5) \text{ m}$$

$$V_{s.tvärg} := L_{s.tvärg} \cdot \pi \cdot \frac{0.008^2}{4} \text{ m}^2 = 5.321 \text{ m}^3$$

$$V_{arm.tot} := V_{s.längs} + V_{s.tvärg} = 10.782 \text{ m}^3$$

Betongplatta från 9. Dimensionering av betongplatta

$$V_c := (0.22 \text{ m} \cdot 16.5 \text{ m} \cdot 88.8 \text{ m}) - V_{arm.tot} = 311.562 \text{ m}^3$$

Tvärbalkar

$$V_{tvärbalkar} := 0.08185 \text{ m}^2 \cdot 17 \text{ m} \cdot 25 = 34.786 \text{ m}^3$$

Förstyvningsbalkar från 15. Förstyvningsbalk

$$V_{försstyv} := 0.0314 \text{ m}^2 \cdot 88.8 \text{ m} \cdot 2 = 5.577 \text{ m}^3$$

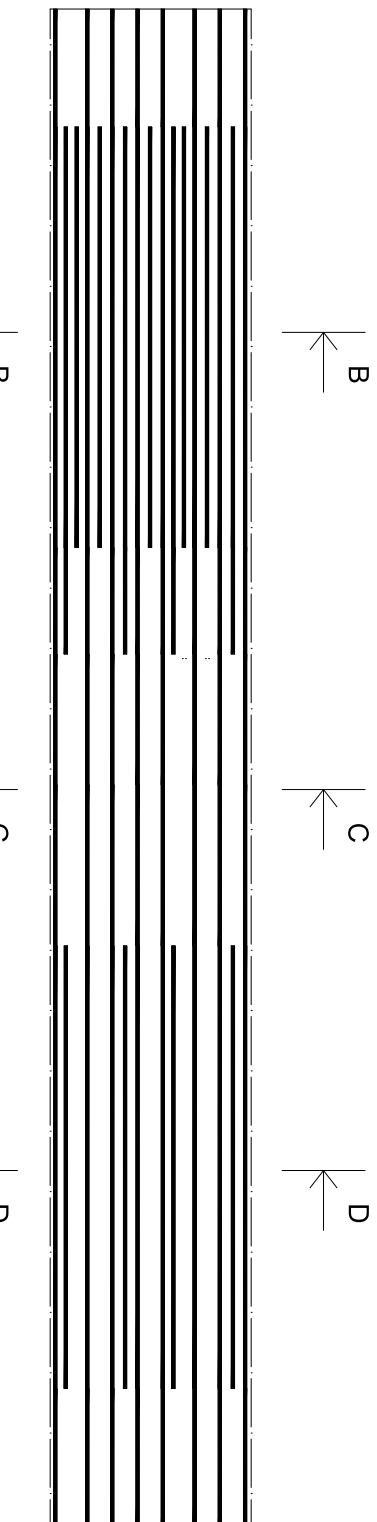
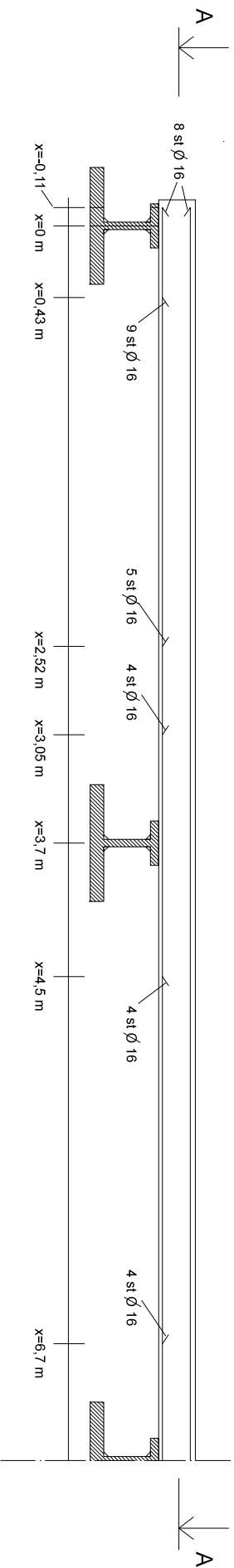
Fackverksbågen från 12. Lastfördelning enligt CALFEM

$$V_{bge} := 2 \cdot 6.71 \text{ m}^3 = 13.42 \text{ m}^3$$

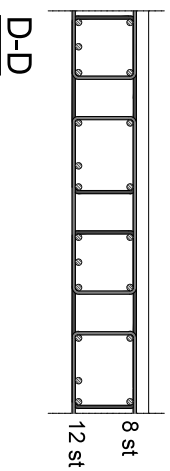
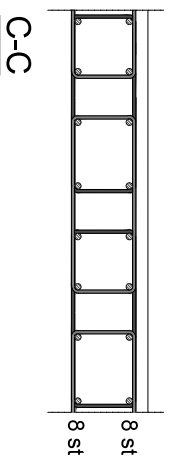
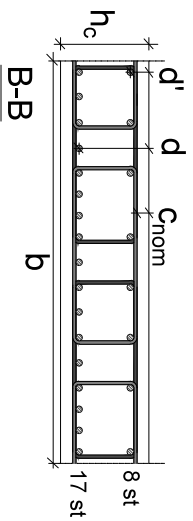
Uppskattad materialkostnad för hela konstruktionen

$$Pris_{tot} := Pris_c \cdot V_c + Pris_{arm} \cdot V_{arm.tot} + (V_{tvärbalkar} + V_{förstyv} + V_{bge}) \cdot Pris_{stl} = 2.093 \cdot 10^7 \text{ kr}$$

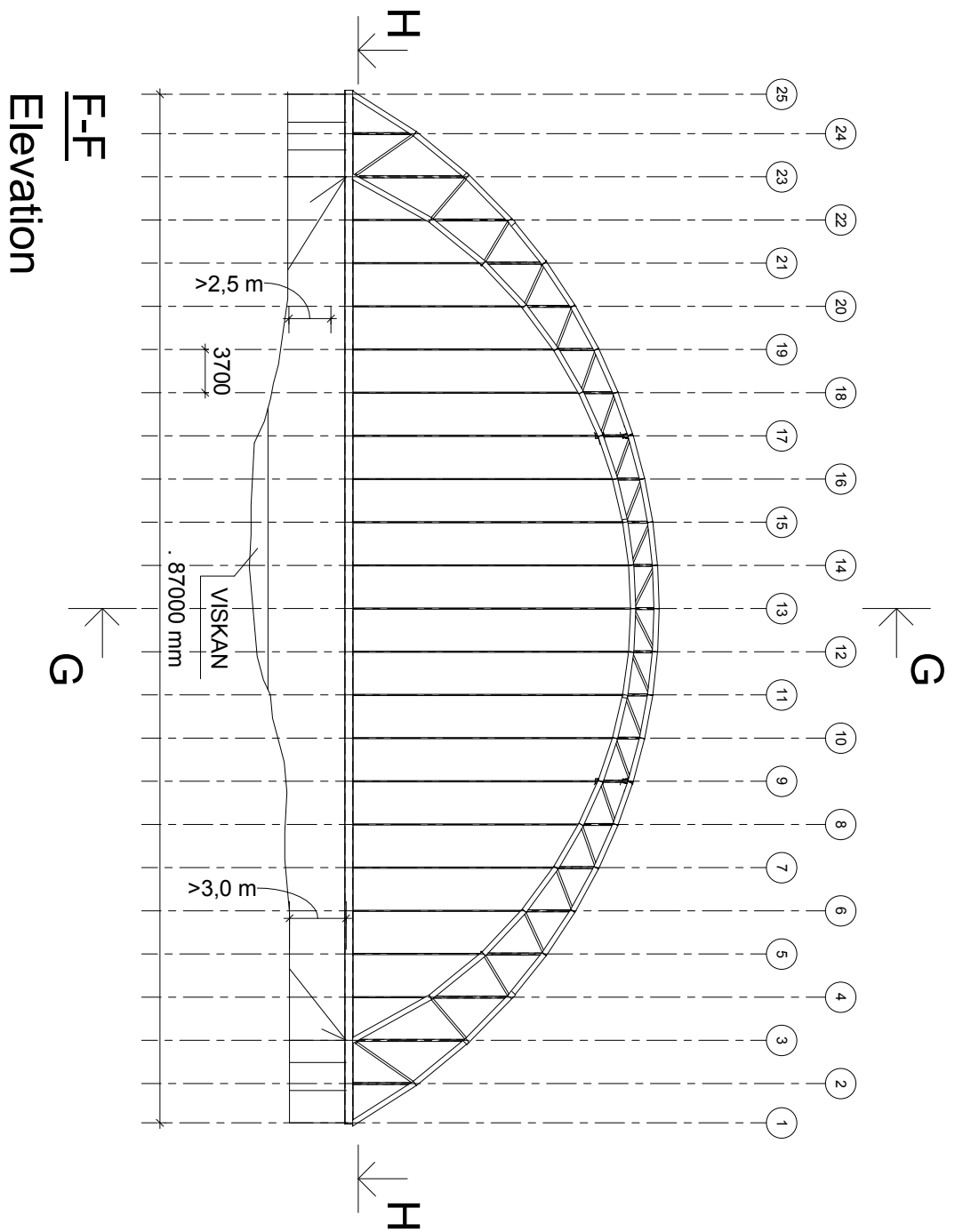
Bilaga N - Armeringsinläggning



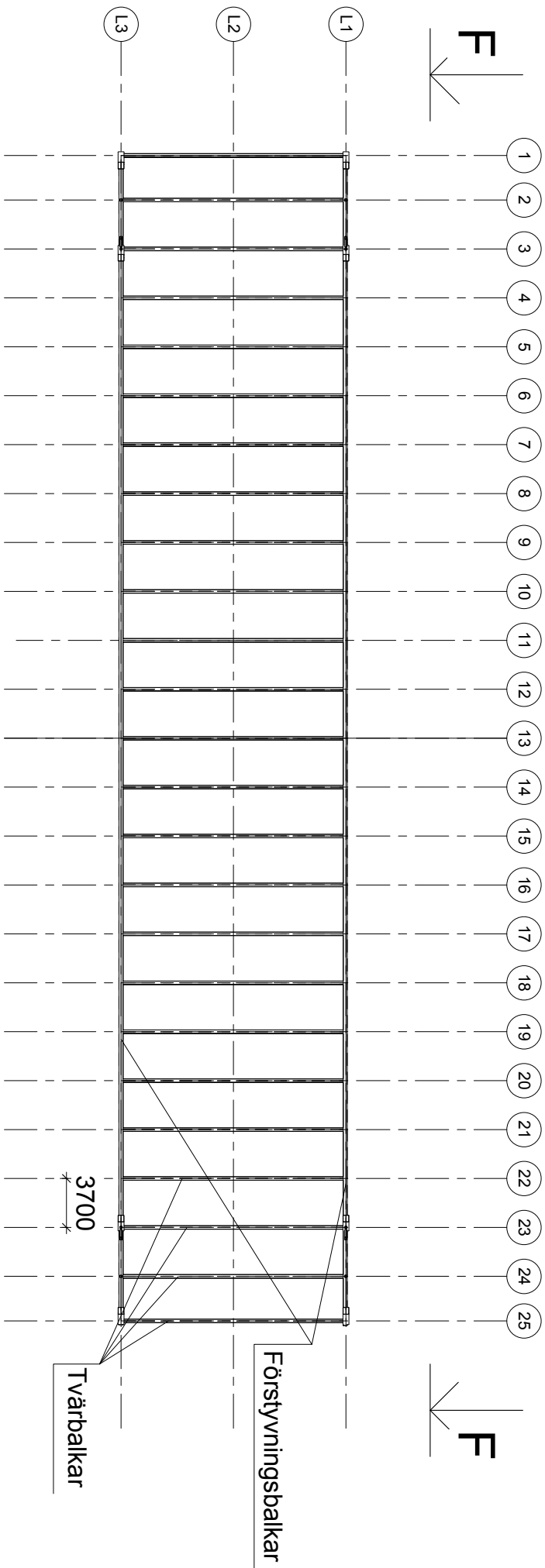
A-A

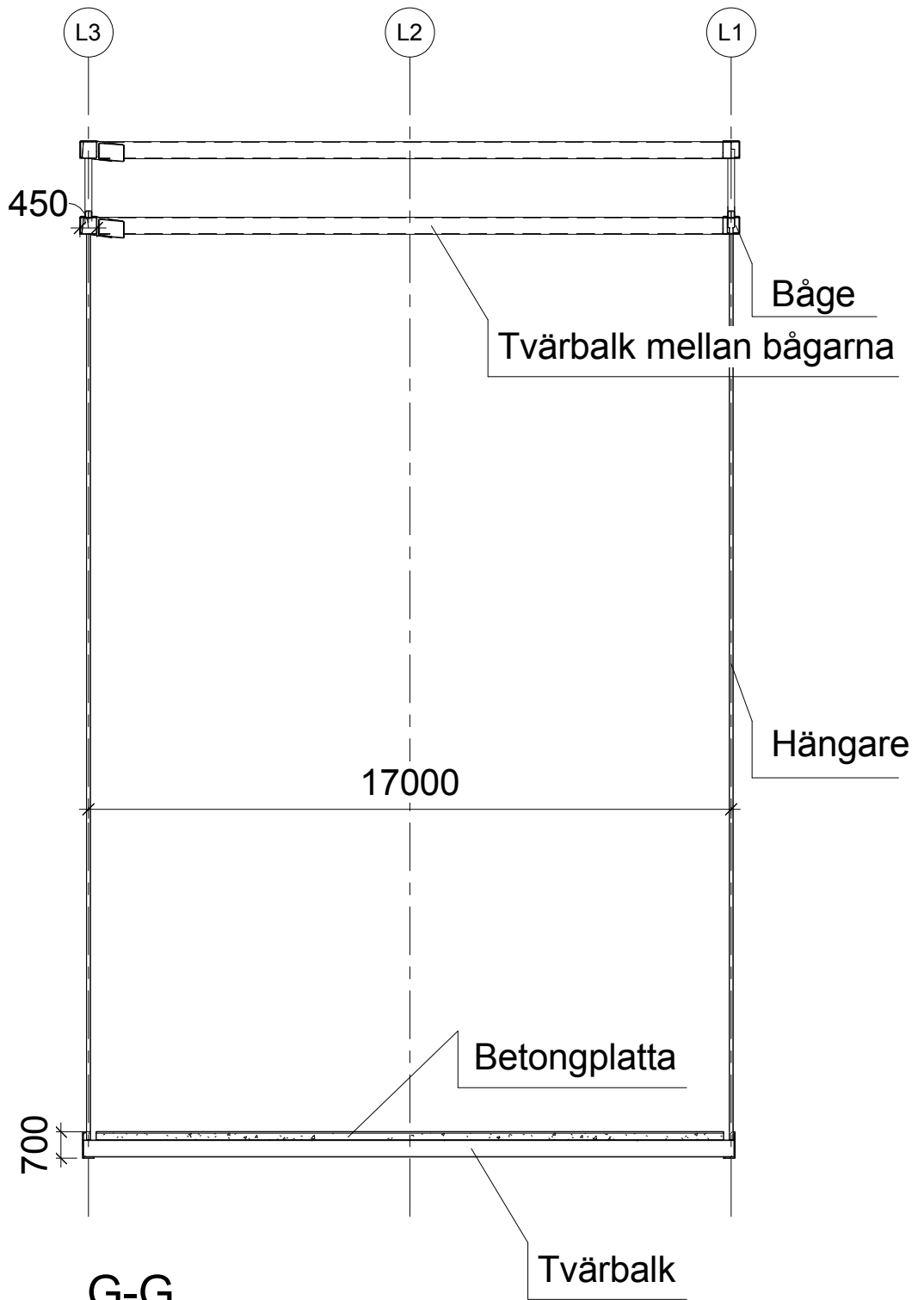


Bilaga O - Elevation, plan och sektion

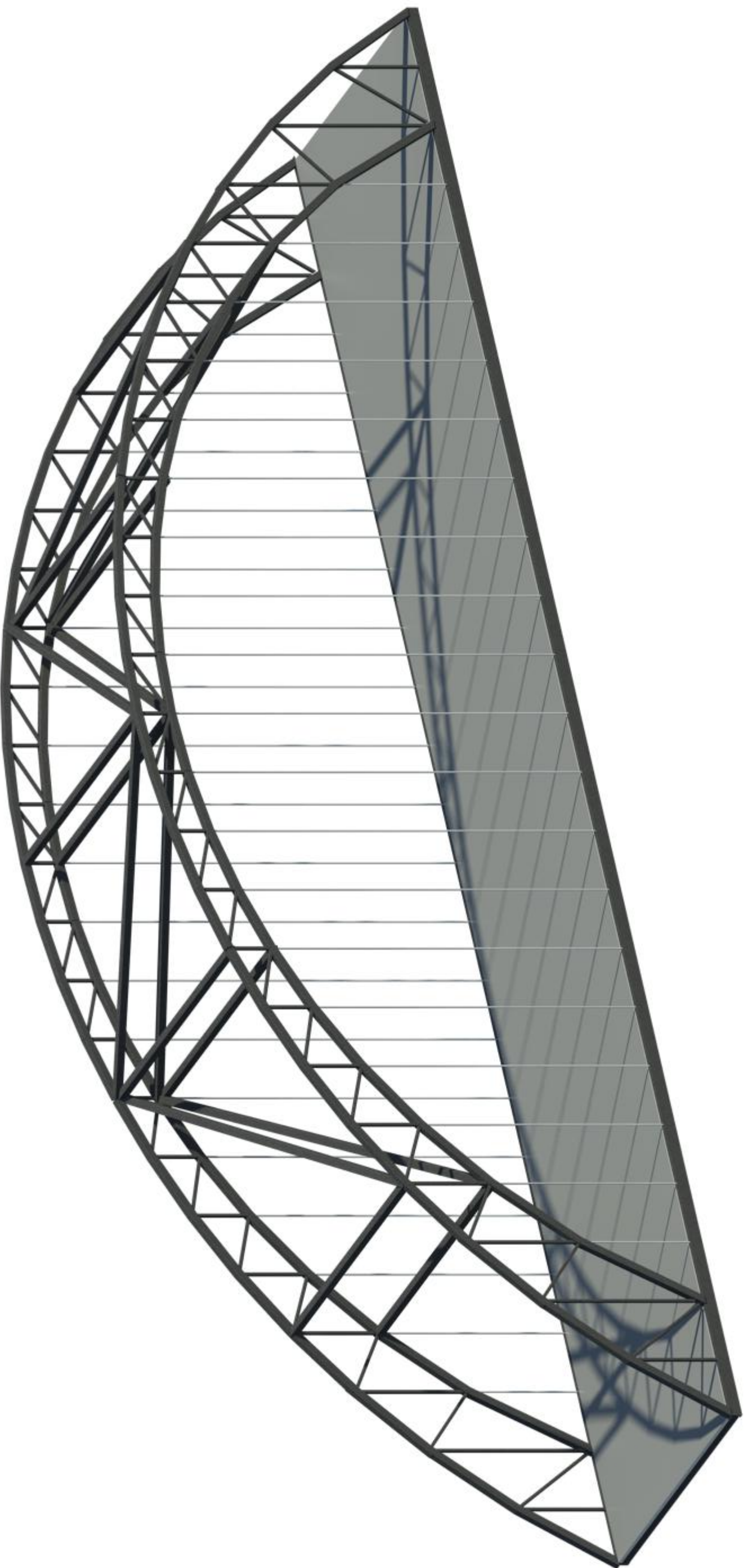


H-H
Plan





G-G
Sektion





Bilaga P - Förutsättningsritning från COWI

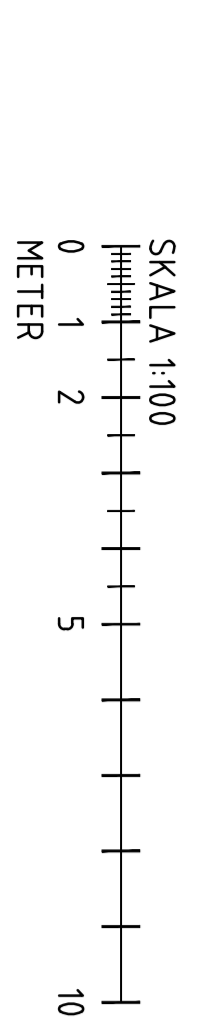


SEKTION	X	Y	ANM.
0/087849	6397109190	646716011	R1
0/123864	6397140040	64694595	R200
0/138727	6397152475	67002730	R1
0/148266	6397160258	67008245	R1

PLANDATA GC-VÄG 374

SEKTION	X	Y	ANM.
0/089991	6397199566	6081178	R 2000
0/110021	6397074395	6753192	R 2000

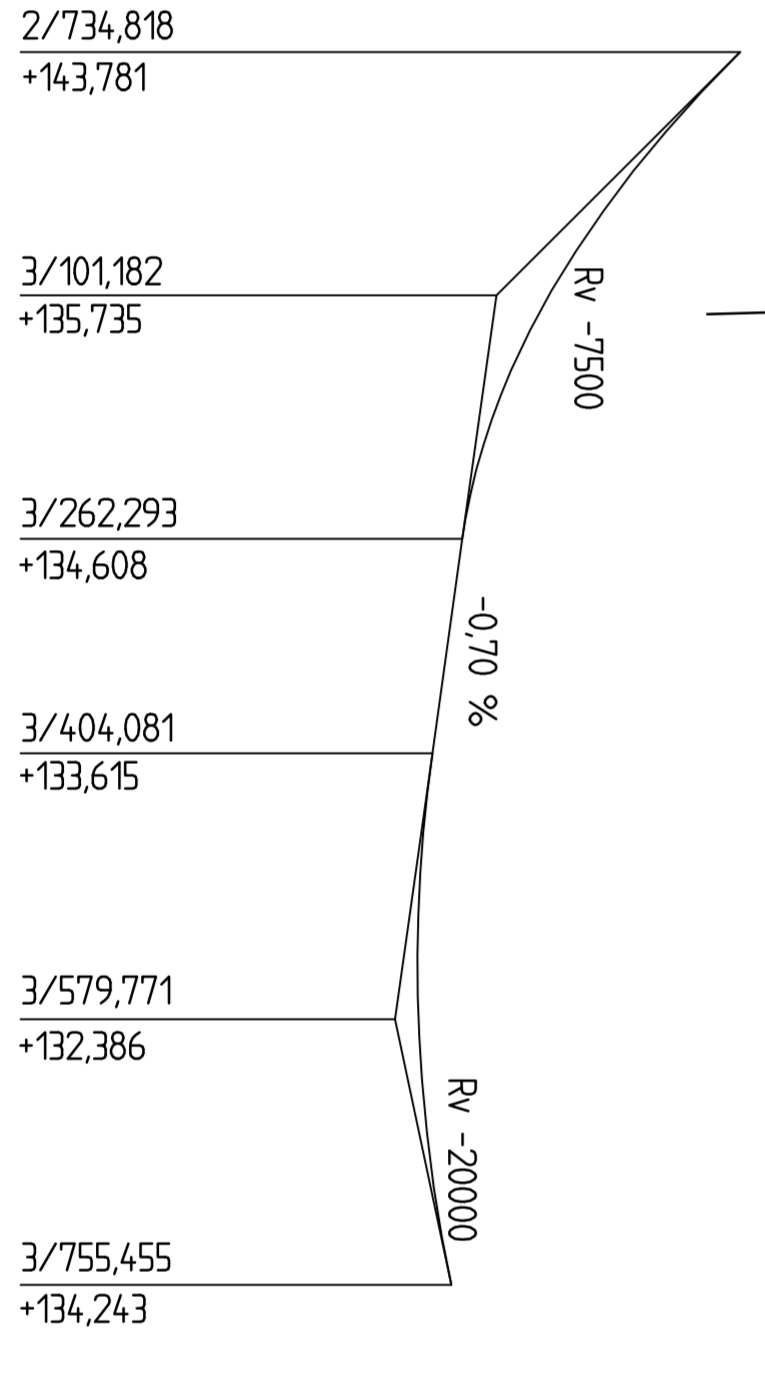
PROFIL GC-VÄG 374



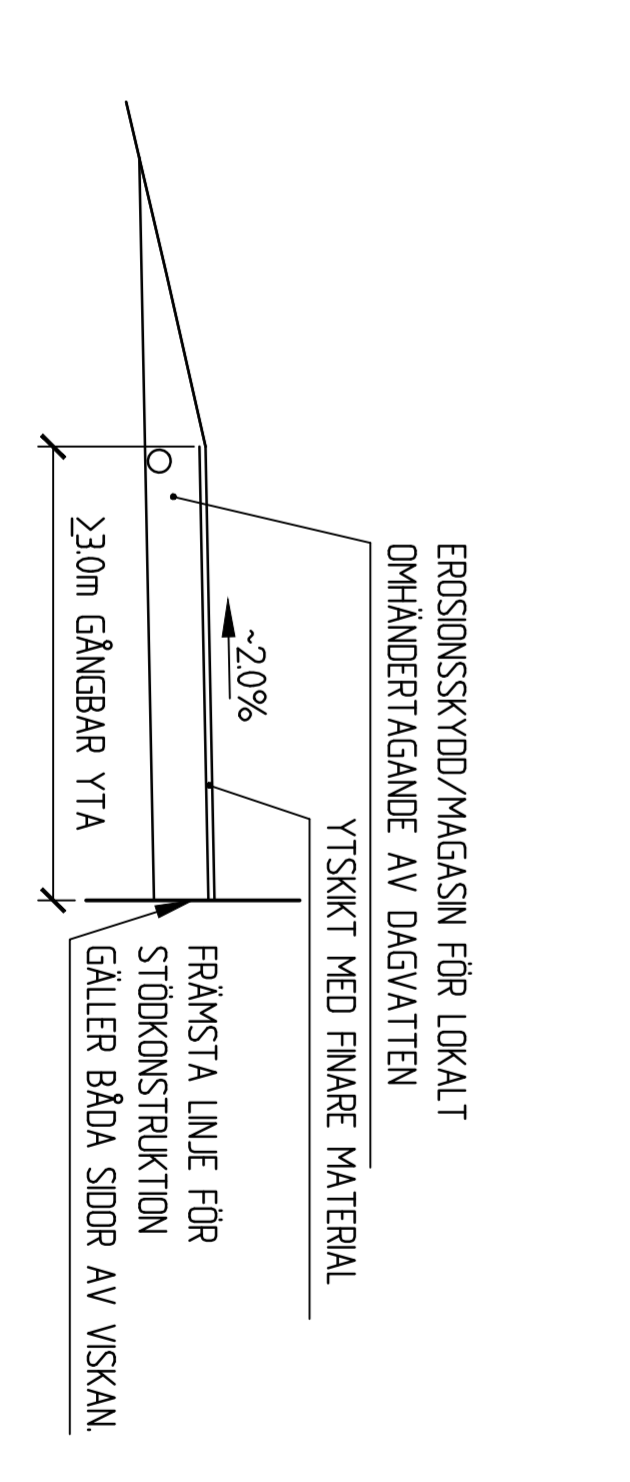
SEKTION	X	Y	ANM.
2/411475	6397399566	6081178	R 2000
3/418055	6397074395	6753192	R 2000

PLANDATA VÄG 27

PROFIL VÄG 27



DETALJ SPONT



EROSIONSKYDD/MÅGASIN FÖR LOKALT OMFÄNDRINGAVÄG AV DAGVATTEN YTISKT MED FINARE MATERIAL FRÄMSTA LINJE FÖR STÖDKONSTRUKTION GÄLLER BÅDA SIDOR AV VÄSKAN

ALLMÄNT:

BRON UTFORMAS ENLIGT TRAK BRÖ 11, (PUBL. NR TRV 20110985) INKLUSIVE REVIDERING AV DEL A OCH BILAGA 2 (TRV 2013/21549) OCH OTB VÄGANLAGGNING DATERAD 2012-09-14, REVIDERAD 2013-04-23

BRON FÖRSES MED AV TRAFIKVERKET GODKÄNT RÄCKE FÄBKÄRT BRSTA TYP W.

BETÄFFANDE GRUNDFÖRHÅLLANDE SE OTB VÄGANLAGGNING OCH TEKNISK BESKRIVNING BRÖ, GEOTEKNIK (TBP/G60) UPPRÄTTAD AV NCC TEKNIK DATERAD 2014-06-27.

KOORDINATSYSTEM, PLAN: RT 90 5 GON V 0-1, HÖJD: RH 70

BELAGNING VÄG 27:

- TATSÄKTSMÄTTA 5 mm PGJA
- KOMB. SKYDD- OCH BINDLAGER 40 mm ABS8 SPECIAL
- SPLITLAGER 30 mm TSK 16
- 20 mm TSK 16

BELAGNING GC-VÄG 374:

- ISOLERINGSMÄTTA 5mm
- SKYDDSLAGER 20mm
- SPLITLAGER 60mm
- ABT 8
- ABT 11

HÄVSNINGAR

FÖRSLAGSSKISS 1 ENLIGT RITNING 1 23 K 20 01

REV	INT	ÄNDRINGSTYP	DATEIN	BY DATUM	BY DOKUMENTNR

BYGGHANDLING	GRANSKNINGSHANDLING
VÄG 27	VÄRD - KRÄKERED
SKADALEN	

COWI	FÖRSLAGSSKISS 2 (2)
CONTRAKTNUMMER: 88	PROJEKTNUMMER: 1234
UPPGIFTSNUMMER: A07345	REVISOR: A1
BYGGNADENS NAMN: Z: XHAN	BYGGNADENS ADRESS: 123 K 20 02
BYGGNADENS STAD: MITT NÄNN	BYGGNADENS DATUM: 2014-XX-YY

Bilaga Q - Teknisk beskrivning

Objektspecifik Teknisk Beskrivning, OTB väganläggning

TOTALENTREPRENAD

För utförande av väganläggning: Väg 27 Viared – Kråkered,
Västra Götalands län,
Borås Stad

Objektnummer: 130846
Ärendenummer: TRV 2012/23837
Datum: 2012-09-14
Rev. datum: 2013-04-23

Handlingsnr: 6.5
Chaosnr 0C075000

Innehåll

1. Allmänt	8
1.1 Avsnitt	8
1.2 Kodade rubriker	8
1.3 Okodade rubriker	10
1.4 Kravhierarkier	10
B. TRAFIK	12
B1. Vägtrafik	12
C. BEFINTLIG MARK, MILJÖ OCH KONSTRUKTIONER SAMT TILLFÄLLIGA ANLÄGGNINGAR	18
C1. Befintlig mark och miljö	18
C1. Befintlig mark och miljö/ Topografi	18
C1. Befintlig mark och miljö/ Bergteknik	21
C1. Befintlig mark och miljö/ Geohydrologi	25
C1. Befintlig mark och miljö/ Geoteknik	28
C1. Befintlig mark och miljö/ Mark- och vattenförorening	33
C1. Befintlig mark och miljö/ Vegetation, jordmån//0/000-2/950 samt 3/700-6/266	34
C1. Befintlig mark och miljö/ Vegetation, jordmån//2/950-3/700	35
C1. Befintlig mark och miljö/ Vattenförekomst, övrigt vatten/Ytvatten	36
C1. Befintlig mark och miljö/ Enskild vattentäkt	38
C1. Befintlig mark och miljö/ Våtmark	38
C1. Befintlig mark och miljö/ Naturmiljö	39
C1. Befintlig mark och miljö/ Kulturmiljö	41
C1. Befintlig mark och miljö/ Rekreation och friluftsliv	41
C2. Befintliga konstruktioner	42
C2. Befintliga konstruktioner/ Väganläggning/ Vägboom	42
C2. Befintliga konstruktioner/ Vägkonstruktion	43
C2. Befintliga konstruktioner/ Vägkonstruktion/ Bundet slitlager och bärlager	44
C2. Befintliga konstruktioner/ Spåranläggning	45
C2. Befintliga konstruktioner/ Vägbro	45
C2. Befintliga konstruktioner/ Dräneringssystem	47
C2. Befintliga konstruktioner/ Byggnad	47
C2. Befintliga konstruktioner/ Belysningssystem	48
C2. Befintliga konstruktioner/ Kantstolpe	48
C2. Befintliga konstruktioner/ Faunastängsel	49
C2. Befintliga konstruktioner/ Trumma	49
C2. Befintliga konstruktioner/ VA-nät	51
C2. Befintliga konstruktioner/ Elledningar	53
C2. Befintliga konstruktioner/ Tele-ledningar inkl opto-ledningar	55
C2. Befintliga konstruktioner/ Fjärrvärmeledningar	57
C2. Befintliga konstruktioner/ Gas-ledningar	58
C2. Befintliga konstruktioner/ Vägmarkering	59
C2. Befintliga konstruktioner/ Vägmärke	60

C3. Tillfällig anläggning och anordning för trafik	60
D. VÄGANLÄGGNING	62
D. Väganläggning// Grupp 1 och 2	68
D. Väganläggning// Grupp 3	70
D. Väganläggning// Grupp 4	71
DB. Vägonkonstruktion	72
DB1. Väggkropp och undergrund// Grupp 1 och 2	72
DB1. Väggkropp och undergrund// Grupp 1	73
DB11. Överbyggnad// Grupp 1	80
DB11. Överbyggnad// Grupp 2	80
DB11b. Slitlager	80
DB11bb. Bundet slitlager	80
DB11bb. Bundet slitlager// Grupp 3	81
DB11bc. Obundet slitlager// Grupp 3	82
DB11bc. Obundet slitlager// Grupp 4	83
DB11cc. Obundet bärlager// Grupp 3	83
DB11cc. Obundet bärlager// Grupp 4	84
DB11d. Förstärkningslager// Grupp 3	84
DB11d. Förstärkningslager// Grupp 4	85
DB3. Konstruktion i sidoområde	85
DB31. Slänt	85
DB31. Slänt// Grupp 1 och 2	86
DB31c. Ytterlänt/ Berg// Grupp 1 och 2	86
DB32. Vall, skärm/ Bullerskyddsskärm och bullerskyddsvall/	89
DB32. Vall, skärm/ Bullerskyddsskärm och bullerskyddsvall / Bullerskyddsvall// Pickesjön	89
DB32. Vall, skärm/ Bullerskyddsskärm och bullerskyddsvall// Tränningstorp	90
DB33. Vegetation	91
DB33. Vegetation// Bro 15-1780-1 över Väg 27 öster om Pickesjön	92
DB33. Vegetation/ Gräs, örter o.d. //km 0/000 – 2/950 och km 3/700 – 6/266	93
DB33. Vegetation/ Gräs, örter o.d. //km 2/950 - 3/700	93
DB4. Dräneringssystem	94
DB4. Dräneringssystem// Grupp 1	94
DB41. Dräneringsledning// Grupp 1	94
DB42. Dräneringsbrunn, rensbrunn// Grupp 1	94
DC. Vägbro	95
DC. Vägbro// GC-bro 15-1778-1 över Väg 27 i Viared	95
DC. Vägbro// Bro 15-1779-1 över Väg 27 väster om Pickesjön	96
DC. Vägbro// Bro 15-1780-1 över Väg 27 öster om Pickesjön	96
DC. Vägbro// Bro 15-1782-1 över GC-väg 373, Viskadalsbanan, Väg 1610 och GC-väg 376 vid tpl Osdal	97
DC. Vägbro// Bro 15-1783-1 över Viskan öster om tpl Osdal	97
DC. Vägbro// Bro 15-1784-1 över GC-väg öster om bro 15-1783-1	98

DC. Vägbro// Bro 15-1785-1 över faunapassage väster om tpl Kråkered _____	98
DC. Vägbro// Bro 15-1786-1 över Väg 41 och EnV_368 vid tpl Kråkered _____	99
DC. Vägbro// GC-bro 15-1787-1 över Viskan norr om bro 15-1783-1 _____	99
DC1. Bärverk i vägbro _____	100
DC11. Brobaneplatta _____	100
DC12. Balk// Bro 15-1782-1, 15-1786-1 och 15-1787-1 _____	100
DC13bb. Pelarstöd// Bro 15-1782-1 _____	100
DC18. Diverse bärverk i vägbro/ Båge// Bro 15-1783-1 _____	100
DC2. Grundläggning av vägbro _____	101
DC3. Komplettering i vägbro _____	101
DC31. Beläggning _____	101
DC35. Övergångskonstruktion _____	102
DC36b. Grundavlopp i bro _____	102
DC36c. Dräneringskanal i bro _____	102
DC36d. Ytavloppssystem i bro// Bro 15-1782-1 _____	102
DC36d. Ytavloppssystem i bro// Bro 15-1783-1 _____	103
DC36d. Ytavloppssystem i bro// Bro 15-1786-1 _____	103
DC38. Diverse kompletteringar i vägbro/ Loddubb _____	103
DC38. Diverse kompletteringar i vägbro/ Skyddstak för järnväg// Bro 15-1782-1 _____	103
DC38. Diverse kompletteringar i vägbro/ Skärm// Bro 15-1780-1 _____	104
DC41. Slänt// Bro 15-1778-1 _____	104
DC41. Slänt// Bro 15-1779-1 _____	105
DC41. Slänt// Bro 15-1780-1 _____	105
DC41. Slänt// Bro 15-1782-1 _____	106
DC41. Slänt// Bro 15-1783-1 _____	106
DC41. Slänt// Bro 15-1785-1 _____	106
DC41. Slänt// Bro 15-1786-1 _____	106
DC42. Kon// Bro 15-1782-1 _____	107
DC42. Kon// Bro 15-1783-1 _____	107
DC42. Kon// Bro 15-1784-1 _____	107
DC42. Kon// Bro 15-1786-1 _____	108
DC42. Kon// Bro 15-1787-1 _____	108
DC43. Erosionsskydd vid vattendrag// Bro 15-1783-1 och 15-1787-1 _____	108
DE. Dagvattensystem _____	109
DE1. Dagvattenledning _____	109
DE2. Dagvattenbrunn _____	110
DE3. Trumma/ Vägtrumma _____	111
DE3. Trumma/ Vägtrumma// Smådjurspassager _____	112
DE4. Dike// Grupp 1, 2 och 3 _____	113
DE4. Dike// Grupp 1//Väg 27 sektion ca 0/000-0/550 _____	114
DE4. Dike// Grupp 1//Väg 27 sektion ca 1/900-2/600 _____	114
DE4. Dike// Grupp 1//Väg 27 sektion ca 3/450-3/680 _____	114

DE4. Dike// Grupp 1//Väg 27 sektion ca 3/900 _____	115
DE5. Anordning för lokalt omhändertagande av dagvatten _____	115
DE5. Anordning för lokalt omhändertagande av dagvatten// tpl Osdal _____	116
DE5. Anordning för lokalt omhändertagande av dagvatten// Bro 15-1782-1 _____	116
DE5. Anordning för lokalt omhändertagande av dagvatten// Bro 15-1783-1 _____	116
DE5. Anordning för lokalt omhändertagande av dagvatten// Bro 15-1786-1 _____	117
DE5. Anordning för lokalt omhändertagande av dagvatten// tpl Kråkered _____	117
DF. Vägskyddsanordning _____	118
DF1. Stängsel _____	118
DF1. Stängsel/ Faunastängsel _____	118
DF1. Stängsel/ Uthopp _____	119
DF2. Räcke _____	121
DF2. Räcke/ Broräcke _____	121
DF2. Räcke/ Broräcke// GC-bro 15-1778-1 samt Bro 15-1779-1 och 15-1786-1 _____	121
DF2. Räcke/ Broräcke// Bro 15-1782-1 _____	122
DF2. Räcke/ Broräcke // Bro 15-1783-1, 15-1784-1 och GC-bro 15-1787-1 _____	122
DF2. Räcke/ Vägräcke _____	122
DF21. Sidoräcke/ Vägräcke _____	123
DF22. Mitträcke/ Vägräcke _____	123
DF25. Räckeskomplettering/ Vägräcke/ Räckesförankring _____	124
DF25. Räckeskomplettering/ Vägräcke/ Räckesförankring i mark _____	124
DF25. Räckeskomplettering/ Vägräcke/ Räckesförankring till annat räcke _____	124
DF25. Räckeskomplettering/ Vägräcke/ Krockdämpare _____	125
DF25. Räckeskomplettering/ Vägräcke/ Räckesavslutning _____	125
DF25. Räckeskomplettering/ Vägräcke/ Energiupptagande räckesavslutning _____	125
DF25. Räckeskomplettering/ Vägräcke/ Ej energiupptagande räckesavslutning _____	125
DF25. Räckeskomplettering/ Räckesreflexer _____	125
DF26. Övergång mellan räckestyper _____	125
DG. Trafikledningsanordning _____	126
DG1. Vägmarkering _____	126
DG13. Övrig markering/ Bullerräfflor _____	127
DG2. Vägmarke, vägschild _____	128
DG3. Kantstolpe _____	130
DG4. Portal, stolpe för trafikledningsanordning _____	130
DG41. Portal _____	131
DG42. Stolpe för trafikordning _____	132
DH. Belysningsystem _____	132
DH1. Belysningsarmatur _____	134
DH2. Belysningskälla _____	136
DH3. Belysningsstolpe, belysningsmast _____	137
DH4. Styrsystem för belysning _____	138
DK. Elsystem och telesystem _____	139

DK. Elsystem och telesystem/ Kabelskåp _____	139
DK. Elsystem och telesystem/ Apparater i kopplingsutrustning _____	139
DK. Elsystem och telesystem/ Centralutrustning _____	140
DK. Elsystem och telesystem/ Kablar _____	145
DK. Elsystem och telesystem/ Kabelbrunnar _____	146
DK. Elsystem och telesystem/ Kanalisation _____	146
DK. Elsystem och telesystem/ Kablar i betongkonstruktion _____	147
DK. Elsystem och telesystem/ Kablar i betongkonstruktion// Bro 15-1782-1 över GC-väg, Viskadalsbanan och Väg 1610 vid tpl Osdal _____	147
DK. Elsystem och telesystem/ Kablar i betongkonstruktion// Bro 15-1783-1 över Viskan öster om tpl Osdal _____	147
DK. Elsystem och telesystem/ Kablar i betongkonstruktion// Bro 15-1786-1 över Väg 41 och enskild väg vid tpl Kråkered _____	147
DK. Elsystem och telesystem/ Ledningssystem _____	148
DZ. Övriga delar i väganläggning _____	148
DZ 1. Övriga delar i väganläggning /"Grodbäcken" _____	148
DZ 1. Övriga delar i väganläggning / Grodpassage med ledarmar _____	148
DZ 2. Övriga delar i väganläggning / Befintliga konstruktioner / VA-nät _____	148
DZ 2. Övriga delar i väganläggning / Befintliga konstruktioner / Elledningar _____	149
DZ 2. Övriga delar i väganläggning / Befintliga konstruktioner / Teleledningar inkl. optoledningar _____	150
DZ 2. Övriga delar i väganläggning / Befintliga konstruktioner / Fjärrvärmeledningar _____	151
DZ 2. Övriga delar i väganläggning / Befintliga konstruktioner / Gasledningar _____	152
DZ 3. Övriga delar i Väganläggning / Korsande ledningsgata _____	152
F. SPÅRANLÄGGNING _____	154
FK. Elsystem och telesystem/ Kablar _____	154
FK. Elsystem och telesystem/ Ledningssystem _____	155
FK. // RIVNING AV VÄGSKYDDSANLÄGGNING FUNNINGEVÄGEN _____	155
X. DOKUMENTATION _____	157
X. Dokumentation/ Digitala dokument _____	157
XB. Projekteringsbeskrivning _____	157
XB. Projekteringsbeskrivning/ Anläggningsmodell _____	158
XB. Projekteringsbeskrivning/ Design basis _____	158
XB. Projekteringsbeskrivning/ Landskap, gestaltning _____	158
XB. Projekteringsbeskrivning/ Miljöskydds- och kompensationsåtgärder _____	159
XC. Arbetshandling _____	160
XD. Relationshandling _____	162
XD. Relationshandling/ Vägbro _____	163
XE. Relationshandling/ Belysningsystem _____	163
XF. Drift- och underhållsplan _____	164
XG. Förvaltningshandling _____	165
Referenser till annan handling _____	166

Bilagor:

- Bilaga 1 Krav på geotekniska arbetshandlingar (0C075100)
- Bilaga 2 Utformning av bro 15-1782-1 över GC-väg 373, Viskadalsbanan, Väg 1610 och GC-väg 376 vid tpl Osdal (0C075200)
- Bilaga 3 Rutin för utförande belysning av övergångsställe/passage (0C075300)
- Bilaga 4 PM-märkning krav på märkskyltning av ytvägnätet (0C075400)
- Bilaga 5 Utformning av effektbelysning på bro 15-1782-1 över GC-väg 373, Viskadalsbanan, Väg 1610 och GC-väg 376 vid tpl Osdal (0C075500)
- Bilaga 6 Utformning av effektbelysning på vägbro 15-1783-1 över Viskan öster om tpl Osdal (0C075600)
- Bilaga 7 Beräkningar för avrinningsområde (0C075700)
- Bilaga 8 Utformning av belysning på GC-371 bro 15-1778-1 över Väg 27 (0C075800)
- Bilaga 9 Befintlig belysning gällande Borås Stads anläggning (0C075900)
- Bilaga 10 Förslagsskiss – Överföringsledningar Sobacken, Normalsektion (0C075910)
- Bilaga 11 Omgrävning Grodbäcken (0C075911)
- Bilaga 12 Utformning av grodtunnlar och fångstarmar (0C075912)
- Bilaga 13 Väderskydd KMN (0C075913)

1. ALLMÄNT

Här anges hur beskrivningen är disponerad och hur kravtexterna gäller i förhållande till varandra.

Generellt gäller för referenser till krav i annan handling t.ex. Trafikverkets föreskrifter eller andra dokument eller standarder att förutom de krav som framgår av refererad handling gäller även krav som vid tidpunkten för OTB:ns upprättande tillkommit till eller ändrats avseende handlingen. Exempelvis kan tillkommande krav eller ändringar vara uttryckta i senare versioner eller supplement. Med tillkommande eller ändrade krav avses i detta sammanhang även slopade krav, omformulerade krav m.m. samt att beslut om ändringen har tagits av Trafikverket eller annan ansvarig instans.

I beskrivningen ställs ej krav på samtliga i entreprenaden förekommande arbeten. Där krav ej ställts ska ändå erforderliga arbeten utföras för befintliga anläggningar och miljöer som påverkas samt för aktuell anläggning i sådan omfattning och på sådant sätt att funktioner bibehålls eller blir som avsetts. Standard på funktioner och teknisk lösningar som kan utläsas av ställda krav och som erfordras med hänsyn taget till avsedd användning och användningssätt ska därvid användas. Där preciserade krav ej ställts ska utformning och utförande ske med användande av modern teknik och enligt vetenskapliga metoder eller vedertagna och beprövade metoder.

1.1 Avsnitt

Beskrivningen består av följande avsnitt:

- 1. Allmänt
- B. Trafik
- C. Befintlig mark, miljö och konstruktioner
- D. Väganläggning
- F. Järnvägsanläggning med flera anläggningar
- X. Dokumentation
- Referenser till annan handling.

Under avsnitt "B. Trafik" anges den trafik som konstruktionerna i en anläggning ska vara utformade och utförda för.

Under avsnitt "C. Befintlig mark, miljö och konstruktioner" beskrivs befintliga förhållanden som påverkas av den aktuella anläggningens utformning och utförande samt villkor för påverkan under och efter entreprenadtiden.

Under avsnitten "D. Väganläggning", "F. Järnvägsanläggning" med flera anges förutsättningar och krav som gäller för den aktuella anläggningens utformning och utförande.

Under avsnitt "X. Dokumentation" anges krav på dokumentation m.m.

Under avsnitt "Referenser till annan handling" anges en lista med kompletterande uppgifter om handlingar som refereras till.

1.2 Kodade rubriker

Kodade rubriker kännetecknas av att de består av en kod och en benämning. Benämningen är en text som uttrycker kodens innebörd. Exempel: "D. Väganläggning", "DB. Vägkonstruktion".

Första tecknet i koden anger huvudrubrik, exempel: ”D” i ”D. Väganläggning”. Andra tecknet i koden anger dess underordnade rubrik, exempel: ”DB” i ”DB. Vägkonstruktion”. Tredje tecknet och så vidare anger nästa nivå av underordnad rubrik.

En kodad rubrik kan vara specificerad med typer eller platser.

Specificering av typer

Kodade rubriker kan ange typ efter enkelt snedstreck (”/”), exempel: ”DF2. Räcke/ Vägeräcke” där texten Vägeräcke är typens benämning. Varje enkelt snedstreck anger en underordnad nivå av rubrik ”DF2. Räcke/ Vägeräcke” är således underordnad rubrik till ”DF2. Räcke”. Dessutom gäller att typ på överordnad nivå är överordnad typ på underordnad nivå. Exempelvis är ”DF2. Räcke/ Vägeräcke” överordnad ”DF21. Sidoräcke/ Vägeräcke”.

Specificering av platser

Kodade rubriker med dubbel snedstreck (”//”) anger platser (lägen). Platser kan vara individuella, exempel ”DB. Vägkonstruktion// Väg 123 sektion x/xxx-y/yyy”. Platser kan också vara grupperade (se vidare nedan), exempel: ”DB. Vägkonstruktion// Grupp 2”. Platser kan kravmässigt ingå i varandra och varje dubbelt snedstreck anger en underordnad rubriknivå. Exempelvis kan en individuell plats vara kravmässigt underordnad en grupp, exempel ”DB. Vägkonstruktion// Grupp 2// Väg 123 sektion x/xxx-y/yyy”.

Specificering av platser med samma typ av krav

Gruppindelning av väganläggningen används för att reducera upprepningar av krav. Grupp 1 – 4 uttrycker platser (lägen) med samma typ av krav.

TRVK Bro ska tillämpas i sin helhet för konstruktioner den är avsedd för oavsett platser eller grupp av platser om inte annat anges för specifik plats. För övriga konstruktioner i en väganläggning gäller följande principer för gruppindelning av platser med samma typ av krav.

- Krav i Grupp 1 och 2 ställs utifrån TRVK Väg och TK Geo.
 - I Grupp 1 ställs i huvudsak krav på funktioner under rubriken ”Funktion” kompletterat med restriktioner i form av krav på tekniska lösningar under rubriken ”Teknisk lösning”.
 - I Grupp 2 ställs i huvudsak krav på tekniska lösningar under rubriken ”Teknisk lösning” enligt krav i TRVK Väg och TK Geo kompletterat med eventuella krav på utformning under rubriken ”Funktion”.
- Krav i Grupp 3 ställs utifrån VV publikation 2001:9 (projektering och byggande av enskilda vägar) för utformning av väganläggningen och utförande av vägöverbyggnadskonstruktionen. Krav på utförande för övriga konstruktioner som ej omfattas av TRVK Bro ställs utifrån TRVK Väg och TK Geo.
- Krav i Grupp 4 på skogsbilvägar ställs utifrån Skogsstyrelsens skrift, ”Anvisningar för projektering och byggande av skogsbilväg klass III och IV” för utformning av väganläggningen och utförande av vägöverbyggnadskonstruktionen. Krav på utförande av övriga konstruktioner som ej omfattas av TRVK Bro ställs utifrån TRVK Väg och TK Geo.

Krav för respektive grupp anges under kodad rubrik i avsnitt ”D. Väganläggning”. Om där angiven kodad rubrik eller underordnad kod och rubrik saknar gruppangivelse för platser eller enskild platsangivelse gäller kraven för alla platser i väganläggningen om inte annat anges.

1.3 Okodade rubriker

Under de kodade rubrikerna används okodade rubriker för att strukturera texter.

Okodade rubriker (underrubriker) finns för:

- Omfattning
- Funktion
- Teknisk lösning
- Kontroll

Under Omfattning anges eventuell begränsning av kravens giltighet. I avsnitt "D. Väganläggning" anges, enskilda eller grupper av platser i aktuell väganläggning.

Under "Funktion" krävs sådan användbarhet eller sådan för användbarhet nödvändig egenskap, som normalt konstateras genom mätning, provning eller nyttjande, se ABT 06. Rubriken "Funktion" kan vara kompletterad för att uttrycka vad funktionen avser t.ex. "Funktion/ Bärförmåga, stadga, beständighet", "Funktion/ Buller".

Under Teknisk lösning krävs material, vara, konstruktion eller utförande som angetts på ritning, i beskrivning eller på annat sätt, se ABT 06. Rubriken "Teknisk lösning" kan vara kompletterad för att uttrycka vad den tekniska lösningen avser. Kompletteringen i rubriken kan t.ex. vara "Teknisk lösning/ Konstruktion", "Teknisk lösning/ Utförande" eller "Teknisk lösning/ Material och varor".

Under rubriken "Kontroll" krävs kontrollmetoder och för vissa kontroller anges också tidpunkter. Kontroller kan avse kontrollmetoderna Provning (inklusive mätning), Besiktning eller Beräkning. Rubriken Kontroll är vanligen kompletterad med vad den avser t.ex. "Kontroll/ Funktion" eller "Kontroll/ Funktion/ Buller".

För de okodade rubrikerna gäller att vissa är överordnade och vissa är underordnade. Varje enkelt snedstreck ("/") anger en underordnad nivå. Exempelvis är "Funktion" överordnad "Funktion/ Buller" och Teknisk lösning är överordnad "Teknisk lösning/ Märkning" och Kontroll är överordnad "Kontroll/ Funktion" som i sin tur är överordnad "Kontroll/ Funktion/ Buller".

Under en kodad rubrik kan rubriken "Kontroll" vara den enda kontrollrubriken eller vara kompletterad med kontrollrubriker som specificerar funktion eller teknisk lösning. Kraven under "Kontroll" är överordnade (d.v.s. gäller tillsammans med) kraven under de specificerade kontrollrubrikerna.

1.4 Kravhierarkier

Kraven är inrättade i hierarkisk ordning så att krav under överordnad rubrik gäller även som krav under underordnad rubrik. Det innebär att kraven på överordnad nivå i hierarkin gäller för helheten och kompletterar kraven på underordnade nivåer som gäller delar av helheten. I de fall krav på överordnad nivå inte direkt kan tillämpas på lägre nivå ska de ses som indirekta krav på lägre nivå för att delarna ska ges egenskaper som överensstämmer med kraven på helheten.

Särskilt gäller att i de fall när kraven på underordnad nivå innebär en ändring eller motsägelse av krav på högre nivå att krav på lägre nivå ska gälla.

I de fall krav saknas på underordnad nivå gäller krav på överordnad nivå.

Krav i denna OTB gäller alltid före krav i dokument det hänvisas till om motsägelse finns.

Under rubriken "Kontroll" på överordnad nivå i hierarkin ställs krav att kontrollmetoderna beräkning, provning och besiktning ska tillämpas. Detta gäller om det inte är uppenbart att någon av metoderna ej behöver tillämpas vid kontroll på underordnad nivå. Om någon av metoderna anges som krav på underordnad nivå behöver endast angiven metod användas där. Dock gäller att krav på kontroll av material

angivna på överordnad nivå alltid ska gälla. Om kontrollmetodmetod ej anges preciserad ska Entreprenören själv precisera kontrollmetod med anledning av vad som kan utläsas av ställda krav och hans egna tekniska lösningar i upprättade arbetshandlingar.

B. TRAFIK

B1. Vägtrafik

Av personbilarna ska 70% förutsättas ha dubbdäck under perioden 1 oktober till 15 april.

Det ska förutsättas att vägbanan saltas under perioden 1 oktober till 15 april.

Av tabell (B1).1 framgår trafikbelastning. Observera att angivna trafiksiffror är för år 2035 och är dimensionerande.

Smalare vägren och mittremsa än 2 m dimensioneras på samma sätt som närliggande körfält.

Tabell (B1).1. Trafikbelastning.

Grupp / Plats	Kommentar	Ref. hast km/h	ÅDT _k År 2035	ÅDT År 2035	Tung trafik %	Årlig trafikförändring, pb % / år	Årlig trafikförändring, lb % / år	Std-axlar/tungt fordon B-faktor
Grupp 1								
<u>Viaredsmotet</u>								
K1, mot öst		70	9000		13	1,5	1,5	1,3
K2, mot öst		70	4000		13	1,5	1,5	1,3
K1, mot väst		70	9000		13	1,5	1,5	1,3
K2, mot väst		70	4000		13	1,5	1,5	1,3
<u>Väg 27</u>								
Km 0/000-0/340 K1, mot öst	Mötesfri landsväg	50	5800		15,5	1,5	1,5	1,3
Km 0/000-0/340 K2, mot öst	Mötesfri landsväg	50	5800		15,5	1,5	1,5	1,3
Km 0/000-0/340 K1, mot väst	Mötesfri landsväg	50	5800		15,5	1,5	1,5	1,3
Km 0/000-0/340 K2, mot väst	Mötesfri landsväg	50	5800		15,5	1,5	1,5	1,3
Km 0/341-2/280 mot öst	Mötesfri landsväg	80	7000		15	1,5	1,5	1,3
Km 0/341-2/280	Mötesfri	80	5000		18	1,5	1,5	1,3

Grupp / Plats	Kommen- tar	Ref. hast km/h	ÅDT _k År 2035	ÅDT År 2035	Tung trafik %	Årlig trafik- föränd- ring, pb % / år	Årlig trafik- föränd- ring, lb % / år	Std- axlar/ tungt for- don B- faktor
K1, mot väst	landsväg							
Km 0/341-2/280 K2, mot väst	Mötesfri landsväg	80	3000		12	1,5	1,5	1,3
Km 2/281-2/950 K1, mot öst	Mötesfri landsväg	80	5000		14	1,5	1,5	1,3
Km 2/281-2/950 K2, mot öst	Mötesfri landsväg	80	5000		14	1,5	1,5	1,3
Km 2/281-2/950 K1, mot väst	Mötesfri landsväg	80	5000		14	1,5	1,5	1,3
Km 2/281-2/950 K2, mot väst	Mötesfri landsväg	80	5000		14	1,5	1,5	1,3
Km 2/951-3/110 mot öst	Mötesfri landsväg	80	5000		14	1,5	1,5	1,3
Km 2/951-3/080 mot väst	Mötesfri landsväg	80	5000		14	1,5	1,5	1,3
Km 3/111-3/700 K1, mot öst	Mötesfri landsväg	80	4800		12	1,5	1,5	1,3
Km 3/111-3/700 K2, mot öst	Mötesfri landsväg	80	3000		12	1,5	1,5	1,3
Km 3/081-3/700 K1, mot väst	Mötesfri landsväg	80	4800		12	1,5	1,5	1,3
Km 3/081-3/700 K2, mot väst	Mötesfri landsväg	80	3000		12	1,5	1,5	1,3
Km 3/701-5/630 K1, mot öst	Mötesfri landsväg	80	4000		19	1,5	1,5	1,3
Km 3/701-5/630 K2, mot öst	Mötesfri landsväg	80	2500		19	1,5	1,5	1,3
Km 3/701-5/700 mot väst	Mötesfri landsväg	80	6000		19	1,5	1,5	1,3
Km 5/631-5/850 mot öst	Mötesfri landsväg	80	4000		16	1,5	1,5	1,3
Km 5/701-6/100 mot väst	Mötesfri landsväg	80	4000		16	1,5	1,5	1,3
Km 5/851-6/266	Mötesfri	80	10500		16	1,5	1,5	1,3

Grupp / Plats	Kommen- tar	Ref. hast km/h	ÅDT _k År 2035	ÅDT År 2035	Tung trafik %	Årlig trafik- föränd- ring, pb % / år	Årlig trafik- föränd- ring, lb % / år	Std- axlar/ tungt for- don B- faktor
mot öst	landsväg							
Km 6/101-6/266 mot väst	Mötesfri landsväg	80	10500		16	1,5	1,5	1,3
<u>Tpl Osdal</u>								
Ramp Raö_15 Avfart från Viared		80	3000		6	1,5	1,5	1,3
Ramp Rpö_16 Påfart mot Kråke- red		80	1500		7	1,5	1,5	1,3
Ramp Rav_17 Avfart från Kråke- red		80	1500		7	1,5	1,5	1,3
Ramp Rpv_18 Påfart mot Viared		80	3000		6	1,5	1,5	1,3
<u>Tpl Kråkered</u>								
Ramp Raö_19 Avfart från Viared		80	1500		13	1,5	1,5	1,3
Ramp Rpö_20 Påfart mot Kråke- red		80	6000		13	1,5	1,5	1,3
Ramp Rav_21 Avfart från Kråke- red		80	6000		13	1,5	1,5	1,3
Ramp Rpv_22 Påfart mot Viared		80	1500		13	1,5	1,5	1,3
Väg 1640 Lv_32	Landsväg med mö- tande trafik	70	1500		5	2,5	4	1,3
Väg 1610 Lv_33	Landsväg med mö- tande trafik	50	5000		8	1,5	1,5	1,3

Grupp / Plats	Kommen- tar	Ref. hast km/h	ÅDT _k År 2035	ÅDT År 2035	Tung trafik %	Årlig trafik- föränd- ring, pb % / år	Årlig trafik- föränd- ring, lb % / år	Std- axlar/ tungt for- don B- faktor
Väg 41 Lv_35	Landsväg med mö- tande trafik	70	9000		13	1	1	1,3
Grupp 2								
Viaredsvägen Lv_31	Kommunal gata	50	3500		19	0	1	1,3
Gässlösavägen Lv_34	Kommunal gata	50	2500		12	1,5	1,5	1,3
GC- väg vid sek- tion km 0/180 Gc_371	Kommunal GC-väg				GC-väg ska dimensioneras för 150 000 std.- axlar.			
GC- väg vid sek- tion km 2/830 Gc_373	Kommunal GC-väg							
GC- väg vid Tpl Osdal Gc_376	Kommunal GC-väg							
GC- väg vid sek- tion km 3/350 Gc_374	Kommunal GC-väg							
Grupp 3								
Enskild väg ca vid sektion km 0/100- 0/340 EnV_36Viared	Vägklass II Bärighets- klass A	30		0-24	VV publikation 2001:9			
Enskild väg vid sektion km 1/000 EnV_361	Vägklass II Bärighets- klass A	30		0-24	VV publikation 2001:9			
Enskild väg ca vid sektion km 1/480 EnV_362	Vägklass II Bärighets- klass A	30		0-24	VV publikation 2001:9			
Enskild väg vid sektion km 1/480-	Vägklass II Bärighets-	30		0-24	VV publikation 2001:9			

Grupp / Plats	Kommen- tar	Ref. hast km/h	ÅDT _k År 2035	ÅDT År 2035	Tung trafik %	Årlig trafik- föränd- ring, pb % / år	Årlig trafik- föränd- ring, lb % / år	Std- axlar/ tungt for- don B- faktor
1/750 EnV_363	klass A							
Enskild väg vid sektion km 2/270 EnV_364	Vägklass II Bärighets- klass A	30		0-24		<i>VV publikation 2001:9</i>		
Enskild väg ca vid sektion km 3/120- 3/220 EnV_365	Vägklass II Bärighets- klass A	30		0-24		<i>VV publikation 2001:9</i>		
Enskild väg ca vid sektion km 3/700- 4/000 EnV_366	Vägklass II Bärighets- klass A	30		0-24		<i>VV publikation 2001:9</i>		
Enskild väg ca vid sektion km 2/500- 2/800 EnV_367	Vägklass II Bärighets- klass A	30		0-24		<i>VV publikation 2001:9</i>		
Enskild väg ca vid sektion km 4/550- 4/620 och km 4/750-4/930 EnV_369	Vägklass II Bärighets- klass A	30		0-24		<i>VV publikation 2001:9</i>		
Enskild väg ca vid sektion km 5/450- 5/560 EnV_368	Vägklass II Bärighets- klass A	30		0-24		<i>VV publikation 2001:9</i>		
Grupp 4								
Cykel- och vand- ringsled ca vid sektion km 1/000- 1/200 Gc_372								
Cykel- och vand- ringsled ca vid sektion km 4/000- 4/450 Gc_375								

Grupp / Plats	Kommentar	Ref. hast km/h	ÅDT _k År 2035	ÅDT År 2035	Tung trafik %	Årlig trafikförändring, pb % / år	Årlig trafikförändring, lb % / år	Std-axlar/tungt fordon B-faktor
Skogsbilväg ca vid sektion 1/700 (vändplan till befintlig enskild väg)	Väggklass IV, tillgänglighetsklass B							
Skogsbilväg ca vid sektion 2/600 (vändplan till befintlig enskild väg)	Väggklass IV, tillgänglighetsklass B							
Skogsbilväg ca vid sektion 2/750 (vändplan till befintlig Väg 1640)	Väggklass IV, tillgänglighetsklass B							
Skogsbilväg ca vid sektion 5/600 Km 0/000-0/120	Väggklass IV, tillgänglighetsklass B							

ÅDT= Årmedeldygnstrafik

ÅDT_k= Årmedeldygnstrafik per körfält

B-faktorn beskriver hur många standardaxlar som varje tungt fordon representerar. Standardaxel definieras enligt TRVK Väg kapitel 2.1.1

C. BEFINTLIG MARK, MILJÖ OCH KONSTRUKTIONER SAMT TILLFÄLLIGA ANLÄGGNINGAR

Omfattning

Omfattning avser befintliga förhållanden samt befintligheter som påverkas av anläggningens utformning och utförande.

Funktion

Befintlig mark och miljö samt konstruktioner, såsom byggnader, broar, vägar, andra anläggningar etc. utanför arbetsområdet som påverkas av den aktuella anläggningens utformning och utförande ska ha oförändrade funktioner under utförandet och efter färdigställandet om inte annat anges. Exempelvis ska då befintliga tillfarter till angränsande markområden och fastigheter vara anpassade för fortsatt användbarhet om inte annat anges.

Befintlig mark och miljö samt konstruktioner, såsom byggnader, broar, vägar, andra anläggningar etc. inom arbetsområdet vilka inte ingår i den aktuella anläggningen och inte ska rivas, ska vara anpassade och ha oförändrade funktioner under utförandet och efter färdigställandet om inte annat anges.

Där det anges att någon konstruktion ska rivas ska t.ex. även konstruktion i mark för t.ex. grundläggning samt eventuella tillhörande befintliga el-, va- och dagvattensystem och markutrustningar o.d. rivas om det erfordras för markens utformning och användning. De delar som eventuellt kan lämnas kvar ska anpassas. Återställning efter rivning eller flyttning ska ske till standard lika omgivande mark.

Kontroll

Kontroll ska ske genom provning (inklusive mätning), beräkning och besiktning enligt upprättat kontrollprogram och tillhörande kontrollplaner. Kontroll ska ske så att det verifieras att krav och utfästelser för teknisk lösningar och funktioner för berörd eller ändrad befintlig miljö och anläggning uppfylls enligt kontrakt- och arbetshandlingar vid produktion, vid trafiköppning/slutbesiktning och under garantitiden. Kontroll ska ske på vedertaget sätt. Om okonventionella eller okända metoder används för kontroll ska sådana metoder beskrivas särskilt.

C1. Befintlig mark och miljö

C1. Befintlig mark och miljö/ Topografi

Omfattning

Väg 27

Delsträcka km 0/000 – 2/800

Området är kuperat med skogsbeklädda höjdparter mellan lägre belägna områden bestående av våtmarker. Våtmarkspartierna är bevuxna med gräs eller gles trädvegetation. Två högspänningsledningar korsar den planerade vägen i ca km 0/250. Marknivåer ligger på ca +170 vid Viaredsmotet och ökar till ca +180 vid den planerade cirkulationsplatsen vid ca km 0/340. Därefter varierar marknivåerna längs sträckan mellan +170 och +185 fram till km 1/900.

Vid ca km 1/200 passerar vägen ca 100 m söder om Pickesjön.

Från fastmarkspartiet öster om våtmarken vid Tränningstorpasjön vid ca km 2/000, som ligger på nivå ca +165, sluttar terrängen ner mot Viskadalen.

Delsträcka km 2/800 – 3/500

Området utgörs av relativt plan ängsmark och hästhagar avgränsat av skogsbeklädda höjdparter i väster och öster. Vid ca km 2/800 korsar den planerade vägen Viskadalsbanan samt Väg 1610. Terrängen sluttar från ca +150 till ca +136 vid Väg 1610 vid ca km 2/900. Marknivåerna i övrigt varierar längs sträckan mellan ca +128 och +137 och ligger som lägst vid Viskan vid ca km 3/300. Borås ridhus är beläget inom området.

Delsträcka km 3/500 – 6/266

Området är kuperat med skogsbeklädda höjdparter mellan lägre belägna områden bestående av våtmarker. Våtmarkspartierna är bevuxna med gräs eller gles trädvegetation. Marknivåer varierar längs sträckan mellan +132 och +180.

Marknivåer ökar från ca +135 vid km 3/500 till ca +175 vid km 5/150. Vid ca km 5/200 korsar planerad väg en ravin i östlig-västlig riktning. På norra sidan av ravinen stupar berget brant vid km 5/150 från ca +175 ner till ravinbotten. Botten ligger på nivå ca +163 fram till ca km 5/220 och ökar till +180 vid ca km 5/400. Terrängen sluttar därefter mot Kråkered i öster. Vid ca km 5/580 korsas Väg 41, som ligger på nivå ca +163.

Vid ca km 6/150 ansluter planerad Väg 27 till befintlig väg på nivå ca +148.

Landsvägar

Väg 1640 (Lv_32)

Området består av relativt flack skogsmark omväxlande med våtmarksparter. Marknivåer varierar mellan ca +172 och +166 m.

Väg 1610 (Lv_33)

Planerad väg ligger i läget för befintlig Väg 1610. Marknivåer varierar mellan ca +133 och +141 m.

Väg 41 (Lv_35)

Planerad väg ligger i läget för befintlig Väg 41. Marknivåer varierar mellan ca +158 och +168 m.

Kommunala gator

Viaredsvägen (Lv_31)

Området består av åkermark samt skogsmark. En högspänningsledning korsar den planerade vägen på ca km 0/600. Marknivåer varierar längs sträckan och ligger mellan ca +187 vid Företagsgatan vid km 0/000 och ca +180 vid den planerade cirkulationsplatsen vid ca km 0/340 där Lv_31 ansluter till Väg 27.

Gässlösavägen (Lv_34)

Terrängen sluttar svagt mot söder och består av skogsmark. Marknivåer varierar mellan ca +133 och +137 m.

Enskilda vägar

EnV_36Viared

Området består av ett relativt flackt skogsområde med uppstickande bergsparter och våtmark. En högspänningsledning korsar den planerade vägen i ca km 0/100. Marknivåer varierar mellan +174 och +179 m.

EnV_361

Området består av flack skogsmark. Delar av vägsträckan består av befintlig grusväg. Marknivåer ligger på ca +185 m.

EnV_362

Den planerade vägsträckan består av befintlig grusväg. Omgivande området består av skogsmark med två bergspartier i öster. Marknivåer varierar mellan ca +175 och +180 m.

EnV_363

Området består av ett skogsområde med uppstickande bergspartier. Marknivåerna sluttar svagt mot öster och varierar mellan ca +180 och +170 m.

EnV_364

Området består av ett skogsområde där marken sluttar ner mot planerad Väg 27. Marknivåer varierar mellan ca +165 och +175 m

EnV_365

Området består av tämligen flack terräng bestående av ängsmark. Marknivåer ligger på ca + 130 m.

EnV_366

Området består av tämligen flack terräng bestående av åker- och ängsmark. Området korsas av en bäck i ca km 0/100. Inom området är ett timmerupplag beläget. Marknivåerna ligger på ca + 135 m.

EnV_367

Området består av ett skogsområde där marken sluttar ner mot Viskadalsbanan och Väg 160. Marknivåer varierar mellan ca + 135 och + 170.

EnV_368

Området består av skogsmark där terrängen sluttar ner mot planerad Väg 27. Enskild väg planeras följa en bäckravin i ett sankmarksområde. Marknivåer varierar mellan ca +163 och +173 m. Delar av den planerade vägsträckan består av befintlig grusväg.

EnV_369

Området består av kuperad skogsmark med inslag av mossar i sänkorna. Marknivåerna varierar mellan +172 och +178 m. Delar av den planerade vägsträckan består av befintlig grusväg.

GC-vägar

Gc_371

Området består av tämligen flack skogsmark av blandskog. Marknivåer ligger på ca +180 m.

Gc_373

Området består av skogsmark där terrängen sluttar brant ner mot planerad Lv_33. Den planerade vägsträckan består idag av en asfalterad lokalväg. Marknivåer varierar mellan ca +138 och +150 m.

Gc_374

Området består av relativt plan ängsmark. Marknivåer ligger på ca +130 m. Delar av den planerade vägsträckan består av befintlig grusväg.

Gc_376

Området utgörs av hästhagar, galoppbana och ängsmark. Marknivåer varierar mellan + 128 och +135 m. Viskan korsar den planerade vägen i nord-sydlig riktning vid ca km 0/450.

Cykel- och vandringsled vid sektion ca km 1/000 – 1/200 (Gc_372)

Området består av ett relativt flackt skogsområde av blandskog, delvis kalhugget, som sluttar ner mot Pikesjön. Norr om vägen är ett sankmarksparti beläget. I öster mellan planerad väg och Pikesjön finns ett fastmarksparti. Marknivåer varierar mellan ca +175 och +185 m. Delar av den planerade vägsträckan består av befintlig grusväg.

Cykel- och vandringsled ca vid sektion km 4/000-4/450 (Gc_375)

Skogsbeklädd höjd mellan ca +135 och + 165 m. Den planerade cykel- och vandringsleden går på skrå längs höjdens västsluttning.

C1. Befintlig mark och miljö/ Bergteknik

Omfattning

Resultat från utförda bergundersökningar redovisas i Markteknisk undersökningsrapport/Bergteknik (MUR/Bergteknik). Resultaten omfattar kartering av berg i dagen, kärnbörning, svavelanalyser samt provning av bergets mekaniska egenskaper.

Nedan följer en allmän beskrivning av berggrunden. Strukturer och sprickor är beskrivna enligt högerhandsregeln.

Allmänt

Berggrunden i området domineras av förgnejsade granitbergarter (granit, granodiorit, tonalit) och har starka eller svaga rosa toner, ljusa eller gråa toner beroende på varierande innehåll av kalifältspat, kvarts eller biotit. Basiska mörka bergarter som gabbro och amfibolit utgör en mindre andel av berggrunden. Migmatisering har givit upphov till sliror av mörkt respektive ljust material.

Bergmassan är söndersprucken längs fyra dominerande sprickgrupper samt sprickor med varierande orientering. Sprickgrupperna redovisas i tabellen nedan.

<i>Sprickgrupp</i>	<i>Sprickorientering</i>	<i>Sprickavstånd (m)</i>
1	Parallella med foliationen med stupning mot nord-nordöst (270-320° /20-30°)	0,02-0,06 där det är skivigt. Övrigt 0,10-0,45
2	Branta nord-sydliga (stupningsvinkel 70-90°)	0,40-0,60, 1,0-1.20
3	Branta öst-västliga (stupningsvinkel 60, 80-90°)	1,50-30
4	Branta nordväst-sydöstliga (stupningsvinkel 80-90°).	0,20-0,35, 0,50-0,60
	Övriga sprickor har varierande strykning och är vanligen brantstående.	

Förkastningar och sprickzoner har framför allt nordnordöstlig-sydsydvästlig sträckning, t ex Viskans dalgång, samt nordvästlig-sydöstlig sträckning. Dessa bildar tydliga strukturer i topografien, såsom dalgångar och höjdryggar.

Berggrunden är veckad, vilket resulterar i variationer i foliationens strykning och stupning. Väster om Viskans dalgång är foliationen huvudsakligen flack till svagt stupande mot nordöst till östsydöst (320°-20° / 15-35°). Öster om Viskans dalgång är foliationen allmänt brantare än i områdets västra delar, med måttlig stupning mot norr till östnordöst (300° - 335° /30-50°N). Även flackare stupning (20°) förekommer.

Bergskärningar

Nedan följer beskrivning av vägsträckor med planerade bergskärningar. Angivna sektioner är ej exakta.

Väg 27

Km 0/030-0/460

Planerad väg går från Viaredsmotet (Väg 40) upp i ett område med omväxlande berg och jord. På sträckan planeras en cirkulationsplats.

Berggrunden består av en grå - röd medelkornig gnejsig granit med sliror av mörkt grå, mer glimmerhaltig amfibolit. Graniten och amfiboliten har ett migmatitiskt utseende, d.v.s. övergår i varandra på ett diffust, delvis uppsmält sätt utan tydliga kontakter. Det förekommer även pegmatiter. Vid berghällskarteringen noterades svag gnejsighet. Ådringen/mineralorienteringen stupar måttligt mot östnordöst, 345° / 35°. Foliation i kärna KBH 1 är flack (10-20°). Observerade sprickor stupar mot östnordöst och sydöst (350° / 20-40° resp. 45° / 20°), ställvis med skivig uppsprickning (sprickavstånd < 0,5 m). Det förekommer även branta-vertikala sprickor som stryker i nordnordöst-sydsydväst. Dessutom förekommer sprickor som stupar brant mot sydväst (145° / 75°).

Km 0/540-0/600

Planerad väg passerar en mindre höjd med endast en liten hållblottnings inom planerat vägområde.

Berget är blottat på en liten håll i sektionen. Berggrunden utgörs av en röd medelkornig gnejsig granit. Närliggande hållar uppvisar lätt gnejsighet med mineralorientering som stupar måttligt mot nordöst (325° / 35°). Sprickor har ej kunnat mätas på den lilla hållblottnings, men närliggande hållar uppvisar sprickor som stupar brant-vertikalt mot nordöst samt flacka sprickor.

Km 0/840-1/160

Planerad väg går över ett jordtäckt område för att sedan passera en dal där en bäck rinner ut från Pickesjön. Dalsidorna utgörs av bergblottnings omväxlande med jord.

Berggrunden utgörs av en medelkornig röd ådrad/slirig gnejsig granit med inslag av mörkt grå till svart finkornig amfibolit, i form av decimeter- till meterstora sliror. Även inslag av pegmatit förekommer. Observationerna från berghällskarteringen bekräftas i kärnkarteringen. I KBH 2 förekommer ett större amfibolitinslag vid kärnlängd c:a 3-4 m. Foliationen stupar mot öst till nordnordöst (0 / 20° till 325° / 20°). Detta bekräftas i kärnkarteringen. Dalen som bäcken rinner genom stryker i nordnordöst-sydsydväst, parallellt med vertikala sprickor som stryker i 30-40° / 90°. Dessa skärs av sprickor parallella med den flacka foliationen, och bildar därmed "trappsteg" i terrängen. Övriga förekommande sprickor är nordsydliga, branta-vertikala med stupning mot väst vertikala med nordväst-sydöstlig strykning samt enstaka medelbranta till branta sprickor som lutar mot sydsydöst, nordöst och sydväst (70° / 60-80° resp. 325° / 30° resp. 145° / 50°). De senare två sprickorna stupar ut mot planerad väg på vänster respektive höger sida. I borrkärna KBH 2 spricker berget framför allt upp längs biotitplan i den gnejsiga graniten.

Km 1/260-1/560

Planerad väg går upp ur dalen går därefter över ett flackt jordtäckt parti med ringa hållblottnings. I östra delen av skärningen passeras en bergsrygg som stryker i nordöst-sydväst. En skogsväg går delvis i befintlig skärning i bergsryggens västra sida.

Berggrunden domineras av en slirig gnejsig granit. I den östra bergsryggen övergår graniten norrut i en grå biotitrik granodiorit som är slirig med röda/ljusa grova ådror bestående av kvarts och fältspat. Foliationen stupar svagt mot nordöst (315-335° / 20-30°). Sprickor är flacka eller parallella med foliationen, samt vertikala med öst-västlig och nord-sydlig strykning (90° / 90° resp. 0 - 20° / 90°). Det förekommer även vertikala nordväst-sydöstliga sprickor (315° / 90°). I den norra delen ger dessa sprickor upphov till block med kantstorlek < 0,6 m.

Km 1/660-1/760

Planerad väg passerar ett mindre, jordtäckt höjparti.

Berggrunden består av en röd medel- till grovkornig gnejsig granit. Graniten är ställvis ådrig/slirig, inslag av amfibolit och pegmatit förekommer i mindre omfattning. Foliationen stupar svagt mot öst till östsydöst (0-30° / 20-25°). Sprickor är flacka eller parallella med foliationen eller öst-västliga med brant-vertikal lutning mot norr (270-300° / 60-90°). Det förekommer också nordöst-sydvästliga vertikala sprickor samt sprickor stupande mot väst (190° / 60°).

Km 2/100-2/260

Allmänt: Planerad väg passerar ett höjdparti på vägens högra sida. Terrängen består omväxlande av jord och berg som till största delen är mosstäckt.

Blottat berg består av en röd medelkornig bandad/ådrad gnejsig granit. Inslag av pegmatit och sliror av amfibolit förekommer. Foliationens strykning varierar mellan nord-sydlig till nordväst-sydöstlig med stupning mot öst (310-0° / 10-20°). Sprickor är nordöst-sydvästliga med brant-vertikal stupning mot nordväst (220-230° / 70-90°). Det förekommer även öst-västliga vertikala sprickor.

Km 2/340-2/820

Planerad väg passerar en dalsida på vänster sida och därefter ett höjdparti på vägens högra sida. Terrängen består omväxlande av jord och berg som till största delen är mosstäckt.

Blottat berg består av en röd bandad gnejsig granit. Foliation/bandning har ej kunnat mätas men i närliggande hållar stupar den c:a 15° mot öst. Sprickor har stupning mot nordnordväst (250° / 65°). Även nordväst-sydöstliga och c:a nord-sydliga vertikala sprickor förekommer i närliggande hållar. Det förekommer rikligt med lösa block i slänten runt höjdpartiet, både morän och block från uppsprucket berg.

Km 3/460-3/950

Planerad väg går från ett flackt område i anslutning till Viskan upp längs ett höjdparti på vägens högra sida.

Berggrunden består i norr av röd bandad gnejsig granit, vilken söderut övergår i massformig svart metabasit (gabbro). Blandningarna mellan bergarter förekommer. Foliation/bandning i den gnejsiga graniten stupar åt nordöst (315° / 30°). Vertikala sprickor med nord-sydlig strykning och öst-västlig strykning förekommer samt öst-västliga med medelbrant stupning. Berggrunden är allmänt uppsprucken. I söder finns block med kantstorlek < 0,6 m. Utfallna block ligger i och nedanför slänterna längs hela bergspartiet.

Km 4/220-4/340

Planerad väg går upp på ett höjdparti, längs en hög, brant slant på vägens vänstra sida.

Berggrunden består av röd bandad gnejsig granit med decimeter- till meterstora inslag av svart metabasit (gabbro). Växellagringar mellan bergarterna förekommer. Även pegmatiter förekommer. Graniten är ställvis starkt rödfärgad. Foliationen stupar mot norr till nordnordöst (270° / 20° till 300° / 20-40°). Sprickor som mätts är parallella med foliationen och vertikala med västnordväst-östsydöstlig strykning. Berggrunden är uppsprucken i block. Lösa block ligger i och nedanför slänterna.

Km 4/400-4/860

Planerad väg går upp i ett större höjdparti och följer en kraftigt uppsprucken släntsida som sluttar nedåt på höger sida om vägen. Terrängen består omväxlande av jord och berg med stora mängder lösa block i den branta slänten.

Berggrunden är heterogen med diffusa övergångar mellan ingående bergartsled. Observerade bergblottningar består av röd medelkornig bandad gnejsig granit, ställvis starkt rödfärgad. I graniten förekommer ställvis 0,3-0,5 m breda linser och band av svart metabasit, samt blandformer av granit och metabasit. Även inslag av pegmatit förekommer. Detta stämmer väl överens med kärnan från KBH 3. Foliationen stupar mot norr till nordöst ($315^\circ / 45-50^\circ$). Dominerande sprickor är parallella med foliationen, d.v.s med medelbrant stupning mot norr till nordöst, ställvis med skivig uppsprickning. De nordöstligt stupande sprickorna stupar ut mot planerad väg på dess högra sida. Det förekommer även sprickor med stupning mot syd ($90^\circ / 50^\circ$). Övriga sprickor är vertikala och stryker i nord-syd, öst-väst, nordväst-sydöst och nordöst-sydväst ($0^\circ / 90^\circ$ resp. $90^\circ / 90^\circ$ resp. $120-150^\circ / 90^\circ$ resp. $20-50^\circ / 70-90^\circ$). Dessa sprickgrupper ger ställvis upphov till block.

Km 4/860-5/140

Planerad väg passerar en bergbrant. Vägen går därefter in i lätt kuperad terräng med omväxlande berg och jord, för att slutligen löpa ut på en bro över en brant dalsida.

Berggrunden består av en ljus röd till gråröd medelkornig bandad/ådrad gnejsig granit. Bandningen utgörs av glimmerrika gråa partier omväxlande med kalifältspatrikare röda partier. Pegmatitinslag och linser av metabasit förekommer i graniten. Foliationen stupar flackt mot norr ($270^\circ / 20^\circ$). Sprickor är vertikala och stryker i c:a öst-väst, nordnordväst-sydsydöst och nord-syd resp. De öst-västliga sprickorna är dominerande och bildar den branta dalsidan i slutet av skärningen, samt tillsammans med flacka sprickor även "trappsteg" i terrängen. Flacka sprickor, d.v.s. parallella med foliationen uppträder återkommande. Övriga enstaka sprickor är nordöst-sydvästliga med vertikal stupning samt c:a öst-västliga med stupning mot syd ($80^\circ / 60^\circ$). Lösa block förekommer allmänt i terrängen, framför allt i talusbranten vid c:a km 4/800-4/850 samt nedanför den branta dalsidan vid c:a km 5/140.

Km 5/260-5/520

Planerad väg kommer att gå på en bro och passera en dal för att sedan gå upp på en höjdrygg. Terrängen består omväxlande av jord och berg.

Berggrunden består av en röd fin-medelkornig gnejsig granit med inslag av mörkt grågrön amfibolit. Graniten och amfiboliten har migmatitiskt utseende, d.v.s. övergår i varandra på ett diffust, delvis uppsmält sätt utan tydliga kontakter. Observationerna från berghällskareringen bekräftas i karteringen av kärna KBH 4 som består av en blandning av amfibolit och gnejsig granit. Foliationen varierar mellan ($270^\circ / 20^\circ$) och stupande mot norr och nordöst ($270^\circ / 30-50^\circ$ resp. $320-330^\circ / 30-50^\circ$). I kärnan KBH 4 stupar foliationen $0-20^\circ$. Vid berghällskareringen har följande sprickor uppmätts. Öst-västliga sprickor, nord-sydliga sprickor, samt sprickor parallella med foliationen (stupning mot norr till nordöst). Dessutom förekommer enstaka sprickor som stupar mot syd ($90^\circ / 60^\circ$) och mot sydöst ($130^\circ / 70^\circ$) samt sprickor som stupar brant mot sydsydväst ($120^\circ / 80^\circ$). Berggrunden är delvis skivigt och storblockigt uppsprucken. Lösa block förekommer allmänt i terrängen.

Övriga vägar

Lv_31, Viaredsvägen, km 0/330-0/630

Planerad väg går från åkermark till ett flackt skogsparti. Terrängen består omväxlande av jord och berg.

Observerade bergblottningar utgörs av en grå till röd medelkornig ådrad gnejsig granit. Glimmerhalten varierar. Inslag av pegmatit och linser av amfibolit förekommer ställvis. Foliationen stupar mot nord-nordöst och östsydöst ($290^\circ / 20-30^\circ$ resp. $20-40^\circ / 15-35^\circ$). Sprickor är parallella med foliationen, d.v.s. stupar mot norr och östsydöst. Det förekommer även c:a nord-sydliga vertikala sprickor samt nordöst-sydvästliga vertikala sprickor. Dessutom noteras enstaka c:a öst-västliga med stupning mot syd ($115^\circ /$

75° till 90° / 90°), sprickor med stupning mot norr (270° / 60°), nord-sydliga vertikala sprickor (0° / 90°) samt sprickor som stupar mot sydväst (160° / 60°). Berggrunden är blockig.

Lv_32, Väg 1640, km 0/340-0/620

Planerad väg går genom odlingsmark och relativt flack skogs- och myrmark. I slutet av sträckan finns ett höjdområde på vänster sida. Terrängen består omväxlande av jord och berg.

Bergblottningar består av en röd medelkornig bandad gnejsig granit med låg glimmerhalt. Det förekommer även inslag av ljus röd, mer grovkornig gnejsig granit. Även mindre pegmatitinslag har observerats. Foliationen, där den kunnat mätas, har en stupning på c:a 20°. Förekommande sprickor är nord-öst-sydvästliga med stupning mot nordväst (200-230° / 75-90°) och nordväst-sydvästliga med vertikal stupning. Det förekommer även enstaka öst-västliga vertikala sprickor. Vid km 0/630 har lösa block observerats.

Kråkeredsmotet, ramp Raö_19 och ramp Rpv_22 (Väg 27 km 5/400-5/550)

Planerad trafikplats läggs i ett huvudsakligen jordtäckt område med blockig morän. Där ramperna ansluter till planerad Väg 27 går de in i ett större höjdparti med omväxlande jord och berg.

C1. Befintlig mark och miljö/ Geohydrologi

Omfattning

Dimensionerande värden avser förhållanden efter uppräknig för klimatförändringar för 2100.

Dimensionerande vattenstånd (höjdsystem RH 70) för Viskan vid broläggning för broar 15-1783-1 och 15-1787-1 framgår av tabell (C1).1.

Tabell (C1).1. Dimensionerande vattenstånd (höjdsystem RH 70) för Viskan vid broläggning för broar 15-1783-1 och 15-1787-1.

Vattennivåer	m
HHW-100 år	130,2
HHW-50 år	130,1
MHW	129,1
MW	128,0
MLW	127,9
LLW-50 år	127,9

Dimensionerande flöden för Viskan vid broläggning för broar 15-1783-1 och 15-1787-1 framgår av tabell (C1).2.

Tabell (C1).2. Dimensionerande flöden för Viskan vid broläge för broar 15-1783-1 och 15-1787-1.

Flöden	Dygnsmedelvärden m ³ /s
HHQ-100 år	91
HHQ-50 år	83
MHQ	39
MQ	8,6
MLQ	1,4
LLQ-50 år	0,6

Faktor för momentanflöde, HHQ:1,0

Dimensionerande vattenhastigheter för Viskan vid broläge för broar 15-1783-1 respektive 15-1787-1 framgår av tabell (C1).3.

Tabell (C1).3. Dimensionerande vattenhastigheter för Viskan vid broläge för broar 15-1783-1 och 15-1787-1.

Vattenhastigheter	m/s	m/s
V(max)100 år	0,8	1,0
V(max) 50 år	0,8	1,0
V(medel hög)	0,6	0,7
V(medel)	0,4	0,4
V(medel låg)	0,1	0,1
V(min) 50 år	0	0,0

Tabell (C1).4 redovisar uppmätt fri grundvattenyta i öppna grundvattenrör.

Tabell (C1).4 uppmätt fri grundvattenyta i öppna grundvattenrör.

Borrhål	Sektion ca	Nivå markyta	Datum avläsning	Nivå m	Djup m
0106	0/180	179,3	2009-04-29	177,6	1,7
			2009-06-02	177,3	2,0
			2009-08-19	177,7	1,6
			2012-05-21	177,9	1,4
1102	1/100	183	2009-04-29	180,9	2,1
			2009-06-02	180,4	2,6
			2009-08-19	180,7	2,3
			2012-05-09	181,1	1,9
1605	1/680	173,8	2009-04-29	171,8	2,0
			2009-06-02	171,7	2,1
			2009-08-19	172	1,8
			2012-05-10	172	1,8

Borrhål	Sektion ca	Nivå markyta	Datum avläsning	Nivå m	Djup m
2209	2/220	170,3	2009-04-29	167,4	2,9
			2009-06-02	torrt	
			2009-08-19	torrt	
			2012-05-14	168,3	2,0
2407	2/480	164,7	2009-04-29	164,5	0,2
			2009-06-03	164,5	0,2
			2009-08-19	164,5	0,2
			2012-05-21	164,6	0,1
2608	2/600	160,6	2009-04-29	159,9	0,7
			2009-06-03	159,9	0,7
			2009-08-19	159,95	0,65
			2012-05-21	160	0,6
3003	Rpö_16 TPL Osdal	130,9	2009-04-29	130,4	0,5
			2009-06-03	130,2	0,7
			2009-08-18	130,6	0,3
			2012-05-21	131	-0,1
AFGW3209	3/280	128,8	2012-05-28	128,12	0,68
			2012-06-08	128,05	0,75
AFGW3303	3/310	129,1	2012-05-28	128,47	0,63
			2012-06-08	128,43	0,67
3502	5/550	135,2	2009-04-29	131,5	3,7
			2009-06-03	torrt	
			2009-08-18	torrt	
			2012-05-21	132,4	2,8
6001	Rav_21 TPL Kråkered	148,1	2009-05-06	146,6	1,5
			2009-06-03	146,5	1,6
			2009-08-18	147,5	0,6
			2012-05-21	147,6	0,5

Väg 27

Delsträcka km 0/000 – 2/800

Vattennivån i öppna skruvprovtagningshål, avlästa 2008 och 2009, var belägen 0 till 1,1 m under befintlig markyta i de sonderingspunkter där friktionsjord påträffats. I punkt 2406 har den fria vattenytan påträffats 2,0 m under befintlig markyta. I flera undersökningspunkter har de öppna skruvborrhålen rasat eller varit torra.

Delsträcka km 2/800 – 3/700

I samband med provtagning har, i öppna skruvborrhål mellan km 2/800 och 3/000 avlästa 2009, ingen fri vattenyta påträffats (torrt).

Vattennivån i öppna skruvprovtagningshål, avlästa 2009, mellan km 3/000 och 3/160 samt mellan km 3/350 och 3/700 var belägen 1 till 2,5 m under befintlig markyta i de sonderingspunkter där friktionsjord påträffats. I en punkt har det öppna skruvborrhålet varit torrt.

Vattennivån i öppna skruvprovtagningshål, avlästa 2009, vid Viskans strandbrink var belägen 0,9 till 3,6 m under befintlig markyta i de sonderingspunkter där friktionsjord påträffats.

Vattennivån i öppna skruvprovtagningshål, avlästa 2009, vid Viskans strandbrink var belägen 0 till 1,2 m under befintlig markyta i de sonderingspunkter där torv påträffats ytnära.

Delsträcka km 3/700 – 6/266

Vattennivån i öppna skruvprovtagningshål, avlästa 2009, var belägen 0,4 till 2,3 m under befintlig markyta i de sonderingspunkter där friktionsjord påträffats. I några punkter har det öppna skruvborrhålet varit torrt.

Vattennivån i öppna skruvprovtagningshål, avlästa 2009, var belägen 0,1 till 0,8 m under befintlig markyta i de sonderingspunkter där torv påträffats ytnära, vid ca km 5/180, 5/560 och vid Rpö_20, trafikplats Kråkered.

Vattennivån i öppna skruvprovtagningshål, avlästa 2012, var belägen vid markytan vid km 5/200, och 0,8 till 1,8 m under befintlig markyta vid ca km 6/150 i de sonderingspunkter där torv påträffats ytnära.

Landsvägar

Väg 1640 (Lv_32)

Vattennivån uppmätt i öppna skruvprovtagningshål låg 0 – 0,1 m under markytan vid avläsningstillfället 2009-03-11.

Kommunala gator

Viaresvägen (Lv_31)

Ingen fri vattenyta påträffades i det öppna skruvprovtagningshålet vid avläsningstillfället 2009-02-20

Gässlösavägen (Lv_34)

Vattennivån uppmätt i öppet skruvprovtagningshål låg 2,5 m under markytan vid avläsningstillfället 2009-02-12.

GC-vägar

Gc_376

Vattennivån uppmätt i öppna skruvprovtagningshål vid Viskans strandbrink låg 0,7 - 2,2 m under markytan vid avläsningstillfället 2009-05-12.

C1. Befintlig mark och miljö/ Geoteknik

Omfattning

Utförda geotekniska undersökningar och resultat redovisas i Markteknisk undersökningsrapport/Geoteknik (MUR/Geoteknik) (0G071300).

Härledda värden för friktionsvinkel samt E-modul från utförda CPT-undersökningar redovisas i MUR/Geoteknik.

Förekomst av block på ytan varierar längs med sträckan. Entreprenören ska bilda sig en egen uppfattning av mängden block genom fältbesök. Genomborrade block vid jordbergsondering redovisas i MUR/Geoteknik.

I nedanstående text görs en sammanfattande beskrivning av de geotekniska förhållandena. Beskrivningen baseras på resultat från de undersökta punkterna, således kan de geotekniska förhållandena variera mellan punkterna och inom det undersökta området.

Väg 27

Delsträcka km 0/000 – 2/800

ca km 0/000 - 1/900

Markförhållandena i de undersökta punkterna består av fastmarkspartier med ytnära berg och/eller berg i dagen omväxlande med områden där jordmäktigheten i huvudsak är mindre än 5,5 m. Lokalt har jordlagren en mäktighet på upp till ca 8 m vid ca km 1/600.

Jordlagerföljden består av ett tunt lager mulljord som överlagrar omväxlande siltig sand, sandig silt eller siltig/sandig morän. Lokalt har även siltig lera påträffats. Berg i dagen förekommer ställvis. Det förekommer ytskikt av torv eller gyttja, i huvudsak i lågmarkspartierna.

Den uppmätta vattenkvoten varierar mellan 129 och 860 % i torven och mellan 29 och 60 % i gyttjan. Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 10 och 58 % i moränen och mellan 11 och 41 % i silten och sanden.

Bro 15-1778-1, ca km 0/180

Vid ca km 0/180, består jordlagerföljden av 0,5 m mulljord som överlagrar siltig morän på berg. Djup till berg varierar mellan 1 till 3,3 m. Enligt en provgropsundersökning är moränen normalblockig med en ytblockighet på 19 st block /100 m³ av storleken 200 – 630 mm och 10 st block/100m³ av storleken 630-1800 mm. I jordvolymen är 37 % av mängden material över 63 mm.

Bro 15-1779-1, ca km 1/000

Vid ca km 1/000, består jordlagerföljden av ett tunt lager mulljord som överlagrar ca 1 till 2,4 m siltig sand på berg. Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 18 och 26 % i sanden. Enligt en provgropsundersökning vid km 1/100 är moränen blockfattig med en ytblockighet på 8 st block /100 m³ av storleken 200 – 630 mm och 5 st block/100m³ av storleken 630-1800 mm. I jordvolymen är 12 % av mängden material över 63 mm.

Bro 15-1780-1, ca km 1/480

Vid ca km 1/480, består jordlagerföljden av ett tunt lager mulljord och siltig sand som överlagrar upp till 3,5 m siltig lera på berg. Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 23 och 41 % i sanden och i den siltiga leran.

Enligt en provgropsundersökning vid km 1/680 är moränen blockfattig med en ytblockighet på 9 st block /100 m³ av storleken 200 – 630 mm och 5 st block/100m³ av storleken 630-1800 mm. I jordvolymen är 36 % av mängden material över 63 mm.

ca km 1/900 – 2/160

Söder om Tränningstorpasjön mellan ca km 1/900 och 2/160 består jordlagerföljden i de undersökta punkterna av torv som överlagrar morän. Uppskattad torvmäktighet (trycksondering) ligger mellan 1,5 och 5 m. Jordmäktigheten är som störst vid ca km 2/000 där torv uppskattas till 3,5 – 5 m och djup till fast botten ligger på ca 10 - 13 m. Ca 60 m söder om vägsträckningen har torvdjup på mer än 8 m uppmätts. Torven har en förmultningsgrad mellan H2 och H7. Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 173 och 1621 %. Den uppmätta naturliga vattenkvoten är 22 % i moränen.

ca km 2/160 – 2/800

Markförhållandena i de undersökta punkterna består av fastmarkspartier med ytnära berg omväxlande med områden där jordmäktigheten i huvudsak är upp till 7 m. Lokalt är jorddjupen större än 10 m mellan ca km 2/430 till 2/550.

Jordlagerföljden består av ett tunt lager mulljord som överlagrar omväxlande siltig sand, sandig silt eller siltig/sandig morän. Det förekommer ytskikt av torv med mäktighet upp till 2,3 m, i huvudsak i lågmarkspartierna.

Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 68 och 804 % i torven. Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 11 och 20 % i moränen och mellan 4 och 50 % i silten och sanden.

Enligt en provgropsundersökning vid km 2/220 är moränen normalblockig med en ytblockighet på 25 st block /100 m³ av storleken 200 – 630 mm och 14 st block/100m³ av storleken 630-1800 mm. I jordvolymen är 43 % av mängden material över 63 mm.

Delsträcka km 2/800 – 3/700

ca km 2/800 – 3/000

Sonderingar utförda vid ca km 2/830, visar att djup till berg varierar mellan 4 och 7 m. Jordlagerföljden i de undersökta punkterna består av ett tunt lager mulljord som överlagrar ett tunt lager sand på sandig morän på berg. Den naturliga vattenkvoten är uppmätt till 13 % i sanden och 6 % i den sandiga moränen i provtagningspunkt 2808.

Bro 15-1782-1, km 2/850 – 2/930

Sonderingar utförda vid ca km 2/850 – 2/930, visar att jordlagren utgörs av ett tunt lager mulljord som överlagrar friktionsjord ner till djup som uppgår till mellan 5 och 21 m. De mäktigare jordlagren, bestående av siltig sand och sandig silt, påträffas österut. Djup till berg vid km 2/877 varierar mellan 8,5 och 11,5 m. Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 4 och 33 % i friktionsjorden.

Sonderingar utförda i läge för de två planerade cirkulationsplatserna vid trafikplats Osdal visar att djup till fast botten eller berg är ca 6 m i den norra cirkulationsplatsen och ca 15 i den södra cirkulationsplatsen. Jordlagren utgörs av friktionsjord i form av sand- och siltjordar. Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 4 och 21 % i friktionsjorden.

ca km 3/000 – 3/700

Vägsträckningen passerar Viskadalens mäktiga isälvsediment som uppgår till ca 30 m i de centrala delarna av dalen. Sedimenten varierar här mellan sandig silt och siltig sand. Lokalt har lager av gyttja och torv påträffats vars mäktighet uppgår till ca 0,6 - 2,3 m vid Viskans strandbrink.

Bro 15-1783-1, ca km 3/300

Sonderingar utförda vid ca km 3/300, visar att jordlagren utgörs omväxlande av sand- och siltjordar ner till djup mellan 18 och 25 m. Det förekommer ytskikt av torv/gyttja med en mäktighet av ca 1,5 m vid Viskans västra strandbrink. Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 9 och 36 % i friktionsjorden och mellan 48 och 145 % i torven/gyttjan.

Bro 15-1784-1, ca km 3/350

Sonderingar utförda vid ca km 3/350, visar att djup till fast botten eller berg varierar mellan 11 och 25 m. CPT sonderingarna inte har kunnat neddrivas mer än till mellan 11 och 14 m djup. Jordlagerföljden består av ett tunt lager mulljord som överlagrar omväxlande sand- och siltjordar. Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 7 och 25 % i friktionsjorden.

Delsträcka km 3/700 – 6/266

ca km 3/700 – 5/160

Markförhållandena för delsträckan fram till ca km 5/160 består av fastmarkspartier med ytnära berg och/eller berg i dagen omväxlande med områden där jordmäktigheten i huvudsak är mindre än 5 m i de undersökta punkterna. Lokalt har jordlagren en mäktighet på upp till ca 7 m vid ca km 3/700 till km 3/800 samt 4/100 och upp till 9,5 m vid ca km 4/000 och ca km 4/420.

Jordlagerföljden består av ett tunt lager mulljord som överlagrar omväxlande siltig sand och sandig silt. Lokalt förekommer siltig/sandig morän och siltig lera. Berg i dagen förekommer ställvis. Det förekommer ytskikt av torv eller gyttja, i huvudsak i lågmarkspartierna.

Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 171 och 542 % i torven och mellan 32 och 95 % i gyttjan. Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 19 och 27 % i moränen och mellan 5 och 45 % i silten och sanden.

Bro 15-1785-1, ca km 5/160 – 5/220

Vid läget för den planerade faunapassagen visar utförda sonderingar mellan km 5/160 och 5/220 att djup till fast botten varierar mellan 1,0 och 12 m där de större mäktigheterna återfinns närmast nordvästra branten. Provtagning visar att torv återfinns ner till mellan 2,6 och 6 m djup. Det är osäkert om hela jordprofilen innehåller torv då de djupare lagren inte har provtagits. Torven har förmultningsgrad H3 till H8. Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 652 och 1121 %.

ca km 5/220 – 5/550

Sonderingar utförda mellan ca km 5/250 och 5/550 visar att djupet till fast botten är ringa. Markförhållanden består av fastmarkspartier med ytnära berg och/eller berg i dagen. Jorddjupen varierar i regel mellan 0,1 till 1,3 m, med enstaka undantag på upp till 4,2 m i början av sträckan.

Bro 15-1786-1, ca km 5/550 - 5/610

Sonderingar utförda mellan ca km 5/550 och 5/610, visar att djup till fast botten eller berg varierar mellan 1,0 och 5,0 m. I läge för Väg 41 utgörs jordlagerföljden av upp till 2,0 m fyllning som överlagrar sand och grus på berg. Väster om Väg 41 finns ett tunt torvlager som överlagrar morän eller sandig silt på berg. Öster om Väg 41 utgörs jordlagerföljden av morän på berg. Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 87 och 511 % i torven, mellan 16 och 50 % i moränen och mellan 10 och 38 % i sanden och gruset.

ca km 5/610 – 6/266

Sonderingar utförda för Väg 27 från km 5/650 till 6/250 visar att djup till fast botten eller berg varierar i regel mellan 0,5 och 7 m i de undersökta punkternas läge. Jordlagerföljden består i de undersökta punkterna av ett tunt lager mulljord som överlagrar siltig eller grusig sand fram till km 6/150. Undersökning norr om befintlig väg vid km 6/250 visar att jordlagerföljden består av 4 m torv som överlagrar gyttjig silt ner till 5 m djup. Söder om befintlig väg, mellan km 6/150 och 6/200, återfinns torvmäktigheter på upp till ca 6 m som överlagrar ett tunt lager gyttja som vilar på ca 1 m sand. Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 115 och 759 % i torven och gyttjan samt mellan 12 och 26 % i sanden.

Sonderingar utförda för på- och avfarter till Väg 41, trafikplats Kråkered, visar jorddjup på upp till 3,5 m. Provtagning av jordlagerföljden visar att torv och gyttja förekommer omväxlande med silt och siltig lera. Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 73 och 1378 % i torven och gyttjan samt mellan 37 och 48 % i silt och siltig lera.

Vid den planerade cirkulationsplatsen på Väg 41 norr om Väg 27 visar sonderingar att jordlagrens mäktighet varierar mellan 2,5 och 10 m. Jordlagerföljden består av 0 till 2 m fyllning på torv som underlagras ställvis av sandig silt. Provtagning har inte utförts till större djup än 5 m.

Inga sonderingar har utförts vid den planerade cirkulationsplatsen på Väg 41 söder om Väg 27.

Landsvägar

Där inga sonderingar har utförts beskrivs topografi och markens beskaffenhet under C1. Befintlig mark och miljö/ Topografi.

Väg 1640 (Lv_32)

Utförda sonderingar visar att jordlagrens mäktigheter är små i de undersökta punkternas läge. I början av sträckan fram till ca km 0/200 förekommer en mosse väster om planerad väg. Utförda undersökningar mellan km 0/200 och anslutning till Väg 27 visar att djup till fast botten varierar mellan 0,6 och 2,4 m. Mellan ca km 0/300 och 0/500 utgörs jordlagren generellt av mulljord ovan siltig sand. Lokalt (ca km 0/400) överlagras sanden av torv. Öster om den planerade vägen är en mosse belägen. Enligt utförda

sonderingar överlagras sanden av 3,5 m torv. Berg i dagen förekommer ställvis. Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 196 och 1348 % i torven och mellan 13 och 60 % i sanden.

Väg 1610 (Lv_33)

Utförda sonderingar visar att jordlagrens mäktigheter varierar mellan ca 6 och 15 m. Jordlagren utgörs av ett tunt lager mulljord på omväxlande silt och sand. Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 5 och 23 % i silten och sanden.

Väg 41 (Lv_35)

Inga sonderingar har utförts för denna sträcka.

Kommunala gator

Viaredsvägen (Lv_31)

Utförda sonderingar visar att jordlagrens mäktigheter är små. Jordlagerföljden vid km 0/200 utgörs av ett ca 0,2 m tunt lager mulljord som överlagras siltig morän till ett djup av 2,8 m. Mellan km 0/300 och km 0/600 varierar djup till berg i de undersökta punkterna mellan 0,5 och 1,7 m. Vid km 0/200 är den uppmätta naturliga vattenkvoten uppmätt till 17 % i den siltiga moränen. Berg i dagen förekommer i slutet av sträckan.

Gässlösavägen (Lv_34)

Utförd sondering visar att jordlagrens mäktigheter är ca 15 m vid km 0/200. Jordlagren utgörs av omväxlande silt och sand. Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 22 och 25 % i silten och sanden.

Enskilda vägar

Där inga sonderingar har utförts beskrivs topografi och markens beskaffenhet under C1. Befintlig mark och miljö/ Topografi.

EnV_36Viared

Utförda sonderingar visar att jordlagrens mäktighet är små. Djup till fast botten varierar mellan 0,8 m och 2,4 m. Utförda sonderingar har avslutats då sonderingsmotståndet blivit för stort, d.v.s. mot block, berg eller fast lagrad friktionsjord. Jordlagerföljden i de undersökta punkterna består av siltig lera överlagrande grusig/siltig sand. Lokalt finns det inslag av sandig torv i ytan. Berg i dagen förekommer ställvis. Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 14 och 17 % i den grusiga/siltiga sanden och siltiga leran och är uppmätt till 99 % i den sandiga torven.

EnV_361

Endast den delen av vägsträckan som korsar Väg 27 har undersökts. Utförda sonderingar visar att jordlagrens mäktigheter är små. Djup till berg varierar mellan 1,0 m och 2,4 m. Jordlagret i de undersökta punkterna består av siltig sand. Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 18 och 26 % i den siltiga sanden.

EnV_362

Endast den delen av vägsträckan som korsar Väg 27 har undersökts. Utförda sonderingar visar att jordlagrens mäktigheter är små. Djup till berg varierar mellan 0,7 m och 1,4 m. Jordlagren i de undersökta punkterna består av gytjig morän väster om vägen och i övrigt av ett tunt siltigt sandskikt överlagrande siltig lera. Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 21 och 58 % i moränen och mellan 23 och 41 % i den siltiga sanden och leran.

EnV_363

Inga sonderingar har utförts för denna sträcka.

EnV_364

Inga sonderingar har utförts för denna sträcka.

EnV_365

Inga sonderingar har utförts för denna sträcka.

EnV_366

Inga sonderingar har utförts för denna sträcka.

EnV_367

Inga sonderingar har utförts för denna sträcka.

EnV_368

Inga sonderingar har utförts för denna sträcka.

EnV_369

Inga sonderingar har utförts för denna sträcka.

GC-vägar

Där inga sonderingar har utförts beskrivs topografi och markens beskaffenhet under C1. Befintlig mark och miljö/ Topografi.

Gc_371

Utförd provtagning visar att jordlagren består av ca 1 m dyig torv i ytan alternativt siltig lera som överlagrar siltig sand. Friktionsjordens mäktighet har inte undersökts. Den naturliga vattenkvoten varierar mellan 12 och 40 % i den siltiga sanden och siltiga leran och mellan 54 och 81 % i den dyiga torven.

Gc_373

Inga sonderingar har utförts för denna sträcka.

Gc_374

Inga sonderingar har utförts för denna sträcka.

Gc_376

Bro 15-1787-1

Sonderingar utförda vid ungefärligt läge för bro 15-1787-1, visar att jordlagren utgörs av omväxlande sand- och siltjordar ner till ca 25 m djup vid Viskans västra strandbrink och mellan 14 och 17 m vid Viskans östra strandbrink. Det förekommer ytskikt av torv/gyttja med en mäktighet upp till ca 2,3 m vid Viskans båda strandbrinkar. Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 18 och 30 % i friktionsjorden och mellan 51 och 199 % i torven/gyttjan.

Cykel- och vandringsled vid sektion ca km 1/000 – 1/200 (Gc_372)

Inga sonderingar har utförts för denna sträcka.

Cykel- och vandringsled ca vid sektion km 4/000-4/450 (Gc_375)

Inga sonderingar har utförts för denna sträcka.

C1. Befintlig mark och miljö/ Mark- och vattenförorening

Omfattning

Viskan är kraftigt förorenad och flera miljögifter finns ansamlade i bottensedimentet i de lugnflytande partierna som exempelvis delarna Djupasjön, Guttasjön och Rydboholm. Dessa ligger nedströms vägområdet.

Planerad väg korsar Viskan vid Osdal. I denna del av Viskan sker ingen eller mycket begränsad sedimentation av partiklar eftersom vattenhastigheten är för hög.

I tidigare skeden har man konstaterat att de ytliga gyttjiga jordlagren från Viskans strandkant (0-0,5m under markytan) uppvisar halter av bly, kvicksilver, kadmium och krom i nivåer över riktvärden för KM (känslig markanvändning). Även innehåll av dioxin har detekterats, men under riktvärden för KM.

Nu utförd kompletterande provtagning av jordlager (0-0,2 m under markytan) i samma område visar att flertalet metaller överskrider riktvärden för KM samt att halter av barium, krom och zink överskrider riktvärden för minde känslig markanvändning (MKM), d.v.s. koncentrationen av dessa metaller är allvarigare ur miljösynpunkt. Dioxin och bromerade flamskyddsmedel detekterades i ett jordprov.

I ca sektion 3/450 till 3/900 kan antas att marken är uppfylld vilket har konstaterats i ca 3/800 till 3/900 där undersökningar utförts. Provgropsgrävning vid skjutbanor visar på fyllnadsmaterial av grovt material (block, sten och grus) med inslag av tegel och metallskrot. Mycket höga halter av bly men även till del koppar påträffas i kulfängen. Se vidare MUR/ Miljöteknik.

Teknisk lösning

I misstänkt förorenade och dokumenterat förorenade områden, som återfinns inom och i närheten av vägområdet, ska Entreprenören utföra miljöteknisk provtagning i den omfattning som krävs för att bedöma planerade arbetens inverkan på miljö- och hälsorisker. Provtagningen ska även utgöra ett underlag för bedömning av relevanta avhjälpandeåtgärder av vägteknisk och miljöteknisk karaktär.

Entreprenören ska anta följande volymer och föroreningsgrader:

- KM, men < MKM: ca 3000 m³
- MKM, men < FA: ca 800 m³
- Farligt avfall: ca 300 m³

Kontroll

Kontroller med avseende på förorenad mark redovisas i MEG (0N071000).

C1. Befintlig mark och miljö/ Vegetation, jordmån//0/000-2/950 samt 3/700-6/266

Omfattning

Avser sträcka 0/000 - 2/950 och 3/700 – 6/266.

Teknisk lösning

Erforderlig avverkning och viss stubbrytning inom arbetsområdet utförs genom beställarens försorg av Borås Stad och kan vara pågående under viss del av anbudstiden. Kvarvarande hyggesrester och stubbar tillfaller entreprenören som ska göra fältbesök under anbudsstiden för att skaffa sig kännedom om omfattning av dessa.

Befintlig vegetation och jordmån ska hanteras som en resurs vid utformning och utförande, se kap DB33. Vegetation/ Gräs, örter o.d.

Befintlig trädvegetation med högt naturvärde eller värde av gestaltningsmässiga skäl i direkt anslutning till arbetsområdet ska sparas och skyddas. Områden har markerats av beställaren i fält med bandmarkering vit/rödrandig plastband, 8 st objekt, se tabell nedan samt karta Vegetation, jordmån i MEG, bilaga 2 (0N071020).

Bandmarkering ska innan maskiner framförs i arbetsområdet ersättas med skyddstaket av entreprenören som är stormfasta och väl synliga för förare från hytt även vintertid under hela byggnadstiden.

Träd får ej skadas.

Koordinater R 90 5 GON v 0: -1 Höjdsystem : RH 70	Punkt nr, enligt karta "Vegetation, Jordmån" i MEG, bilaga 2 (0N071020)	Befintlig trädvegetation med högt naturvärde eller gestaltningsvärde - beskrivning:
N 6397453, E 60688	4	Torraka i arbetsområdets gräns.
N 6397395, E 60520	5	Lokal med revlumner, område ca 5x5m.
N 6397182, E 60612	6	Stor gran, omkrets stam ca 200 cm.
N 6397088, E 60613	7	2 större granar, omkrets stam ca 200 cm.
N 6397132, E 60642	9	Stor gran, omkrets stam ca 200 cm.
N 6397318, E 61045	13	Torraka i arbetsområdets gräns.
N 6397315, E 61058	14	Stor gran, omkrets stam ca 200 cm.
N 6397164, E 61645	15	Delar av ett bestånd alar vid Viskans strand.

Kontroll

Kontroll att skydd enligt ovan är intakta och att träd och ytor enligt tabell ovan är orörda ska ske dagligen då arbete i linjen vid områdena pågår. Kontroll noteras i dagbok.

C1. Befintlig mark och miljö/ Vegetation, jordmån//2/950-3/700

Omfattning

Nedan beskrivs fem olika områden på sträckan med värdefull jordmån som ska tas tillvara inom vägområdet enligt kap DB33. Vegetation/ Gräs, örter o.d. Områden finns redovisade på karta Vegetation, Jordmån i MEG (0N071020). Gräs och örter har lagskydd och stora botaniska värden. Växterna överlever som frö eller rotdeklar i markskiktet under vintern varför också själva marklagret är mycket värdefullt.

(7a) botaniska värden

(7b) sandig mark med typisk torrmarksflora, funktion för en rik och varierad insektsfauna

(7c) så kallade friska gräsmarker.

(7d) hedområde öster om Viskan området är mycket artrikt med unika naturvärden. Området innefattar även arbetsområdet och omgivande mark mellan 7d och ca km 3/700.

(7e) botaniska värden

Teknisk lösning

Marklagret ska banas av enligt kap DB33.Vegetation/Gräs, örter o.d. Åtgärden är en så kallad kompensationsåtgärd enligt Miljöbalken för att kompensera för den förlust av arter som sker vid vägens anläggande.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning. Se vidare beskrivning i MEG (0N071000).

C1. Befintlig mark och miljö/ Vattenförekomst, övrigt vatten/Ytvatten

Omfattning

Nedan beskrivs de avrinningsområden, sjöar och vattendrag som påverkas av utbyggnaden av Väg 27, antingen direkt eller indirekt genom avvattnings från vägen.

Delsträcka 0/000 – ca 0/560

Kvarnbäcken / Kvarnsjöns avrinningsområde, delavrinningsområden framgår av ritning 000W9701 och är benämnda nr A1-A3. På sträckan avvattnas vägen mot bäck och sjö belägen norr/nordöst om Viaredsmotet.

Nedströms Viaredsmotet västerut har delar av Kvarnbäcken fina strömsträckor. Den ekologiska statusen är god.

Delsträcka ca 0/560 – ca 1/075

Delavrinningsområden framgår av ritning 000W9701 och är benämnda A4-A6. Vattendrag på denna sträcka rinner till Hälasjön.

Delsträcka ca 1/075 – ca 1/330

Hagabäcken, delavrinningsområde benämnt A7 i Vahandling (000W9701, 000W9702). Hagabäcken tog förut emot vatten från Pickesjön men det gamla utloppet är numera dämmt och sjön avvattnas nu norrut. Hagabäckens flöde är därför lägre och lugnflytande, nedströms finns dock en kort sträcka med block, grus och strömmande vatten. Hagabäck har sitt utlopp i klarvattensjön Bosjön ca 1,9 km mot sydväst.

Pickesjön

I Pickesjön finns naturvärde klass 3.

Delsträcka ca 1/330 – ca 1/950

Avrinningsområde till Gasslången, bl.a.Tränningstorpabäcken. Delavrinningsområden framgår av ritning 000W9702 och är benämnda A8-A10. Bäcker som rinner till Gasslången.

Delsträcka ca 1/950 – ca 2/850

Tränningstorpasjön och ”Grodbäcken” (namn enligt detta FU). Delavrinningsområden framgår av ritningarna 000W9702 och 000W9703 och är benämnda A11-A13. + A15-A16. Sjön är belägen norr om linjen i sektion 2/000 till 2/100. Mellan Tränningstorpasjön och Djupasjön, ca 2/100-2/900, påverkar vägen befintlig bäck ”Grodbäcken” som rinner österut mot Viskan. Tränningstorpasjön avvattnas i huvudsak mot öster. Småöarna söder om vägen har kontakt med vattnet vid Tränningstorpasjön.

Delsträcka ca 2/400 – ca 5/100

Viskans huvudavrinningsområde

Delavrinningsområden framgår av ritningarna 000W9702 - 000W9704 och är benämnda nr A15 och A16 till 1-A26.

Viskan

Vattendraget är kraftigt förorenad av historiska utsläpp och flera miljögifter finns ansamlade i bottensedimentet. Den ekologiska såväl som den kemiska vattenstatusen bedöms som dålig. Naturvårdsverket har uppmanat Borås Stad att rena Viskan från förorenat sediment från tidigare decenniers utsläpp. En av de åtgärder som planeras är att ändra åfåran så att vatten leds förbi Djupasjön. Sjön kan komma att nyttjas som undervattensdeponi för sediment från andra delar av Viskan.

Gässlösabäcken

Ett dike/bäck som påverkas av utbyggnaden öster om Viskan. Diket omfattas av generellt biotopskydd enligt miljöbalken.

Delsträcka km 5/100 – etappens slut

Stora Transåssjön

Stora Transåssjön är en med vissa naturvärden, klass 4. Den bäck med lopp mellan Skrämbofsjön och Stora Transåssjön korsas av Väg 27 vid ca 6/200. Delavrinningsområden framgår av ritningarna 000W9704 – 000W9705 och är benämnda nr A27-A32.

Funktion

Väganläggningens miljöpåverkan på vattendragen ska minimeras. Se vidare MEG (0N071000).

Teknisk lösning

När det gäller Viskan får arbeten i vatten ej ske.

I mossar kommer torv att grävas ur. Inom dessa urgrävningsområden ska marken i anslutning till väganläggningen återställas till befintliga nivåer. Åtgärder får ej påverka ytor utanför vägområdet.

Befintliga vattennivåer i våtmarker ska bibehållas.

För att förhindra påverkan på vattenmiljön ska orenat dagvatten från schaktarbeten inte ledas direkt till befintliga vattendrag eller våtmarker. Allt vatten från gjutarbeten är akut giftigt för vattenlevande organismer och får ej släppas till recipient. För alla typer av vatten gäller att utsläpp ej får försämra vattenkvaliteten. Se vidare beskrivning i MEG (0N071000).

Kontroll

Provtagning och analys utförs enligt kontrollprogram för ytvatten. Se vidare beskrivning i MEG (0N071000).

C1. Befintlig mark och miljö/ Enskild vattentäkt

Omfattning

Brunnar i närheten av arbetsområdet redovisas på planritningar 000W9401-000W9405. Genomförda provtagningar redovisas i MEG (0N071000).

Inga kommunala dricksvattentäkter förekommer i området idag, varken som yt- eller grundvattentäkter. Dricksvattenförsörjningen sker mestadels med enskilda brunnar men kommunalt vatten förekommer bland annat på Bråt övningsområde.

Enskilda dricksvattenbrunnar är koncentrerade till området runt Viareds trafikplats, Tränningstorp, Osdal och Kråkered. Vid Tränningstorp är alla brunnar utom en borrhå i berggrunden. Inga naturliga källor har identifierats men förekommer sannolikt lokalt på sluttningarna utmed hela sträckan. Enstaka energibrunnar förekommer också på sträckan, bland annat på två fastigheter i Tränningstorp.

Funktion

Enskilda brunnar får inte påverkas negativt av väganläggningen avseende kvalitet, kvantitet eller nivå.

Kontroll

Kontroll ska ske genom provning.

Ett kontrollprogram för enskilda brunnar har tagits fram och provtagning har påbörjats. Se beskrivning i MEG (0N071000).

C1. Befintlig mark och miljö/ Våtmark

Omfattning

Följande våtmarksområden påverkas av anläggningen av Väg 27.

ca km 0/470 - 0/850, ca km 1/580 – 1/640

Jordlagerföljden består av 0,3 - 2 m mellantorv som överlagras siltig morän omväxlande med partier som utgörs av siltiga jordar. Torven vilar ställvis på gyttja vars mäktighet är ca 0,5 m. Jordmäktigheten är i huvudsak mindre än 5 m. Torven har förmultningsgrad H5 eller H6.

ca km 1/900 - 2/160, km 2/280 – 2/600

Området består av sumpskog, öppet kärr och öppen mosse vid passage av Tränningstorpasjön cirka 20 m

från denna vid km ca 1/900 - 2/160 samt öppen mosse belägen söder om huvudvägen vid ca km 2/280 - 2/600.

I södra delen av våtmarken (söder om ny Väg 27) vid Tränningstorpasjön finns några gölar och en tjärn.

Grundvattenytan ligger ca 0 till 0,2 m under markytan i våtmarken men kan under torrperioder sjunka någon till några decimeter. På sträckan underlagras terrassnivån av morän i öster men av ett allt mäktigare torvlager västerut. Torvmäktigheten uppgår i regel till 1,5 - 5 m men torvdjup på 8 m har uppmätts ca 60 m söder om den planerade vägen. Torven är låg- till högförmultnad med förmultningsgrad H2-H7.

Öppen mosse finns vid ca km 2/280 - 2/600 öster om Tränningstorpasjön och Liden söder om huvudvägen ca km 2/280 - 2/600, ca 50 m in på EnV_364 mot Tränningstorp och ca 200 m söderut längs Lv_32 mot Funningen.

Lv_32 vilken ansluter till Väg 27 i ca km 2/280 tangerar två torvområden vilka hör till mossen. Dels i början av sträckan mellan km 0/100 och km 0/250 och dels i slutet av sträckan mellan km 0/550 och fram till anslutning med Väg 27. Fram till ca 0/400 på Lv32 utgörs de naturliga jordlagren av fast morän jord, därefter sträcker sig vägen i kanten av mossen där torvjordlagren, ca 50 m öster om Lv_32, har en mäktighet av ca 4 m.

Risk för dränering av ovanstående våtmarker finns då vattenytan är hög i de bägge våtmarkerna och har vid inventering konstaterats ligga någon till några decimeter under markytan. Installerade grundvattenrör utmed sträckan visar en trycknivå någon till några decimeter under markytan. Grundvattenrören visar trycknivån på grundvattnet i moränen men moränen korresponderar sannolikt hydrauliskt med torven ovanför.

Funktion

Det är mycket viktigt att de hydrologiska förhållandena säkerställs så att tillförseln av vatten till småvatten och våtmarker längs hela vägsträckan bibehålls. Våtmarkerna får inte dräneras. Vattennivåer och vattenkemi (exempelvis pH) ska bibehållas.

Kontroll

Kontroller redovisas i MEG (0N071000).

C1. Befintlig mark och miljö/ Naturmiljö

Omfattning

Riksintressen för naturvård förekommer inte inom utredningsområdet, inte heller några särskilt utpekade objekt med formellt skydd i form av naturreservat, naturminne eller av Skogsstyrelsen beslutade biotopskydd.

Skyddade arter djur

I artskyddsförordningen (2007:845) listas växter och djur som omfattas av internationellt samt nationellt skydd. I artskyddsförordningens bilaga 1 förtecknas arter som omfattas av EU's fågeldirektiv samt art- och habitatdirektiv. I bilaga 2 anges de arter som omfattas av nationell eller regional fridlysning. I det aktuella området finns följande arter som listas i artskyddsförordningens båda bilagor: storlom, tofsvipa, enkelbeckasin, sånglärka, törnskata, åkergröda, vanlig gröda, vanlig padda, skogshare och hasselmus.

Hasselmus och åkergröda är betecknade med N i bilaga 1 till artskyddsförordningen och har därmed ett särskilt omfattande skydd. Enligt 4 § artskyddsförordningen är det bland annat förbjudet att skada eller förstöra djurens fortplantningsområden eller viloplatser. Hasselmus har påträffats i skogarna både norr och söder om vägens sträckning vid inventering 2006 och 2011. Dels i kraftledningsgatorna söder och

väster om Viared och väster om Väg 1610 och dels i höjd med Osdals lada. Åkergroda leker i Tränningstorpasjön samt närliggande småvatten.

För arter som är fridlysta enligt bilaga 2 till artskyddsförordningen, exempelvis vanlig groda och vanlig padda, är det bland annat förbjudet att döda eller skada exemplar av arten samt att ta bort eller skada ägg, rom, larver eller bon.

Hotade arter djur

Följande arter i det berörda området finns med på den svenska rödlistan där hotade och missgynnade arter är listade: göktyta, sånglärka och mindre hackspett varav samtliga räknas som nära hotade.

Skyddade arter växter

Växtarter i området som omfattas av artskyddsförordningen bilaga 2 är:

- lummer (Väg 27: ca 2/125, 2/650, 2/800 och Lv 32: ca 0/560).

Följande delområden med höga naturvärden finns på sträckan, områdes läge redovisas på karta Natur och Kulturmiljöer i MEG (0N071010):

Omr. 1. Pickesjön, skogssjö, häckande storlom finns här. Arten skyddas i Artskyddsförordningen. Klass 3, naturvärden.

Omr.2. Våtmarker vid Tränningstorpasjön samt göl söder om sjön består av sumpskog, öppet kärr och öppen mosse med höga naturvärden. Mossen har stora värden som lekvatten för padda, vanlig groda och åkergroda. Klass 2. höga naturvärden.

Omr. 3 Kulturmärker vid torplämning. Klass 4. vissa naturvärden.

Omr. 4. Öppen mosse med visst värde för groddjursfaunan .Här finns vanlig groda, arten är liksom övriga grod- och kräldjur fridlysta. Klass 4, vissa naturvärden.

Omr. 5. Äldre barrskog med inslag av grova granar, torrakor och lågor. Skogen har viss betydelse för biologisk mångfald och kvaliteter för friluftsliv. Klass 4, vissa naturvärden.

Omr. 6. Sandavlagring med isälvsmaterial, bevuxen med lövskog, fortsätter på hedmarkerna öster om Väg 41. Klass 4, vissa naturvärden.

Omr. 7a. Våtmarker och översvänningsmarker intill Viskan. Botaniska värden och stora ornitologiska värden. Klass 3, Naturvärden.

Omr. 7b. Sandig mark med så kallad typisk torrmarksflora. Förutsättningar för rik och varierad insektsfauna. Klass 1, unika naturvärden.

Omr. 7c. Så kallade friska gräsmarker med syltåg, stubbtåg, luddtåtel och höstfibbla. I små grusslänter finns också blåeld, äkta johannesört, backnejlika och kanadabinka. Klass 2, höga naturvärden.

Omr. 7d. Hedområde, mycket artrikt, med de rödlistade arterna törnskata och sånglärka. Klass 1, unika naturvärden.

Omr. 7e. Igenväxt betesmark. Klass 3, naturvärden.

Omr 8. Gässlösabäcken. Dike med naturvärde för biologisk mångfald. Diket omfattas av det generella biotopskyddet enligt miljöbalken.

Omr. 9. Bergbrant med stora block, rasmarker och så kallade senvuxna aspar. Klass 3, naturvärden.

Omr. 10. Våtmark med visst värde för groddjursfaunan i området med förekomst av åkergroda och vanlig groda. Klass 3, naturvärden.

Omr. 11. Ravin med kärr klassat som nyckelbiotop med gran och tall samt en del döda träd med mycket höga naturvärden. Klass 3, naturvärden.

Funktion

De listade områdena ovan som alla gränsar direkt till arbetsområdet, har alla funktion som fortplantningsområden, viloplats, område med goda betingelser för respektive djur- eller växtart, flertalet med skydd enligt § 4 artskyddsförordningen, denna funktion får därför ej påverkas.

Teknisk lösning

Under byggskedet ska åtgärder vidtas vid område 1 Pickesjön, med anläggning av bullerskyddsvall. Vid område 2 Våtmarker vid Tränningstorpasjön, vidtas åtgärder under byggskedet med plaststaket så att migrerande (djur som flyttar) grod- och kräldjur hindras att komma in i arbetsområdet, se AF, AFD.43.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

C1. Befintlig mark och miljö/ Kulturmiljö

Omfattning

Cirka 500 meter norr om Väg 27 är Sankt Sigfrids griftegård belägen som är Borås största begravningsplats. Nära platsen ska ny bro 15-1787-1, uppföras. Platsen är känd som en av landets vackraste begravningsplatser och får ej utsättas för buller och störning från byggtrafik vid urnsättning, gravsättning eller liknande tillfällen, information om dessa tider ska inhämtas av entreprenören.

I arbetsområdet och dess närhet finns kulturhistoriska lämningar som omfattas av lagskydd (Lag (1988:950) om kulturminnen m.m.). Dessa redovisas på karta Natur- och kultur i MEG (0N0071010). I samband med upprättande av en arbetsplan för Väg 27, delen Viared – Kråkered, utfördes en arkeologisk utredning. Ytterligare arkeologiska insatser kommer inte att krävas för vägutbyggnaden enligt länsstyrelsen.

Funktion

Fornlämningar utanför vägområdet får ej påverkas. Påträffas nya arkeologiska lämningar, utöver de som redovisas, ska arbetet omedelbart avbrytas och Beställaren tillkallas.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

C1. Befintlig mark och miljö/ Rekreation och friluftsliv

Omfattning

Områdets markanvändning domineras av skogsbruk. Då flera av skogsområdena ligger i nära anslutning till bostadsområdena utgör de också närrekreationsområden. Delområden som används mycket för rekreation /strövområde på sträckan är Pickesjön, som är ett uppskattat utflyktsmål som används för promenad.

der, cykelturer och friluftsbad. Sjön är även av intresse för fritidsfisket. Vidare är omgivningarna kring Viskandalen även kallat Osdals mader ett värdefullt närströvsområde för boråsarna. Området nyttjas bland annat för ridning, bete, hundträning och promenader. Viskan är även av intresse för fritidsfisket. Området kring Osdal Bråt har en lång historia som militärt område och delar av området används i dag som skjutbana och av Borås Fältrittklubb. Området mellan km 2/900 – 5/600 är ett tätortsnära naturområde och området närmast Kråkered är ett populärt rekreationsområde.

Funktion

Ovanstående platser används för rekreation och som strövsområde, varför tillgänglighet till dessa områden ska möjliggöras på ett trafiksäkert sätt för besökare under byggnadstiden.

Kontroll

Kontroll ska ske veckovis gångpassager genom arbetsområdet, noteras i dagbok i Entreprenörens ordinarie egenkontroll.

C2. Befintliga konstruktioner

Omfattning

Omfattning framgår av förfrågningsunderlaget och fältbesök.

Funktion

Entreprenören ska säkerställa att befintliga konstruktioner, såsom byggnader, ledningar, väg- och spår- anläggningar mm, som påverkas av entreprenaden får bibehållen funktion. Utefter vägsträckningen finns ett antal befintliga system som påverkas av vägutbyggnaden

Ledningar ska vara i drift, med bibehållen funktion, under entreprenadtiden. Eventuella avbrott ska planeras i samråd med respektive ledningsägare.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning och/eller inmätning.

C2. Befintliga konstruktioner/ Väganläggning/ Väg bom

Omfattning

Befintlig vägskyddsanläggning Funningevägen, km 136+108, kommer av annan entreprenör byggas om från halvbomsanläggning till helbomsanläggning med hinderdetektor innan projekt Väg 27 startar. Arbetet beskrivet under rubrik "FK.//Rivning av vägskyddsanläggning Funningevägen" avser rivning av det ombyggda vägskyddet.

Vägbom på befintlig enskild väg i anslutning till Osdalsbron på Viskans östra sida, se bild (C2).1., flyttas.

Teknisk lösning

Befintlig vägbom, vid sektion 3/330 på Väg 27, flyttas till ny enskild väg EnV_365 där den ansluter till ny GC-väg Gc_376.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.



Bild (C2).1. Befintlig vägbom vid sektion 3/330.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

C2. Befintliga konstruktioner/ Vägkonstruktion

Omfattning

Omfattning framgår av förfågningsunderlagets planskisser.

Teknisk lösning

Befintliga vägar som kommer i konflikt med den nya väganläggningen schaktas bort inom arbetsområdet. Väg 1640:s korsning med järnvägen utgår. Området närmast järnvägen på västra sidan fylls upp och ansluts till befintliga slänter. Väg 1640:s beläggning i befintlig anslutning till Väg 1610 kantskärs längs Väg 1610 och stödrensa anläggs längs Väg 1610.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

C2. Befintliga konstruktioner/ Vägkonstruktion/ Bundet slitlager och bärlager

Omfattning

Tabell (C2).1. Bedömda beläggningstjocklekar.

Väg	Beläggningstyp	Beläggningstjocklek (cm)
Tpl Viaredsmotet 0/000	Bitumenbundet slitlager	12
Kyrkbackaliden 0/140	Bitumenbundet slitlager	ca 15
Enskild väg 1/020	Grusslitlager	
Enskild väg 1/490	Grusslitlager	
Enskild väg 1/700	Grusslitlager	
Enskild väg 2/230	Grusslitlager	
Enskild väg 2/625	Grusslitlager	
Väg 1640 2/815	Bitumenbundet slitlager	14
Väg 1610 2/890	Bitumenbundet slitlager	15
Väg 1610 2/910	Bitumenbundet slitlager	18
Enskild väg 2/960	Bitumenbundet slitlager	ca 15
Enskild väg 3/240	Bitumenbundet slitlager	ca 15
Enskild väg 3/350	Grusslitlager	
Enskild väg 3/600	Bitumenbundet slitlager	ca 15
Enskild väg 3/750	Grusslitlager	
Enskild väg 4/090	Grusslitlager	
Enskild väg 4/170	Grusslitlager	
Enskild väg 4/280	Grusslitlager	
Enskild väg 5/540	Grusslitlager	
Väg 41 5/580	Bitumenbundet slitlager	ca 15

Teknisk lösning

Bundna slit- och bärlager rivs separat.

Asfalten som ska avlägsnas då avfarten vid Viared samt från Funningevägen rivs bedöms vara fri från tjärasfalt.

I området söder om Osdal trafikplats finns tjärasfalt med höga halter PAH. Under asfalten finns tjärindränkt makadam. Vid arbeten med att ta bort vägen ska förekomst och utbredningen av tjärasfalt klarläggas genom provtagning. Fältmässigt test enligt Trafikverkets metodik (publikation 2004:90) bör ge tydlig indikation.

Utifrån Trafikverkets dokumentation (asfaltsliggaren) samt årtalen då vägarna anlades, finns det skäl att anta att risk för förekomst av stenkoltjära kan finnas i de undre beläggningsslagren utmed större delen av de vägar som berör den nya. Entreprenören ska anta att asfaltmassor som innehåller stenkoltjära över MKM-värden ingår i angivna volymer som redovisas för farligt avfall under C1. Befintlig mark och miljö/ Mark- och vattenförorening /Teknisk lösning.

Vid arbete i asfalt ska Entreprenören ha extra uppmärksamhet på indikation av förekomst av tjärasfalt och tjärindränkt bärlager

Upprivna beläggningssmassor utom de som innehåller stenkols tjära med en halt PAH ”summa 16 PAH” över 300 mg/kgTS, tillfaller Entreprenören.

Upprivna bitumenbundna beläggningssmassor ska återanvändas i objektet i enlighet med krav i VV publikation 2004:91 Handbok för återvinning av asfalt.

På vägar där asfalt ska rivras, och där det saknas uppgifter om förekomst av tjärasfalt, ska entreprenören förutsätta att halterna PAH-16 är lägre än 300 mg/kgTS.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

C2. Befintliga konstruktioner/ Spåranläggning

Omfattning

Ny Väg 27 kommer korsa Viskadalsbanan med bro 15-1782-1 i sektion ca 2/850.

Viskadalsbanan är enkelspårig

Befintligt spår utgörs av skarvspår med 43-kilos räl på träslipers med spikbefästning.

Ballast utgörs av makadam klass 1.

Hjälpkraftledning utgörs av 3-fas friledning 35mm² CU-lina förlagd på pinnisolator av porslin. Lina är najad på isolator med tråd.

Bärande konstruktioner utgörs av stolpar utförda enligt Trafikverkets standard med platsgjutna fundament.

Kontaktledningssystem utgörs av N4,9/5,9 med kontaktråd 80mm Cu samt bärlina 50mm Cu. Utliggare av typ dragstång-rör med pinnisolator av porslin.

Återledning utgörs av 130 mm CU-lina.

Funktion

Arbete på och invid järnvägsanläggningen ska bedrivas så att tågtrafiken kan pågå utan störning, förutom då avstängning av spår särskilt har avtalats, se AF AFD.136.

Kontroll

Kontrollprogram ska upprättas.

C2. Befintliga konstruktioner/ Vägbro

Omfattning

Osdalsbron över Viskan på enskild väg SO Borås Ridhus.

Teknisk lösning

Bild (C2).2. Osdalsbron



Bild (C2).3. Osdalsbron

Bron tillhör Borås Stad men får användas som tillfällig bro av Entreprenören under entreprenadtiden. Entreprenören ska senast vid datum för slutbesiktning återlämna bron till Borås Stads förråd i Ramnaslätt. Bron ska vara i ett stycke och användbar vid avlämning.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning vid avlämning.

C2. Befintliga konstruktioner/ Dräneringssystem

Omfattning

Eventuella dräneringssystem med dräneringsledningar och dränerande diken som berörs av Väg 27 framgår inte av underlaget. Vid trafikplats Viared och trafikplats Kråkered bedöms det emellertid finnas befintliga dräneringssystem för de befintliga vägnäten.

Följande dräneringssystem som Entreprenören ska ta hänsyn till antas finnas inom området:

- Viared: Väg 27 km 0/000 – Lv_31 km 0/275
- Anslutning till Väg 1640 vid km 0/050 – 0/150
- Trafikplats Osdal: Väg 27 ca km 2/900 vid anslutningar till Väg 1610 (Varbergsvägen) cirkulationsplatser vid Väg 1610 ca km 0/150 och Väg 1610 ca km 0/400
- Trafikplats Kråkered: Väg 27 km 5/575 vid anslutningar till Väg 41, cirkulationsplatser vid Väg 41 ca km 0/150 och Väg 41 ca km 0/450
- Kråkered: Väg 27 ca km 6/200 vid anslutning till befintlig Väg 27.

Funktion

Befintliga dräneringssystem inom och utanför arbetsområdet som påverkas av utformning och utförande av aktuell väganläggning ska anpassas för förhållanden som kommer att råda under utförandet och efter färdigställandet av aktuell anläggning.

Kontroll

Intyg ska uppvisas på godkännande av berörda fastighetsägare eller väghållare avseende det befintliga dräneringssystemets funktion efter väganläggningens färdigställande.

Vid förändring av befintliga system ska det befintliga systemet mätas in i x-, y-, z-led och redovisas. Koordinatsystem ska vara Sweref 99 TM, RH 2000.

C2. Befintliga konstruktioner/ Byggnad

Omfattning

I riskområdet belägna befintliga byggnaders tillstånd, konstruktion och grundläggningssätt samt tillåtna vibrationer redovisas i ”Riskanalys mark- och bergschaktningsarbeten” daterad 2012-05-23 (0Y079000).

Kontroll

Kontroll framgår av ”Riskanalys mark- och bergschaktningsarbeten” daterad 2012-05-23 (0Y079000).

C2. Befintliga konstruktioner/ Belysningsystem

Omfattning:

Tabell (C2).2

Väg	Typ av belysningsstolpe
Viaredsvägen	Belysningstolpe 10 m med 2,5 arm samt 1 st armatur
Viaredsmotet 0/000	Belysningstolpe 12 m 1 st armatur
Viaredsmotet 0/000	Belysningstolpe 12 m 3 st armatur
Kyrkbackaliden 0/000-0/110	Belysningstolpe 6 m med 1,5 m arm samt 1 st armatur
Kyrkbackaliden 0/140	Trästolpe 8 m med 1 st arm och armatur. Luftledning
Väg 1610 0/400-0/500	Fackverksmast 12 m, 1 st armatur
Väg 1640 Osdal	Trästolpe 8 m med 1 st arm och armatur. Luftledning
Gässlösavägen 0/100	Stolpe 8 m med 1,5 m arm och armatur.
Väg 41 0/400-0/440	ESV stolpe 10 m med 3,5 m arm, 1 st armatur

Teknisk lösning

Befintlig belysning rivs inom arbetsområdet.

C2. Befintliga konstruktioner/ Kantstolpe

Omfattning

Kantstolpar utmed Väg 41 och Väg 27 km 5/600-6/266.

Teknisk lösning

Kantstolpar ska rivas i erforderlig omfattning.

C2. Befintliga konstruktioner/ Faunastängsel

Omfattning

Faunastängsel.

Funktion

Faunastängslets funktion ska upprätthållas under hela entreprenadtiden.

Teknisk lösning

Befintliga viltstängsel flyttas och kompletteras i erforderlig omfattning.

C2. Befintliga konstruktioner/ Trumma

Omfattning

Befintliga trummor som bedöms påverkas av utformning och utförande av Väg 27.

Redovisade lägen är ungefärliga. Utsättning ska begäras från respektive ledningsägare innan arbete påbörjas. Ägare är Borås Stad om annat inte anges.

- Väg 40:
 - o Km 0/000 (Väg 27): Dim Ø1200 mm, mtrl okänt. Belägen under Väg 40.
 - o Km 0/000 (Väg 27): Dim Ø500 mm, betong. Belägen söder om Väg 40 i bäck under befintlig gc-väg/grusväg österut mot Borås.
- Väg 27:
 - o Km 0/950: Dim Ø300 mm, mtrl okänt. Belägen väster om Väg 27 under befintlig väg.
 - o Km 1/850: Dim Ø400 mm, mtrl okänt. Belägen söder om Väg 27 under befintlig EnV_363.
 - o Km 2/200: Dim Ø400 mm, mtrl okänt. Belägen öster om Väg 27.
 - o Km 2/620: Dim Ø600 mm, mtrl okänt. Belägen norr om Väg 27 under befintlig väg.
 - o Km 2/680: Dim okänd, mtrl okänt. Belägen norr om Väg 27 under stig.
 - o Km 2/810: Dim Ø300 mm, mtrl okänt. Belägen söder om Väg 27 under befintlig väg 1640.
 - o Km 3/325: Dim Ø500 mm, betong. Belägen söder om Väg 27 i Gässlösabäcken.
 - o Km 3/350: Dim Ø500 mm, betong. Belägen söder om Väg 27 i Gässlösabäcken.
 - o Km 3/350: Dim Ø600 mm, betong. Belägen söder om Väg 27 i Gässlösabäcken.
 - o Km 3/685: Dim okänd, mtrl okänt
 - o Km 3/700: Dim Ø600 mm, betong. Belägen under Lv_34 (Gässlösavägen) vid sektion ca km 0/248.
 - o Km 3/700: Dim Ø1000 mm, betong. Nedströms i Gässlösabäcken under befintlig stig/väg.

- Km 3/700: Dim Ø600 mm, betong. Belägen väster om Väg 27, söder om Gässlösabäcken.
- Km 3/750: Dim Ø500 mm, betong. Belägen väster om den här sektionen och söder om Gässlösabäcken.
- Km 3/800: Dim Ø600 mm, betong. Belägen väster om den här sektionen och söder om Gässlösabäcken
- Km 3/850: Dim Ø600 mm, betong. Belägen väster om den här sektionen och söder om Gässlösabäcken
- Km 3/900: Dim Ø600 mm, betong. Belägen väster om den här sektionen och söder om Gässlösabäcken
- Km 4/000: Dim Ø600 mm, betong. Belägen väster om den här sektionen och söder om Gässlösabäcken
- Km 4/090: Dim Ø300 mm, mtrl okänt.
- Km 4/200: Dim Ø300 mm, plast. Nedströms/väster om den här sektionen.
- Km 4/200: Dim Ø300 mm, betong. Nedströms/väster om den här sektionen.
- Km 4/200: Dim okänd, mtrl okänt. Belägen nedströms/väster om den här sektionen.
- Km 6/146: Dim Ø1200 mm, stål.
- Varbergsvägen (Lv_33/Väg 1610):
 - Km 0/050: Dim Ø300 mm, mtrl okänt. Belägen öster om gamla Varbergsvägen i södra delen av träningsbana för hästar.
 - Km 0/262: Dim Ø500 mm, stentrumma under järnvägen. Ägare är Trafikverket.
- EnV_366:
 - Km 0/140: Dim Ø400 mm, mtrl okänt. Belägen öster om den här sektionen.
 - Km 0/300: Dim Ø500 mm, mtrl okänt.
 - Km 0/336: Dim Ø500 mm, mtrl okänt.
 - Km 0/350: Dim Ø170 mm, mtrl okänt.
- Väg 41:
 - Km 0/588: Dim Ø700 mm, mtrl okänt. Ägare är Trafikverket.
- Rpv_22:
 - Km 0/178: Dim Ø300 mm betong.

Funktion

Befintliga trummor i anslutning till entreprenaden, som bedöms påverkas utformning och utförande av Väg 27, ska vara skyddade från och tåla ökade belastningar från aktuell väganläggning och dess trafiklaster samt byggtrafik m.m.

Utformningen ska anpassas till av Entreprenören projekterad väganläggning. Befintliga trummor ska anpassas till förändrade flöden till följd av den nya väganläggningen, beräknade enligt VVMB 310.

Beräknade flöden enligt VVMB 310 (dimensionerande regn: 10 min varaktighet, 50-års återkomsttid, klimatfaktor 20 %) redovisas på ritningar 000W9701-000W9705. Beräkningsförutsättningar redovisas i bilaga 7 (0C075700).

Befintliga trummors funktion ska säkerställas under byggskedet och efter genomförd nybyggnad av väganläggning.

Teknisk lösning

Där det behövs byts befintliga trummor till nya trummor anpassade till dimensionerande flöden, alternativt rensas.

Omläggning av trummor ska utföras och uppfylla krav enligt TRVK Väg.

Där befintlig trumma åtgärdas ska befintlig väg återställas till samma skick som innan arbetet påbörjades.

Järnvägstrumma under Viskadalsbanan ska rensas.

Kontroll

Kontroll ska ske genom inmätning och besiktning före och efter genomförd.

Täthet, deformation och riktningsavvikelse ska kontrolleras enligt Svenskt Vatten P91.

C2. Befintliga konstruktioner/ VA-nät

Omfattning

Befintliga vatten-, dagvatten och spillvattenledningar som bedöms påverkas av utformning och utförande av Väg 27.

Redovisade lägen är ungefärliga. Utsättning ska begäras från respektive ledningsägare innan arbete påbörjas. Ledningsägare är Borås Energi och Miljö om inte annat anges.

- Väg 27:
 - o Km 0/023: Dim Ø600 mm (innerdiameter), spillvattenledning av BTG
 - o Km 0/023: Dim Ø500 mm (innerdiameter), SENTAB vattenledning, i skyddsror
 - o Km 0/110: Dim Ø400 mm (innerdiameter), vattenledning av STÅL
 - o Km 3/112: Dim Ø225/184 mm, vattenledning av PE
 - o Km 5/599: Dim Ø110/90 mm, vattenledning av PEH
 - o Km 5/600: Dim Ø200/164 mm, tryckspillvattenledning av PEH
- Lv_31:
 - o Km 0/152: DimØ600 mm (innerdiameter), dagvattenledning av BTG
 - o Km 0/152: DimØ300 mm (innerdiameter), spillvattenledning av BTG
 - o Km 0/152: DimØ 400 mm (innerdiameter), vattenledning av SEGJÄRN
 - o Km 0/275 (Belägen 80 m österut den här sektionen): Dim Ø600 mm (innerdiameter), dagvattenledning av BTG

- Km 0/275 (Belägen 80 m österut den här sektionen): Dim Ø300 mm (innerdiameter), spillvattenledning av BTG
- Km 0/275 (Belägen 80 m österut den här sektionen): Dim Ø400 mm (innerdiameter), vattenledning av SEGJÄRN
- Rav_17:
 - Km 0/303: Dim Ø225/184 mm, vattenledning av PE
- Rpö_16:
 - Km 0/251: Dim Ø225/184 mm, vattenledning av PE
- Gc_376:
 - Km 3/120 (Väg 27): Dim Ø225/184 mm, vattenledning av PE. Belägen öster om den här sektionen.
- EnV_365:
 - Km 0/031: Dim Ø225/184 mm, vattenledning av PE
- Väg 41:
 - Km 0/150: Dim Ø110/90 mm, vattenledning av PEH
 - Km 0/150: Dim Ø200/164 mm, tryckspillvattenledning av PEH
- Raö_19:
 - Km 0/198: Dim Ø110/90 mm, vattenledning av PEH
 - Km 0/199: Dim Ø 200/164 mm, tryckspillvattenledning av PEH
- Rpö_20:
 - Km 0/021: Dim Ø110/90 mm, vattenledning av PEH
 - Km 0/021: Dim Ø 200/164 mm, tryckspillvattenledning av PEH
- Rav_21:
 - Km 0/580: Dim Ø110/90 mm, vattenledning av PEH
 - Km 0/580: Dim Ø 200/164 mm, tryckspillvattenledning av PEH
- Rpv_22:
 - Km 0/435: Dim Ø110/90 mm, vattenledning av PEH
 - Km 0/435: Dim Ø 200/164 mm, tryckspillvattenledning av PEH

Funktion

Befintliga VA ledningar inom och i anslutning till entreprenaden, som bedöms påverkas av utformning och utförande av Väg 27, ska vara skyddade från och tåla ökade belastningar från aktuell väganläggning och dess trafikklaster samt byggtrafik m.m.

Utformningen ska anpassas till av Entreprenören projekterad väganläggning och befintliga ledningars funktion, som ska vara lika efter eventuellt erforderlig ombyggnad.

Befintliga ledningars funktion ska säkerställas under byggskedet och efter genomförd nybyggnad av väganläggning.

Teknisk lösning

Omläggning där det erfordras. Se kapitel DZ.2 Övriga delar i väganläggning/befintliga konstruktioner/VA-nät.

Kontroll

Kontroll ska ske genom mätning och besiktning.

C2. Befintliga konstruktioner/ Elledningar

Omfattning

Befintliga elledningar som bedöms påverkas av utformning och utförande av Väg 27.

Redovisade lägen är ungefärliga. Utsättning ska begäras från respektive ledningsägare innan arbete påbörjas.

Ledningsägare är Borås Elnät om inte annat anges.

- Väg 27:
 - o Km 0/023: 2 st 0.4 kV-kablar, 2 st belysningskablar
 - o Km 0/110: 1 st 0.4 kV-kablar, 1 st belysningskablar
 - o Km 0/141: 4 st 10 kV-kablar, 4 st signalkablar, 1 st belysningskabel
 - o Km 0/247: HSP luftledning 130 kV
Borås Elnät planerar att markförlägga ledningen efter färdrigställandet av Väg 27
 - o Km 0/256: HSP luftledning 130 kV
Borås Elnät planerar att markförlägga ledningen efter färdrigställandet av Väg 27
 - o Km 2/621: HSP 10 kV, 1 st tomrör SRN 160
 - o Km 2/793: HSP luftledning (Ej i drift)
 - o Km 3/827 – 3/860: HSP 10 kV
 - o Km 2/895 – 3/910: HSP luftledning (Ej i drift)
 - o Km 3/942: HSP 10 kV
- Enskildväg 36Viared:
 - o Km 0/096: HSP luftledning 130 kV.
 - o Km 0/107: HSP luftledning 130 kV.
 - o Km 0/222: 4 st signalkablar, 1 st belysning, 2 st 0.4 kV kablar.
- Gc_371:
 - o ca km 0/175 (väg27): HSP luftledning 130 kV och 40 kV (Vattenfall). Belägen ca 60 m väster om Väg 27.

- ca km 0/175 (Väg 27) HSP luftledning 130 kV. Belägen ca 40 m väster om Väg 27.
- ca km 0/175 (Väg 27) HSP luftledning 130 kV. Belägen väster om Väg 27.
- Lv_31:
 - Km 0/185: 4 st elledningar 10 kV, 1 st 130 kV jordkabel, 3st signalkablar.
 - Km 0/275 (Belägen 67 m österut den här sektionen): 4 st elledningar (elstråk) 10 kV, 1 st 130 kV jordkabel, 3 st signalkablar, 1st 0.4 kV / belysning.
 - Km 0/591: HSP luftledning 130 kV och 40 kV (Vattenfall).
- Lv_32 (Väg 1640):
 - Km 0/113: SRN 160 rör, 0.4 kV kabel, jordkabel Cu 35, HSP elledning 10 kV.
 - Km 0/145 (Belägen 18 m österut den här sektionen): SRN 160 rör, 0.4 kV kabel, jordkabel Cu 35, HSP elledning 10 kV. OBS: Transformatorstation i området.
 - Km 0/176: HSP luftledning (Ej i drift).
- EnV_367:
 - Km0/020: HSP 10 kV, tomrör SRN 160, belysning jordkabel Cu 35.
 - Km0/040: HSP luftledning (Ej i drift).
- Lv_33 (Väg 1610):
 - Km 0/400 – 0/482: elledning (för belysning ovan mark) 0.4 kV.
 - Km 0/466: HSP elledning 10 kV, belysning jordkabel Cu 35.
- Lv_34 (Gässlösavägen):
 - Km 0/100 – 0/137 (Fortsätter mot skjutbanegatan): HSP elledning 10 kV, 1 st signalkabel, 0.4 kV kabel Cu 70.
 - Km 0/170: HSP luftledning (Ej i drift)
 - Km 0/208: HSP elledning 10 kV.
- Enskildväg 366:
 - Km 0/060: HSP luftledning (Ej i drift)
 - Km 0/204: HSP luftledning (Ej i drift)
 - Km 0/300: HSP elledning 10 kV.

Funktion

Befintliga elledningar inom och i anslutning till entreprenaden, som bedöms påverkas av utformning och utförande av Väg 27, ska vara skyddade från och tåla ökade belastningar från aktuell väganläggning och dess trafiklast samt byggt trafik m.m.

Utformningen ska anpassas till av Entreprenören projekterad väganläggning och befintlig ledningsfunktion, som ska vara lika efter eventuellt erforderlig ombyggnad.

Befintliga ledningars funktion ska säkerställas under byggskedet och efter genomförd nybyggnad av väganläggning. Eventuella avbrott planeras i samråd med respektive ledningssägare.

Teknisk lösning

Omläggning där det erfordras. Se kapitel DZ.2 Övriga delar i väganläggning/befintliga konstruktioner/Elledningar.

Vid behov ska överfarter, med skydd mot ökad belastning, anordnas. Materialupplag, manskapsbodar m.m. får ej placeras så att befintliga ledningar blir oåtkomliga för respektive ledningsägare.

Kontroll

Kontroll ska ske genom mätning och besiktning.

C2. Befintliga konstruktioner/ Tele-ledningar inkl opto-ledningar

Omfattning

Befintliga tele- och optoledningar som bedöms påverkas av utformning och utförande av Väg 27. Redovisade lägen är ungefärliga. Utsättning ska begäras från respektive ledningsägare innan arbete påbörjas.

Ledningsägare är Skanova om inte annat anges.

- Väg 27:
 - o Km 0/102: Teleledning: Två kopparkablar är i trafik (accessnät/3062 för accessnät) och två kopparkablar 3063, 6064 är ur trafik (transportnät).
 - o Km 0/134: Tre optokablar 3091, 31048, 11044 (transportnät).
 - o Km 0/137: Optokabel (Splitvision Borås).
 - o Km 2/576: Luftledning tele: Accessnät.
 - o Km 2/622: Optokabel (Splitvision Borås).
 - o Km 2/858: Optokabel 3266 (transportnät).
 - o Km 2/999: Teleledning: Kopparkabel 3024 ur trafik (transportnät) dock i trafik mellan B/Cm och ridhuset (accessnät).
 - o Km 3/115: Optokabel (Splitvision Borås).
 - o Km 3/635: Teleledning: Kopparkabel (accessnät) / kopplingspåle.
 - o Km 3/640: Teleledning: Kopparkabel 3023 (accessnät) B/Cm-Brandövningsplatsen.
 - o Km 4/190: Teleledning: Fyra kopparkablar 3024, 3062, 3063, 3064 är ur trafik (transportnät).
- EnV_36Viared:
 - o Km 0/225: Tre optokablar 3091, 31048, 11044 (transportnät).
 - o Km 0/225: Optokabel (Splitvision Borås).
- Lv_31:
 - o Km 0/150: Tre optokablar 3091, 31048, 11044 (transportnät).
 - o Km 0/162: Optokabel (Splitvision Borås).

- Km 0/185: Teleledning: Två kopparkablar är i trafik (accessnät/3062 för accessnät) och två kopparkablar 3063, 6064 är ur trafik (transportnät).
- Km 0/275 (Belägen 75 m österut den här sektionen): Tre optokablar 3091, 31048, 11044 (transportnät).
- Km 0/275 (Belägen 82 m österut den här sektionen): Optokabel.
- Km 0/275 (Belägen 87 m österut den här sektionen): Teleledning: Två kopparkablar är i trafik (accessnät/3062 för accessnät) och två kopparkablar 3063, 6064 är ur trafik (transportnät).
- EnV_364:
 - Km 0/100: Luftledning tele: Accessnät.
 - Km 0/130, belägen 13 m norr om den här sektionen: Luftledning tele: Accessnät.
- Lv_32 (Väg 1640):
 - Km 0/110: Optokabel (Splitvision Borås).
 - Km 0/145 (Belägen 19 m österut den här sektionen): Optokabel (Splitvision Borås).
 - Km 0/150 – 0/170: Luftledning tele: Accessnät.
 - Km 0/219: Teleledning.
- EnV_367:
 - Km 0/000: Luftledning tele: Accessnät.
 - Km0/020: Optokabel (Splitvision Borås).
 - Km 0/220: Luftledning tele: Accessnät.
 - Km 0/560: Luftledning tele: Accessnät.
- Gc_373:
 - Km 0/446 (Väg 1610), belägen 30 m västerut den här sektionen (Väg 1610): Optokabel 3266 (transportnät).
 - Km 0/446 (Väg 1610), belägen 30 m västerut den här sektionen (Väg 1610): Optokabel (Splitvision Borås eller Skanova).
 - Km 0/463 (Väg 1610), belägen 12 m österut den här sektionen (Väg 1610): Optokabel (Splitvision Borås).
- Lv_33 (Väg 1610):
 - Km 0/463: Optokabel (Splitvision Borås).
- Gc_376:
 - Km 3/000 (Väg 27), belägen 93 m norrut den här sektionen: Teleledning: Kopparkabel 3024 ur trafik (transportnät) dock i trafik mellan B/Cm och ridhuset (accessnät).
 - Km 3/150 (Väg 27), belägen 69 m nordost den här sektionen: Optokabel (Splitvision Borås).
- Rav_17:
 - Km 0/302: Optokabel (Splitvision Borås).

- Km 0/442: Teleledning: Kopparkabel 3024 ur trafik (transportnät) dock i trafik mellan B/Cm och ridhuset (accessnät).
- Raö_15:
 - Km 0/243: Teleledning: Kopparkabel 3024 ur trafik (transportnät) dock i trafik mellan B/Cm och ridhuset (accessnät).
 - Km 0/341: Teleledning: Kopparkabel 3024 ur trafik (transportnät) dock i trafik mellan B/Cm och ridhuset (accessnät).
- Rpö_16:
 - Km 0/096: Teleledning: Kopparkabel 3024 ur trafik (transportnät) dock i trafik mellan B/Cm och ridhuset (accessnät).
 - Km 0/254: Optokabel (Splitvision Borås).
- EnV_365:
 - Km 0/033: Optokabel (Splitvision Borås).
 - Km 0/224, belägen 7 m norr om den här sektionen: Optokabel (Splitvision Borås).
 - Km 0/239: Optokabel (Splitvision Borås).
- Lv_34 (Gässlösavägen):
 - Km 0/100 – 0/137 (Fortsätter mot skjutbanegatan): Teleledning.

Funktion

Befintliga tele- och optokablar inom och i anslutning till entreprenaden, som bedöms påverkas av utformning och utförande av Väg 27, ska vara skyddade från och tåla ökade belastningar från aktuell väganläggning och dess trafiklaster samt byggt trafik m.m.

Utformningen ska anpassas till av Entreprenören projekterad väganläggning och befintlig ledningsfunktion, som ska vara lika efter eventuellt erforderlig ombyggnad.

Befintliga ledningars funktion ska säkerställas under byggskedet och efter genomförd nybyggnad av väganläggning. Eventuella avbrott planeras i samråd med respektive ledningssägare.

Teknisk lösning

Vid behov ska överfarter, med skydd mot ökad belastning, anordnas.

Materialupplag, manskapsbodar m.m. får ej placeras så att befintliga ledningar blir oåtkomliga för respektive ledningssägare.

Omläggning där det erfordras. Se kapitel DZ.2 Övriga delar i väganläggning/befintliga konstruktioner/Teleledningar inkl. optoledningar.

Kontroll

Kontroll ska ske genom mätning och besiktning.

C2. Befintliga konstruktioner/ Fjärrvärmeledningar

Omfattning

Berörda fjärrvärmeledningar som bedöms påverkas av utformning och utförande av Väg 27.

Redovisade lägen är ungefärliga. Utsättning ska begäras från respektive ledningsägare innan arbete påbörjas. Ledningsägare är Borås Energi och Miljö om inget annat anges.

- Väg 27:
 - o Km 0/142: Enkelledning dimension 273 × 450 mm.
- EnV_36Viared:
 - o Km 0/222: Enkelledning dimension 273 × 450 mm
- Gc_371:
 - o Km 0/150 (Väg 27): Belägen väster om den här sektionen. Enkelledning dimension 273 × 450 mm
- Lv_31:
 - o Km 0/275 (Belägen 92 m österut den här sektionen): Enkelledning dimension 273 × 450 mm.

Funktion

Befintliga fjärrvärmeledningar inom och i anslutning till entreprenaden, som bedöms påverkas av utformning och utförande av Väg 27, ska vara skyddade från och tåla ökade belastningar från aktuell väganläggning och dess trafiklaster samt byggtrafik m.m.

Utformningen ska anpassas till av Entreprenören projekterad väganläggning och befintliga ledningars funktion, som ska vara lika efter eventuellt erforderlig ombyggnad.

Befintliga ledningars funktion ska säkerställas under byggskedet och efter genomförd nybyggnad av väganläggning. Eventuella avbrott planeras i samråd med respektive ledningsägare.

Teknisk lösning

Vid behov ska överfarter, med skydd mot ökad belastning, anordnas.

Materialupplag, manskapsbodar m.m. får ej placeras så att befintliga ledningar blir oåtkomliga för respektive ledningsägare.

Omläggning där det erfordras. Se kapitel DZ.2 Övriga delar i väganläggning/befintliga konstruktioner/Fjärrvärmeledningar.

Kontroll

Kontroll ska ske genom mätning och besiktning.

C2. Befintliga konstruktioner/ Gas-ledningar

Omfattning

Berörda gasledningar som bedöms påverkas av utformning och utförande av Väg 27.

Redovisade lägen är ungefärliga. Utsättning ska begäras från respektive ledningsägare innan arbete påbörjas. Ledningsägare är Borås Energi och Miljö om inte annat anges.

- Väg 27:
 - o Km 3/114: dim Ø 101/125 mm, 2 st gasledningar, 4 bars nät, material PE.
- Rav_17:
 - o Km 0/302: dim Ø 101/125 mm, 2 st gasledningar, 4 bars nät, material PE.
- Rpö_16:
 - o Km 0/253: dim Ø 101/125 mm, 2 st gasledningar, 4 bars nät, material PE.

Funktion

Befintliga gasledningar inom och i anslutning till entreprenaden, som bedöms påverkas av utformning och utförande av Väg 27, ska vara skyddade från och tåla ökade belastningar från aktuell väganläggning och dess trafiklast samt byggtrafik m.m.

Utformningen ska anpassas till av Entreprenören projekterad väganläggning och befintliga ledningars funktion, som ska vara lika efter eventuellt erforderlig ombyggnad.

Befintliga ledningars funktion ska säkerställas under byggskedet och efter genomförd nybyggnad av väganläggning.

Teknisk lösning

Innan schaktarbete intill befintliga gasledningar påbörjas ska respektive ledningsägare kontaktas för utsättning av ledningar och godkännande av arbetstillstånd. Vid behov ska överfarter, med skydd mot ökad belastning, anordnas.

Materialupplag, manskapsbodar m.m. får ej placeras så att befintliga ledningar blir oåtkomliga för respektive ledningsägare.

Omläggning där det erfordras. Se kapitel DZ.2 Övriga delar i väganläggning/befintliga konstruktioner/Gasledningar.

Kontroll

Kontroll ska ske genom mätning och besiktning.

C2. Befintliga konstruktioner/ Vägmarkering

Omfattning

Markeringar i anslutning till ny väg, linjer samt körfältspilar fräses där så erfordras för god linjeföring.

Teknisk lösning

Befintlig vägmarkering ska fräsas med försegling.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning

C2. Befintliga konstruktioner/ Vägmarke

Omfattning

Vägmarken och vägvisning längs nuvarande vägar som ansluter till den nya vägen rivs .
Markbunden vägvisning, portal, vägmarken rivs i anslutningen cirkulationen Viaredsmotet.
Anslutning Kyrkbackavägen- Viaredsvägen vägmarken, vägvisning rivs.
Viaredsvägen vid Företagsgatan vägmarken och vägvisning rivs.
Väg 27 anslutning Kråkeredsmotet vägvisning rivs.

Teknisk lösning

Befintliga vägmarken ska rivas, flyttas respektive sättas upp nya enligt Vägmarkesförteckning och skyltförteckning, se även DG2. Vissa utav dessa åtgärder innebär att arbeten ska utföras utanför de i handlingarna angivna arbetsområdet.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning

C3. Tillfällig anläggning och anordning för trafik

Omfattning

Enligt av Entreprenören upprättade TA-planer.

Funktion

Tillfällig väganläggning eller anordning som anordnas under entreprenadtiden för att trafiken ska kunna passera genom arbetsområdet.

Följande gäller:

- vägen ska vara jämn och klara aktuell trafik.
- referenshastigheten 50 km/h
- korsningar, överledningar, anslutningsvägar ska vara belysta
- omledningsvägar ska vara belagda om huvudvägen är det
- omledningsvägar ska begränsas av barriärer.
- antalet körfält får inte vara färre efter omledningen
- minsta fria bredd ska vara 4,5 m och minsta fria höjd 4,7 m.
- vägmarkering ska utföras på belagd yta

Tillfälliga vägtrafikanordningar ska utföras enligt TRVK Apv TDOK 2012:86

Trafikverkets tekniska krav för Arbeta på väg.

Tillfälliga väganläggningar och trafikanordningar ska utföras enligt godkänd trafikanordningsplan.

Tillfällig belysning skall anordnas med en medel belysningsnivå på minst 10lux och ha en jämnhet över 40 %.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning och mätning.

D. VÄGANLÄGGNING

Omfattning

Aktuell väganläggning har omfattning enligt tabell (D.1). Delar som utgör tillfällig väganläggning är inte förtecknade. Krav på tillfällig väganläggning för allmän trafik anges under C3. Tillfällig anläggning och anordning för trafik.

Tabell (D).1 Aktuell väganläggnings vägsträckor, broar/brolägen och andra platser (lägen).

Plats (läge)			Kommentar	Ritningar
Väg, vägavsnitt	Bro/ Annan plats	Grupp		
Väg 27 Km 0/000-6/266	Bro 15-1782-1 Bro 15-1783-1 Bro 15-1784-1 Bro 15-1785-1 Bro 15-1786-1	1	Mötesfri landsväg	Planskiss 0 00 T 02 01 - 0 00 T 02 05 Profil 0 01 T 03 01 - 0 01 T 03 07 Typsektion 0 01 T 04 01 Typritning 2 42 K 20 01 Typritning 4 41 K 20 01 Förslagsskiss 2 43 K 20 01
Väg 27 Trafikplats Osdal Km 2/900 – 3/100	Ramp Raö_15 Ramp Rpö_16 Ramp Rav_17 Ramp Rpv_18	1	Mötesfri landsväg	Planskiss 0 00 T 02 03 Profil 0 15 T 03 01, 0 16 T 03 01, 0 17 T 03 01 0 18 T 03 01 Typsektion 0 00 T 04 01
Väg 27 Trafikplats Kråkered Km 5/600-6/100	Ramp Raö_19 Ramp Rpö_20 Ramp Rav_21 Ramp Rpv_22	1	Mötesfri landsväg	Planskiss 0 00 T 02 05 Profil 0 19 T 03 01, 0 20 T 03 01, 0 21 T 03 01 0 22 T 03 01 Typsektion 0 00 T 04 01
Väg 1640 Ansl till Väg 27 i km 2/270 höger sida Lv_32 Km 0/000-0/640		1	Landsväg med mötande trafik	Planskiss 0 00 T 02 02 Profil 0 32 T 03 01 Typsektion 0 00 T 04 01
Väg 1610 Ansl till Väg 27 i km 2/950, Trafikplats Osdal		1	Landsväg med mötande trafik	Planskiss 0 00 T 02 03 Profil 0 33 T 03 01 Typsektion 0 00 T 04 01

Plats (läge)			Kommentar	Ritningar
Väg, vägvagnsintervall	Bro/ Annan plats	Grupp		
Lv_33 Km 0/000-0/500				
Viaredsvägen Ansl till Väg 27 i km 0/340 höger sida Lv_31 Km 0/100-0/600		2	Kommunal gata	Planskiss 0 00 T 02 01 Profil 0 19 T 03 01 Typsektion 0 00 T 04 01
Gässlösavägen Ansl till Väg 27 i km 3/700 vänster sida Lv_34 Km 0/100-0/260		2	Kommunal gata	Planskiss 0 00 T 02 03 Profil 0 34 T 03 01 Typsektion 0 00 T 04 01
GC- väg Gc_371 0/000-0/220	Bro 15-1778-1	2	Kommunal gc- väg	Planskiss 0 00 T 02 01 Typsektion 0 00 T 04 01 Typritning 0 40 K 20 01
GC- väg Gc_373 Km 0/000-0/220		2	Kommunal gc- väg	Planskiss 0 00 T 02 03 Typsektion 0 00 T 04 01
GC- väg Gc_376 Km 0/000-0/405	Bro 15-1787-1	2	Kommunal gc- väg	Planskiss 0 00 T 02 03 Typsektion 0 00 T 04 01 Typritning 0 40 K 20 01
GC- väg Gc_374 Km 0/000-0/190		2	Kommunal gc- väg	Planskiss 0 00 T 02 01 Typsektion 0 00 T 04 01
Enskild väg Ansl till Väg 27 i km 0/340 vänster sida EnV_36Viared Km 0/000-0/230		3	Enskild väg	Planskiss 0 00 T 02 01 Typsektion 0 00 T 04 01
Enskild väg EnV_361 Km 0/000-0/290	Bro 15-1779-1	3	Enskild väg	Planskiss 0 00 T 02 01 Typsektion 0 00 T 04 01 Typritning 0 40 K 20 01
Enskild väg EnV_362	Bro 15-1780-1	3	Enskild väg	Planskiss 0 00 T 02 02 Typsektion 0 00 T 04 01

Plats (läge)			Kommentar	Ritningar
Väg, vägavsnitt	Bro/ Annan plats	Grupp		
Km 0/000-0/250				Förslagsskiss 1 43 K 20 0 1
Enskild väg EnV_363 Km 0/000-0/280		3	Enskild väg	Planskiss 0 00 T 02 02 Typsektion 0 00 T 04 01
Enskild väg EnV_364 Km 0/000-0/100		3	Enskild väg	Planskiss 0 00 T 02 02 Typsektion 0 00 T 04 01
Enskild väg EnV_365 Km 0/000-0/100		3	Enskild väg	Planskiss 0 00 T 02 03 Typsektion 0 00 T 04 01
Enskild väg EnV_366 Km 0/000-0/390		3	Enskild väg	Planskiss 0 00 T 02 03 - 0 00 T 02 04 Typsektion 0 00 T 04 01
Enskild väg EnV_367 Km 0/000-0/560		3	Enskild väg	Planskiss 0 00 T 02 02 - 0 00 T 02 03 Typsektion 0 00 T 04 01
Enskild väg EnV_369 Km 0/000-0/200 Km 0/320-0/430		3	Enskild väg	Planskiss 0 00 T 02 04 Typsektion 0 00 T 04 01
Enskild väg EnV_368 Km 0/000-0/280		3	Enskild väg	Planskiss 0 00 T 02 05 Typsektion 0 00 T 04 01
Cykel- och vand- ringsled ca vid sek- tion km 1/000-1/200 Gc_372		4	Cykel- och vandningsled	Planskiss 0 00 T 02 01
Cykel- och vand- ringsled ca vid sek- tion km 4/000-4/450 Gc_375		4	Cykel- och vandningsled	Planskiss 0 00 T 02 04
Skogsbilväg ca vid sektion 1/700 (vänd- plan till befintlig enskild väg)		4	Skogsbilväg	Planskiss 0 00 T 02 02

Plats (läge)			Kommentar	Ritningar
Väg, vägavsnitt	Bro/ Annan plats	Grupp		
Skogsbilväg ca vid sektion 2/600 (vändplan till befintlig enskild väg)		4	Skogsbilväg	Planskiss 0 00 T 02 03
Skogsbilväg ca vid sektion 2/750 (vändplan till befintlig Väg 1640)		4	Skogsbilväg	Planskiss 0 00 T 02 03
Skogsbilväg ca vid sektion 5/600 Km 0/000-0/120		4	Skogsbilväg	Planskiss 0 00 T 02 05

Funktion

Väganläggningen ska vara utformad och utförd så att följande krav är uppfyllda:

- Vägverkets föreskrifter om tekniska egenskapskrav vid byggande av vägar och gator, vägregler, VVFS 2003:140
- Vägverkets föreskrifter om bärförmåga, stadga och beständighet hos byggnadsverk vid byggande av vägar och gator, VVFS 2004:31
- Vägverkets föreskrifter om tillämpning av europeiska beräkningsstandarder, VVFS 2004:43
- Vägutrustning 94. Dock gäller att terrängtyp ska vara terrängkategori som bestäms enligt Boverkets handbok Snö- och vindlast kap 2.21.
- TRVK Bro 11 2011:085 (i dokumentet kallad TRVK Bro)
- TK Geo 11, 2011:047 (i dokumentet kallad TK Geo). Vägar och broar i grupp 1 och 2 utförs i geoteknisk kategori 2. Vägar i grupp 3 och 4 utförs i geoteknisk kategori 1.

Väganläggningen ska vara utformad enligt bifogade plan- och profilritningar samt typritningar och förslagsskisser.

Avvikelse från i förfrågningsunderlaget angivna profilhöjder och planläge för Väg 27, med tillhörande trafikplatser, får göras enligt följande:

- KM 0/000-2/500 Delområde 1 "Viared - Tränningstorp": $\pm 2,0$ m i plan och $\pm 0,5$ m i profil
- KM 2/500- 4/000 Delområde 2 "Viskadalen": ingen
- KM 4/000- 5/550 Delområde 3 "Gässlösa - Kråkered": $\pm 2,0$ m i plan- och profil
- KM 5/550- 6/266 Delområde 4 "Kråkered": ingen

För övriga vägar gäller att avvikelser från i förfrågningsunderlaget angivna plan- och höjdlägen får göras med $\pm 1,0$ m i plan och $\pm 0,5$ m i profil.

Undantag där inga avvikelser får göras är där höjder är angivna på GC_376 i Osdal samt Lv_31 i Viared. Dock ska anslutningen av Lv_31 till Väg 27 följa VGU. All utformning ska utgå från ett trafiksäkerhetstänkande.

Trafikmiljön ska vara utformad förlåtande.

Oskyddade trafikanters behov ska vara beaktat.

Utformning ska ske med hänsyn tagen till landskapsbild, natur- och kulturmiljö samt hur bebyggelsen är lokaliserad.

Grundprincipen för vägområdets gestaltning, ska vara en vägkropp väl integrerad i det omgivande landskapet, på varje specifik passage. Ett övergripande projektmål i entreprenadskedet är, att skapa en god helhet mellan vägen och det omgivande landskapet. Den nya vägen ska dessutom ges ett individuellt karaktärsdrag som ger sträckan en egen identitet.

Bergskärningar utförs exponerade och täcks ej över. Detta för att undvika etablering av ett monotont ”väglanskap”, med höga, tekniskt korrekta eller gräsbevuxna slänter och istället använda och utnyttja bergets lokala karaktär för att berika gestaltningen av vägrummet. Se sektion och illustration under kapitel DB31c. Ytterslänt/ Berg//Grupp 1 och 2.

Vägbankar i odlingslandskapet ska underordnas det öppna landskapet. Detta kan ske genom modellering med särskilt flack släntlutning vid passagen av Viskans dalgång enligt principer redovisade på ritning 200 T 02 06. Det förutsätter dock att entreprenören tecknar separat avtal med Borås Stad för ianspråkstagande av erforderlig mark.

Utformnings- och gestaltungsstandarderna ska vara enhetlig för alla delar i väganläggningen.

Väganläggning inklusive sidoområden ska vara utformad, gestaltad och konstruerad:

- Trafiksäkert
- Vara tillgänglig med avsedd kapacitet
- Estetiskt tilltalande
- Miljöriktig
- Med god bärförmåga och stabilitet
- Med säkerhet mot upplyftning
- Beständiga
- Genomtänkta i helhet och detalj, med för platsen anpassade utformningar

Teknisk lösning

Vägar ska utformas med lägst den standard som redovisas av kontrakthandlingarnas plan- och profilritningar samt typritningar och förslagsskisser.

Utformningen ska ske inom de ramar som anges i förfrågningsunderlagets gestaltungskrav och med förutsättningar enligt kapitel B1 Vägtrafik. Standardnivån ska vara jämn.

Vid avvikelser från förfrågningsunderlagets profilutförande ska samspelet mellan vägens plan- och profilgeometri beaktas. Eventuella avvikelser får ej medföra ökade driftskostnader för ägare av korsande anläggningar eller väghållaren av aktuell väg. Avvikelse får ej medföra ”oskön linjeföring” genom olämplig kombination av geometriska element, se VGU Arbetsmetodik ”Val av linjeföring”.

Avvikelse från förfrågningsunderlagets profilhöjder får ej utföras inom område med kommunal detaljplan.

Framkomlighetskontroll ska göras för korsningar på allmänna vägar med typfordon Lsp, med utrymmesklass C.

Vid utformning och dimensionering av delar i väganläggning som omfattas av TRVK Väg (TRV 2011:072) ska gällande krav uppfyllas.

I de fall Entreprenören väljer eller det föreskrivs tekniska lösningar eller kända material enligt TRVK Väg (TRV 2011:072), TRVK Bro eller TK Geo 11, 2011:047 och krav på material eller utförande där åberopas genom hänvisning till AMA Anläggning 10, ska produktionsresultatet uppfylla krav enligt AMA Anläggning 10 med ändringar och tillägg enligt TRVAMA Anläggning 10 Rev 1 varvid krav ställda för kategori A eller bro i förekommande fall ska tillämpas. Dock gäller att krav enligt denna OTB ska uppfyllas.

Kravnivå för enskilda produkter, material eller varor ska uppfylla implementerade SS-EN standarder och där sådan saknas ska nivå på tillämplig egenskap specificerad i AMA Anläggning 10 med ändringar och tillägg enligt TRV AMA Anläggning 10 Rev1 uppfyllas, varvid krav ställda för kategori A eller bro i förekommande fall ska uppfyllas.

För material eller vara ska tillverkarens intyg visa att den tekniska livslängden minst motsvarar kraven på dimensionerande livslängd för den anläggningsdel eller den installation som material eller vara är avsedd för.

Ingående material ska ha sådana egenskaper att konstruktionsdelen i allt väsentligt behåller sina hållfasthetsegenskaper under hela den dimensionerande tekniska livslängden.

Om för material eller vara särskilda bestämmelser för SS-EN utgivits ska Entreprenören eller dennes leverantör genom kontroll eller intyg eller genom verifiering enligt nivå 1 visa att bestämmelserna för aktuell standard tillämpas i bestämmelserna angivna förutsättningar avseende till exempel utförande och samhörighet med andra standarder.

Material till obundna och bundna överbyggnadslager ska vara volymbeständiga och får inte visa tendenser till sönderfall. För material vars egenskaper inte är kända ska styvhetsmodul, frostisoleringsegenskaper, beständighet, tjälfarlighetsegenskaper och dränerande förmåga deklarerar. Med ej kända egenskaper menas alternativa material till de i TRVK Väg samt TK Geo 11, 2011:047

Kontroll

Under byggskedet ska Entreprenören följa upp och kontrollera i tillräcklig omfattning att beräkningsförutsättningar, beräkningsantaganden, materialegenskaper och lagertjocklekar samt övriga produktionsresultat och gjorda utfästelser för material och varor som förutsatts vid projekteringen överensstämmer med förutsättningar och antaganden som använts vid projekteringen.

Kontroll ska ske av utförd produktion och färdig väganläggning inför trafiköppning och under garantitiden.

Kontroll för del av väganläggning ska i övrigt ske på så sätt som anges under aktuell rubrik. Är kontrollmetod ej angiven gäller att kontroll ska ske enligt vedertagna och beprövade metoder eller enligt dokumenterade vetenskapliga metoder eller genom besiktning där besiktningsmannen avgör om alla krav uppfyllts.

Kontroll ska ske enligt av Entreprenören upprättat kontrollprogram.

Kontroll ska ske enligt upprättat kontrollprogram med tillhörande kontrollplaner enligt följande krav.

- Kontroll ska ske genom beräkning, provning (inklusive mätning) och besiktning.
- Kontroll vid projektering ska ske i huvudsak genom erforderliga kompletterande undersökningar samt kontroll av bärförmåga, stadga, geometrisk utformning etc. samt i övrigt genom kontroll av projekteringsresultat och arbetshandlingar på sätt som erfordras för att säkerställa att krav och utfästelser uppnås.

- Kontroll ska ske vid produktion, vid trafiköppning/slutbesiktning och under garantitiden på sådant sätt och i sådan omfattning att det kan verifieras att krav och utfästelser för tekniska lösningar och funktioner för färdig väganläggning och dess delar uppfylls enligt kontrakts- och arbetshandlingar. Där specifika krav på kontroll ställs ska dessa uppfyllas.
- Om tekniska lösningar refererar till TRVK Väg, TK Geo eller TRVK Bro ska kontroll ske på sätt som framgår av dessa. Där krav på material, varor eller utförande åberopas genom hänvisning till AMA ska kontroll ske enligt dessa skrifter med ändringar och tillägg enligt TRVAMA Anläggning 10, rev1, kategori A eller bro.
- I de fall tekniska lösningar inte refererar till ovannämnda publikationer ska en särskild specifikation avseende kontroll upprättas enligt TRVK Väg, kap 1.1.1 eller i förekommande fall enligt TRVK Bro, kapitel A.1.4.
- Kontroll av att material eller vara samt bestyrkande där en europeisk standard, SS-EN, finns ska ske genom deklARATION enligt standarden. Där sådan standard ej finns gäller att kontroll samt bestyrkande ska ske genom certifiering enligt nivå 1 enligt AMA Anläggning 10 kod YE eller genom tillverkarförsäkring enligt nivå 2- 4. Om ballastmaterialet är produktcertifierat enligt AMA Anläggning 10 YE Nivå 1 för ballastegenskaperna: krossytegrad, nötningsegenskaper, finmaterialkvalitet, petrografi och organisk halt anses dessa krav på material i färdigt lager vara uppfyllda.

D. Väganläggning// Grupp 1 och 2

Omfattning

Omfattning inklusive grupp tillhörighet anges i Tabell (D).1.

Funktion

Väganläggningen ska vara utformad och utförd så att lägst god standard uppfylls enligt krav i VGU inkl Supplement & Info. Väganläggningen i sin helhet inkl kantrensor måste rymmas inom det fastställda vägområdet.

Referenshastighet för Väg 27 är 80 km/h, förutom mellan Viaredsmotet och anslutningen med Viaredsvägen där referenshastighet är 50 km/h.

Väg 27 ska utformas med god nybyggnadsstandard för referenshastighet 80 km/h på sträckan 0/340 - 6/266 med undantag för sträckan 4/100- 4/500 där horisontalradien 420 m innebär att vägens planstandard är mindre god. Avsteget har gjorts för att undvika ett allt för stort intrång i Huvagårdsberget.

Väg 27 ansluts till Väg 40 till befintlig cirkulationsplats. Två utgående och två inkommande körfält.

Viared km 0/340, cirkulationsplats. I väster två inkommande och två utgående körfält

Tränningstorp km 2/300, fyrvägs korsning, väjningsreglerad, separata körfält för vänstersvägande trafik.

Trafikplats Osdal km 2/900-3/100, planskild trafikplats av klövertyp, separata körfält för på- och avfart.

Trafikplats Kråkered km 5/600-6/100, planskild trafikplats av klövertyp, separata körfält för på- och avfart.

Trafikplatserna Osdal och Kråkered utformas enligt klöverprincipen med åtskilda avfarter och påfarter. Ramperna utformas enligt bif. typ sektioner och med där angivna bredder.

Tvärfall och skevningsutjämning ska utformas enligt god standard i VGU. De högre värdena på tvärfall bör användas.

Rampernas sidoområden ska utformas enligt sidoområdestyp B enligt VGU, sektion landsbygd - vägrum, kap. 8.4 Detaljutformning av sidoområden. Erforderlig säkerhetszon för god standard enligt VGU ska säkerställas. Ytor inom trafikplatserna ska utformas så att anläggningen på ett estetiskt och trafiksäkert sätt anpassas till omgivande landskap.

Ett antal busshållplatser ingår i projektet, dessa ska utformas med standard minst enligt VGU (se även VGU info nr 13 augusti 2008). Innan byggnation ska samråd ske med Västtrafik och vid hållplatser på kommunal gata med Borås Stad.

På ny infart till Viareds industriområde ska fickhållplatser i båda riktningar anläggas. Hållplatsen i riktning mot Väg 27 förses med väderskydd. Erforderliga gångvägar ansluts till hållplatserna.

På Väg 27, km 2/800 anläggs en fickhållplats i östlig riktning inklusive gångvägar.

Vid trafikplats Osdal på Väg 1610 anläggs fickhållplatser i båda riktningar. Hållplatsen i sydlig riktning ska av trafiktekniska skäl utformas med en skiljande refug. Hållplatserna ska ha plats för en angörande och en väntande buss samt förses med erforderliga gångvägsanslutningar. Båda hållplatserna förses med väderskydd.

Vid trafikplats Kråkered på Väg 41 anläggs fickhållplatser i båda riktningarna. Båda hållplatserna förses med väderskydd. Gångvägsanslutningar ska anläggas till busshållplatserna samt en pendelparkering för 10 st bilar i anslutning till hållplatserna.

Fyra cirkulationsplatser ingår i projektet.

Teknisk lösning

Gässlösa km 3/700, Separat körfält för vänstersvägande trafik, väjningsreglerad. Högersväng från Väg 27 utförs enligt skiss i figur (D).1.

Varje rondell ska utformas som en enkel gräsyta infattad av råkantstöd av granit RV4 (visning 120 mm) satt i betong med motstöd av betong. Brätte ska utföras av storgatsten med minsta tjocklek 140 mm. Kantstöd mot köryta ska utföras med granit RF4 (visning 40 mm) satt i betong med motstöd av betong. Refuger utformas med råkantstöd av granit RF4 (visning 120 mm) satt i betong med motstöd av betong. Refugytor ska hårdgöras.

Resultterande lutning vid anslutning får vara högst 3 % på 25 meters längd.

Kommunala gator: utformas enligt bifogade typsektioner och med där angivna bredder.

- Viaredsvägen: Där gångväg är parallell med körbana ska kantstöd av betong anläggas med visning 120 mm.

Väderskydd ska vara av modell enligt bilaga 13. De levereras av Västtrafik och monteras av Entreprenören. Överkant betongplatta ska ligga i samma nivå som omgivande markyta, dvs det ska inte vara någon nivåskillnad. El dras fram i det högra bakre hörnet under sittbänken där en kopplingsplint finns. Hål för kabel finns i betongplattan (gult plaströr). Grusbädd för väderskydd ska ha tjocklek 80 mm och bestå av packad bergkross 0-40 mm. Total överbyggnad under väderskydd 0,5 m. Kontakt tas med Västtrafik, Peter Svensson tel 0500-464400, mobil 0703-423724. Avrop tre veckor före leverans av väderskyddet.



Figur (D).1. Skiss av högersväng från Väg 27 till Gässlösavägen (Lv_34).

D. Väganläggning// Grupp 3

Omfattning

Omfattning inklusive gruptillhörighet anges i Tabell (D).1.

Funktion

Väganläggning ska vara utformad och utförd enligt VV publikation 2001:9 (projektering och byggande av enskilda vägar), kap 3.3 - 3.5.

Vägprofil ska vara anpassad till omgivande mark med en jämn standard på vertikal och horisontal linjeföring och så att den nya vägen inte försvårar för boende och användandet av omgivande mark.

Korsning med väg tillhörande Grupp 1 ska uppfylla krav för sådan väg.

Gårdsanslutningar ska vara utformad med ändamålsenliga vilplan, lutningar och radier.

Teknisk lösning

Väganläggning ska vara utformad och utförd enligt VV publikation 2001:9 (projektering och byggande av enskilda vägar), kap 4 - 4.6. Anordningar för dräneringssystem och dagvattensystem vara utformade

och utförda i enlighet med TRVK Väg, kapitel 5, samt uppfylla kraven enligt Anläggnings AMA 10 med ändringar och tillägg enligt TRV AMA Anläggning 10 Rev1.

Kontroll

Kontroll ska ske enligt VV publikation 2001:9 (projektering och byggande av enskilda vägar).

D. Väganläggning// Grupp 4

Omfattning

Omfattning inklusive gruppstillhörighet anges i Tabell (D).1.

Funktion

Väganläggning ska utformas som en cykel- och vandringsled eller som skogsbilväg.

Skogsbilväg ska vara anpassad till omgivande mark med en jämn standard på vertikal och horisontal linjeföring och så att den nya vägen inte försvårar för boende och användandet av omgivande mark.

Skogsbilvägs anslutning till annan väg skall vara utformad enligt krav för respektive vägtyp de ansluter till

Teknisk lösning

Cykel- och vandringsled, Gc_372

För att inte göra allt för stora intrång i den kuperade terrängen föreslås vägen utföras med mycket låg standard. Träd och stubbar borttages på en bredd av 2,0 m. Befintligt humuslager banas av samt bärlager och obundet slitlager påförs på denna bredd.

Vid behov ska geotextil anbringas innan bärlager och obundet slitlager påförs.

Cykel- och vandringsled, Gc_375

För att inte göra allt för stora intrång i den kuperade terrängen föreslås vägen utföras med mycket låg standard. Träd och stubbar borttages på en bredd av 2,0 m. Om det kan utföras utan bergsprängning eller långa slänter ska befintligt humuslager banas av samt bärlager och obundet slitlager påförs med tvärfall max 8 % på denna bredd. Annars kan bredden på bärlager och slitlager minskas till 1,0 m. Längslutning ska vara max 10%. På korta sträckor kan 15% längslutning accepteras.

Vid behov ska geotextil anbringas innan bärlager och obundet slitlager påförs.

Skogsbilvägar

Där vägstandard inte anges på ritning eller i denna OTB ska skogsbilvägar utformas och utföras enligt Skogsstyrelsens skrift ”Anvisningar för projektering och byggande av skogsbilväg klass III och IV”, vägklass IV, enligt kapitel B.1 Vägtrafik. Skogsbilvägars/vändplaners läge på planskiss är ungefärligt och anpassas efter terrängen.

Kontroll

Kontroll av cykel- och vandringsled ska ske genom besiktning.

Kontroll av skogsbilväg ska ske enligt krav i Skogsstyrelsens skrift ”Anvisningar för projektering och byggande av skogsbilväg klass III och IV”.

DB. Vägkonstruktion

Funktion

Vägkonstruktion ska vara utformad och utförd så att krav på bärförmåga, stadga och beständighet är uppfyllda.

DB1. Vägkropp och undergrund// Grupp 1 och 2

Funktion

Vägkropp och undergrund ska vara utformad och utförd med dimensionerande tekniska livslängder enligt tabell (DB1).1

Tabell (DB1).1 Dimensionerande teknisk livslängd.

Bitumenbundna lager	20 år
Hydrauliskt bundna lager	40 år
Obundna lager	40 år
Undergrund och underbyggnad	40 år
Förstärkning av undergrund	80 år

I tabell (DB1).2 angivna krav på tjällyftning ska uppfyllas.

Tabell (DB1).2 Största tillåtna tjällyftning.

Väg, vägavsnitt	Maximal tjällyftning
Väg 27	40 mm
Ramper i tpl. Osdal och tpl. Kråkered	40 mm
Väg 1640 och Väg 1610	60 mm
Viaredsvägen	100 mm
Gässlösavägen	100 mm
GC-vägar	60 mm

Skillnad i tjällyftning mellan väg och anslutande väg ska högst vara 40 mm på vägskälskurvans längd.

Skillnad i tjällyftning i övrigt ska vara godtagbar med hänsyn till dimensionerande trafikbelastning enligt tabell (B).1. Ritningar och beräkningar ska visa hur risk för olägenheter minimeras vid övergång mellan terrassmaterial med olika tjällyftningsegenskaper. Terrassmaterialets tjällyftande egenskaper ska kontrolleras i byggskedet.

Vägkroppen ska dräneras på vatten men ej så att det får till följd att våtmarker dräneras.

Teknisk lösning

För att säkerställa att vägkroppen dräneras på vatten ska utökad underborrning ske till minst 1,5 m under terrassnivå. Berget ska vara losshållet till 1,5 m under terrassnivå. Stickprov kommer att tas av Beställaren. Undantaget är vid våtmarker där utökad underborrning ej är tillåten.

Kontroll

Kontroll sker genom besiktning under garantitiden via Beställarens upphandlade driftentreprenad.

Då skador eller lokal ojämnheter påträffas som kan vara orsakade av tjäle ska karteringen utföras av Entreprenören enligt i VVMB 120, avsnitt 8.

Föreligger misstanke om bärighetsrelaterade skador ska Entreprenören utföra provbelastning med fallvikt enligt VVMB 112 eller annan tillämplig beprövad metod. Sådan bärighetsmätning bör om möjligt utföras under senare delen av tjällossningen och/eller höst.

DB1. Vägkropp och undergrund// Grupp 1**Funktion**Jämnheter i längdled mätt med mätbil

I tabell (DB1).3 framgår gällande kravnivåer för vägbanans jämnheter i längdled mätt med mätbil.

Tabell (DB1).3. Krav avseende jämnheter i längdled vid otjälade förhållande mätt med mätbil.

Väg	Jämnhetskrav för 20m-sträckor		Jämnhetskrav för 400m-sträckor	
	Vid trafiköppning	Under garantitiden	Vid trafiköppning	Under garantitiden
Väg 27	IRI ≤ 1,50 för 95 % av sträckorna	IRI max=2,30 för 90 % av sträckorna IRI tillväxt ≤ 0,08 mm/m,år	$s \leq 0,5$ $x \leq (1,2 - 0,4s)$	$s \leq 0,6$ $x \leq (1,8 - 0,4s)$
Ramper i tpl. Osdal och Kråkered	IRI ≤ 2,0 för 95% av sträckorna	IRI max = 3,0 för 90 % av sträckorna IRI tillväxt ≤ 0,1 mm/m, år	$s \leq 0,6$ $\bar{x} \leq (1,6 - 0,4s)$	$s \leq 0,8$ $\bar{x} \leq (3,0 - 0,4s)$
Väg 1610 Väg 1640	IRI ≤ 1,80 För 95 % av sträckorna	IRI max=3,20 För 90 % av sträckorna IRI tillväxt ≤ 0,14 mm/m,år	$s \leq 0,6$ $\bar{x} \leq (1,5 - 0,4s)$	$s \leq 0,7$ $\bar{x} \leq (2,5 - 0,4s)$

Jämnhet i tvärled mätt med mätbil

I tabell (DB1).4 framgår gällande kravnivåer för jämnhet i tvärled-mätt med mätbil.

Tabell (DB1).4. *Krav avseende jämnhet i tvärled vid otjälade förhållande mätt med mätbil.*

Väg	Jämnhetskrav för 20m-sträckor		Jämnhetskrav för 400m-sträckor		Maximal spår-djupsutveckling, år 3 till år 5
	Vid trafiköppning	Under garantitiden	Vid trafiköppning	Under garantitiden	
Väg 27	Medelvärde för 20 m \leq 3,0 mm för 95 % av sträckan	Medelvärde för 20m \leq 15,0 mm på 90 % av sträckan	Medelvärde för 400m \leq 2,5mm på 95 % av sträckan	Medelvärde för 400m \leq 12,0 mm på 90 % av sträckan	1,4 mm/år
Ramper i tpl. Osdal och Kråkered	Medelvärde för 20 m \leq 3,0 mm på 95 % av sträckan	Medelvärde för 20m \leq 15,0mm på 90 % av sträckan	Medelvärde för 400 m \leq 9,0 mm på 90 % av sträckorna	Medelvärde för 400m \leq 10,0mm på 90 % av sträckan	1,0 mm/år
Väg 1610 Väg 1640	Medelvärde för 20 m \leq 5,0 mm på 95 % av sträckan	Medelvärde för 20 m \leq 15,0 mm på 90 % av sträckan	Medelvärde för 400 m \leq 14,0 mm på 90 % av sträckan	Medelvärde för 400m \leq 12,0mm på 90 % av sträckan	1,0 mm/år

Spår som på en 20-meterssträcka överskrider 15 mm under garantitiden ska åtgärdas på 20-meterssträckan samt 40 m före respektive efter sträckan. Krav efter åtgärd för sådant fel är max 5,0 mm för 20 m resp. max 4,5 mm för 400 m sträcka.

Jämnhet i längdled och tvärled mätt med rätskiva

Där möjligheter inte finns att mäta med mätbil enligt VVMB 122 gäller krav på jämnhet i längdled och tvärled mätt med rätskiva enligt VVMB 107 enligt tabell (DB1).5 för aktuell referenshastighet.

Tabell (DB1).5. *Jämnhet i längdled och tvärled mätt med rätskiva.*

Referenshastighet	Acceptansintervall för kontrollpunkt
VR 50 km/h VR 60 km/h	A o B : \leq 3 C : \leq 4 A-C o B-C : \leq 4
VR 70 km/h VR 80 km/h	A o B : \leq 2 C : \leq 4 A-C o B-C : \leq 3

Krav i tabell (DB1).5 gäller vid trafiköppning. Under garantitid gäller krav i tabell (DB1).5 multiplicerade med faktorerna :

- 1,5 för krav gällande i längdled.
- 4.0 för krav gällande i tvärled.

Intill broar gäller, utöver krav mätt med mätbil, att på en sträcka av 6,0 m före och 6,0 m efter brons övergångskonstruktion får ojämnheter i vägkonstruktionens beläggning inte vara större än 6,0 mm relativt en 5 m lång rätskiva utlagd i vägens längdriktning. Ett mått större än 10 mm mellan övergångskonstruktionen och underkanten på rätskivan godtas inte.

Beläggningsens överyta intill övergångskonstruktionen ska vara 5,0 mm högre än övergångskonstruktionens överyta med tolerans +3 resp. -2 mm.

Tvärfall, mätt med mätbil

I tabell (DB1).6 framgår gällande kravnivåer för tvärfallsavvikelse.

Tabell (DB1).6 Tvärfallsavvikelse vid trafiköppning/ slutbesiktning, mätt med mätbil.

Väg	Maximal tvärfallsavvikelse
Väg 27, 0/000-6/266	$s \leq 0,35$ \bar{x} inom $0 \pm (0,40-0,4s)$
Ramper i tpl. Osdal och Kråkered	$s \leq 0,40$ \bar{x} inom $0 \pm (0,45-0,4s)$
Viaredsvägen 0/100-0/600 Väg 1610, 0/000-0/500 Väg 1640, 0/000-0/640	$s \leq 0,45$ \bar{x} inom $0 \pm (0,50-0,4s)$

Resultanten (z) mellan längd- och tvärlutning får inte understiga 0,5 % på någon del av vägen. Detta ska särskilt observeras vid skevningsövergångar.

Vid bro är tillåten tvärfallsavvikelse noll i direkt anslutning till bron och tillåts öka linjärt till värdena i tabell (DB1).6 inom en övergångssträcka på 50 m.

Tvärfall, mätt med rätskiva

Där möjligheter inte finns att mäta med mätbil enligt VVMB 122 ska krav på tvärfallsavvikelse mätt med rätskiva enligt VVMB 107 gälla för aktuell tvärfallsklass enligt tabell (DB1).7.

Tabell (DB1).7. Tvärfallsavvikelse mätt med rätskiva vid slutbesiktning/trafiköppning.

Kontrollobjekt	Vägsträcka av 400 m längd eller körfält med 800 m längd.
VR 50 km/h	
Acceptansintervall vid trafiköppning/slutbesiktning.	$s \leq 0,45$ \bar{x} inom $\pm(0,55-0,46s)$
Acceptansintervall under garantitiden	$s \leq 0,70$ \bar{x} inom $\pm(0,75-0,46s)$
VR 80 km/h	
Acceptansintervall vid trafiköppning	$s \leq 0,40$ \bar{x} inom $\pm(0,50-0,46s)$
Acceptansintervall under garantitiden	$s \leq 0,65$ \bar{x} inom $\pm(0,70-0,46s)$

Tjällyftning

Vägkonstruktionen ska vara utformad och utförd enligt TRVMB 301. PMS Objekt är jämställd med TRVMB 301. Samtliga säsonger för VViS-station 1508 Viared, ca 500 m öster om Viaredsmotet längs Väg 40, ska beräknas med avseende på tjällyft och tjäldjup. Den säsong som ger största tjällyftet ska vara dimensionerande.

Sprickor

Sprickor får inte vara större än vad som motsvaras av sprickindex 5, bedömt enligt VTI meddelande 916:2001 (utveckling av nedbrytningsmodeller) samt Bära eller brista — Handbok i tillståndsbedömning av belagda gator och vägar.

Tjälsprickor får inte förekomma.

Lokala ojämnheter

Lokala ojämnheter får inte vara större än 6 mm mätt med 3 m lång rätskiva.

Potthål

Hål får inte förekomma.

Kontroll

Kontroll av färdig vägkonstruktion ska ske genom föreskriven provning och besiktning av vägbanan inför trafiköppning/slutbesiktning och under garantitiden.

Kontrollen är avsedd att verifiera krav på vägkonstruktionens funktioner samt att kraven på de olika lagrens tekniska livslängder kommer att uppnås.

Provning och besiktning av vägbanan ska ske vid tidpunkter som anges i tabell (DB1).8. Dock gäller att tvärfall kontrolleras endast vid mätning 1 samt att fallviktsmätning ska göras i anslutning till trafiköppning eller inom 1 månad från trafiköppning samt i anslutning till garantibesiktning.

Tabell (DB1).8 Mättilfällen.

Mätning 1	Vid trafiköppning eller inom 1 månad från trafiköppning
Mätning 2	År 2 under garantitiden
Mätning 3	År 3 ”
Mätning 4	År 4 ”
Mätning 5	Vid garantibesiktning

Bärförmåga, stadga och beständighet

Krav på bärförmåga, stadga och beständighet ska kontrolleras genom provning med fallviktsmätning samt genom bedömning av resultat från övrig kontroll av krav på vägbanan.

Fallviktsmätningarna ska enbart genomföras som kontroll på vägkonstruktioner som inte innehåller hydraulisk bundna lager enligt VVMB 112 samt utvärderas enligt VVMB 114 för data erhållna vid provbelastning av väg med FWD-apparat. Mätningarna ska om möjligt genomföras vid likvärdiga temperatur- och fuktighetsförhållanden samt redovisas för Beställaren efter varje mättilfälle och i sin helhet vid garantibesiktningen.

Jämnhet i längdled, tvärled och tvärfallsavvikelse mätt med mätbil

Kravnivåerna på vägbanans jämnhet i längdled och tvärled samt tvärfallsavvikelse angivna för de olika vägarna, ska kontrolleras genom mätning med mätbil enligt VVMB 122.

Utvärdering av IRI-tillväxt görs från mätning nr 3.

Storleken på initial förändring av IRI (mellan referensmätning (mätning nr 1) och mätning nr 2) ska bedömas och utvärderas i samråd med Beställaren.

Vid redovisning av mätbilens resultat ska sektionsangivelser för samtliga körfält överensstämja med vägens längdmätning i projektet. Resultat ska redovisas i tabeller samt grafiskt i diagram och på plankarta. Fel ska framgå tydligt. Mätvärdena ska också redovisas i digitalt format.

Referenspunkter för mätbilens mätningar sätts på kantbalk för broar eller i berg på ungefär var femte kilometer och ska vara automatiskt identifierbara för mätbilen.

Mätförfarande och beräkningar av kriterievariabler för vägytans jämnhet i längdled ska enligt tabell (DB1).9.

Tabell (DB1).9 Mätförfarande och beräkning av kriterievariabler för jämnhet i längdled mätt med mätbil.

Kontrollobjekt:	Ett körfält av 400 m längd. Samtliga kontrollobjekt undersöks.
Mätförfarande:	Mätning utförs med mätbil, mätningen ska utföras enligt VVMB 122.
Mätvariabler:	Mätvariabel (x), x= jämnhetsindex (IRI, mm/m, medelvärde för 20m-delsträcka). Medelvärdet för mätvariabeln i stickprovet $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x \text{ över } 400 \text{ m.}$
Kriterievariabler:	x, \bar{x} , s.

Mätförfarande och beräkningar av kriterievariabler för vägytans tvärfallsavvikelse ska ske enligt tabell (DB1).10.

Tabell (DB1).10 Mätförfarande och beräkning av kriterievariabler för tvärfallsavvikelse. mätt med mätbil.

Kontrollobjekt:	Ett körfält av 400 m längd. Samtliga kontrollobjekt undersöks.
Mätförfarande:	Mätning utförs med mätbil, mätningen ska utföras enligt VVMB 122 regressionslinjemetod.
Mätvariabler:	Mätvariabel (x), (x= medelavvikelse från riktvärde för ytans lutning tvärs vägen mätt i %) Medelvärdet för mätvariabeln i stickprovet $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x \text{ över } 400 \text{ m.}$
Kriterievariabler:	\bar{x} , s,

Jämnhet i längdled, tvärled och tvärfallsavvikelse mätt med rätskiva

Om mätning inte kan genomföras med mätbil enligt VVMB 122 ska mätning ske genom mätning med rätskiva enligt VVMB 107 och VVMB 908.

Jämnheten i längdled och tvärled mätt med rätskiva ska kontrolleras enligt tabell (DB1).11a och (DB1).11b samt aktuell referenshastighet.

Tabell (DB1).11a Mätförfarande och kriterievariabler för mätning av jämnhet i längdled och tvärled mätt med rätskiva.

Kontrollobjekt:	Vägsträcka av 400 m längd eller körfält med 800 m längd.
Stickprov:	n=15, kontrollpunkterna valda i längs- och tvärled inom kontrollobjektet enligt förfarande beskrivet i VVMB 107 och 908
Mätförfarande:	Mätning ska utföras enligt VVMB 107
Mätvariabler:	Avvikelse från rätskivenormal i var och en av rätskivans mätpunkter (1,2 och 3)
Kriterievariabler:	I varje kontrollpunkt: A: Rätskivenormal avvikelse i mätpunkt 1 B: Rätskivenormal avvikelse i mätpunkt 3 C: Rätskivenormal avvikelse i mätpunkt 2 Differens A-C och B-C Andel kontrollpunkter med godkända värden på samtliga kriterievariabler.

Tabell (DB1).11b Kriterier för godkännande av krav på jämnhet i längdled och tvärled mätt med rätskiva.

Referenshastighet	Urvalssannolikhet för kontrollobjekt	Antal godkända kontrollpunkter
VR 50 km/h - VR 90 km/h	1/2	12 av 15

Vid anslutning till bro gäller att kontroll av vägbanans jämnhet 6 m före och 6 m efter bro ska ske relativt en 5 m lång rätskiva lagd i vägen längdriktning. Beläggningsens höjd över övergångskonstruktionen mäts med samma rätskiva-

Beläggningsens överyta intill övergångskonstruktionen mäts med en rätskiva placerad över övergångskonstruktionen i färdriktningen och som har en längd som minst motsvarar övergångskonstruktionens längd i vägens riktningen plus 400 mm, dock minst 1 m.

Tvärfallsavvikelse mätt med rätskiva ska kontrolleras med rätskiva vid trafiköppning/slutbesiktning enligt tabell (DB1).12.

Tabell (DB1).12 Mätförfarande för mätning av tvärfallsavvikelse mätt med rätskiva vid slutbesiktning/trafiköppning.

Kontrollobjekt:	Vägsträcka av 400 m längd eller körfält med 800 m längd. Kontrollobjekt väljs för undersökning med urvalssannolikheten 1/2, se VVMB 908.
Stickprov:	n=15, kontrollpunkterna valda i längdlängd- och tvärled inom kontrollobjektet enligt förfarande beskrivet i VVMB 107 och VVMB 908
Mätförfarande:	Mätning utförs med 3 m rätskiva, med monterad lutningsmätare. Mätning ska utföras enligt VVMB 107
Mätvariabler:	Mätvariabeln är avvikelse från riktvärdet för lagerytans lutning tvärs vägen, mätt i procent.
Kriterievariabler:	\bar{x} , s,

Sprickor, lokala ojämnheter, potthål

Kontroll sker genom besiktning under garantitiden via Beställarens upphandlade driftentreprenad. Sprickor kommer att identifieras och analyseras (karteras) enligt Bära eller brista — Handbok i tillståndsbedömning av belagda gator och vägar.

DB11. Överbyggnad// Grupp 1

Funktion

Bärighet

Överbyggnad i vägkropp ska vara utformad och utförd enligt TRVK Väg, kap 4.7 med laster enligt kapitel 2.2. Särskild kravspecifikation ska upprättas enligt krav i kapitel 1.1.1 och ska redovisa och hänvisa till vetenskapliga metoder eller vedertagna och beprövade metoder.

Entreprenören ska därvid visa:

- vilka gränsvärden som måste uppnås för att avsedda egenskaper ska kunna erhållas
- vilka metoder som används för mätning och testning
- att antagna egenskaper erhålls
- vilka åtgärder som kommer att vidtas om antagna egenskaper inte erhålls

Frosthalka

Frosthalka som har sin orsak i val av material eller konstruktion får ej förekomma lokalt och oförutsett på vägbana.

Kontroll

Frosthalka

Kontroll sker genom besiktning under garantitiden via Beställarens upphandlade driftentreprenad.

DB11. Överbyggnad// Grupp 2

Funktion

Överbyggnad i vägkropp ska vara utformad och utförd med bärighet enligt TRVK Väg, dock gäller att DK 2 ska användas vid dimensionering.

Teknisk lösning

Överbyggnad i vägkropp ska vara utformad och utförd så att den uppfyller krav enligt TRVK Väg. Valda varor, material och utförande ska uppfylla krav i AMA Anläggning 10 med ändringar och tillägg enligt TRV AMA Anläggning 10 Rev1, kategori A eller Bro när sådan indelning finns.

DB11b. Slitlager

DB11bb. Bundet slitlager

Funktion

Friktion

Belagda vägar ska vid barmarksförhållanden ha ett friktionstal som inte understiger 0,5 bestämt enligt VVMB 104.

Friktionstalet i sidled får inte variera med mer än 0,25 vid något tillfälle.

För delar med yta mindre än 2,0 m av vägbanan samt vägmarkering ska friktionstalets medelvärde över en 1,0 m sträcka överstiga 0,45.

Stensläpp och bruksförluster

Stensläpp/bruksförluster får inte förekomma. Skillnaden i kontrolllytorna för skadat och oskadat parti mätt enligt SS-EN 13036-1 får högst uppgå till 20 %.

Kontroll

Friktion

Kontroll sker genom besiktning och provning under garantitiden via Beställarens upphandlade driftentreprenad. Kontroll kommer att ske enligt VVMB 104, Alternativ 2.

Kontroll av friktionstalet i sidled ska utföras genom mätning i två linjer varav en mätning i vänster hjulspår.

Kontroll av vägmarkeringars friktion ska ske enligt VVMB 501.

Stensläpp och bruksförluster

Kontroll sker genom besiktning under garantitiden via Beställarens upphandlade driftentreprenad. Sprickor kommer att identifieras och analyseras (karteras) enligt Bära eller brista — Handbok i tillståndsbedömning av belagda gator och vägar.

Om stensläpp/bruksförluster skulle iaktas ska omfattning bestämmas genom jämförelse mellan skadat och inte skadat parti enligt SandPatchmetoden SS-EN 13036-1.

Mätlängden för skadade sträckor delas upp i partier om 20 m sträckor för aktuellt arbetsdrag. På skadat 20 m parti görs 10 stycken mätningar i den yta eller de ytor som bedöms mest öppna. Medeltalet av dessa 10 mätvärden representerar respektive skadat 20 m parti.

Oskadade vägsträckor delas upp i partier med mätlängder <100 m. Mätningar ska ske på 10 st. slumpvis utvalda punkter på varje sådan sträcka. Medeltalet av dessa 10 mätvärden representerar respektive oskadat parti.

Värdet för varje skadat 20 m parti jämförs med värdet för oskadad beläggning.

DB11bb. Bundet slitlager// Grupp 3

Omfattning

EnV_365 ska ha bundet slitlager.

Funktion/ Jämnhet

Slitlagerytans jämnhet ska vara 4 mm på bundet underlag och 6 mm på obundet underlag mätt med 5 m rätskiva.

Kontroll/ Funktion/ Jämnhet

Kontroll ska ske vid slutbesiktning enligt följande:

- Jämnheten mäts som största tillåtna avvikelse från en 5 m lång rätskiva, lagd i godtycklig riktning.
- Lokala ojämnheter, t.ex. hål sten- och beläggningsläpp kontrolleras genom besiktning.

Teknisk lösning

Vägen ska utföras med minst 45 mm bitumenbundet slitlager.

Som slitlager accepteras återvinningsmassor från uppriven beläggning med en tjocklek av ca 6 cm eller minst 150 kg/m². Återvinningsmassorna ska vid utläggandet vara krossade eller uppfrästa. Krossning eller fräsning ska ha skett inom 1 månad före utläggandet. Massorna ska packas och vattnas rikligt vid utläggning. Arbetet ska redovisas i journal.

Fräsmassor från bitumenbunden beläggning som återanvänds ska förseglas inom 1 dygn efter utläggningen eller tidigare om risk för spår och materialförlust finns på grund av trafik. Förseglingen ska ha bindemedelstyp BE60R kalkylvärdet ska vara 2,0 kg per m², stenstorleken ska vara 2–6 mm.

Kontroll/ Teknisk lösning

Tjockleken ska kontrolleras genom mätning före och efter utläggning. Sådan mätning ska utföras var 20:e m i minst tre punkter per sektion.

DB11bc. Obundet slitlager// Grupp 3

Omfattning

EnV_36Viared, EnV_361, EnV_362, EnV_363, EnV_364, EnV_366, EnV_367, EnV_368 och EnV_369 ska ha obundet slitlager.

Funktion

Slitlagerytans jämnhet ska vara 9 mm mätt med 3 m rätskiva.

Tvärfall för vägbana ska inte understiga 3 %.

Teknisk lösning

Micro-Devalvärden bestämt enligt SS-EN 1097-1 får inte överstiga 30. Micro-Devalvärden ska ej heller vara under 7.

Obundna slitlager ska dammbindas med kalciumklorid, ca 0,5 kg/m², emulsion eller likvärdigt.

Kontroll

Kontroll vid slutbesiktning av jämnhet ska ske genom mätning av avvikelse från en 3 m lång rätskiva, lagd i godtycklig riktning på grusslitlagret. Vid kontroll av tvärfall ska rätskiva var utrustad med lutningsmätare.

Rätskiva och lutningsmätare ska uppfylla krav enligt VVMB 107.

Nötningsegenskaperna för material i färdigt lager ska kontrolleras enligt SS-EN 1097-1. Provtagning ska ske minst en gång per 20 000 m², dock minst två gången per objekt och täkt.

Tjockleken på obundna slitlager ska kontrolleras genom avvägning före och efter utläggning. Sådan avvägning ska utföras var 20:e m med minst tre punkter per sektion.

Materialprov ska tas på färdigt lager enligt TRVMB 611.

DB11bc. Obundet slitlager// Grupp 4

Funktion

Obundna slitlager ska utföras med 15 mm jämnhetstolerans mätt med 3 m rätskiva.

Teknisk lösning

Micro-Devalvärden bestämt enligt SS-EN 1097-1 får inte överstiga 30. Micro-Devalvärden får inte heller vara under 7.

Tjockleken på obundna slitlager ska vara 50 mm.

Obundna slitlager ska utföras homogent och fritt från separationer.

Obundna slitlager ska dammbindas med kalciumklorid, ca 0,5 kg/m², emulsion eller likvärdigt.

Kontroll

Kontroll av jämnhet ska ske vid slutbesiktning genom mätning av avvikelser från en 3 m lång rätskiva, lagd i godtycklig riktning på grusslitlagret.

Vid kontroll av tvärfall ska rätskiva vara utrustad med lutningsmätare.

Rätskiva och lutningsmätare ska uppfylla krav enligt VVMB 107.

Tjockleken på obundna slitlager ska kontrolleras genom avvägning före och efter utläggning. Sådan avvägning ska utföras var 20:e m med minst tre punkter per sektion.

DB11cc. Obundet bärlager// Grupp 3

Funktion

Bärlagrets överyta ska utföras med 9 mm jämnhet sett över 3 m.

Teknisk lösning

Nötningsegenskaperna för material i färdigt lager uttryckt som Micro-Devalvärde bestämt enligt SS-EN 1097-1 får inte överstiga 30.

Bärlager ska utföras homogent och fritt från separationer.

Kontroll

Kontroll av jämnhet ska ske genom mätning av avvikelser från en 3 m lång rätskiva, lagd i godtycklig riktning på bärlagret.

Nötningsegenskaperna för material i färdigt lager ska kontrolleras enligt SS-EN 1097-1. Provtagning ska ske enligt TRVMB 611 minst en gång per 20 000 m², dock minst två gånger per objekt och täkt.

Tjockleken på bärlager ska kontrolleras genom avvägning före och efter utläggning. Sådan avvägning ska utföras var 20:e m med minst tre punkter per sektion.

Packningsresultat ska redovisas i journal.

Materialprov för kontroll av kornstorleksfördelning ska tas på färdigt lager.

Materialprov ska tas på färdigt lager enligt TRVMB 611.

DB11cc. Obundet bärlager// Grupp 4

Funktion

Bärlagret ska utföras med 15 mm jämnhetstolerans sett över 3 m.

Teknisk lösning

Nötningsegenskaperna för material i färdigt lager uttryckt som Micro-Devalvärde bestämt enligt SS-EN 1097-1 får inte överstiga 30 för vägar utan beläggning.

Bärlager ska utföras homogent och fritt från separationer.

Bärlagrets tjocklek för cykel- och vandringsleder ska vara 150 mm.

Kontroll

Kontroll av jämnhet ska ske genom mätning av avvikelser från en 3 m lång rätskiva, lagd i godtycklig riktning på bärlagret.

Tjockleken på bärlager ska kontrolleras genom avvägning före och efter utläggning. Sådan avvägning ska utföras var 20:e m med minst tre punkter per sektion.

Packningsresultat ska redovisas i journal.

DB11d. Förstärkningslager// Grupp 3

Funktion

Förstärkningslagret ska utföras med 12 mm jämnhetstolerans sett över 3 m.

Teknisk lösning

För material i färdigt lager på vägar med obundet slitlager får Micro-Devalvärdet bestämt enligt SS-EN 1097-1 inte överstiga 30.

Förstärkningslager ska utföras homogent och fritt från separationer.

Kontroll

Kontroll av jämnhet ska ske genom mätning av avvikelser från en 3 m lång rätskiva, lagd i godtycklig riktning på förstärkningslagret.

Tjockleken på förstärkningslager ska kontrolleras genom avvägning före och efter utläggning. Sådan avvägning ska utföras var 20:e m med minst tre punkter per sektion.

Packningsresultat ska redovisas i journal.

Materialprov för kontroll av kornstorleksfördelning ska tas på färdigt lager enligt TRVMB 611.

DB11d. Förstärkningslager// Grupp 4

Funktion

Förstärkningslager ska utföras med 12 mm jämnhetstolerans sett över 3 meter.

Teknisk lösning

För material i färdigt lager på vägar med obundet slitlager får Micro-Devalvärdet bestämt enligt SS-EN 1097-1 inte överstiga 30.

Förstärkningslager ska utföras homogent och fritt från separationer.

Kontroll

Kontroll av jämnhet ska ske genom mätning av avvikelser från en 3 m lång rätskiva, lagd i godtycklig riktning på förstärkningslagret.

Tjockleken på förstärkningslager ska kontrolleras genom avvägning före och efter utläggning. Sådan avvägning ska utföras var 20:e meter med minst tre punkter per sektion.

Packningsresultat ska redovisas i journal.

Materialprov för kontroll av kornstorleksfördelning ska tas på färdigt lager enligt TRVMB 611 minst en gång per 45 000 m² dock minst två gånger per objekt och täkt.

DB3. Konstruktion i sidoområde

DB31. Slänt

Funktion

Slänter ska vara utformade och utförda så att de harmonierar med omgivningens terrängform, vegetation och jordmån. Flacka lutningar och mjuka, rundade övergångar till den angränsande marken ska utföras.

Slänterna ska, i övergång mot befintlig väg, anpassas till dessa så att övergången inte kan uppfattas av trafikanterna.

Den flacka slänten medger att räcken endast används där det är nödvändigt med hänsyn till bankhöjd eller av andra säkerhetsskäl.

Lösa stenar och block får inte finnas i slänter.

Erosion i slänter får inte förekomma.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

DB31. Slänt// Grupp 1 och 2

Funktion

Vägens sidområden utformas enligt sidområdestyp B enligt VGU, Sektion landsbygd – vägrum, kap 8.4 Detaljutformning av sidområden.

Utformning av slänter ska ske med hänsyn till risk för avkörning enligt VGU, Sektion landsbygd – vägrum.

Vid öppna landskap och låga bankar ska slänter utformas så att räcken undviks om detta medges med hänsyn till vägområdets utbredning.

Längden på övergångar mellan bank och skärning ska vara väl tilltagen. Släntkrön och slänthot avrundas och mindre klackar får inte finnas inom säkerhetszonen.

I gräns mot befintlig väg ska slänterna vara utformade så att övergången mellan etapper inte kan upplevas efter färdigställandet, vare sig vad gäller modellering eller återvegetering.

Avschaktningar och tryckbankar ska ges en platsanpassad modellering och jordtäckas, så att de anpassas till omgivande marks lutningar och markanvändning.

Teknisk lösning

Jordschaktning, krav på utförande: Jordslänter ska läggas i lutning 1: 2 eller flackare, om inte annat anges på broskisser eller i denna beskrivning. Alla jordslänter ska utformas så att en mjuk övergång mot omgivande terräng uppnås. Släntavrundningar utformas enligt VGU eller mjukare.

Om Entreprenören har överskott av mjuka massor kan denne, efter överenskommelse med Borås Stad och i samråd med beställaren, använda massorna för terrängmodellering av den södra vägbanken på ömse sidor om Viskan. (km 2/950-3/700).

En hagyta anordnas vid sektion ca km 2/900-3/100 på norra sidan Väg 27 mellan Gc_376 och ridhuset, se ritning 200T0206. Hagytan förses med ett 200 mm tjockt slitlager bestående av befintligt material (sand) från den befintliga uppställningsytan som schaktas ner. Hagytans underliggande lager ska vara väl-dränerat.

Uppställningsyta för personbilar och hästtransporter anordnas vid sektion ca km 3/100-3/200 på norra sidan Väg 27 mellan EnV_365 och Gc_376, se ritning 200T0206. Uppställningsytan dimensioneras för större hästtransporter (totalvikt 25 ton) med ett slitlager (50 mm) bestående av 0-18. Det ska vara möjligt att köra in från EnV_365 till uppställningsytan längs hela sträckan.

I Trafikplats Osdal får ej uppfyllnad över profillinjenivå för Väg 27 och dess ramper ske.

DB31c. Ytterslänt/ Berg// Grupp 1 och 2

Funktion

Slutlig bergkontur ska beakta ställda krav i denna handling och i enlighet med förslagsfoto, se figur (DB31c).1.

Bergytterslänt utformas naturliknande.

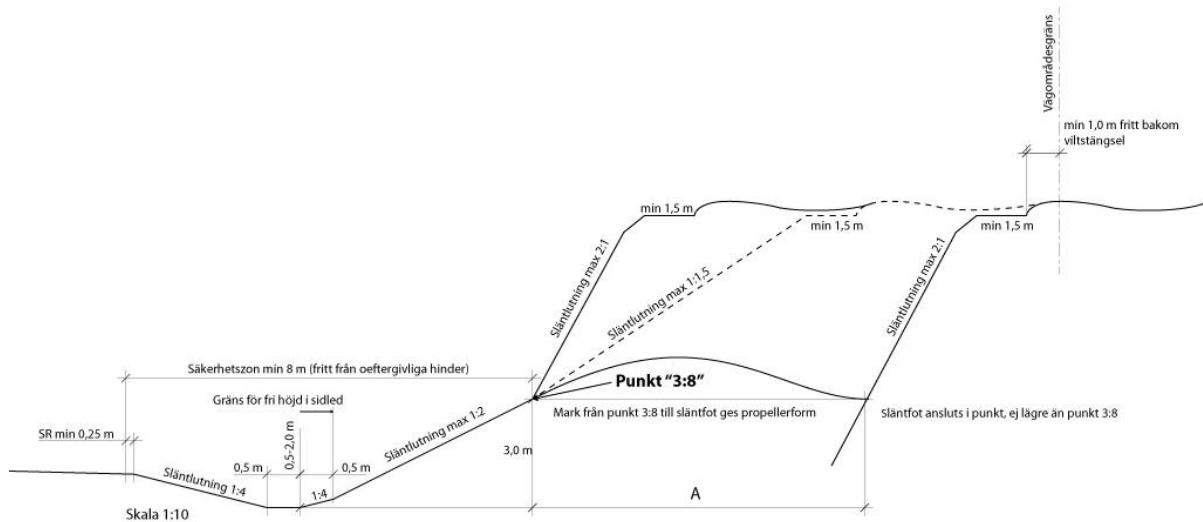
Med naturliknande menas att en traditionell, tekniskt korrekt bergskärning med synliga pipor inte utförs. Bergschaktning görs utan ”konturhål” som är parallella till bergyttervägg. Berget ska med sin karaktär hos den lokala bergarten användas för att gestalta vägrummet och skapa den förankring/integrering i landskapet som är avsikten i projektet och för att undvika ett monotont ”väglanskap”.



Figur (DB31c).1 Illustration av ambitionen med "naturliknande" bergskärningar, exemplifierat med passage längs Väg E6 i Småröd, söder om Munkedal. Här har en anpassning till och ett arbete med bergets naturliga foliering och sprickor gjort det möjligt att skapa en skärning som berikar vägrummet visuellt, jämfört med såväl en brantare traditionell bergskärning med synliga borrhypor, eller en flackare bergskärning men som senare täckts över (jfr den gräsbevuxna slänten där det synliga berget slutar i bildens högra del).

Sprängda bergslanter ska utformas så att de är så naturlika som möjligt för att anpassa vägmiljön till övrig miljö. Inga synliga borrhypor ska finnas kvar efter sprängning och bergrensning.

Bergslanter ska vara stabila och risk för nedfallande block ska ej finnas.

Teknisk lösning

Figur (DB31c).2. Typsektion "Skärning, hög" modifierad för projektet.

Bergskärningar får utföras med maximal lutning 2:1. Hela skärningen inklusive sido- områden för faunastängsel ska rymmas inom arbetsområdet.

Synlig släntfot i bergslänt ska vara placerad minst 8 m från belagd väkant och 3 m över dikesbotten, se punkt "3:8" i figur (DB31c).2.

Bergslänt ska oberoende av släntlutning bergrensas och spolras till fast berg. Alternativ till spolning är blåsning. Inget löst material får finnas kvar i slänten efter spolning/blåsning. Slänten får ej täckas med något material.

Om avståndet A i figur(DB31c).2 är mindre än 4 m och slänterna är brantare än 1:1,5 ska slänten förstärkas med erforderlig ytförstärkning.

Jordavrymning bakom släntkrön ska utföras till bergytan och minst 1,5 m utanför slutligt släntkrön. Vid blockutfall i släntkrön ska jordavrymningen anpassas så att det är 1,5 m avrymt utanför krönet.

För passagera km 4/480 till 4/560 (bägge sidor) 4/560 till 4/580 (norra sidan), 5/340 till 5/450 (södra sidan) samt kl 5/400 till 5/460 (bägge sidor) ska Beställare (projektledning, bergtekniker och gestaltungsansvarig informeras efter avtäckning och beredas tid och möjlighet att göra en fältsyn. Inför fältsynen ska yttre gräns för säkerhetszon, projekterad släntfot och projekterat släntkrön sättas ut längs hela den aktuella skärningen. Efter fältsyn och i samråd med Beställaren ska Entreprenören ta fram förslag till utformning.

Entreprenören har oinskränkt ansvar för skador uppkomna vid kast i samband med sprängning under entreprenadtiden, detta ansvar har ingen tidsbegränsning. Eventuellt identifierade skador för skog, mark, fastigheter o.dyl. ska vara slutreglerade med fastighetsägaren innan slutbesiktning.

Bergytterslänter med lutning brantare än 1:1 ska uppfylla krav enligt bergschaktningsklass 2 i Anläggnings AMA 10, tabell och figur CBC/2.

Entreprenören ska kalla Beställaren för kontroll av slänter efter sprängning och utlastning men innan förstärknings- och bergrensningsarbeten utförts.

Entreprenören ska upprätta och leverera arbetsberedningar.

Sprängplan ska vara tillhanda till Beställaren innan första sprängningen utförs. Entreprenören ska sedan leverera ny sprängplan till Beställaren vid ändringar.

Kontroll

Uppfyllelse av målet om naturliknande utförande av bergslänter säkerställs genom besiktning.

DB32. Vall, skärm/ Bullerskyddsskärm och bullerskyddsvall/

Funktion

Bullerskyddsåtgärdernas funktion är att skärma av luftburet ljud från vägtrafik genom att utgöra en helt tät yta från markyta och upp till krön.

Föreskrivna bullerskyddsskärmar eller bullerskyddsvallar får förutsättas uppfylla funktionskraven för de byggnader och miljöer de är avsedda att skydda. Nya beräkningar för bullerskyddsåtgärder ska utföras om vägbanans eller sidoområdets utformning innebär förändrade beräkningsförutsättningar. Årtal för beräkning ska vara år 2035 och för trafikmängd ska 13500 fordon ÅDT förutsättas. Andel tung trafik ska förutsättas vara 18% av den totala trafiken.

Bullerskyddsskärmar ska ha en beständighet motsvarande 20 års teknisk livslängd. Fundament till bullerskyddsskärmar ska ha en beständighet motsvarande 40 års teknisk livslängd.

Vid anläggning av skärm i lutande terräng ska skärm trappas.

Kontroll

Kontroll ske genom besiktning.

DB32. Vall, skärm/ Bullerskyddsskärm och bullerskyddsvall / Bullerskyddsvall// Pickesjön

Funktion

Bullerskyddsvall ska skydda området Pickesjön med känslig fågelfauna, häckande storlom, och sjön som är välbesökt som rekreationsområde.

Teknisk lösning

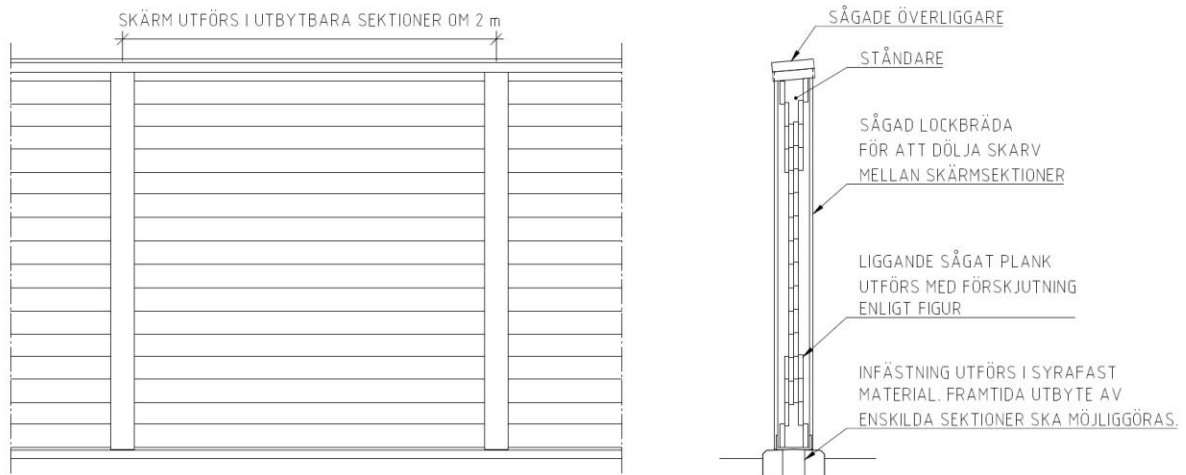
Vid Pickesjön ska en bullerskyddsvall med krönhöjd minst 2 m ovan vägbanans profilhöjd uppföras som första arbetsmoment så snart en byggväg finns i väglinjen på delsträcka ca km 1/150 – 1/270. Denna vall ska vara utformad med brant lutning mot bullerkällan (1:2). Vallen vid Pickesjön ska utformas med krönet svagt rundat i tvärsektion och i längdled variera mjukt i höjd men får ej understiga krönhöjd enligt ovan.

DB32. Vall, skärm/ Bullerskyddsskärm och bullerskyddsvall// Tränningstorp

Teknisk lösning

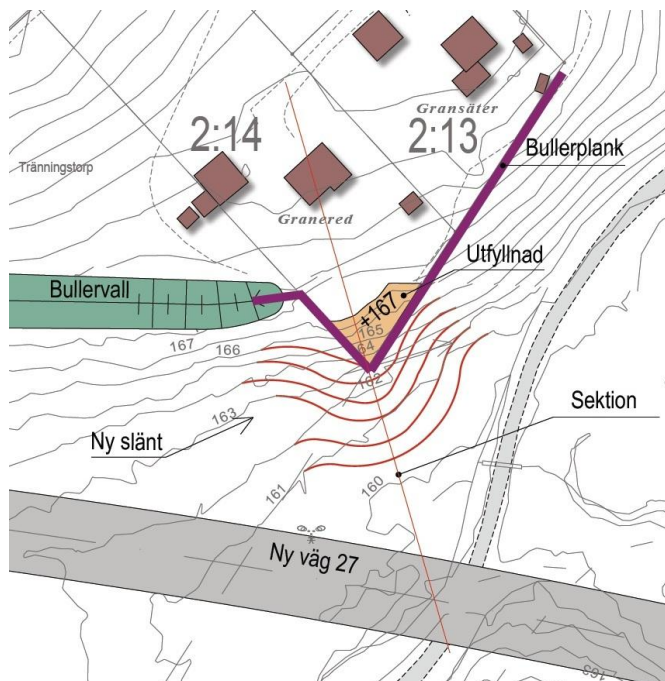
Bullerskyddsåtgärden ska vara minst 2 m över projekterad eller befintlig marknivå.

Bullerskyddsskärmar ska utformas enligt Figur (DB32).1. Skärmar ska vara av sågat virke, impregnerat i lägst träskyddsklass AB.

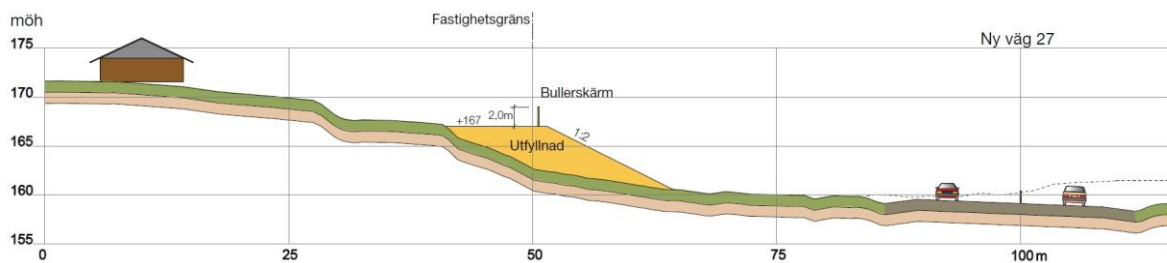


Figur (DB32).1. Utformning av bullerskärm, elevation och sektion

Bullerskyddsåtgärder ska utföras vid fastigheterna Osdal 2:13 och 2:14, se ritning 0 00 T 02 02 och 0 00 T 02 03. Utformningsprincipen för bullerskyddsgårderna beskrivs i Figurer (DB32).2 och (DB32).3. På en del av sträckan kan det bli aktuellt att kombinera bullerskyddsvall och bullerskyddsskärm. I åtgärden ingår uppfyllnad på en mindre del av fastighet Osdal 2:14.



Figur (DB32).2. Plan, förslag på bullerreducerande åtgärder vid Tränningstorp (Osdal)



Figur (DB32).3. Sektion, förslag på bullerreducerande åtgärder vid Tränningstorp (Osdal)

Slutgiltig placering och utformning av bullerskyddsskärmar och bullerskyddsvallar ska ske i samråd med beställaren.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

DB33. Vegetation

Funktion

All ny vegetation ska på förekommande platser ansluta till landskapets växtlighet. Gräs, örter o.d. i avbaningsmassor ska bidra till anläggningens anpassning mot omgivande landskap och ge upplevelsen av ett naturligt grönt och med årstiderna varierande sidoområde.

Teknisk lösning

Vegetationsjorden avbanas och lagras i strängar vars höjd anpassas till geotekniska förutsättningar, dock ej högre än att en luftomsättning och dränerande förhållanden bibehålls.

Avbaningsmassorna ska läggas tillbaka på motsvarande markavsnitt där de hämtades. Massor från olika områden med olika fröbanker och av olika jordarter ska inte blandas.

Där tillvaratagna avbaningsmassor föreskrivs återföras ska massorna vattnas under hela första växtsäsongen så de fröer och rottdelar som finns i massorna slår rot och kommer i god tillväxt.

Innan avbaningsmassorna läggs ut, ska större stenar och rötter rensas bort för att medge slätter i driftskedet. För att möjliggöra etablering av vegetation, ska lagertjockleken som läggs ut vara min 0,2 m. Eftersom porös jord underlättar etablerandet av vegetation, ska de avbaningsmassor som läggs ut absolut inte packas.

Kontroll

Kontroll ska genom besiktning.

DB33. Vegetation// Bro 15-1780-1 över Väg 27 öster om Pickesjön

Funktion

Funktionen för bron är att utgöra en trygg skyddad plats för djur som vill röra sig över Väg 27 utan att störas av trafik och människor. Vegetation i kombination med skärmar närmast betongbarriären och utmed vägen i dess längdriktning, skyddar mot ljud och ljus från biltrafiken.

Den skyddande funktionen ska uppnås genom att förse bron med vegetation. Denna vegetation ska tillåtas att växa upp till ca 1 m över skärmens överkant.

Teknisk lösning

Jordlagret på bron ska bestå av 400 mm fukthållande avbaningsmassor samt 200 mm tillvaratagen vegetationsjord. Entreprenören ska tillse att det bildas buskage och låga träd och vid markskiktet även sly, gräs och örter och ett naturligt marktäcke. Därefter ska plantering ske med följande arter; brakved, hassel, slån, olvon, fläder, hallon och björnbär.

Alla öppna markytor i anslutning till bron ska tätas och täckas med jord eller sand från närliggande område och därefter förses med avbaningsmassor. Ytor från bron till angränsande skogsområde ska utföras likt plantering på bron.

Drift- och underhållsplan ska upprättas för skötsel av vegetation och markytor på och i anslutning till bron.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

DB33. Vegetation/ Gräs, örter o.d. //km 0/000 – 2/950 och km 3/700 – 6/266

Omfattning

Slänter och utfyllnadsområden tillhörande grupp 1 och 2.

Funktion

Arter i gräsfröblandningar ska vara lågväxande och tåliga för begränsade skötselinsatser samt väl anpassade till ståndorten och bidra till biologisk mångfald.

Teknisk lösning

På sträckan ska vegetationsskiktet banas av, förvaras och därefter återläggas på samma plats.

Slänter påföres avbaningsmassor och stödsås.

Stödsådd av gräs utförs med ca 30 % av normal frömängd. Hälften av gräsfrömängden ska bestå av för området anpassad fröblandning.

DB33. Vegetation/ Gräs, örter o.d. //km 2/950 - 3/700

Omfattning

Slänter och utfyllnadsområden för alla vägar mellan km 2/950 – 3/700.

Funktion

Jordmånen på sträckan har som funktion att efter anläggningen är utförd återskapa hög biologisk mångfald på vägslänter i markytan. I den befintliga tillvaratagna jordmånen finns särskilt värdefull fröbank och rotdeklar från gräs och örter. Fröbanken gynnar en naturlig återetablering av de arter som fanns på platsen innan vägarbetet

Efter färdigställande innebär funktionen att vara livsmiljö för gräs och örter med särskilt högt naturvärde som blir livsmiljö även för småkryp, insekter som fjärilar och liknande från omgivande naturmark som kan sprida sig in i vägområdet.

Genom den kontinuerliga slätter som sedan sker av vägrenar varje år bibehålls funktion sedan den speciella växtmiljö som ibland endast finns i en "hävdad" (kontinuerligt klippt) gräsyta med stor biologisk mångfald som också har stora estetiska värden, några av delområdena ofta lik en sommaräng.

Teknisk lösning

Torv får ej hanteras i detta område.

Grässådd får ej utföras i detta område. Gräs förutsätts självvetablera.

Slänter ska förses med tillvaratagen jordmån från sträckan innehållande värdefull fröbank och rotdeklar med särskilt högt naturvärde. Åtgärden är en så kallad kompensationsåtgärd enligt Miljöbalken för att kompensera för den förlust av arter som sker vid vägens anläggande.

Jordmån från de fem olika delområdena beskrivna i kap C1. Befintlig mark och miljö/vegetation, jordmån//2/950 – 3/700, ska hållas åtskilda och återföras på vägslänter inom respektive delsträcka.

DB4. Dräneringssystem

DB4. Dräneringssystem// Grupp 1

Funktion

Dräneringssystem i vägkonstruktion ska vara utformat och utfört så att de egenskaper, som förutsatts eller antagits hos ingående material i vägkonstruktionen, säkras över tiden.

Flöden ska beräknas enligt VVMB 310.

Dräneringssystem ska säkra att:

- risk för skred eller uppflytning ej uppkommer.
- bärförmåga, staga och beständighet är acceptabel.
- portrycket under dimensioneringsperioden inte överstiger det som förutsatt vid dimensionering av vägkonstruktionen.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning och mätning.

DB41. Dräneringsledning// Grupp 1

Funktion

Dränledning ska ha god hydraulisk kontakt med överbyggnaden eller annan del i konstruktionen den är avsedd att dränera.

Rör ska uppfylla krav på deformation, toleransklass A, enligt Svenskt Vatten P91.

Teknisk lösning

Ledningar till dränering ska minst ha innerdiametern 100 mm.

Endast dräneringsrör i raka längder med slät insida får användas som dräneringsledning. Där dränering av undergrund behöver utföras får dräneringen utföras med plastfilterdrän.

Dränledningar och plastfilterdräner ska placeras utanför belägningskant.

Rör och rördelar av PVC och PP ska uppfylla kraven för märkning med Nordic Poly Mark.

Kontroll

Kontroll ska ske genom mätning och besiktning.

DB42. Dräneringsbrunn, rensbrunn// Grupp 1

Teknisk lösning

Dräneringsbrunn eller rensbrunn ska placeras på max c/c-avstånd 80 m samt vid eventuella brytpunkter.

Drän- och rensbrunn på dränledning ska vara utformad och utförd enligt TRVK Väg, kapitel 5.3.6.2 och 5.3.6.3.

Brunn och brunnsdelar av PVC och PP ska uppfylla kraven för märkning med Nordic Poly Mark.

Kontroll

Kontroll ska ske genom mätning och besiktning.

DC. Vägbro**Funktion**

Vägbroar ska dimensioneras för ÅDT enligt avsnitt B, tabell (B.1).1.

Krav på utformning och gestaltning framgår, i förekommande fall, av beskrivning, typritningar eller förslagsskisser för respektive bro.

Anläggningar ska vara utformade så att tillsyn, drift och underhåll kan utföras effektivt.

Mått som följer av dimensioneringskrav gäller före mått uppmätta på förslagsskisser och typritningar.

Eventuella stödmurar ska utföras med en teknisk livslängd på 80 år.

Teknisk lösning

Synliga betongytor ska formsättas med brädor. Avsteg från formsättningskraven i TRVK Bro, D.1.4.6, anges under aktuell kod och rubrik.

Horisontell gjutfog får inte placeras i synliga ytor på vingmurar, sidoskärmar eller ramben.

På synliga ytor ska formsteg av kompositmaterial eller rostfritt material användas.

Negativa lager godtas ej.

Synliga voter utöver de på typritningar eller förslagsskisser visade får ej utföras.

Eventuella stödmurar ska utföras i platsgjuten betong.

Kontroll

Vid tillämpning av SS-EN 1090-2 ska Trafikverkets krav enligt TRV AMA Anläggning 10, bilaga TRV GBD/3 gälla.

Stumsvetsade skarvar i huvudkonstruktion oavsett plåttjocklek ultraljudprovas till 100 % och magnetpulverprovas till minst 25 %.

DC. Vägbro// GC-bro 15-1778-1 över Väg 27 i Viared**Funktion**

Bron ska ansluta till GC-väg 371.

Bron ska placeras symmetriskt över Väg 27. Fria avståndet mellan framkant landfästen ska vara minst 36,0 m.

Fri höjd över Väg 27 ska vara minst 4,70 m.

Brons vertikalradie i bromitt ska vara mellan 700 och 1000 m så att godtagbar avvattning erhålls. Bro 15-1778-1 och 15-1779-1 ska utformas med samma vertikalradie.

Teknisk livslängd ska vara 80 år.

Teknisk lösning

Bron ska utformas enligt detaljer på Typritning 0 40 K 20 01.

Bron ska utföras i betong.

DC. Vägbro// Bro 15-1779-1 över Väg 27 väster om Pickesjön**Funktion**

Bron ska ansluta till EnV_361.

Bron ska placeras symmetriskt över Väg 27. För att erhålla öppenhet ska det fria avståndet mellan framkant landfästen vara minst 34,0 m.

Fri höjd över Väg 27 ska vara minst 4,70 m.

Brons vertikalradie i bromitt ska vara mellan 700 och 1000 m så att godtagbar avvattning erhålls. Bro 15-1778-1 och 15-1779-1 ska utformas med samma vertikalradie.

Teknisk livslängd ska vara 80 år.

Teknisk lösning

Bron ska utformas enligt detaljer på Typritning 0 40 K 20 01.

Bron ska utföras i betong.

DC. Vägbro// Bro 15-1780-1 över Väg 27 öster om Pickesjön**Funktion**

Bron ska utgöra en trygg och skyddad plats för djur som vill röra sig över Väg 27 utan att störas av trafik och människor.

Enskild väg över bron anläggs med maximal längslutning om 1:20. Anslutande sidområden modelleras med så flacka slänter som möjligt, som medges med hänsyn till vägområdets begränsning.

Teknisk livslängd ska vara 80 år.

Teknisk lösning

Bron ska utformas enligt Förslagsskiss 1 43 K 20 01.

Bron ska utföras i betong.

Brons hela bredd ska dimensioneras för trafiklast, dock endast i ett körfält med godtycklig placering.

Betongbarriär innanför skärmar på ömse sidor om bron ska dimensioneras för en påkörningslast av 150 kN. Kraften ska anbringas vinkelrätt mot betongbarriär, 100 mm nedanför överkant. Kraftens utbredning i längdled ska vara 0,5 m.

Överkant farbaneplatta lutas minst 1% från centrumlinje till bakkant ramben för vattenavrinning.

För att underlätta för mindre djur att röra sig på bron ska stenblock spridas ut över markytan. Block ska även placeras i vägkant för att undvika uppkörning på brons övriga markytor. Dessa block ska vara minst 0,7-0,8 m höga över blivande mark. Därutöver ska block även samlas i några stenrösen. Stenblock ska vara naturliga block från morän, ej sprängda. Även trädstockar, multnande trädstammar och döda grenar ska läggas på bron.

DC. Vägbro// Bro 15-1782-1 över GC-väg 373, Viskadalsbanan, Väg 1610 och GC-väg 376 vid tpl Osdal

Funktion

Följande passager ska inordnas under bron, redovisade från väster:

- GC-väg 373
 - Fri höjd ska vara minst 2,70 m.
- Viskadalsbanan
 - Fri höjd över RÖK ska vara minst 6,35 m på en bredd av 1,8 m på ömse sidor om spårmit. I övrigt ska krav enligt fria rummet i BVF 586.20 innehållas. Landfäste och mellanstöd ska placeras med ett fritt avstånd av minst 5,5 m från spårmit för att underhåll av bro ska kunna utföras utan tågavstängning.
- Väg 1610
 - Fri höjd ska vara minst 4,70 m.
- GC-väg 376
 - Fri höjd ska vara minst 2,70 m.

Bron ska förses med en GC-bana på norra sidan.

Hasselmuspassage ska anordnas under bron. Om stödmur, vid GC 373, anläggs ska denna passage fästas på utsida mur. Se vidare MEG (0N071000).

Teknisk livslängd ska vara 120 år.

Teknisk lösning

Bron ska utformas enligt detaljer på Typritning 2 42 K 20 01. Beställarens principförslag på utformning finns redovisad i form av ett bildmontage i bilaga 2 (0C075200).

Bron ska utföras som en balkbro i betong eller som en samverkansbro i betong och stål.

Bron ska minst spänna mellan km 2/850 – 2/914, räknat från första centrumlinje stöd i väster till sista centrumlinje stöd i öster.

Under broarbetet ska skyddsinsplankning ske för underliggande järnväg enligt Banverkets ritning 517 020 rev B. Fri höjd $\geq 5,8$ m för tåghastighet 100-160 km/h och brolängd i spårets längdriktning >15 m ska gälla.

DC. Vägbro// Bro 15-1783-1 över Viskan öster om tpl Osdal

Funktion

Teknisk livslängd ska vara 80 år.

Teknisk lösning

Bron ska utföras enligt Förslagsskiss 2 43 K 20 01.

Synliga betongytor på vingmurar och landfästen ska formsättas med liggande brädform.

DC. Vägbro// Bro 15-1784-1 över GC-väg öster om bro 15-1783-1

Funktion

Teknisk livslängd ska vara 80 år.

Teknisk lösning

Bron ska utföras enligt Förslagsskiss 2 43 K 20 01.

Synliga betongytor på vingmurar och landfästen ska formsättas med liggande brädform.

DC. Vägbro// Bro 15-1785-1 över faunapassage väster om tpl Kråkered

Funktion

Brons funktion är att möjliggöra för vilt att passera under Väg 27 i deras rörelse utmed ravinen.

Den fria höjden ska vara minst 6,0 m på 7,0 m bredd.

Passagens ytterändar ska utföras med samma lutning som anslutande vägslänt.

I ravinen ska det i största möjligaste mån ges möjlighet för djur att passera förbi vägbygget under entreprenadtiden.

Gående ska ges möjlighet att torrskodda passera under/genom bron.

Teknisk livslängd ska vara 80 år.

Teknisk lösning

Centrumlinje bro ska placeras i en linjes riktning mellan koordinat X=6395678.599, Y=62698.255 och X=6395674.323, Y=62735.944. Plansystem RT 90 5 gon V 0:-1.

Längs med den ena av sidorna inuti passagen ska på det läggas ut stenblock på en bredd av ca 1 m. De enskilda stenarna ska vara naturliga block från morän, ej sprängda, med en diameter på 0,2 – 0,4 m. Blockens funktion är att skapa skydd och strukturer för smådjur som passerar genom bron.

Övriga ytor på mark inuti rörbron ska förses med naturligt material i form av sand, grus eller jord inblandat med lite sten och ska hämtas från närområdet.

DC. Vägbro// Bro 15-1786-1 över Väg 41 och EnV_368 vid tpl Kråkered

Funktion

Bron ska placeras symmetriskt över Väg 41.

Följande passager ska inordnas under bron, redovisade från väster:

- EnV_368
 - Fri höjd ska vara minst 4,70 m.
- Väg 41
 - Fri höjd ska vara minst 4,70 m.

Teknisk livslängd ska vara 80 år.

Teknisk lösning

Bron ska utformas enligt detaljer på Typritning 4 41 K 20 01.

Bron ska vara utformad med minsta fria brobredd 16,5 m.

Bron ska utföras i betong eller som en samverkansbro i betong och stål.

Bron ska minst spänna mellan km 5/557 – 5/606, räknat från första centrumlinje stöd i väster till sista centrumlinje stöd i öster.

DC. Vägbro// GC-bro 15-1787-1 över Viskan norr om bro 15- 1783-1

Funktion

Bron ska ansluta till GC-väg 376.

Brons vertikalradie i bromitt ska vara mellan 700 och 1000 m så att godtagbar avvattning erhålls.

Teoretisk spännvidd ska vara minst 35 m.

Teknisk livslängd ska vara 80 år.

Teknisk lösning

Brons kantbalk ska utformas enligt detalj på Typritning 0 40 K 20 01.

Bron ska vara utformad med minsta fria brobredd 5,0 m.

Bron ska utföras i betong eller som en samverkansbro i stål och betong.

Om bron används till byggtrafik under entreprenadtiden ska Entreprenören säkerställa att avvattning ej sker direkt ner i Viskan.

DC1. Bärverk i vägbro

DC11. Brobanepatta

Teknisk lösning

För de broar som förses med rörelsefogar ska dessa vara förlagda vid broändarna.

DC12. Balk// Bro 15-1782-1, 15-1786-1 och 15-1787-1

Teknisk lösning

Om lådbalkar utförs av stål ska de utföras som slutna stålkonstruktioner med slutna fack enligt TRVK Bro, E.2.2.1.4. Varje enskilt läckage får inte vara större än 20 mm fri luft/sek vid 0,1 Bar.

Om lådbalkarna utförs av rostfritt stål ska stålsorten 1.4162 enligt SS-EN 10088-3 användas.

Om lådbalkarna utförs av rostfritt stål behöver täthetskravet enligt ovan inte uppfyllas.

Om lådbalkarna utförs av stål ska de ha kulör NCS S7010-G50Y, glanstal 70. Slutmålning ska ske på plats. Innan slutmålning sker ska provmålning genomföras på plats på tre provytor á minst 2 m². Provmålning ska ske i samråd med beställaren.

Kontroll

Kontroll av all målning ska ske genom besiktning.

DC13bb. Pelarstöd// Bro 15-1782-1

Teknisk lösning

Brostöd i närheten av spår ska skyddas av plattform enligt TRVK Bro B.5.2.5. Skivstöd eller skivor som förband mellan pelare får ej utföras. Se bildmontage i bilaga 2 (0C075200).

Slänt ställs i minst 1:1,7 för att dölja så stor del som möjligt av plattformens utsida mot Väg 1610. Slänten ska ansluta till samma höjd på plattform längs med hela sträckan.

DC18. Diverse bärverk i vägbro/ Båge// Bro 15-1783-1

Teknisk lösning

Bågarna ska utföras i stål och vara en del av den bärande konstruktionen.

Bågen ska ha kulör lika Golden Gate (Sherwin Williams, "Fireweed", SR 6328) NCS S5040-Y80R. Glanstal 70 på bågarna.

De längsgående sidobalkarna mellan bågarnas avslut ska ha samma kulör som bågen.

Hängstagen ska ha kulör NCS S7010-G50Y, glanstal 20.

Slutmålning av bågen ska ske på plats. Innan slutmålning sker ska provmålning genomföras på plats på tre provytor á minst 2 m². Provmålning ska ske i samråd med Beställaren.

Kontroll

Kontroll av all målning ska ske genom besiktning.

DC2. Grundläggning av vägbro**Kontroll**

Beställaren ska underrättas senast 5 dagar före planerad utläggning av packad fyllning så att denne kan närvara vid kontroll av schaktbotten före utläggning av fyllning.

DC3. Komplettering i vägbro**Teknisk lösning**

En skylt med god beständighet som anger året för färdigställande samt bronummer ska monteras på varje bro. Placering bestäms i samråd med Beställaren.

Klotterskydd av typ ”offerskydd” ska anbringas på synliga betongytor på underbyggnader.

DC31. Beläggning**Teknisk lösning**

Beläggning på broar ska utföras enligt Tabell (DC31).1.

(DC31).1. Beläggning på broar

Bro	Beläggning	Övrigt
15-1778-1 (GC-bro)	5 mm Tätskiktsmatta 20 mm ABT 8 / B 70/100 60 mm ABT ≥ 11 / B 160/220	Kantsten RV4 placeras i vingmurars förlängning på en sträcka av ca 2 m för att leda bort dagvatten från bron. Erosionsskydd anordnas vid kantstens avslut. Kantsten ska sättas i betong med motstöd av betong.
15-1779-1	Typbeläggning nr 1, uppbyggnad 2aIA, enligt TRVR Bro G.3.2.9.	Kantsten RV4 placeras i vingmurars förlängning på en sträcka av ca 2 m för att leda bort dagvatten från bron. Erosionsskydd anordnas vid kantstens avslut. Kantsten ska sättas i betong med motstöd av betong.
15-1780-1	Se Förslagsskiss 1 43 K 20 01.	
15-1782-1	Typbeläggning nr 4, uppbyggnad 2IIIA, enligt TRVR Bro G.3.2.9.	Kantsten RV4 placeras i vingmurars förlängning på en sträcka av ca 2 m för att leda bort dagvatten från bron. Erosionsskydd anordnas vid kantstens avslut. Kantsten ska sättas i betong med motstöd av betong.

15-1783-1	Typbeläggning nr 4, uppbyggnad 2IIIA, enligt TRVR Bro G.3.2.9.	
15-1784-1	Typbeläggning nr 4, uppbyggnad 2IIIA, enligt TRVR Bro G.3.2.9.	
15-1785-1	Om beläggning utförs direkt på brobaneplatta ska typbeläggning nr 4, uppbyggnad 2IIIA, enligt TRVR Bro G.3.2.9 användas. I övriga fall se kap. DB. Vägkonstruktion.	
15-1786-1	Typbeläggning nr 4, uppbyggnad 2IIIA, enligt TRVR Bro G.3.2.9.	Kantsten RV4 placeras i vingmurars förlängning på en sträcka av ca 2 m för att leda bort dagvatten från bron. Erosionsskydd anordnas vid kantstens avslut. Kantsten ska sättas i betong med motstöd av betong.
15-1787-1 (GC-bro)	5 mm Tätskiktsmatta 20 mm ABT 8 / B 70/100 60 mm ABT ≥ 11 / B 160/220	Kantsten RV4 placeras i vingmurars förlängning på en sträcka av ca 2 m för att leda bort dagvatten från bron. Erosionsskydd anordnas vid kantstens avslut. Kantsten ska sättas i betong med motstöd av betong.

DC35. Övergångskonstruktion

Teknisk lösning

I brokonstruktioner där rörelsefogar i brobaneplattan anordnas ska övergångskonstruktionerna ha bullerdämpande plattor.

Övergångskonstruktion ska dras ut 100 mm, och gummidelen 150 mm, utanför kantbalkens utsida.

DC36b. Grundavlopp i bro

Teknisk lösning

Grundavlopp ska utföras av rostfritt stål enligt VV ritning nr 584:6S-m.

DC36c. Dräneringskanal i bro

Teknisk lösning

Dräneringskanaler intill kantbalk får inte ha inblandning av epoxi.

DC36d. Ytavloppssystem i bro// Bro 15-1782-1

Funktion

Största tillåtna avstånd mellan ytavloppen ska vara 20 m. Det ska säkerställas att körbanan på norra sidan avvattas via ytavlopp i GC-bana.

Teknisk lösning

Ytavloppssystem ska anordnas enligt Typritning 2 42 K 20 01.

Ytavlopp ska utföras enligt VV ritning nr 584:6S-k rev A, alt 2. Hela ytavloppssystemet (ytavlopp, längsgående rör och stuprör mm) ska utföras i rostfritt stål.

Dagvattnet ska ledas ner i magasin för lokalt omhändertagande. Magasinet anordnas under ordnad sprängsten i slänt vid det östra landfästet. Se kapitel DE5. Anordning för lokalt omhändertagande av dagvatten.

DC36d. Ytavloppssystem i bro// Bro 15-1783-1

Teknisk lösning

Ytavloppssystem ska anordnas enligt Förslagsskiss 2 43 K 20 01.

Ytavlopp ska utföras enligt VV ritning nr 584:6S-k rev A, alt 2. Hela ytavloppssystemet (ytavlopp, längsgående rör och stuprör mm) ska utföras i rostfritt stål.

Dagvattnet ska ledas ner i magasin för lokalt omhändertagande enligt Förslagsskiss 2 43 K 20 01. Se även kapitel DE5. Anordning för lokalt omhändertagande av dagvatten.

DC36d. Ytavloppssystem i bro// Bro 15-1786-1

Funktion

Största tillåtna avstånd mellan ytavloppen ska vara 20 m.

Teknisk lösning

Ytavloppssystem ska anordnas enligt Typritning 4 41 K 20 01.

Ytavlopp ska utföras enligt VV ritning nr 584:6S-k rev A, alt 2. Hela ytavloppssystemet (ytavlopp, längsgående rör och stuprör mm) ska utföras i rostfritt stål. Dagvattnet ska ledas ner i magasin för lokalt omhändertagande. Magasinet anordnas under ordnad sprängsten i slänt vid det östra landfästet. Se kapitel DE5. Anordning för lokalt omhändertagande av dagvatten.

DC38. Diverse kompletteringar i vägbro/ Loddubb

Teknisk lösning

Mellanstöd ska förses med loddubbar enligt AMA DEP.1832.

DC38. Diverse kompletteringar i vägbro/ Skyddstak för järnväg// Bro 15-1782-1

Teknisk lösning

Bro över järnväg ska förses med skyddstak enligt TRVK Bro G.12.3. Skyddstaket ska utföras enligt Banverkets ritningar nr 2-517 400 (Rev B) och 2-517 401 (Rev A), alternativ 2.

DC38. Diverse kompletteringar i vägbro/ Skärm// Bro 15-1780-1

Funktion

Skärmar ska ha en beständighet motsvarande 20 års teknisk livslängd.

Teknisk lösning

Skärmar ska vara av sågat virke impregnerat i träskyddsklass AB. Skärmarna ska utformas enligt Förslagsskiss 1 43 K 20 01.

Skärmarnas övergång mot omgivande mark ska terränganpassas genom trappning och anslutning mot mark ska vara tät för att utgöra funktion som bullerskärm.

DC41. Slänt// Bro 15-1778-1

Funktion

För de delar av slänter som utförs med ordnad sprängsten får genomväxning ej ske.

Erforderliga åtgärder ska vidtas så att gräsbeklädnad ej eroderas i till bron anslutande vägslänter.

Teknisk lösning

Slänt under bro ska utföras med väl ordnad sprängsten. Släntens utbredning framgår av Typritning 0 40 K 20 01.

Sprängsten ska bestå av utåt flata stenblock. Stenarna ska ha en ungefärlig utåtvänd yta 0,12-0,20 m² och en tjocklek av minst 20 cm, mätt på tunnaste stället. Mellan de större stenarna tätas med mindre stenar. Bild (DC41).1 visar den yta som önskas innan fogning. Fog utförs med makadam 8-16 eller likvärdig fraktion.



Bild (DC41).1. Eftersträvad stenläggning i brokoner innan komplettering med kross i fogar.

Begränsningskant ska utföras rak utan kantsten. Övriga ytor i kon i anslutning till bron ska gräsbesås i enlighet med anslutande vägslänter. Material ska tas från bergschakt i projektet.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

DC41. Slänt// Bro 15-1779-1**Funktion**

För de delar av slänter som utförs med ordnad sprängsten får genomväxning ej ske.

Teknisk lösning

Slänt under bro ska utföras med väl ordnad sprängsten. Släntens utbredning framgår av Typritning 0 40 K 20 01.

Sprängsten ska bestå av utåt flata stenblock. Stenarna ska ha en ungefärlig utåtvänd yta 0,12-0,20 m² och en tjocklek av minst 20 cm, mätt på tunnaste stället. Mellan de större stenarna tätas med mindre stenar. Bild (DC41).1 visar den yta som önskas innan fogning. Fog utförs med makadam 8-16 eller likvärdig fraktion.

Begränsningskant ska utföras rak utan kantsten. Övriga ytor i kon i anslutning till bron ska gräsbesås i enlighet med anslutande vägslänter. Konens utbredning framgår av Typritning 0 40 K 2001.

Material ska tas från bergschakt i projektet.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

DC41. Slänt// Bro 15-1780-1**Funktion**

För de delar av slänter som utförs med ordnad sprängsten eller makadam får genomväxning ej ske. För de till bro anslutande vägslänter som ställs brantare än 1:2 ska erforderliga åtgärder vidtas så att gräsbeklädnad ej eroderas.

Teknisk lösning

Slänt under bro ska utföras med väl ordnad sprängsten samt med makadam 8-16 eller likvärdig fraktion. Utbredning framgår av Förslagsskiss 1 43 K 20 01. Ordnad sprängsten ska bestå av utåt flata stenblock. Stenarna ska ha en ungefärlig utåtvänd yta 0,12-0,20 m² och en tjocklek av minst 20 cm, mätt på tunnaste stället. Mellan de större stenarna tätas med mindre stenar. Bild (DC41).1 visar den yta som önskas innan fogning. Fog utförs med makadam 8-16 eller likvärdig fraktion. Begränsningskant ska utföras rak utan kantsten.

Material ska tas från bergschakt i projektet.

Övriga ytor i kon i anslutning till bron ska gräsbesås likt angränsande vägslänter

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

DC41. Slänt// Bro 15-1782-1

Funktion

Slänt under bro ska utföras så att genomväxning inte sker.

Teknisk lösning

Slänt under bro ställd brantare än 1:3 ska utföras med väl ordnad sprängsten. Släntens utredning ska vara under hela bronns bredd samt längs med vingmurar, 0,5 m ut från utsida vingmur. Ordnad sprängsten ska bestå av utåt flata stenblock. Stenarna ska ha en utåtvänd yta 0,12-0,20 m² och en tjocklek av minst 20 cm, mätt på tunnaste stället. Mellan de större stenarna tätas med mindre stenar. Bild (DC41).1 visar den yta som önskas innan fogning. Fog utförs med makadam 8-16 eller likvärdig fraktion. Begränsningskant ska utföras rak utan kantsten.

Slänt under bro ställd flackare än 1:3 ska utföras med makadam 8-16 eller likvärdig fraktion. Begränsningskant ska utföras rak utan kantsten. Släntens utredning ska vara under hela bronns bredd.

Material ska tas från bergschakt i projektet.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

DC41. Slänt// Bro 15-1783-1

Funktion

Gående ska ges möjlighet att passera under bron i direkt anslutning till landfästena på ömse sidor om Viskan, se Förslagsskiss 2 43 K 20 01.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

DC41. Slänt// Bro 15-1785-1

Funktion

Erforderliga åtgärder ska vidtas så att gräsbeklädnad ej eroderas i till bron anslutande väglänter.

Teknisk lösning

Slänt ska gräsbesås likt angränsande väglänter.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

DC41. Slänt// Bro 15-1786-1

Funktion

Slänt under bro ska utföras så att genomväxning inte sker.

Teknisk lösning

Slänt under bro ställd brantare än 1:3 ska utföras med väl ordnad sprängsten. Släntens utredning ska vara under hela bronns bredd samt längs med vingmurar, 0,5 m ut från utsida vingmur. Ordnad sprängsten ska bestå av utåt flata stenblock. Stenarna ska ha en ungefärlig utåtvänd yta 0,12-0,20 m² och en tjocklek av minst 20 cm, mätt på tunnaste stället. Mellan de större stenarna tätas med mindre stenar. Bild (DC41).1 visar den yta som önskas innan fogning. Fog utförs med makadam 8-16 eller likvärdig fraktion. Begränsningskant ska utföras rak utan kantsten.

Slänt under bro ställd flackare än 1:3 ska utföras med makadam 8-16 eller likvärdig fraktion. Begränsningskant ska utföras rak utan kantsten. Släntens utredning ska vara under hela bronns bredd.

Material ska tas från bergschakt i projektet.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

DC42. Kon// Bro 15-1782-1**Funktion**

Erforderliga åtgärder ska vidtas så att gräsbeklädnad ej eroderas i de till bron anslutande vägslänter.

Teknisk lösning

Kon ska förses med tillvaratagen jordmån från sträckan enligt DB33. Vegetation/ Gräs, örter o.d. //km 2/950 - 3/700.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

DC42. Kon// Bro 15-1783-1**Funktion**

Erforderliga åtgärder ska vidtas så att gräsbeklädnad ej eroderas i de till bron anslutande vägslänter.

Teknisk lösning

Kon ska förses med tillvaratagen jordmån från sträckan enligt DB33. Vegetation/ Gräs, örter o.d. //km 2/950 - 3/700.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

DC42. Kon// Bro 15-1784-1**Funktion**

Erforderliga åtgärder ska vidtas så att gräsbeklädnad ej eroderas i de till bron anslutande vägslänter.

Teknisk lösning

Kon ska förses med tillvaratagen jordmån från sträckan enligt DB33. Vegetation/ Gräs, örter o.d. //km 2/950 - 3/700.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

DC42. Kon// Bro 15-1786-1**Funktion**

Erforderliga åtgärder ska vidtas så att gräsbeklädnad ej eroderas i de till bron anslutande vägslänter.

Teknisk lösning

Kon ska gräsbesås likt angränsande vägslänter.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

DC42. Kon// Bro 15-1787-1**Funktion**

Erforderliga åtgärder ska vidtas så att gräsbeklädnad ej eroderas i de till bron anslutande vägslänter.

Teknisk lösning

Kon ska förses med tillvaratagen jordmån från sträckan enligt DB33. Vegetation/ Gräs, örter o.d. //km 2/950 - 3/700.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

DC43. Erosionsskydd vid vattendrag// Bro 15-1783-1 och 15-1787-1**Teknisk lösning**

Arbete i Viskan är ej tillåtet, därför ska spont slås och erosionsskydd utläggas enligt Förslagsskiss 2 43 K 20 01, i övrigt gäller TK Geo 9.2.3.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

DE. Dagvattensystem

Funktion

Dagvattensystem ska leda bort dagvatten och vatten från dräneringssystem så att dämning ej sker och väganläggningens egenskaper inte försämras.

Dagvattensystemet ska eliminera att:

- skada på väganläggningen uppstår
- vatten rinner in på vägbanan
- skada för tredje part uppstår.

Teknisk lösning

Dagvattensystemet ska vara utformat så att värdefulla vattendrag, som Hagabäcken, Tränningstorpsbäcken, Viskan och Gässlösabäcken, skyddas från utsläpp vid eventuella olyckor. För att skydda recipienter från utsläpp vid eventuella olyckor och ge räddningstjänsten möjlighet att omhänderta utsläpp ska fördröjningsåtgärder vidtas inom vägområdet så att rinntiden till recipienter blir 30 minuter eller större.

Dagvattensystem ska vara utformat och utfört för vattenflöden beräknade enligt VVMB 310.

Ledningar och trummor med teoretisk spännvidd $\leq 2,0$ m ska dimensioneras enligt krav i TRVK Väg, kapitel 5.2.

Dagvattensystem ska vara märkt och skyltat så att drift och underhåll kan ske utan särskild lokaliseringsåtgärd.

Vid utformning med öppna vattenytor ska dammar för uppsamling/fördröjning av dagvatten utföras så att dammarna smälter in och harmonierar med omgivande miljö vad gäller formgivning av mark, ytskikt och vegetation. Material, färg och formgivning av eventuella skyddsräcken för dammarna ska utformas så att de smälter in i omgivande miljö.

Kontroll

Kontroll ska ske genom provning och besiktning. Besiktningen ska även omfatta anslutande ytor utanför vägområdet.

DE1. Dagvattenledning

Funktion

Vatten i ledning får inte frysa till is.

Ledning ska vara tät.

Riktningssavvikelse, deformation och nivå ska uppfylla krav enligt toleransklass A, Svenskt Vatten P91.

Rör och rördelar till dagvattenledning av betong ska uppfylla krav enligt SS-EN 1916 och SS 227000 samt vara försedda med varaktig märkning som anger tillverkare och tillverkningsdatum och andra uppgifter som är nödvändiga för rörens identifiering. Betongrör ska vara deklarerade och kvalitetssäkrade.

Rör och rördelar av PVC och PP ska uppfylla kraven för märkning med Nordic Poly Mark. Rör- och rördelar av PE ska uppfylla krav enligt SS-EN 12666-1.

Fogning av plaströr ska utföras med gummiring som är godkänd av leverantören, anpassad för den levererade rörtypen och enligt tillverkarens anvisningar. Gummiring ska uppfylla krav enligt SS-EN 681-1.

Svetsning av PE-rör ska utföras enligt tillverkarens anvisningar och av person med dokumenterad kunskap och erfarenhet av svetsning och som minst har utbildning enligt Svenskt Vattens diplomkurs i svetsning.

Plaströr ska vara av styvhetsklass minst SN8. Plaströr ska vara certifierade av SWEDAC eller likvärdigt ackrediteringsorgan

Teknisk lösning

Ledningar till dagvatten ska minst ha innerdiametern 200 mm.

Ledningar med diameter > 200 mm ska förses med spjälgaller vid in och utlopp.

Dagvattenledningar ska vara utformad med lutning enligt TRVK Väg, tabell 5.3-2.

Kontroll

Kontroll av täthet, deformation och riktningsavvikelse för självfallsledningar ska utföras enligt Svenskt Vatten P91. Krav enligt toleransklass A ska uppfyllas.

TV-inspektion ska utföras enligt Svenskt Vatten P93.

Täthetsprovning av tryckledningar ska utföras enligt VAV P78 respektive VAV P79.

DE2. Dagvattenbrunn

Funktion

Brunn ska vara öppen för genomströmning från anslutande ledningar.

Teknisk lösning

Nedstigningsbrunnar ska placeras i lednings brytpunkter. Avstånd mellan brunnar får inte vara större än att rensning/spolning av ledningssträckan är möjlig.

I belagda ytor ska gjutjärnsbetäckningar av teleskoptyp användas och läggas 2 – 5 mm under vägytans nivå.

I grusvägar ska brunnsbetäckningar ligga minst 100 mm under vägytan och vara övertäckta. Gallerbetäckning ska placeras så nära kantstöd som möjligt med beaktande av öppningsmöjlighet för betäckningen och så att gallerstavar ligger vinkelrätt mot trafikens körriktning. Uppfällbart galler ska placeras så att stängning sker i trafikens körriktning. Betäckning ska uppfylla krav enligt SS-EN 124.

Förtillverkade delar till brunn av betong ska uppfylla av tillverkaren redovisade tekniska kvaliteter samt vara av sortiment som uppfyller krav enligt SS-EN 1917 och kompletterande svenska krav i SS 227001. Överdel till dagvattenbrunn av betong ska vara försedd med dränhål.

Brunn av betong ska vara deklarerad och kvalitetssäkrad.

Förtillverkade delar till brunn av plast ska uppfylla kraven för kvalitetsmärkningen Nordic Poly Mark. Brunn av plast ska vara certifierade av SWEDAC eller likvärdigt ackrediteringsorgan..

Kontroll

Kontroll ska ske genom provning och besiktning.

Kontroll av täthet och brunnsnivå ska ske enligt Svenskt Vatten P91. Krav enligt toleransklass A ska uppfyllas.

DE3. Trumma/ Vägtrumma

Funktion

Trummors funktion ska säkerställas under byggskedet och efter genomförd nybyggnad av väganläggning.

Vattenförande trummor ska anordnas så att vandringshinder inte uppstår för vattenlevande organismer eller djur som använder befintliga vattendrag som vandringsstråk.

Förtydligande till krav i handling är att vattendrag ej ska betraktas som fiskförande avseende öring eller lax.

Se vidare AFD.161 samt MEG (0N071000).

Teknisk lösning

Trummor ska anpassas till av entreprenören projekterad väganläggning och dimensioneras och anpassas till beräknade flöden enligt VVMB 310. Hänsyn ska tas till uppskattade avrinningsområden och beräknade 50-årsflöden som redovisas på ritningar 000W9701-000W9705.

Rör- och rördela till trumma av betong ska vara av hållfasthetsklasser anpassade till väganläggningen och dess trafik.

Rör- och rördelar till trumma/vägrör av plast med innerdiameter = 1000 mm ska ha ringstyvhet minst 8 kPa, trumma/vägrör av plast med innerdiameter > 1000 mm ringstyvhet minst 4 kPa och för ej trafikerade ytor minst 4 kPa. Godstjockleken i rörets eller rördelens innervägg får ingenstans understiga 0,005 gånger nominella innerdiametern plus 0,5 mm. Övriga rörväggar får inte i någon punkt vara tunnare än 0,5 mm.

Trumma/vägrör av plast ska ha beständig märkning som anger beteckningen "VÄGRÖR", tillverkare (namn eller varumärke), råmaterial (PE, PVC eller PP), ringstyvhet (kPa), nominell storlek, tillverkningsstidpunkt (år och månad).

Rör och rördelar av PVC och PP ska uppfylla kraven för märkning med Nordic Poly Mark. Rör- och rördelar av PE ska uppfylla krav enligt SS-EN 12666-1.

Fogning av plaströr ska utföras med gummiring som är godkänd av leverantören, anpassad för den levererade rörtypen och enligt tillverkarens anvisningar. Gummiring ska uppfylla krav enligt SS-EN 681-1.

Utformning och utförande ska ske enligt TRVK Väg, kapitel 5.3.2.

För att undvika att det med tiden uppstår ett fall precis utanför trumman, ska botten nedströms trumman erosionssäkras.

Höjdläge och lutning för trummor ska vara inom i tabell (DE3).1 angivna utförandetoleranser. Lutningsavvikelsen avser vattengång och gäller såväl hela längden som godtycklig dellängd. Bakfall får inte förekomma. Tillåten avvikelse i profil avser avvikelse från den verkliga räta linjen mellan inlopp och utlopp.

Tabell (DE3).1.

Projekterad lutning, ‰	Tillåten lutningsavvikelse, ‰	Största tillåtna överskridande av projekterad inloppshöjd, mm	Största tillåtna underskridande av projekterad utloppshöjd, mm
<10	±1,0	40	80
10–30	±2,0	60	90
>30	±2,5	80	120

Vinkeländringarna i skarven mellan två rör får inte vara större än den vinkeländring som skarven är konstruerad för.

Trummor ska utföras som enkeltrummor där så är möjligt.

Trummor ska skäras i linje med slänten.

Vid anläggandet av en vägtrumma ska arbetet ske på ett sådant sätt att det aktuella vattendraget grumlas så lite som möjligt.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning och beräkning.

Kontroll av täthet, deformation och riktningssavvikelse ska utföras enligt Svenskt Vatten P91. Krav enligt toleransklass A ska uppfyllas.

Trumma av rör av termoplast får, inom 3 månader efter fyllning över trumma och i samband med slutbesiktning, högst ha 7 % deformation. Trumma av plåtrör får, inom 3 månader efter fyllning över trumma och i samband med slutbesiktning, högst ha 1,5 % deformation.

DE3. Trumma/ Vägtrumma// Smådjurspassager

Teknisk lösning

Åtta trummor för smådjurspassager ska anläggas. Två av dessa ska vara kombinerade vatten/smådjurspassager. Beställaren gör anmälan om vattenverksamhet för dessa två passager. Lägen för passagera visas på karta Natur- och kulturmiljö i MEG (0N071010) samt i följande tabell.

Passage nr	Sektion	Typ av passage
1	ca 0/470	Smådjur (torrtrumma)
2	ca 0/620	Smådjur (torrtrumma)
3	ca 0/825	Smådjur (torrtrumma)
4	ca 1/210	Kombinerad vatten/smådjur
5	ca 1/590	Smådjur (torrtrumma)Smådjur
6	ca 1/840	Kombinerad vatten/smådjur
7	ca 4/225	
8	ca 4/895	Smådjur (torrtrumma)

Materialet som används som underlag i smådjurspassager ska vara sand, grus eller jord inblandat med lite sten hämtat från näraliggande områden. Krossmaterial får ej förekomma i eller i anslutning till en smådjurspassage.

Då en smådjurspassage kombineras med en vattenförande trumma, ska den placeras inuti trumman. Trumman ska grävas ned och läggas på en nivå 0,3-0,6 m under vattendragets botten. Den fria öppningen ska horisontellt och vertikalt vara minst 600 mm efter installation. Den våta perimetern ska bibehållas. Passagen ska vara konstruerad så att den ligger över högsta högvattenståndet och i övrigt utformas enligt förslagsbilder i figur, (DE3).1, nedan.



Figur (DE3).1: Förslagsbilder på kombinerad passage.

Området på en sträcka av 20 meter intill en smådjurspassage ska förses med vegetation som är naturligt förekommande i området runt den. För att djur som använder passagen ska ha fri sikt ut ur den, ska dock ingen vegetation förekomma direkt framför dess mynningar.

Kontroll

Kontroll sker genom besiktning.

DE4. Dike// Grupp 1, 2 och 3

Funktion

Landsvägar, kommunala gator, GC-vägar och enskilda vägar ska generellt avvattnas via diken.

Diken längs vägkonstruktion ska vara utformad med hänsyn till:

- behov av avledning av dagvatten
- behov av dränering av väganläggningens konstruktioner
- behov av snömagasin
- sidoområdets utformning från trafiksäkerhetssynpunkt och skötselsynpunkt.
- rening av vägdagvatten
- skydd mot dränering av befintliga våtmarker

Dikens anslutning till trumma ska vara utformad så att uppströms dämning inte kan ske om inte annat anges för specifik sektion.

Vattensamlingar vid bank ska förhindras.

Vatten från högre liggande mark som kan rinna ned i skärningsslänt får inte orsaka olägenheter, t.ex. erodera slänter.

Teknisk lösning

Diken ska utföras gräsbeklädda.

DE4. Dike// Grupp 1//Väg 27 sektion ca 0/000-0/550

Funktion

Vägdagvatten från Väg 27 ska kunna fördröjas innan det når befintlig trumma 1200 mm under Väg 40.

Teknisk lösning

Anläggning av ledning med avstängningsanordning eller anläggning av dämt dike.

Diken ska utföras gräsbeklädda.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning och beräkning.

DE4. Dike// Grupp 1//Väg 27 sektion ca 1/900-2/600

Funktion

Där Väg 27 passerar våtmarkerna vid sektion ca 1/900-2/600 ska vägdagvatten inte släppas ut till våtmarkerna.

Den vertikala transporten av vatten från diket ska fördröjas för att förhindra att vägdagvatten sprids till omgivningen.

Teknisk lösning

Diken ska utföras med en genomsläpplighet av vatten motsvarande $3 \times 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$.

Diken ska utföras gräsbeklädda.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning och beräkning.

DE4. Dike// Grupp 1//Väg 27 sektion ca 3/450-3/680

Teknisk lösning

Från Väg 27:s lågpunkt vid sektion ca 3/450 fram till korsningen med Gässlösabäcken vid sektion ca 3/680 ska omvänt dike ska anläggas på vägens södra sida med utlopp till Gässlösabäcken.

Dikets botten ska tätas för att undvika föroreningstransport.

Diken ska utföras gräsbeklädda.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning och beräkning.

DE4. Dike// Grupp 1//Väg 27 sektion ca 3/900**Funktion**

Vägdagvatten från Väg 27 öster om korsningen med Gässlösabäcken sektion ca 3/680 ska kunna fördröjas innan det når Gässlösabäcken.

Teknisk lösning

Anläggning av ledning med avstängningsanordning eller anläggning av dämt dike öster om sektion ca 3/900.

Diken ska utföras gräsbeklädda.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning och besiktning.

DE5. Anordning för lokalt omhändertagande av dagvatten**Funktion**

Anordning för lokalt omhändertagande av dagvatten ska anordnas för rening, fördröjning och flödesutjämning av vägdagvatten, se MEG (0N071000).

Dimensionerande återkomsttid för nederbörd ska vara 5 år.

Dimensionering ska göras så att vattnets uppehållstid i reningsanordning blir minst ett dygn. VVMB 310, kapitel 9.4. Rening av vägdagvatten ska beaktas.

Större flöden än för den dimensionerande nederbörden ska kunna ledas förbi reningsanordning.

Reningsanläggningar för dagvatten ska avskilja minst 50–70 % av vägdagvattnets icke upplösta föroreningar.

Dammkonstruktion får högst ha en hydraulisk konduktivitet på 10^{-7} m/s.

Sedimenterat material ska kunna rensas bort på ett miljömässigt godtagbart sätt utan att reningsanläggningen förlorar sin funktion eller skadas.

Reducering av föroreningshalter genom utspädning med rent vatten eller mindre förorenat vatten får inte förekomma.

Reningsanläggningen ska vara tillgänglig för lastfordon via väg med standard motsvarande skogsbilväg.

Kontroll

Kontroll ska ske genom provning och besiktning.

DE5. Anordning för lokalt omhändertagande av dagvatten// tpl Osdal

Funktion

Förorenat vägdagvatten från Väg 27 sektion 2/800 – 3/100, Raö_15, Rpö_16, Rav_17 och Rpv_18 ska hindras från att infiltrera till grundvattnet och transporteras vidare till Viskan. Detta avser både föroreningar från eventuell olycka med farligt gods samt oljespill.

Teknisk lösning

Vägdagvatten från Väg 27 sektion 2/800 – 3/100, Raö_15, Rpö_16, Rav_17 och Rpv_18 ska ledas till dagvattendamm för rening av dagvatten.

Damm och diken som leder till dammen ska utföras täta, d.v.s.. högst ha en hydraulisk konduktivitet på 10^{-7} m/s.

Dammen ska förses med avstängningsmöjlighet.

Vägdagvattendammen ska ha ständig vattenyta och kunna avskilja och rymma oljeutsläpp om 1000 liter. Dammen ska placeras och vara utformad på ett sådant sätt att den liknar andra småvatten eller våtmarker i omgivande landskap och upplevs som ett naturligt vatten.

Kontroll

Kontroll ska ske genom provning, besiktning och beräkning.

DE5. Anordning för lokalt omhändertagande av dagvatten// Bro 15-1782-1

Funktion

Vägdagvatten från bro 15-1782-1 får inte släppas direkt utan fördröjning och utan hänsyn till rening.

Teknisk lösning

Vägdagvatten från bro 15-1782-1 ska ledas till utjämnings-/fördröjningsmagasin som anläggs i anslutning till bro. Placering av magasin enligt kapitel DC36d. Ytavloppssystem i bro// Bro 15-1782-1 över GC-väg 373, Viskadalsbanan, Väg 1610 och GC-väg 376 vid tpl Osdal.

Kontroll

Kontroll ska ske genom provning, besiktning och beräkning.

DE5. Anordning för lokalt omhändertagande av dagvatten// Bro 15-1783-1

Funktion

Vägdagvatten från bro 15-1783-1 får inte släppas direkt utan fördröjning och utan hänsyn till rening. Föroreningsstötter efter olyckor ska kunna hindras innan de når Viskan.

Teknisk lösning

Vägdagvatten från bro 15-1783-1 ska ledas till utjämnings-/fördröjningsmagasin som anläggs i anslutning till bro. Placering av magasin enligt kapitel DC36d. Ytavloppssystem i bro// Bro 15-1783-1 över Viskan öster om tpl Osdal.

Kontroll

Kontroll ska ske genom provning, besiktning och beräkning.

**DE5. Anordning för lokalt omhändertagande av dagvatten//
Bro 15-1786-1****Funktion**

Vägdagvatten från bro 15-1786-1 får inte släppas direkt utan fördröjning och utan hänsyn till rening.

Teknisk lösning

Vägdagvatten från bro 15-1786-1 ska ledas till utjämnings-/fördröjningsmagasin som anläggs i anslutning till bro. Placering av magasin enligt kapitel DC36d. Ytavloppssystem i bro// Bro 15-1786-1 över Väg 41 och EnV_368 vid tpl Kråkered.

Kontroll

Kontroll ska ske genom provning, besiktning och beräkning.

**DE5. Anordning för lokalt omhändertagande av dagvatten//
tpl Kråkered****Funktion**

Dagvattenflöden från avrinningsområde A27 och A28 (se ritning 000W9405) som leds under Väg 41 i befintlig trumma (dimension 700 mm), ca 300 m nordost om Bro 15-1786-1, ska kunna fördröjas/utjämnas innan det når befintlig bäck som leder vidare till Stora Transåssjön.

Teknisk lösning

Anläggning av fördröjnings-/utjämningsanordning.

Anordningen ska konstrueras med hänsyn till dagvattenrening.

Anordningen ska förses med avstängningsmöjlighet.

Anordningen ska kunna avskilja och rymma oljeutsläpp om 1000 liter.

Anordningen ska placeras och vara utformad på ett sådant sätt att den liknar andra småvatten eller våtmarker i omgivande landskap och upplevs som ett naturligt vatten.

Kontroll

Kontroll ska ske genom provning, besiktning och beräkning.

DF. Vägskyddsanordning

DF1. Stängsel

DF1. Stängsel/ Faunastängsel

Omfattning

Faunastängsel ska sättas upp utmed Väg 27 dock ej i Viskadalen mellan ca 2/950 och ca 3/870.

Funktion

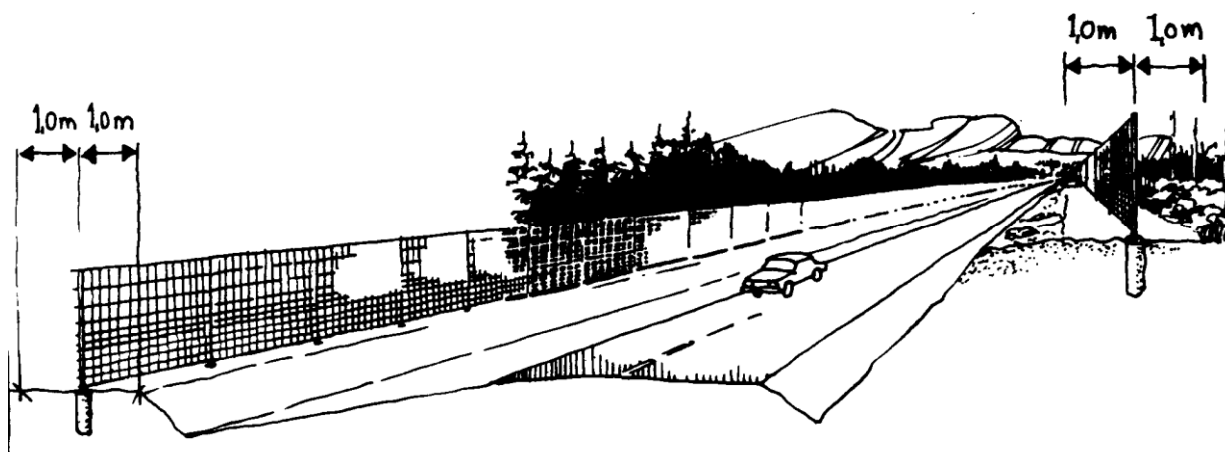
Faunastängsel ska ha en beständighet motsvarande 20 års dimensionerande teknisk livslängd.

Placeringen av faunastängsel ska ske så långt från väggkant som medges med hänsyn till vägområdets gräns. Stängslet sätts så att dess huvudriktning företrädesvis är parallell med vägen.

Stängsel ska sättas upp på båda sidor av vägen.

När stängsel korsar eller löper parallellt med en kraftledning för högspänning, ska samråd ske med ledningsägare beträffande åtgärder för att förhindra att stängslet blir strömförande.

Stängsel ska placeras inom vägområdet. Stängsel kan avbrytas mot bergvägg med lutning 2:1 eller brantare, med en höjd av minst 4 m och som är av större längd. Stängsel placeras så att djuren leds utmed stängslet. För att öka djurens uppmärksamhet på hindret ska en hinderfri remsa med en bredd på minst 1 m finnas längs stängslets båda sidor se figur nedan.



Figur Placering av stängsel i vägens sektion.

En mjuk och med terrängen följsam placering ska eftersträvas.

Där stängslets raklinje bryts ska ett bågformat utförande väljas för att leda djuren framåt.

För att djuren dels inte ska lockas att forcera stängslet och dels ska ledas förbi öppningar mot sidoväg utan stängsel, bör nätet dras bågformigt från huvudvägen och minst 30 m in på båda sidor av den anslutande vägen.

Vid planskild korsning bör stängslet i först hand fortsätta in under bron. Om detta inte är möjligt, ska stängslet istället anslutas till brons konstruktion så att inga öppningar uppstår där djur kan komma in på det stängslade vägområdet.

Avbrott och öppningar i stängslet styr var djuren passerar över vägen och fordonsförare ska därför uppmärksammas på sådana passager. Stängslets begynnelse- och slutpunkt ska väljas så att överraskningsmomentet mellan fordonsförare och vilt blir minsta möjliga. Stängsel längs väg genom skogsparti får inte börja respektive sluta vid skogsbrynet, utan ska fortsätta minst 85 m ut i öppen terräng. Vid stängselände ska trafikanter i båda riktningarna informeras genom varningsmärken om risken att vilt kan korsa vägen. Där det är möjligt ska stängsel också avslutas genom anslutning till naturliga hinder som i sig omöjliggör passage för viltet, t.ex. stora broar eller branta bergväggar.

Stängsel längs båda sidorna av vägen ska börja respektive sluta i samma sektion, så att en fullgod styrning av viltet runt stängseländan uppnås.

Broar ska vara åtkomliga för inspektion och skötsel liksom andra anordningar som finns mellan faunas-tängsel och vägen.

Vid broar anordnas grindar i sådan omfattning så att driftpersonal inte behöver beträda väg.

Teknisk lösning

Brottlasten för horisontell kantråd i rutnät får ej understiga 6 kN och för innertrådar ej 3 kN. Trådtjockleken får ej understiga 3,5 mm för kantråden och 2,5 mm för innertråden.

Stolpe i stål ska vara utformad och monterad så att den tål 200 N horisontell belastning 2 m över markytan utan att skadas eller att bestående deformation uppstår.

Där spännkraften i nätet verkar utdragande på märlor och nitar kan detta motverkas genom montering mellan dubbla stolpar.

Stängslet skall ha en höjd av 2,2 m från terrängsidan, avstånd mellan stolpar skall vara högst 3 m och minsta stolpdiameter skall vara 40 mm med godstjocklek 2,0 mm. Stängslet ska ansluta tätt till befintlig mark. Stängslet ska utformas med maskvidd 5 cm upp till 1,0 meter över mark.

Stolpar får avvika högst 5 cm på 2 meters höjd (1,5°) från lodlinjen.

Anslutande ägovägar ska förses med dubbelgrind bredd 4,35 m. Grinden sätts 12 m från körbanekant. Skogsbilväg som ansluter till Väg 41 vid ca sektion 5/600 förses med dubbelgrind bredd 4,35 m. Grinden sätts 24 m från körbanekant.

I anslutning till korsande vägar ska finnas minst en grind. Gånggrindar ska vara självstängande.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

DF1. Stängsel/ Uthopp

Omfattning

Omfattning ska utföras med 4 stycken uthopp utmed Väg 27.

Funktion

Funktionen hos uthopp är att konstruktionen utnyttjar höjdskillnader i marknivån på var sida om ett stängsel. Genom att göra marknivån på den sida av stängslet som vetter mot vägbanan högre än marknivån på andra sidan stängslet, tillåts djur som hamnat på vägbanan att hoppa ut.

Teknisk lösning

Uthopp ska placeras i anslutning till östar sidan av Viareds rondellen, vid fyrvägs korsningen Lv32 och i anslutning till faunastängslets början vid Gässlösa, enligt nedanstående rekommendationer.

- i närheten av stängselöppningar och slut. Ett lämpligt avstånd mellan ett stängselavslut och ett uthopp är ca 100-200 m.
- vid kända vandringsstråk och konfliktpunkter med vilt.
- vid öppna vägkorsningar.
- vid planskilda broar dit djuren leds av terräng och vegetation men som är olämpliga för djurpassage. Detta eftersom en del djur föredrar att hoppa över stängslet i stället för att passera under/över bron.
- vid ställen där terrängen är mycket varierande och där därmed risken för glipor mellan stängsel och mark är stor.
- vid ställen där det finns en stor risk för att grindar ofta lämnas öppna eller där risken för stängselskador är stor.
- vid platser där det är långt till närmsta faunapassage och det därmed föreligger en större risk för att djur försöker ta sig in på vägbanan.
- vid breda anslutningsvägar utan stängsel och där faunapassager ofta förekommer.
- uthopp bör lokaliseras så att de lätt kan upptäckas av djuren även om de är stressade eller panikslagna. Exempelvis kan uthopp placeras där faunastängsel bildar ett hörn. På så vis leds djuren automatiskt till uthoppet via stängslet.
- uthopp ska placeras avskilt och i områden långt från körbanan som är lugna och trygga för djuren.

Höjdskillnaden mellan uthoppets in- och utsida ska vara 2 m.

Den markyta där djur som använder ett uthopp landar ska förses med homogent material såsom sand. Djuren ska kunna se fast mark, inte tät slyvegetation. Landningsplatsen ska vidare vara fri från större sten eller vegetation som kan skada de djur som använder uthoppet. Sprängsten ska inte förekomma på landningsplatsen. Se figur (DF1).1.



Figur (DF1).1 Faunastängsel placeras i murens nederkant.

För att ett djur som har tänkt använda ett uthopp ska få tid att i lugn och ro inspektera uthoppet, kan området i anslutning till ett uthopp förses med skyddande vegetation.

Kontroll

Kontroll sker genom besiktning.

DF2. Räcke**Funktion**

En familj av räcken eller räcke ska uppfylla krav enligt Anläggning AMA 10 med ändringar och tillägg enligt TRV AMA Anläggning 10 Rev1.

Teknisk lösning

Räcken samt krockdämpare ska vara CE-märkta enligt SS-EN 1317-5.

Kontroll

Kontroll ska ske genom redovisning av intyg som visar att krav uppfylls.

DF2. Räcke/ Broräcke**Funktion**

Broräcken ska vara av samma typ och från samma leverantör som anslutande vägräcken.

Teknisk lösning

Räckens fotplåtar ska ej undergjutats. Infästningen ska utformas med en öppen spalt på minst 40 mm höjd mellan fotplåt och kantbalkens översida.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning och mätning.

DF2. Räcke/ Broräcke// GC-bro 15-1778-1 samt Bro 15-1779-1 och 15-1786-1**Funktion**

Broar ska förses med broräcken som uppfyller kraven för kapacitetsklass H2.

Teknisk lösning

Broräcke placeras symmetriskt på kantbalken i dess längsriktning. Samtliga broräckesfack på kantbalk ska förses med skyddsnät.

DF2. Räcke/ Broräcke// Bro 15-1782-1

Funktion

Bron ska förses med 3 st broräcken som uppfyller kraven för kapacitetsklass H2.

Teknisk lösning

Broräcke placeras symmetrisk på kantbalken i dess längsriktning. Samtliga broräckesfack på kantbalk samt mellan GC-bana och körbana ska förses med skyddsnet.

DF2. Räcke/ Broräcke // Bro 15-1783-1, 15-1784-1 och GC-bro 15-1787-1

Funktion

Bron ska förses med broräcken som uppfyller kraven för kapacitetsklass H2.

Teknisk lösning

Broräckesfack ovan GC-väg ska förses med skyddsnet.

DF2. Räcke/ Vägräcke

Funktion

Vägräcke ska vara utformat och utfört:

- med en teknisk livslängd av minst 20 år.
- enligt skaderiskklass B enligt SS-EN 1317-2 eller -3, SS-ENV 1317-4 eller VVMB 350.
- enligt förhållandena på platsen.
- så att räcke ska behålla sin funktion i stark kyla.

Räcken ska vara utformade och placerade så att ett enhetligt utseende längs vägsträckan erhålls.

Om stödmur anläggs vid GC-väg 373 under bro 15-1782-1 ska denna förses med räcke med spjälgrindar enligt TRVK Bro G.9.1.1.2.

Teknisk lösning

Skrubar ska vara märkta enligt SS-EN ISO 898-1.

Räcken ska monteras enligt tillverkarens anvisningar.

Linspänningen på ställineräcken ska uppfylla tillverkarens krav.

Klass EXC2 enligt SS-EN 1090-2 ska tillämpas för räcken och motsvarande skyddsanordningar av stål.

All svetsning ska utföras på fabrik och före varmförzinkning.

Räckens avvikelse i höjddled får vara högst +/- 30 mm från de nominella måtten och i tvärled högst +/- 30 mm från de nominella måtten.

Räckesståndare ska vara vertikala.

Minst en del av gängat gods (mutter eller gängad stång) till skarvning, förankring och uppspänning av ställineräcken ska vara utfört av rostfritt material som minst uppfyller krav för SS-EN 10088-3-1.4301 (AISI 304).

Där rostfritt och förzinkat material blandas ska gängorna och övriga anliggningsytor vid montaget smörjas med för ändamålet lämpligt medel med hög beständighet

Utstickande detaljer som t.ex. krokår får inte förekomma. På ståndare ska hörn vända mot trafiken utföras avrundade.

Uppsättning av räcke får inte medföra att vägbanan trycks upp.

DF21. Sidoräcke/ Vägräcke

Funktion

Räcke ska uppfylla krav för kapacitetsklass N2 och ha arbetsbredd W5 enligt SS-EN 1317-2.

Teknisk lösning

Sidoräcke ska utformas som balkräcke.

Balkprofilens godstjocklek får inte understiga 3 mm.

Vägräckesavslutningar för sidoräcke ska vinklas ut och förankras i ytterslänten för att ”stänga fönstret” mot höga bankar och fasta hinder. Utvinkling i sidled 1:15 till 2,0 m utanför vägbankant, därefter 1:10 till 4,0 m utanför, därpå 1:8 i sidled. På bankslänt ska navföljarförankringen placeras minst ca 6,0 m utanför vägbankanten.

Sidoräckes navföljare ska läggas 0,05 m från beläggningsskant mot stödremsan.

DF22. Mitträcke/ Vägräcke

Omfattning

Trafiken i de olika riktningarna ska för Väg 27 avskiljas med mitträcke, se typsektionsritningar 000T0401 och 001T0401.

Funktion

Räcke ska uppfylla krav för kapacitetsklass N2 och ha arbetsbredd W4 enligt SS-EN 1317-2. Skaderiskklassen ska vara B.

Vid påkörning av räcket får vägytan inte påverkas. Räckets infästning i mark ska förbli intakt.

Räcket ska vara möjligt att höjjustera i samband med beläggningssåtgärd.

Räckesavslutningar för mitträcket får inte medföra rampeffekt, dock accepteras traditionell avslutning med nedböjning och förankring av ställineräcke.

Teknisk lösning

Mitträcke ska vara av typ ställineräcke.

Mitträcket ska förses med längdmätning enligt vägdatatabankens längdmätning med markering var 100:de m. Distanstavlor ska vara dubbelsidiga. Tavlan ska ha måtten B=250 mm H=160 mm. Tavlan ska ha blå

botten med vit icke reflekterande färg. Texten ska vara utformad som kilometersiffra med texthöjden 80 mm och med en 100-meterssiffra med texthöjden 60 mm.

Räckesförankringar i mitten ska tydliggöras väl för trafikanterna genom reflexstolpar eller liknande.

För placering, utformning och omfattning av räckesreflexer gäller VGU, Vägmarkering och vägkants-utmärkning.

DF25. Räckeskomplettering/ Vägräcke/ Räckesförankring

Funktion

En räckesförankring ska utan deformationer kunna ta upp såväl krafter som uppkommer vid påkörning av räckets som långtidslast orsakad av uppspänningskrafter.

Teknisk lösning

Varje räckesdel ska förankras enligt leverantörens instruktioner.

DF25. Räckeskomplettering/ Vägräcke/ Räckesförankring i mark

Funktion

Förankring av vägräcke i vägräckesände enligt SS-ENV 1317-4 godtas om kapacitetsklassbestämmande krockprov för räckets har gjorts med den aktuella vägräckesändan.

Krockdämpare godtas som förankring av icke förspänt vägräcke i kapacitetsklass N1 och N2 enligt SS-EN 1317-2 om krockdämparen kan överföra dimensionerande krafter till grundläggning.

Teknisk lösning

Förankring av ställineräcke ska vara inspekterbar.

Förankring ska ske av räckesände, före och efter stor riktningssändring samt vid öppningsbar övergång.

DF25. Räckeskomplettering/ Vägräcke/ Räckesförankring till annat räcke

Funktion

Räcke med högre kapacitetsklass får normalt utgöra förankring för anslutande räcke med lägre kapacitetsklass. Sådan hopkoppling ska uppfylla krav på övergång enligt DF26.

Teknisk lösning

Förspända räckens typ ställineräcken får inte förankras i andra räckens utan att särskilda åtgärder vidtas för att föra ner dragkrafterna i mark.

En öppningsbar övergång godtas inte som del i förankring eller som kraftöverföring mellan anslutande räckens

DF25. Räckeskomplettering/ Vägräcke/ Krockdämpare

Funktion

Krockskydd i form av krockdämpare ska vara avledande/riktningsgivande (redirective) och uppfylla krav för enligt SS-EN 1317-3.

Teknisk lösning

En krockdämpare får inte förankras i asfalt.

DF25. Räckeskomplettering/ Vägräcke/ Räckesavslutning

Funktion

Energiabsorberande räckesavslutningar får endast användas där utvinkling inte är möjlig.

Räckesavslutningar får inte medföra rampeffekt.

DF25. Räckeskomplettering/ Vägräcke/ Energiupptagande räckesavslutning

Funktion

En energiupptagande vägräckesände ska minst uppfylla krav enligt SS-ENV 1317-4.

DF25. Räckeskomplettering/ Vägräcke/ Ej energiupptagande räckesavslutning

Funktion

Räckesavslutning får inte vara penetrerande. Avslutning av ställineräcke i nedströmsände av räcke ska vid påkörning från räckeshållet kunna lösa ut så att ett påkörande fordon inte fastnar.

DF25. Räckeskomplettering/ Räckesreflexer

Teknisk lösning

Räckesreflexer ska vara utformade och utförda på mitträcken för alla vägar med $VR \geq 80$ km/h där belysning inte ska utföras. Krav på räckesreflexer framgår av VGU, Vägmarkering och vägkantsutmärkning.

DF26. Övergång mellan räkestyper

Funktion

En övergång mellan olika räcken ska utjämna kapacitets- och deformationsegenskaper så att sannolikheten för t ex fickbildning och skador orsakade av plötsliga variationer minimeras. Den ska även kunna

överföra förekommande laster. En övergång ska ha en kapacitetsklass som inte understiger den lägsta eller överstiger den högsta hos de två hopkopplade räcken samtidigt som arbetsbredden inte överstiger den högsta hos dessa räcken.

Teknisk lösning

I övergångens längsled ska styvheten i tvärled variera kontinuerligt mellan de anslutna räckenas styvheter.

Alla längsgående delar på varje räckes ska via kopplingselement med motsvarande hållfastheter och styvheter vara förbundna med det andra räckets. Hållfastheten i varje förband ska inte understiga hållfastheten hos skarvar i anslutande räckes.

I längsled ska höjdläget hos varje kopplingselement ändras kontinuerligt utan steg, lutningen hos dessa delar får inte överstiga 8%.

Längsgående delars sidoläge ska variera kontinuerligt utan steg mellan förbundna räckes, vinkeln mot anslutande räckens trafikside får inte överstiga 5°.

DG. Trafikledningsanordning

Funktion

Trafikledningsanordningar placerade inom säkerhetszonen och som inte skyddas av räckes eller motsvarande ska vara eftergivliga. Anordning bedöms som eftergivlig om den minst uppfyller krav för skaderiskklass 1 för vald hastighetsklass enligt SS-EN 12767 – stolpe för trafikledningsanordning av enkelt rör med cirkulärt eller kvadratisk tvärsnitt och med största tvärmått och godstjocklek 63 respektive 3 mm anses uppfylla krav på eftergivlighet för klass NE100 enligt SS-EN 12767 utan provning om röret är tillverkat av material med karakteristisk hållfasthet f_{yk} som inte överstiger 355 MPa.

Teknisk lösning

Eftergivliga stolpar ska väljas enligt VGU del Väg- och gatuutrustning kap 3, Eftergivlig väg- och gatuutrustning.

Kontroll

Kontroll ska ske genom redovisning av intyg som visar att krav uppfylls.

DG1. Vägmarkering

Omfattning

Väg 27 km 0/000-0/300 2+2 väg, 0/300-0/380 cirkulation, 0/380-6/250 2+1 väg med av- och påfarter, Anslutande väg från Viared industriområde 0/000-0/600 1+1 väg .

Avfart till Väg 41, 0/000-0/600, norra sidan.

Påfart från Väg 41, 0/000-0/600, norra sidan.

Påfart från Väg 41, 0/000-0/600, södra sidan.

Avfart till Väg 41, 0/000- 0/489, södra sidan.

Väg 41, 1+1 väg med cirkulationer 0/000- 0/700.

Anslutande väg till Skjutbanegatan 0/100-0/270 1+1 väg

Avfart till Väg 1610, 0/000-0/550, norra sidan.

Påfart från Väg 1610, 0/070-0/400, norra sidan.

Avfart till Väg 1610, 0/000-0/400, södra sidan.

Påfart från Väg 1610, 0/000-0/550, södra sidan.

Väg 1610 med cirkulationsplatser 0/000-0/500

Anslutande väg till Väg 1640, 0/000-0/630 1+1 väg.

Funktion

Vägmarkering ska vara utformad enligt Vägmarkeringsförordningen, SFS 2007:90 och Transportstyrelsens föreskrifter TSFS 2010:171 om vägmarkeringar samt VGU, Vägmarkering och vägkantsutmärkning.

Vägmarkeringarna ska vara utformade och utförda enligt TBT Vägmarkering, kapitel 2-5 samt 7

Teknisk lösning

Vägmarkering ska utföras enligt TBT Vägmarkering, kapitel 6.

Vid beläggning på trafikerad vägbana ska åtgärdsstider för vägmarkeringsklass 1-2 tillämpas enligt TBT Vägmarkering, kapitel 8 och 13.

Kontroll

Funktion

Vägmarkeringarna kontrolleras enligt VVMB 501. Vid kontroll gäller att:

- entreprenaden ska utgöra ett mätobjekt
- kontroll ska utföras på alla vägar
- omfattning ska bestämmas med faktorn $k = 1$.
- långsgående markering i vått och torrt ska ske med mätbil s.k. ecodyn, metodbeskrivning för mobil mätning, bilaga VV publikation 2009:22 Kontrollmätning av långsgående vägmarkering med mätbil
- mätning ska ske i oktober månad under garantitiden (2 år).
- kontrollmätning ska vara gjord och redovisad av oberoende part inför slutbesiktning och garantibesiktning av vägmarkering.

Teknisk lösning

Kontroll ska ske genom mätning.

En kontrollmätning ska vara gjord och redovisad av oberoende part inför slutbesiktning och garantibesiktning.

DG13. Övrig markering/ Bullerräfflor

Teknisk lösning

Kanträffling ska utföras enligt VV publikation 2006:37 (säker framkomlighet).

DG2. Vägmärke, vägschild

Omfattning

Vägvisning som enligt trafikregleringsplan ska utföras utanför gällande arbetsområde ombesörjs av Beställaren.

All vägvisning och placering av vägmärken inom arbetsområdet ska utföras av Entreprenören.

För vägvisning ska detaljerad skyltritning upprätta, som detaljerat uppger utseende. Upprättas enligt VGU vägmärken, dessa ska godkännas av Beställaren innan tillverkning får ske. Placering av vägvisning enligt VGU vägmärken, Entreprenören och Beställaren ska vara överens om placering.

Funktion

Vägvisning ska klargöra för alla trafikanter på ett säkert och effektivt sätt såväl i dagsljus som i mörker hur de ska köra och vilken väg de bör välja för att ta sig till sitt resmål. Vägmärken ska klart visa de regler och bestämmelser som trafikanten ska följa.

Vägvisning ska utföras och utformas enligt VVFS 2006:66.

Vägvisningsmål anges i Ritning 000T4001, 000T4002, 000T4003, 000T4004 och 000T4005” samt skyltförteckning. .

Vägmärken ska utformade och utförda enligt:

- Vägmärkesförordningen, SFS 2007:90.
- Vägverkets föreskrift VVFS 2007:305 om vägmärken och andra anordningar med ändringar till Trafikverkets föreskrift TRVFS 2010:21 Bekantgörande av författning som ändrar en författning i Trafikverkets författningssamling.
- Transportstyrelsens föreskrifter TSFS 2010:172 om ändring i Vägverkets föreskrifter VVFS 2007:305 om vägmärken och andra anordningar.
- Vägverkets föreskrifter VVFS 2008:272 om storlekar på vägmärken och andra anordningar med ändringar till Vägverkets föreskrifter VVFS 2008:379 om ändring i Vägverkets föreskrifter VVFS 2008:272 om storlekar på vägmärken och andra anordningar.

Vägmärken ska ha reflexfolie av högre reflekterande typ och dimensioneras och konstrueras så att de får minst 18 års teknisk livslängd.

Skylt med tillhörande infästningar ska uppfylla krav på bärförmåga, stadga och beständighet under de förutsättningar som råder på platsen varvid egentyngd, vindlast och last av plogsnö särskilt ska beaktas.

Formfaktorer för skyltar till markplacerade vägmärken med största breddmått 1,6 m kan sättas till 1,2.

För övriga skyltar, exempelvis större lokaliseringmärken och portalplacerade skyltar, godtas följande formfaktorer:

$\mu = 1,15 + 0,05 l/h$, dock högst 1,8.

l = största sidlängd.

h = minsta sidlängd.

För skyltar till markplacerade vägmärken med största breddmått 1,6 m godtas att vindlasten placeras centriskt.

Skyltar utsatta för last av plogsnö ska antas belastade inom i SS EN 12899 1 Annex A angiven yta. Lastintensiteten beror på skyltens avstånd från vägbankkant och plogningshastigheten, se tabell (DG2.).1.

Tabell (DG2.).1 Vägmärken, last av plogsnö.

Avstånd mellan vägbansans och vägmärkets kant, m	Plogningshastighet, km/h	
	50	60
	Klass ¹⁾ /kN/m ²	
< 3,0	DSL2/2,5	DSL4/4
3,0 - < 5,0	DSL1/1,5	DSL3/3
5,0 - < 6,0	DSL0/0	DSL2/2,5
6,0 - 7,0	DSL0/0	DSL1/1,5

¹⁾ klassbeteckningar enligt SS-EN 12899-1

Plogningshastighet för Väg 27 ska vara 60 km/h

Skylt inklusive stolpe ska uppfylla under DG42 angivna krav i bruksgränstillstånd.

Vägmärken ska vara vinklade och reflekterande på sådant sätt att de syns optimalt och inte bländar trafikanter.

Vägmärken ska vara monterade i raka montage vertikalt och horisontellt.

Vägmärken får inte skymmas av belysningsanordningar e.d. Körfältsvägvisare i portal ska vara monterade med horisontell underkant.

Teknisk lösning

Vägmärken ska ha reflexmaterial som minst uppfyller krav för CR1 RA2 enligt SS-EN 12899-1. Vägmärken på portaler ska ha mikrop Prismatiskt reflexmaterial som uppfyller krav enligt Handbok Vägmärken tabell 5.5. Olika reflexmaterial får inte blandas i samma uppsättning.

Vägmärken ska vara märkta med en etikett som anger typ av reflexmaterial, fabrikat, vägmärkestillverkare, tillverkningsår samt garantitid. Etiketten ska vara permanent häftande och klart läsbar garantitiden ut. Etiketten placeras på märkets baksida: på lokaliseringmärken i nedre högra kanten, på standardvägmärken i högra delen av märket.

Efter överenskommelse mellan Entreprenören och Beställaren utförs cykelvägvisning, Entreprenören och Beställaren ska vara överens om placering och utformning.

Vägvisning och vägmärken ska utföras enligt ritningarna 000T4001, 000T4002, 000T4003, 000T4004 och 000T4005, samt skylt- och vägmärkesförteckning.

Delen Viared 0/000- Kråkered 6/260.

Delen Väg 41 0/000-0/600

samt av och påfarter Kråkereds trafikplats 0/000-0/600, 0+0/600.

Delen Väg 1610 0/000-0/500

samt av och påfarter Osdals trafikplats 0/000-0/550, 0/025-0/400, 0/000-0/450 och 0/000-0/550

Vägmärken ska placeras enligt VGU, Vägmärken.

Markplacerade vägmärken ska monteras vertikalt, lutningen får inte överstiga 1° relativt lodlinjen.

För att undvika bländning ska lokaliseringsmärken vinklas ca 5° från väglinjen, se Handbok Vägmärken avsnitt 7.4.

Kontroll

Innan fundament grävs ner ska Entreprenör markera plats för fundament och detta ska gemensamt besiktigas av tillsammans med Beställaren på plats.

DG3. Kantstolpe

Omfattning

Väg 27 0/000 -6/250.

Av- och påfarter till Väg 41,

Väg 41.

Av- och påfarter till Väg 1610

Väg 1610 med cirkulationsplatser

Anslutande väg till Väg 1640

Teknisk lösning

För placering och utformning gäller VGU, Vägmarkering och vägkantsutmärkning.

Kantstolpar sätts normalt med c/c 50 m.

Vid kurvradier, då tre stolpar inte syns i en följd samt vid montage i mitträcken, halveras dessa avstånd.

Vid horisontalradier < 700 m ska kantstolpar vara placerade med c/c 25 m och vid vertikalradier < 2500 m ska kantstolpar vara placerade med c/c 25 m.

Vid extrema förhållanden, övergångar på 2+1-vägar och liknande förhållanden, monteras kantstolpar mellan vägbanorna med ett inbördes avstånd om 10 m.

Kantstolpar ska alltid utföras genomgående och vid räcke placeras i linje med räckesstolparna.

Reflektorer ska vara vita utom vid busshållplats, parkeringsplats och korsning/anslutning, då de ska vara gula.

DG4. Portal, stolpe för trafikledningsanordning

Funktion

Fundament till portaler ska ha en teknisk livslängd av minst 40 år.

Stolpar och portalben ska ha en teknisk livslängd av minst 20 år.

Portaler ska i såväl brott- som bruksgränsstadiet dimensioneras för att i framtiden möjliggöra en utökning med 25 % av skyltarean.

Material och bärare ska uppfylla krav på bärförmåga, stadga och beständighet under de förutsättningar som råder på platsen.

Fundament får inte placeras i dikesbotten.

Fundament för anordning som inte skyddas av räcke ska placeras så att ingen del sticker upp mer än 0,1 m ovan markytan.

Teknisk lösning

För stålkonstruktioner gäller kapitel 5 i Vägverkets föreskrifter VVFS 2004:31 om bärförmåga, stadga och beständighet hos byggnadsverk vid byggande av vägar och gator med följande tillägg:

- Stålkonstruktioner ska utföras enligt krav i AMA Anläggning 10 GBD.1 med ändringar och tillägg enligt TRV AMA Anläggning 10.
- För material ska slagseghetsprovningsmetoden vara specificerad vid temperatur 0° C eller därunder.
- För utmattningsbelastade konstruktioner ska utförandeklass EXC 3 enligt SS-EN 1090-2 tillämpas.
- Svetsning ska utföras på fabrik.
- Material ska levereras med kontrollintyg 3.1 enligt SS EN 10 204. Vid leverans av stål S235 JR och S275 JR, enligt SS EN 10 025, med godstjocklek under 25 mm får kontrollintyg 3.1 enligt ovan ersättas med kvalitetsintyg 2.2 enligt SS EN 10 204.

För aluminiumkonstruktioner gäller kapitel 10 i Vägverkets föreskrifter VVFS 2004:31 om bärförmåga, stadga och beständighet hos byggnadsverk vid byggande av vägar och gator med följande tillägg:

Aluminiumkonstruktioner ska utföras enligt krav i AMA Anläggning 10 GBE.1 med ändringar och tillägg enligt TRV AMA Anläggning 10.

- För utmattningsbelastade konstruktioner ska utförandeklass EXC 3 enligt SS-EN 1090-3 tillämpas.
- Svetsning ska utföras på fabrik.
- Material ska levereras med kontrollintyg 3.1 enligt SS-EN 10204.

Stolpars eller portalbens avvikelser från lodlinjen får inte överstiga 5 mm/m.

DG41. Portal

Funktion

Fundament till portaler ska ha en teknisk livslängd av minst 40 år.

Portaler ska uppfylla krav i brott- och bruksgränstillstånd enligt Vägutrustning 94 kap 2.5.

Portaler ska i såväl brott- som bruksgränstillstånd dimensioneras för att i framtiden möjliggöra en utökning med 25 % av skyltarean. Krav på överskjutande kapacitet avser även grundläggningen.

Portaler ska uppfylla krav på fritt rum enligt VGU.

DG42. Stolpe för trafikanordning

Funktion

Stolpe ska uppfylla krav i brott- och bruksgränstillstånd.

Dimensionering ska ske för inverkan av egentyngd, vindlast och last av plogsnö. Last mot trafikanordning ska bestämmas enligt DG2.

Dimensionering kan ske enligt allmänna dimensioneringsregler eller enligt SS-EN 12899-1 och genom beräkning eller provning.

Partialsäkerhetsfaktor PAF1 enligt SS-EN 12899-1 avsnitt 5.2 får användas om annat inte anges.

För fasta vägmärken med skyltarea understigande 0,7 m² monterade med överkant skylt maximalt 3,5 m över markyta godtas bärare av stålrör med karakteristisk hållfasthet fyk minst 235 MPa, ytterdiameter minst Ø 60 mm och väggjocklek minst 2,25 mm utan särskild dimensionering för last av vind eller plogsnö.

Stolpar inom säkerhetszonen ska vara eftergivliga vid påkörning eller vara placerade bakom räcke.

Krav på eftergivlighet framgår av, VGU, Väg- och gatuutrustning, kap 3 Eftergivlig vägutrustning.

Stolpe inklusive trafikanordning ska beträffande temporära utböjningar och vridningar minst uppfylla krav för klass TDB4 respektive TBT4 enligt SS-EN 12899-1 avsnitt 5.4.

DH. Belysningsystem

Omfattning

Belysning ska uppföras på följande platser:

- För cirkulationsplatsen vid Väg 27 i Viared, km 0/340, och anslutande vägar från befintligt Viaredsmot samt ny sträckning av Viaredsvägen Lv_31 och ny anslutning till befintlig bensinstation Shell. Belysning avslutas med 75 m efter cirkulationsplatsen på huvudväg. I rondellens mitt placeras en belysningsstolpe med flera armaturer.
- För vägkorsning vid Tränningstorp, km 2/300 och Gässlösa, 3/700 gäller utbredningen av belyst område till huvudväg med början 75 m innan respektive avfart till 75 m efter respektive avfart. På mindre anslutande väg till väg ska belysningen omfatta max 3 vägbredder, mätt på normalbredden på den anslutande vägen.
- För cirkulationsplatserna vid Väg 1610 i Osdal och Väg 41 i Kråkered, gäller utbredningen av belyst område till belysning huvudväg med början 75 m innan respektive infart i cirkulationerna. Befintlig belysning i norra delen av Väg 1610 rivs och ersätts med likvärdig belysning som ny anslutande väg. I rondellernas mitt placeras en belysningsstolpe med flera armaturer.
- För trafikplats Osdal, km 2/900-3/100 och Kråkered, km 5/600-6/100 gäller utbredningen av belyst område till 75 m innan respektive korsning, till 35 m efter respektive korsning. Vägport och väg mellan de två cirkulationerna ska belysas med en övergång till befintlig Väg 1610 respektive Väg 41.
- För Lv 34.
- För Env 36Viared
- För Env 367

- För Gc-väg 371 Viared, km 0/175 och bro 15-1778-1 över Väg 27. För Gc-väg 373 Osdal samt under och på Bro 15-1782-1 och Gc-väg 376 utmed Väg 1610.
- För pendelparkeringen i Kråkered.
- För busshållplatser i Viared, Osdal och Kråkered.
- Övergångställen i Osdal (3 st) och Kråkered (1 st)

Effektbelysning används för att betona formerna hos huvudbalkar och bropelare för projektets viktigare broanläggningar under dygnets mörka timmar, se nedan.

Effektbelysning av följande broar ska utföras:

- För Bro 15-1782-1 över GC-väg 373, Viskadalsbanan, Väg 1610 och GC-väg 376 vid tpl Osdal
- För Vägbro 15-1783-1 över Viskan öster om tpl Osdal
- För Vägbro 15-1786-1 över Väg 41 och enskild väg vid tpl Kråkered

Funktion

Belysning ska bidra till trafikrummets synbarhet, rumsliga gestaltning och atmosfär. I synbarhet inkluderas effekter på visuell ledning, funktionsuppfattning, konfliktuppfattning samt påverkan av bländning.

Krav på belysningsklasser och nivåer för trafikplatser, cirkulationsplatser och vägar på landsbygd gäller enligt följande.:

- För cirkulationsplatser och trafikplatser gäller belysningsklass CE3 enligt VGU samt regionala riktlinjer VVÄ 2001:01.
- För väg från befintlig cirkulation RV40 till ny cirkulation Väg 27 i Viared, km 0/340 gäller belysningsklass MEW4 enligt VGU samt regionala riktlinjer VVÄ 2001:01.
- För väg Env 36 Viared, Env 367 gäller MEW5 enligt VGU
- För väg Lv 34 gäller MEW4 enligt VGU
- För GC-vägar gäller belysningsklass S3 enligt VGU.
- För informationsplatser gäller att informationstavlor belyses så att god läsbarhet erhålls. I zon för parkerade bilar, med utbredning till hela informationsplatsens yta, gäller belysningsklass CE4 enligt VGU.
- Belysning för övergångsställe utför enligt "Rutin för utförande belysning av övergångsställe/passage" [0C075300]

Effektbelysning av broar

Syftet är att lyfta fram broarna och framhäva brons form även nattetid. Detta utföres med ett kallare ljus än övriga delar av vägbelysningen men för bågbro 15-1783-1 ska bågens färg accentueras med en varmare ljus på insidan av varje båge. Med detta får trafikanter och gående en bättre rumsuppfattning. För broar 15-1782-1 och 15-1786-1 framhävs främre huvudbalkar samt bropelare.

Teknisk lösning

Belysningssystem ska utföras enligt följande krav:

- Trafikverkets krav och rekommendationer i VGU samt regionala riktlinjer VVÄ 2001:01.

- Svensk standard SS437 01 40 (Anvisningar för anslutningar av lågspänningsinstallationer till elnätet).
- EBR-standard KJ 41:09 Kabelförläggning.
- Elinstallationer ska vara utförda med materiel som är fabriksstillverkat och katalogfört.
- Gällande starkströmsföreskrifter.
- Kraftleverantörens anvisningar.
- Komponenter ska märkas och littereras enligt VV Publikation 2007:54 (systemnummer och komponentbeteckningar) samt enligt gällande version av PM Märkning Ytvägnätet.

Kontroll

Kontroll ska ske genom redovisning av intyg från tillverkare som visar att krav uppfylls.

Entreprenören ska även kontrollera genom att utföra, protokollföra och redovisa följande provningar. isolationsmätning av fasledare och PEN ledare

- provning kontinuitet hos skyddsledare, PEN-ledare och potentialutjämningsledare
- kontrollera att krav i utlösningvillkor uppfylls
- funktionsprovning av styrsystem
- funktionsprovning av belysningsssystem
- belysningsmätning.

DH1. Belysningsarmatur

Teknisk lösning

Armaturer på Trafikverkets vägar ska vara avsedda för högtrycksnatrium i gatumiljö för fordonstrafik. Typ av fabrikat Thorn Civic med kupat glas eller likvärdigt.

Armaturer på kommunala vägar ska vara avsedda för högtrycksnatrium i gatumiljö för fordonstrafik. Typ av fabrikat HH Design, Norden 6201 eller likvärdigt.

Armaturer för Gc-väg ska vara avsedda för keramisk metallhalogen av högtryckstyp. Typ av fabrikat HH Design, Norden 6201 eller likvärdigt.

Armaturer på bro 15-1778-1 och bro 15-1782-1 ska monteras infällt/dolt i räckena på båda sidor och vara kontinuerlig samt väl avbländad ingen störande bländning får förekomma varken för fotgängare eller bilister. Typen ska vara LED-belysning av fabrikat från Luxlight med tillhörande driftdon eller likvärdigt. Principen för belysning av bron ska vara enligt bilaga 8 (0C075800).

Armaturer för vägport på Gc-väg ska vara avsedda för lysrör. Typ av fabrikat Malux C95 Titan eller likvärdigt.

Armaturer för belysning på för övergångsställe utförs enligt bilaga 3 ”Rutin för utförande belysning av övergångsställe/passage” (0C075300)

Samtliga armaturer för effektbelysning skall förses med avbländningsskydd i tillräcklig omfattning så att ingen störande bländning uppstår för bilister och fotgängare. Typ av bländskydd skall framtagas i samband med provbelysning.

Armaturer för effektbelysning av bro 15-1782-1 ska vara av typen Fagerhult, Simes Megafocus 250 W eller likvärdigt. Dessa monteras på utsidan av främre huvudbalk 1 st i vid varje landfäste. Totalt 4 st. Effektbelysning av pelare på denna bro ska vara Erco Focalflood Facade luminaire 22 w eller likvärdigt 2st på varje pelare. Principen för belysning av bron ska vara enligt bilaga 5 (0C075500).

Armaturer för effektbelysning av bro 15-1783-1 ska vara av typen Fagerhult, Simes Megafocus 250 W eller likvärdigt. Dessa monteras på insidan av bågarna längs ner mot landfästena 2 st en på varje sida om hängstagen . Totalt 8 st. Principen för belysning av bron ska vara enligt bilaga 6 (0C075600).

Armaturer för effektbelysning av bro 15-1786-1 ska vara av typen Fagerhult, Simes Megafocus 250 W eller likvärdigt. Dessa monteras på utsidan av främre huvudbalk 1 st i vid varje landfäste. Totalt 4 st. Effektbelysning av pelare på denna bro ska vara Erco Focalflood Facade luminaire 22 w eller likvärdigt 2st på varje pelare. Principen för belysning av bron ska vara enligt bilaga 5 (0C075500).

Armaturer ska vara försedda med konventionella driftdon av lågförlusttyp.

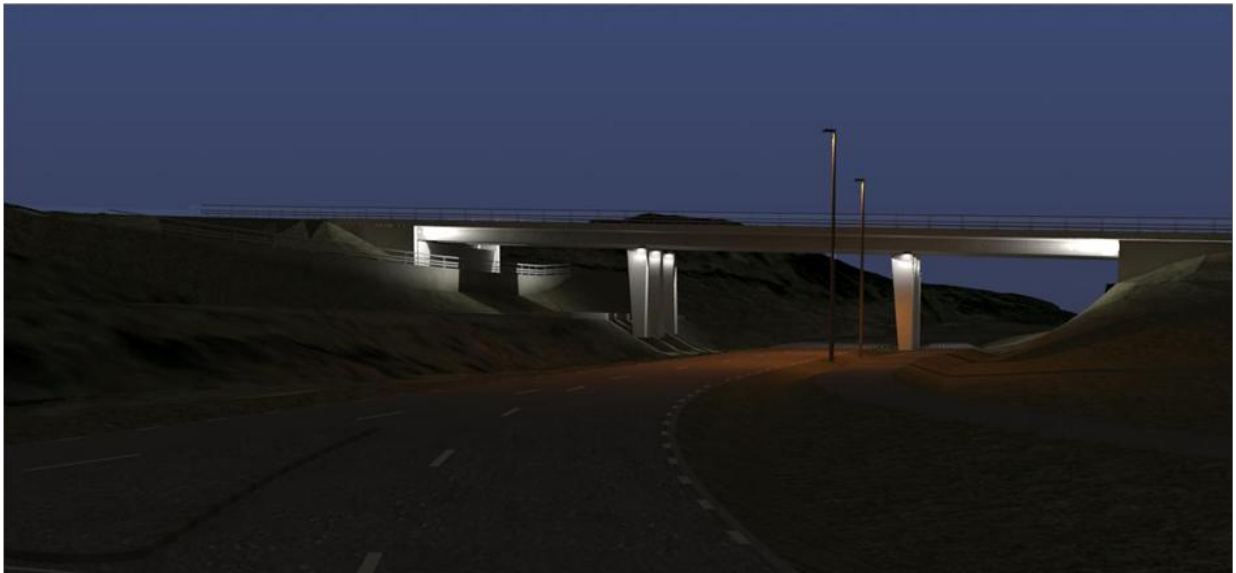
Om armatur saknar anslutning för skyddsledare ska den isoleras med toppklämma.

Samtliga komponenter ska vara monterade så att de inte tar skada av vibrationer.

I tunnel, vägport o d, där rengöring avses ske genom spolning av vatten eller rengöringsvätska ska armatur vara utförd så att den uppfyller kraven för kapslingsklass IP 65.

Armaturer ska riktas med avseende på ljusutbredning och eventuell bländningsrisk.

Effektbelysning på broar ska provbelysas och utvärderas innan beställning av armaturer i samråd med Beställaren.



Figur (DH1).1 Datorgenererad modellvy för effektbelysning av bro 15-1782-1 (Osdal) .

Teknisk lösning

Belysningsarmaturer ska förses med märkning enligt figur YTB/1 i RA EL 09 och vara läsbar från marken och i färdriktningen utvisande isatt lamptyp.

DH2. Belysningskälla**Funktion**

Ljuskällor ska väljas med största möjliga miljöhänsyn, vilket bl.a. innebär minimerat kvicksilverinnehåll och största ljusutbyte.

Avser högtrycksnatrium

Ljuskällan ska ha en "servicelife" på minst 24 000 timmar, samt vara av typen "förhöjt ljusutbyte". Den ska även vara skaktålig.

Avser metallhalogen

Ljuskällan ska ha en "servicelife" på minst 16 000 timmar, samt vara av typen "förhöjt ljusutbyte". Den ska även vara skaktålig. Färgtemperatur ska vara 3000 K.

Avser metallhalogen för effektbelysning av bro 15-1782-1 och 15-1786-1

Ljuskällan ska ha en "servicelife" på minst 16 000 timmar, samt vara av typen "förhöjt ljusutbyte". Den ska även vara skaktålig. Färgtemperatur ska vara 4000 K.

Avser metallhalogen för effektbelysning av bro 15-1783-1

Ljuskällan ska ha en "servicelife" på minst 16 000 timmar, samt vara av typen "förhöjt ljusutbyte". Den ska även vara skaktålig. Färgtemperatur ska vara 3000 K.

Avser lysrör

Ljuskällan ska ha en "servicelife" på minst 48 000 timmar, samt färgtemperatur 3000 K. Den ska även vara skaktålig.

Avser Led-belysning infällt/dolt i räckan bro 15-1778-1 och bro 15-1782-1

Armaturen inklusive driftdon ska ha en livslängd på minst 60 000 timmar. Färgtemperatur 3000 K.

Avser Led-belysning på pelare på bro 15-1782-1 och 15-1786-1

Armaturen inklusive driftdon ska ha en livslängd på minst 60 000 timmar. Färgtemperatur 4000 K.

DH3. Belysningsstolpe, belysningsmast

Funktion

Dimensionerande teknisk livslängd för belysningsstolpar och master ska vara 25 år och belysningsarmaturer ska vara utformade för teknisk livslängd av 15 år.

Eftergivliga uppfångande stolpar ska väljas enligt VGU del Väg- och gatuutrustning kap 3, Eftergivlig väg- och gatuutrustning. Stolpar skall ej vara av Aluminium.

Stolpar och master ska uppfylla krav på beständighet samt på bärförmåga och stadga i såväl brott- som bruksgränstillstånd och under de förutsättningar som råder på platsen.

Partialsäkerhetsfaktorer för klass A enligt SS-EN 40-3-3 avsnitt 5 ska användas.

Dimensionering ska ske för inverkan av egentygnd och vindlast. För stolpar som strömförsörjs med luftledning ska även islast på linor medräknas.

Stolpe med armatur ska beträffande horisontella och vertikala utböjningar minst uppfylla krav för klass C enligt SS-EN 40-3-3 avsnitt 6.5.

Stolpar och masters placering och höjd samt armaturers egenskaper och placering ska vara så att kraven på belysningskvalitet uttryckt som belysningsnivå, -styrka, -jämnhet och bländtalsindex för väganläggningen och dess delar kan uppfyllas för såväl torra som våta vägbanor.

Stolpe eller mast ska ha fullgott korrosionsskydd och galvaniska strömmar får inte uppstå. Vid behov ska stolpar vara utförda med förstärkt korrosionsskydd 1 m ovan mark.

Stolpe får ha en maxhöjd på 12 m och vara med kort arm på väg

Stolpe för GC-vägar och vägar Env 36Viared, Env 367, LV 34 ska vara stål stolpe med förstärkt rostskydd 1 m ovan mark

Stolpe på befintlig Viaredsväg ska vara likvärdig befintlig och vara med förstärkt rostskydd 1 m ovan mark.

Stolpe för övergångsställe utför enligt ”Rutin för utförande belysning av övergångsställe/passage” [OC075300]

Riktningen på stolpar ska både i vridning och höjdinkel anpassas till beräkningar och belysande väg. Avvikelse får max vara 50 mm per m i vridning och 5 mm per m i höjdinkel.

Stolpes avvikelse från lodlinjen får inte överstiga 5 mm/m

Fundament som inte står i skydd av vägräcke e.d. ska placeras så att inte någon del av fundamentets överyta blir belägen högre än 0,1 m över färdig mark.

Belysningsstolpar på bro ska utföras enligt TRVK Bro 11 kap G.12

Teknisk lösning

Stolpsäkringslucka ska orienteras i trafikens frånriktning.

Gruppcentral i stolpe ska vara utformad som TN-S system, där PE- och N-ledare ska ha egen plint.

Om skyddsledare anslutes i stolpe med förskruvning ska den ha taggbricka.

Märkning

Belysningsstolpe ska vara CE-märkt enligt någon av följande produktstandarder: SS-EN 40-5, SS-EN 40-6 eller SS-EN 40-7.

Stolp- fundament- och armaturlista ska upprättas.

Stolpnummer ska dokumenteras i all dokumentation tillhörande projektet. Numrering ska ske enligt Beställarens system. Observera att både komponentdata och det regionala märkningssystemet ska användas

DH4. Styrssystem för belysning

Funktion

Styrutrustning för Trafikverket av typ Capelon SC200 styrcentral

Teknisk lösning

Styrutrustning, tillhandahålls av Beställaren och monteras i respektive belysningscentral enligt leverantörens anvisningar.

Beställarens kontakt:

Berth Torsson

Tel: 010-123 78 38

Mail: berth.torsson@trafikverket.se

DK. Elsystem och telesystem

Kontroll

Kontroll ska ske genom redovisning av intyg från tillverkare som visar att krav uppfylls.

- Entreprenören ska även kontrollera genom att utföra, protokollföra och redovisa följande provningar.isolationsmätning av fasledare och PEN ledare
- provning kontinuitet hos skyddsledare, PEN-ledare och potentialutjämningsledare
- kontrollera att krav i utlösningvillkor uppfylls
- funktionsprovning .

DK. Elsystem och telesystem/ Kabelskåp

Teknisk lösning

Alla i skåp ingående ståldetaljer ska vara varmförzinkade eller utförda av rostfritt stål. Skåpen ska vara utförda för TN-C-system.

Kabelskåp ska vara utfört i lägst kapslingsklass IP 44.

Kabelskåp ska utföras med 30% reservplats för framtida utbyggnad.

Komponent i skåp ska vara utförd och monterad så att alla delar uppnår minst kapslingsklass IP 20.

Kabelskåp förses med utvändig märkning ”TRAFIKVERKETS BELYSNINGSCENTRAL” samt anläggningens Littera. Märkning av komponenter utför enligt VV Publikation 2007:54

Kabelskåp förses med utvändig märkning ”BORÅS STADS BELYSNINGSCENTRAL” samt anläggningens Littera. Märkning av Borås Stads anläggning ska utföras enligt EBR KJ 31:02 Kabelskåp och SS 437 01 40 anslutning av lågspänningsinstallationer till elnät.

Förutom märkning av apparater ska invändig märkning utgöras av gruppförteckning och grupp-schema.

För utgående huvudledningar ska schema visa centralen och dess matningsområde, ledningar och anslutna platsutrustningar. På schemat införs beteckningar som motsvarar märkningarna.

Schema ska ange:

- matande och utgående kablar samt kablarnas längd
- ledararea
- högsta tillåtna säkring
- anslutna objekt.

DK. Elsystem och telesystem/ Apparater i kopplingsutrustning

Teknisk lösning

Apparater i utrustning ska vara godkända för förkommande felströmmar.

Uttag ska förses med personskyddsautomat för max 30 mA felström.

Handmanöverbrytare ska ha 0-Hand-1 manöveromkopplare.

Vid apparat eller apparatenhet ska finnas märkning som identifierar apparaten eller enheten i den tekniska dokumentationen. Märkning ska vara så utförd att den inte följer med apparaten eller enheten vid utbyte.

Manöveranordningar ska förses med manövermärkning.

Vid elkopplare och vid säkring ska med tydlig märkning anges till vilken strömkrets elkopplaren eller säkringen hör.

Vid överströmsskydd i utgående ledning ska finnas:

- uppgift om högsta tillåtna märkström för säkring
- uppgift om minsta ledararea som förekommer i den fast förlagda ledningen.

Inom kopplingsutrymmen ska PEN-ledare märkas med bokstäverna PEN.

Stolpsäkring får max vara 6A.

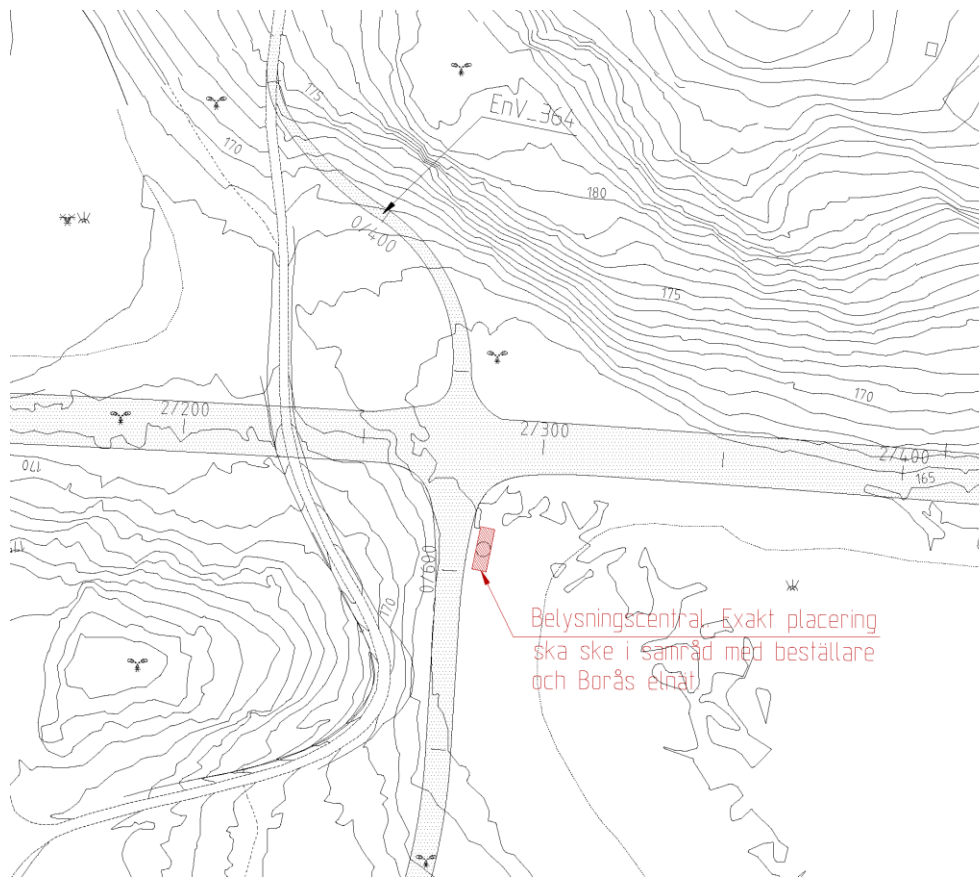
DK. Elsystem och telesystem/ Centralutrustning

Omfattning

Kabelskåp inklusive belysningscentral med elmätning ska installeras på nedanstående platser.

- Korsning Väg 27 i km 2/270. Placering se figur DK.1.
- Osdal Trafikplats. Placering se figur DK.2.
- Korsning Väg 27 i km 3/700. Placering se figur DK.3
- Kråkered Trafikplats. Placering se figur DK.4.

Beställaren står för nätanslutningsavgiften.



Figur (DK).1 Förslag på placering av belysningscentral i korsning Väg 27 i km 2/270. OBS storlek på belysningscentral är ej skalenlig



Figur (DK).3 Förslag på placering av belysningscentral i korsning Väg 27 3/700. OBS storlek på belysningscentral är ej skalenlig



Figur (DK).4 Förslag på placering av belysningscentral i Kråkered Trafikplats. OBS storlek på belysningscentral är ej skalenlig

Kabelskåp inklusive belysningscentral för Borås Stad ska finnas i vaje ände av Bro 15-1778-1.

Funktion

Separata infällda centraler ska finnas för anslutning till belysning i bro 15-1782-1 och 15-1786-1 i varje brofäste. Separat infälld central ska finnas för anslutning till belysning i bro 15-1783-1 i västra brofästet. Gällande belysning i GC-väg 373 under bro samt på bro ska denna infällda central anslutas till Borås Stads befintliga belysningsanläggning.

Kabelskåp inklusive belysningscentral placeras utanför vägområde i anslutning till farbar väg eller GC-väg. Alternativt ska plats medges för servicefordon.

Föranmälan för resp ny belysningscentral med elmätning ska göras hos Borås Elnät

Teknisk lösning

Varje armatur för vägbelysning ska avsäkras i stolpcentral och anslutas till separat säkringssockel i gruppcentraler eller stolpcentraler. Anslutning av armatur ska med separat skyddsledare.

Gruppcentral ska när lucka öppnats, vara beröringsskyddad i lägst kapslingsklass IP 2x. När lucka är tillsluten ska gruppcentral hålla lägst kapslingsklass IP 43.

Belysningscentral med elmätning ska installeras i kabelskåp.

DK. Elsystem och telesystem/ Kablar

Funktion

Kablar ska dimensioneras för att strömförsörja väganläggningens belysningssystem.

Teknisk lösning

Kablar ska förläggas enligt EBR KJ 41:09

Kablar i mark ska utföras med typen N1XE 4G16 (halogenfri), färg svart.

Kablar i mark förläggs i släta skyddsror.

Vid fundament för kabelskåp ska kabel förläggas med 0,5 m extra längd i mark.

Kabel mellan stolpcentral och armatur ska vara fåtrådig, skärmad och halogenfri och ha en extra längd av 0,5 m, så att armaturen lätt kan bytas. Om kabeln förläggs utvändigt ska den även vara UV-beständig.

Kabelförläggning intill fundament får inte ske innan fundament är satt och återfyllning (väl packad) är utförd till den nivå på vilken kabeln ska förläggas.

Kabel får inte förläggas helt sträckt.

Vid övergång mellan förläggning i mark och ovan mark ska kabeln skyddas mot mekanisk åverkan genom att dras i syrafast rostfritt rör från 0,3 m under färdig mark till 1,5 m över färdig mark.

Markförlagd kabel ska normalt ej vara skarvad.

Kabel i eller på belysningsstolpe får inte vara skarvad.

Kablar i rör får inte vara skarvad.

Efter kabeldragningen i rör ska kabelrörs ände noggrant tätas med skumplast e.d.

Märkning ska utföras enligt bilaga 4 "PM-märkning krav på märkskyltning av ytvägnätet" (0C075400).

Samtliga nya kablar ska märkas i respektive ände med märkhylsor som anger centralbeteckning och gruppnummer.

Kabeländar på Beställarens ledningar ska märkas med "IN" för inkommande och "UT" för utgående samt vilken stolpe/belysningscentral respektive ledning är ansluten till i andra ändan.

Märkning ska utföras med skyltar av flerskiktspplast med texthöjden 5 mm, skyltarna fästes med bandklammer på kabeln.

Ledningar i skåp och stolpar ska märkas med gula märkhylsor typ Partex eller likvärdig.

Utvändiga ledningar exempelvis hängkabel ska märkas med motsvarande UV-beständiga skyltar.

DK. Elsystem och telesystem/ Kabelbrunnar

Teknisk lösning

Brunnar ska finnas vid trafikplatser och broar, samt med ett maximalt avstånd av 100 m. Brunnarna ska vara utformade så att användning inte försvåras genom till exempel vara för djupa eller för trånga.

Schakt för brunnar tillhörande kanalisation ska utföras med god dränering, minst 200 mm makadam i botten, samt materialavskiljande lager av geotextil. Vid behov ska ytterligare dränering anordnas.

Schaktbotten för brunn tätas med geotextil.

Brunnar ska utformas så att underkant rör kommer minst 0,1 m ovanför brunnens botten.

Brunnar utanför körbar yta ska vara av typ Ralaflex eller motsvarande. Betäckningen ska vara med flytande lock, vattentät och dimensionerat för 125 kN.

I körbar yta ska platsgjuten brunn med ej borttagbar lucka användas. Beteckningen ska vara vattentät och dimensionerad för 400 kN.

DK. Elsystem och telesystem/ Kanalisation

Omfattning

Samtliga kablar ska förläggas i rör

Funktion

Sträckorna mellan brunnar ska vara utformade så att kabeldragning inte onödigtvis försvåras genom till exempel kraftiga eller många rörböjar.

Teknisk lösning

Kabelskyddsror ska uppfylla kraven enligt SS 424 14 37.

Halogenfria kabelskyddsror ska användas.

Mellan belysningsstolpar ska kabel förläggas i rör typ SRN 50 med flexböjar. Så kallad slang får inte användas. Kabel förlagd i rör får inte skarvas.

Rör utan subslangar ska vara försedda med dragtråd.

Vid förläggning under väg ska rör SRN 50 förläggas inuti ett rör typ SRS 110.

Vid broar ansluts rören så att brons rörelser tillåts.

Vid entreprenadgräns ska rören tätas så att vatten och smuts inte kan tränga in i rören.

Minsta täckning över ingjutning under körbana ska vara 400 mm, utanför körbana minst 250 mm.

Vid förläggning i slänt, anpassas schakt efter anslutning till brunnar.

Mellan rörmyningar får lågpunkter inte finnas.

Vid korsning under belagd yta ska kabelskyddsror avslutas minst 0,5 m utanför vägbankant i innerslänt.

Kontroll

Samtliga rör, där kabel inte ska dras i entreprenaden ska provdras med s.k. tolk.

Tolkar ska vara tillverkade i aluminium i form av klot med dragöglor i båda ändarna och med diameter 85 mm eller 91% av rörens innerdiameter.

Entreprenören ska anmäla förestående provdragning till Beställaren som ska beredas tillfälle att närvara vid provdragningen. Provdrawingen ska dokumenteras i form av protokoll där det klart framgår vilka rör-stråk som omfattas av provdragningen samt eventuella anmärkningar. Protokollet ska dateras och signeras av Entreprenören.

DK. Elsystem och telesystem/ Kablar i betongkonstruktion

DK. Elsystem och telesystem/ Kablar i betongkonstruktion// Bro 15-1782-1 över GC-väg, Viskadalsbanan och Väg 1610 vid tpl Osdal

Teknisk lösning

Samtliga rör för belysning ska gjutas in och döljas så mycket som möjligt. Samtliga rör ska förläggas från infälld central för Trafikverket. Rör för belysning till GC-väg 373 ska mynna ut vid varje huvudbalk ovan GC-väg 373 (3 st). Samtliga rör ska förläggas från infälld elcentral för Borås Stad. Minst ett extra rör för belysning ska finnas.

Alla rör ska förses med galvaniserad dragtråd. Eventuella tomrör ska tätas noggrant.

DK. Elsystem och telesystem/ Kablar i betongkonstruktion// Bro 15-1783-1 över Viskan öster om tpl Osdal

Teknisk lösning

Kabelrör ska förläggas så att röret göms bakom längsgående sidobalk. Minst ett extra rör för belysning ska finnas. Rören ansluts till infälld central i landfästet. Från infälld central västra sidan förläggs kanalisation och ansluts till kanalisation utanför bron.

Alla rör ska förses med galvaniserad dragtråd. Eventuella tomrör ska tätas noggrant.

DK. Elsystem och telesystem/ Kablar i betongkonstruktion// Bro 15-1786-1 över Väg 41 och enskild väg vid tpl Kråkered

Teknisk lösning

Samtliga rör för belysning ska gjutas in samt döljas så mycket som möjligt. Minst ett extra rör för belysning ska finnas.

Alla rör ska förses med galvaniserad dragtråd. Eventuella tomrör ska tätas noggrant.

DK. Elsystem och telesystem/ Ledningssystem

Teknisk lösning

Beställarens gatu- och vägbelysningsanläggningar ska utföras för TN-C-system (4-ledar-system), men i stolpe ska utformningen vara av typen TN-S 5 ledarsystem.

Armaturer ska inkopplas på huvudledning med jämn fasfördelning efter varandra; L1, L2, L3.

DZ. Övriga delar i väganläggning

DZ 1. Övriga delar i väganläggning /"Grodbäcken"

Omfattning

Som kompensationsåtgärd ska "Grodbäcken" grävas vid ca km 2/070 till ca km 2/800. Denna detaljprojekteras av Beställaren och delges som PM under anbudstiden. Arbeten relaterat till ovanstående ska utföras i ett tidigt skede innan huvudarbetena påbörjas. Se vidare AFD.43 samt MEG (0N071000).

DZ 1. Övriga delar i väganläggning / Grodpassage med led- armar

Omfattning

På delsträckan mellan ca km 1/970 till km 2/080 ska tre grodpassager anläggas. Dessa detaljprojekteras av Beställaren och delges som PM under anbudstiden. Se vidare AFD.43 samt MEG (0N071000).

DZ 2. Övriga delar i väganläggning / Befintliga konstruktioner / VA- nät

Omfattning

Befintliga vatten-, dagvatten och spillvattenledningar som bedöms påverkas av utformning och utförande av Väg 27, se kapitel C2. Befintliga konstruktioner/ VA-nät.

Funktion

Befintliga ledningars funktion ska säkerställas under byggskedet och efter genomförd nybyggnad av väganläggning. Se kapitel C2. Befintliga konstruktioner/ VA-nät.

Teknisk lösning

Omläggning där det erfordras.

Omläggning ska ske i överensstämmelse med Borås Energi och Miljös dokument "Materialförteckning VA-material" daterad 2011-01-01, reviderad 2011-09-21, (0W123000) och utföras i samma planläge som befintliga ledningar om inte annat anges. Rör och rördelar på omlagd ledning ska vara av samma material, hållfasthetsklass, tryckklass mm som ledningen som läggs om. Om avbrott erfordras ska de samordnas med respektive ledningssägare.

Trycksatta ledningar som korsar Väg 27 ska läggas om i skyddsror med brunn på respektive sida om vägen. Skyddsroret ska ha samma tryckklass som den befintliga ledningen. Avstängningsanordning för mediaröret ska placeras på båda sidor om vägen.

Inkopplingar på befintligt dricksvattennät utförs av entreprenören i samråd med respektive ledningsägare. Avstängningar på befintligt nät utförs av ledningsägaren. Entreprenören ansvarar för tidssamordning.

Frilagda vatten- och spillvattenledningar ska skyddas mot frysning.

Frilagda plastledningar ska skyddas mot UV-strålning.

Efter ingrepp på vattenledning ska spolning och desinfektion utföras enligt VAV P77.

Betäckning till befintliga brunnar ska anpassas till ny väg.

Exempel på ledningar som läggs om i nytt planläge:

- Vattenledning 110/90 PEH parallell med Väg 41 läggs om i nytt läge öster om cirkulationsplatsen på sträckan ca 0/120 – 0/180 (Väg 41).
- Trycksatt spillvattenledning 200/164 PEH parallell med Väg 41 läggs om i nytt läge öster om cirkulationsplatsen på sträckan ca 0/120 – 0/180 (Väg 41).

Kontroll

Kontroll ska ske genom inmätning före och efter åtgärd samt besiktning.

Provning av täthet hos omlagda tryckledningar ska utföras enligt VAV P78 respektive VAV P79.

För omlagda självfallsledningar ska täthet, deformation och riktning avvikelser kontrolleras enligt Svenskt Vatten P91.

Intyg ska uppvisas på godkännande från fastighetsägare eller ledningsägare av omlagda ledningars funktion.

DZ 2. Övriga delar i väganläggning / Befintliga konstruktioner / Elledningar

Omfattning

Befintliga elledningar som bedöms påverkas av utformning och utförande av Väg 27, se kapitel C2. Befintliga konstruktioner/ Elledningar.

Funktion

Befintliga ledningars funktion ska säkerställas under byggskedet och efter genomförd nybyggnad av väganläggning. Se kapitel C2. Befintliga konstruktioner/ Elledningar.

Teknisk lösning

Markförlagda elkablar läggs om där det erfordras.

Schakt, omläggning och återfyllnad ska utföras enligt ”Kabelförläggning max 145 kV. EBR KJ 41:09”. Ledningar under väg läggs i skyddsror, SRN 160. För schakt, förläggning och återfyllnad krävs BB3-behörighet.

Vid omläggning av elledningar tillhörande Borås Elnät levererar Borås Elnät skyddsror, kabelskydd och elkablar efter avrop. Entreprenören ansvarar för materialet när det har levererats till

arbetsplatsen. Skarvning och idriftsättning av Borås Elnäts ledningar utförs av Borås Elnät. Avrop för leverans av material samt kabelarbeten (skarvning och idriftsättning) ska ske senast 7 dagar innan önskat utförande.

Vid Väg 27 ca 0/247 samt ca 0/256 ska tomrör förläggas för planerad framtida markförläggning av Borås Elnäts luftledningar HSP 130 kV. Arbetet utförs i samråd med Borås Elnät.

Kontroll

För markförlagda ledningar ska respektive ledningsägare beredas möjlighet att kontrollera ledningsbädd samt återfyllnad (material och utförande).

Omlagda ledningar ska mätas in. Inmätningarna ska levereras till respektive ledningsägare. Inmätning av ledningar tillhörande Borås Elnät ska mätas in i koordinatsystem Sweref 99 13 30.

DZ 2. Övriga delar i väganläggning / Befintliga konstruktioner / Teleledningar inkl. optoledningar

Omfattning

Befintliga tele- och optoledningar som bedöms påverkas av utformning och utförande av Väg 27, se kapitel C2. Befintliga konstruktioner/ Teleledningar inkl. optoledningar

Funktion

Befintliga ledningars funktion ska säkerställas under byggskedet och efter genomförd nybyggnad av väganläggning. Se kapitel C2. Befintliga konstruktioner/ Teleledningar inkl. optoledningar.

Teknisk lösning

Ledningar läggs om där det erfordras.

Arbeten ska utföras enligt EBR, KJ 41:09. För ledningar tillhörande Skanova ska även utdrag ur anvisningar N 12 643-05 och 1056-A 138 följas.

Respektive ledningsägare utför flyttning till nytt läge av trafiksatta kablar, förläggning av kablar i ny ledningsbädd (inkl. skarvning) och idragning i nylagd kanalisation samt in-, om- och bortkopplingar av befintliga och nya kablar.

All eventuell riven kabel och kanalisation tillhörande Skanova omhändertas av Skanova.

Entreprenören ska utföra övriga erforderliga arbeten, t.ex. schakt, ledningsbädd, förläggning av tomrör för kanalisation, geotextil och återfyllning.

Avbrottstider ska minimeras och arbeten tidssamordnas med respektive ledningsägare. Entreprenören ansvarar för tidssamordning.

Nya ledningslägen ska mätas in. Avser både ledningsstråket och rörändar på eventuella skyddsror.

För ledningar tillhörande Skanova ska avrop för materialbeställning och begäran om brytningstillstånd för omkoppling av trafik mm. ska ske senast 8 veckor innan önskat utförande.

För ledningar tillhörande Splitvision gäller följande tider för avrop:

- leverans av rör - 1 vecka
- utförande av kabeldragning och omläggning - 1 månad
- planeringsstart för kabeldragning och omläggning - 3 månader.

Ledning tillhörande Skanova vid Väg 27 ca km 0/102 ska rivas.

Vid Väg 27 ca km 2/576 ska entreprenören lägga ny kanalisation under vägen för markförläggning av befintlig luftburen ledning. Arbetet samordnas med Skanova.

Kontroll

Respektive ledningsägare ska beredas tillfälle att kontrollera ledningsbädd, rör och återfyllnad.

Stickprov görs av respektive ledningsägares kontrollanter.

DZ 2. Övriga delar i väganläggning / Befintliga konstruktioner / Fjärrvärmeledningar

Omfattning

Befintliga fjärrvärmeledningar som bedöms påverkas av utformning och utförande av Väg 27, se kapitel C2. Befintliga konstruktioner/ Fjärrvärmeledningar

Funktion

Befintliga ledningars funktion ska säkerställas under byggskedet och efter genomförd nybyggnad av väganläggning.

Teknisk lösning

Ledningar läggs om där det erfordras.

Omläggning ska utföras enligt Svensk Fjärrvärms "Lägningsanvisningar för fjärrvärme- och fjärrkyleledningar" (Tekniska bestämmelser D:211, 2012).

Borås Energi och Miljö tillhandahåller rör- och rördelar samt utför svets- och montagearbeten.

Övriga erforderliga arbeten utförs av entreprenören, t.ex. schakt, ledningsförläggning och återfyllning. Entreprenören ansvarar för tidssamordning. Avrop för omläggning ska ske senast 3 veckor innan önskat utförande.

Frilagda ledningar ska skyddas mot frysning.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning och provning.

Ledningsägaren ska beredas tillfälle att utföra provning och kontroll av omlagda ledningar innan återfyllning.

DZ 2. Övriga delar i väganläggning / Befintliga konstruktioner / Gasledningar

Omfattning

Befintliga gasledningar som bedöms påverkas av utformning och utförande av Väg 27, se kapitel C2. Befintliga konstruktioner/ Gasledningar

Funktion

Befintliga ledningars funktion ska säkerställas under byggskedet och efter genomförd nybyggnad av väganläggning.

Teknisk lösning

Omläggning och förläggning i skyddsror där det erfordras.

Arbeten ska utföras enligt Energigasnormen EGN 2011.

Schakt, ledningsförläggning, återfyllning samt inkopplingar på befintliga gasledningar utförs av entreprenören. Avrop på avstängning av gas ske senast 3 veckor innan önskat utförande. Entreprenören ansvarar för tidssamordning.

Kontroll

Täthetskontroll och provtryckning samt dokumentation av material och licenser av person som utfört svetsning av PE-rör ska utföras enligt EGN2011.

Respektive ledningsägare ska beredas tillfälle att närvara vid kontroller.

DZ 3. Övriga delar i Väganläggning / Korsande ledningsgata

Omfattning

Borås Stad planerar att bygga ledningsgata som kommer att korsa Väg 27 vid sektion ca 3/590. Entreprenören ska förlägga skyddsror för ledningsgatan under Väg 27.

Skyddsrorens dimension ska vara följande:

- 2 st. DN 1800 mm (skyddsror för tryckavloppsledningar)
- 1 st. DN 500 mm (skyddsror för vattenledning)
- 2 st. DN 1200 mm (skyddsror för fjärrvärmeledningar)
- 3 st. DN 160 mm (skyddsror för elkablar)
- 3 st. DN110 mm (skyddsror för telekablar)

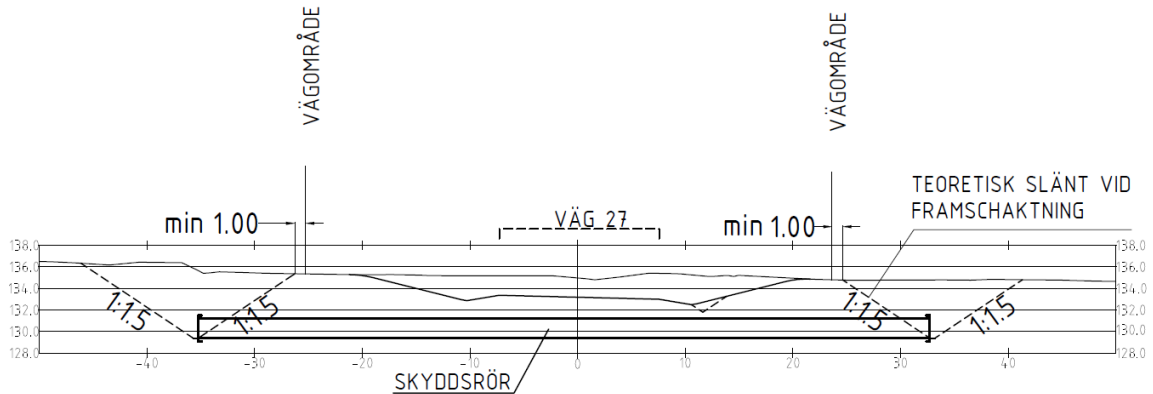
Se även förslagsskiss, bilaga 10 (0C075910)

Funktion

Skyddsroren ska förläggas enligt förslagsskiss, bilaga10 (0C075910). Centrumlinje för skyddsroren ska gå genom koordinaterna:

(N 6396999.06, E 61897.91) (N 6396933.22, E 61874.16) (koordinatsystem RT90 5 GON V 0:-1).

Skyddsrören ska dras ut utanför vägområdesgränsen på vardera sida om vägen så att släntkrönet hamnar minst 1 meter utanför vägområdesgränsen vid framschaktning av rörändarna med släntlutning 1:1.5, se figur (DZ3).1



Figur (DZ3).1. Skiss som visar minsta horisontella avstånd mellan skyddsrörs ändrar och vägområdesgränsen.

Skyddsrörens ändrar ska försees med täta proppar.

Skyddsrören ska förläggas med minst 0,6 m täckning mellan hjässa och färdig mark.

Skyddsrören ska vara täta.

Riktningssavvikelse, deformation och nivå ska uppfylla krav enligt toleransklass A, Svenskt Vatten P91.

Skyddsrören för tryckspillvattenledningarna, vattenledningen och fjärrvärmeledningarna ska vara av betong eller likvärdigt. Skydds rör av betong ska dimensioneras enligt VAV P84. Rör och rördelar ska uppfylla krav enligt SS-EN 1916 och SS 227000 samt vara försedda med varaktig märkning som anger tillverkare och tillverkningsdatum och andra uppgifter som är nödvändiga för rörens identifiering. Skydds rören ska vara deklarerade och kvalitetssäkrade.

Skydds rör för el- och telekablar ska dimensioneras enligt gällande EBR.

Skydds rör och rördelar av PVC och PP ska uppfylla kraven för märkning med Nordic Poly Mark. Rör- och rördelar av PE ska uppfylla krav enligt SS-EN 12666-1.

Fogning av plaströr ska utföras med gummiring som är godkänd av leverantören, anpassad för den levererade rörtyper och enligt tillverkarens anvisningar. Gummiring ska uppfylla krav enligt SS-EN 681-1.

Svetsning av PE-rör ska utföras enligt tillverkarens anvisningar och av person med dokumenterad kunskap och erfarenhet av svetsning och som minst har utbildning enligt Svenskt Vattens diplomkurs i svetsning.

Styvhet för plaströr ska vara av styvhetsklass minst SN8. Plaströr ska vara certifierade av SWEDAC eller likvärdigt ackrediteringsorgan

Kontroll

Kontroll av täthet, deformation och riktningssavvikelse ska utföras enligt Svenskt Vatten P91. Krav enligt toleransklass A ska uppfyllas.

F. SPÅRANLÄGGNING

Omfattning

Avser Viskadalsbana vid ny vägbro, trafikplats Osdal, ca km 136/200 – 136/300.

Befintlig anläggning.

Befintliga stolpar utgörs av Trafikverkets standardstolpe i stål med gjutet fundament.

Hjälpkraftledning utgörs av tre-fas friledning, 11kV, 35mm² CU-lina.

Hängverk utgörs av system N4,9/5,9, bärlina 50mm² CU och kontakttråd 80mm² CU.

Återledning utgörs av 1x130mm² CU-lina.

Ny anläggning

Befintlig stolpe 34 ersätts med nya stolpar anpassade i lägen till ny bro.

Befintlig hjälpkraftledning ska spännas av vid ny vägbro och förläggs som markförlagd kabel vid bro.

Befintligt hängverk anpassas i höjd, nya utliggare med anpassad systemhöjd monteras.

Nya anläggningsdelar drift- och skyddsjordas.

FK. Elsystem och telesystem/ Kablar

Omfattning

Avser kabel för hjälpkraftledning vid ny vägbro.

Teknisk lösning

Kabel för hjälpkraftledning ska förläggas i mark enligt SS 424 14 37.

Vid anslutning mot friledning förläggs kabel i kontaktledningsstolpe enligt Trafikverkets typritning.

Kabel ska utföras med typen AXCEL 3x50/16 eller likvärdig.

Kabelförläggning nära fundament får inte ske innan fundament är satt och återfyllning (väl packad) är utförd till den nivå på vilken kabeln ska förläggas.

Kabel får inte förläggas helt sträckt.

Markförlagd kabel ska normalt ej vara skarvad.

Kabeltillverkarens anvisningar ska gälla för hantering av kabel.

Vid skarvar och avgreningar ska den elektriska isolationshållfastheten vara densamma som för ledningen i övrigt.

Kabelavslut ska uppfylla Trafikverkets krav.

Märkning

Samtliga nya kablar ska märkas i respektive kabelände ovanför kabelskydd.

Märkning ska utföras med Partex PKS eller likvärdigt, texthöjden 5 mm, skyltarna fästes med bandklammer på kabeln.

FK. Elsystem och telesystem/ Ledningssystem

Funktion

Samtliga nymonterade anläggningsdelar ska uppfylla minst korrosionsklass C3. Yta i befintlig anläggning som friläggs ska kompletteringsmålas enligt BVH 543.38302, kap 5.

Teknisk lösning

Bärande konstruktioner

Befintlig kontaktledningsstolpe rivs och ersätts med nya stolpar på båda sidor ny bro. Placering enligt BVS 543.3501, kap 7.2. Nya stolpar ska utgöra avspänningsstolpar för hjälpkraftledning och uppbära nya utliggare för kontaktledning samt konsoler återledning. Nya stolpar ska vara av målat utförande.

Fundament för nya stolpar och avspänning utförs och grundläggs enligt BVS 543.3501, kap 7.1.

Fundament för stolpe som rivs bilas ned till minst 500mm under färdig markyta alternativt grävs upp i sin helhet.

Hjälpkraftledning

Befintlig hjälpkraftledning ska spännas av vid ny vägbro och förläggs i kabel. Avspänning och övergång till kabel utförs enligt BVS 543.37410, kap 7.5.

Hängverk

Befintligt hängverk anpassas till ny bro enligt BVS 543.3501, kap 8.2.6. Lägsta kontaktledningshöjd i slutläge 5300mm över RÖK.

Utliggare i ny stolpe eller där systemhöjd förändras ska vara ny. Utliggartyp väljs enligt BVS 543.35010, kap 8.2.7.

Bärlina förses med linisolation enligt Trafikverkets typritning.

Befintlig återledning anpassas till ny vägbro enligt BVS 543.3501, kap 8.2.12.

Drift- och skyddsjordning

Samtliga drift- och skyddsjordning av nya anläggningsdelar utförs enligt BVS 510.

Märkning

Märkning av ny stolpe utförs med standardskylt Trafikverket artnr. 04 29 032 med tillhörande fästen.

FK. // RIVNING AV VÄGSKYDDSANLÄGGNING FUNNINGEVÄGEN

Omfattning

Avser rivning av vägbomsanläggning Funningevägen då Väg 27 är driftsatt.

Teknisk lösning

Entreprenören skall utföra och ansvara för att projektering, granskning, säkerhetsbevisning samt ibruktagnin följer processen enligt BVF 544.94001

"Teknisk säkerhetsstyrning, Arbete med signalanläggningar".

Vägbomsanläggning Funningevägen skall rivas i sin helhet. Följande riven/demonterad materiel skall av entreprenören, på dennes bekostnad, sorteras, bortforslas och läggas upp på av beställaren anvisad plats:

- Bomdriv med bommar
- Kryssmärkesstolpar med signaler
- Försignaler
- Orienteringstavlor
- Baliser
- ATC-kodare
- Detektorenhet

Kuren behålls för att driva befintliga spårledningar. Säkringar till objekt som ej finns/används längre plockas ur.

Fällkretsar ska rivas i sin helhet i berörda teknikbyggnader.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

X. DOKUMENTATION

X. Dokumentation/ Digitala dokument

VV publikation 2003:54 (digital informationshantering i vägprojekt), inkl. bilagor, VV publikation 2003:54A (digital informationshantering i vägprojekt, bilagor), VV Publikation 2007:54 (systemnummer och komponentbeteckningar), VV publikation 2000:5B (rihandboken) samt VV publikation 2000:6 (användarmanual för Chaos) ska tillämpas.

Vid framtagandet av förfrågningsunderlaget har i huvudsak AutoCad 2002, Novapoint 15.55 använts. Övriga programversioner är bl.a. Acrobat 5 och Microsoft Office 2003.

Chaos är det datorsystem som Trafikverket använder för administration, distribution och lagring av digitala handlingar med versionshantering. All hantering av dokument och ritningar inom objektet sker i Chaos, via Internet, se VV publikation 2000:6 (användarmanual för Chaos). Chaos avses vara tillgängligt dygnet runt, eventuella bortfall, om max 48 tim per gång, kan förekomma.

I Chaos ska originalhandlingar med tillhörande modell- och koordinatfiler lämnas och hämtas.

Beställaren tillhandahåller klientprogramvara för Chaos och webbsida med publikationer, program och verktyg, mall för namnruta i AutoCad-format, stödprogram för bl.a. lisrutiner i AutoCad.

För uppkoppling mellan företagsserver eller arbetsstation och Chaos tillhandahåller beställaren VPN – säkerhetslösning.

Entreprenören har eget ansvar för att kommunikation mot Internet och Chaos fungerar och har erforderlig kapacitet. Alla förändringar av och anpassningar till egna system sker på egen bekostnad.

Entreprenörens personal ges, efter en 4-timmars utbildning i beställarens regi, behörighet till Chaos. Utbildningen är gratis och beställaren står för lokal och lärarkostnader. Entreprenören bekostar själva resor och egen utbildningstid.

Entreprenören ska utse en ansvarig datasamordnare, väl förtrogen med modellorienterad projektering, som kontaktperson i datafrågor.

Objektspecifik IT-handledning ska upprättas enligt föreskriven IT- handledning och VV publikation 2003:54 (digital informationshantering i vägprojekt) och vara beställaren tillhanda senast 2 veckor efter det kontraktet undertecknats.

Samtliga levererade handlingar ska vara upprättade i enlighet med ovan nämnda publikationer.

Den objektspecifika IT-handledningen ska godkännas av beställaren.

XB. Projekteringsbeskrivning

Entreprenören ska inledningsvis som grund för projekteringen upprätta en översiktlig beskrivning av hur han avser att projektera väganläggningen med dess sidoområden. Beskrivningen ska visa på principer och omfatta en anläggningsmodell, design basis och en redogörelse för hur landskaps- och gestaltningsfrågor samt miljöskydds- och kompensationsåtgärder ska göras

Projekteringsbeskrivningen ska utgöras av, ritningar, beskrivningar, illustrationer eller andra handlingar som krävs för att Trafikverket ska kunna göra en välgrundad bedömning av planerat utförande och resultat. Trafikverket avgör om redovisade handlingarna är tillräckliga som bedömningsunderlag.

Projekteringsbeskrivning ska översändas till Beställaren för granskning i god tid före det att arbeten med arbetshandlingar påbörjas.

Granskningstiden ska vara 15 arbetsdagar.

Projekteringsbeskrivningen ska revideras i takt med projekteringsarbetets framskridande.

XB. Projekteringsbeskrivning/ Anläggningsmodell

Anläggningsmodellen ska visa principiell (typ) utformning i plan, profil och tvärsektioner. Uppgifter om släntlutningar, terrassnivåer, överbyggnads- och underbyggnadskonstruktioner samt tolkade mark- och bergnivåer utifrån förfrågningsunderlagets uppgifter ska framgå. Eventuella grundförstärkningsåtgärder och andra kvalitetskritiska åtgärder, baserade på tolkade mark- och bergnivåer ska vara kortfattat beskrivna. Modellkrav, se XC. Arbetshandlingar.

XB. Projekteringsbeskrivning/ Design basis

En redogörelse, benämnd Design basis, som visar förutsättningar och metoder för projekteringen ska upprättas.

Redogörelsen ska minst behandla följande:

- objektspecifika förutsättningar för dimensionering och utformning
- beskrivning av beräknings- och analysmetoder, beskrivning av projekteringsmetoder
- objektspecifika val avseende material och utförande
- beskrivning av provnings- och kontrollmetoder samt avstämning av hur gjorda beräkningsantaganden, materialval, utförandemetoder etc. säkerställs och hur avvikelser av dessa hanteras och åtgärdas
- beskrivning av rutiner för verifiering
- en redovisning av principer för hur dokumentation av provnings- och kontrollresultat samt verifiering av dessa ska utföras
- en redovisning av hur dokumentation avseende drift- och underhållsplaner upprättas.

För konstruktioner enligt TRVK Bro ska redogörelsen även omfatta krav enligt TRVK Bro, A.3.4.

XB. Projekteringsbeskrivning/ Landskap, gestaltning

Entreprenören ska som underlag för projekteringen av väganläggningen upprätta en beskrivning som visar hur landskaps- och gestaltungsfrågor avses hanteras, hur landskapets kvaliteter och värden ska tas tillvara och integreras i väganläggningen samt hur ställda krav i denna OTB ska uppnås.

Beskrivningen ska övergripande redovisa väganläggningens gestaltning samt redogöra för **konkreta** åtgärder, metoder och tillvägagångssätt samt delaktig kompetens under projektering och byggande. Kritiska faktorer och moment ska vara belysta. Innehållet ska vara utformat så att det, för Beställaren, möjliggör en välgrundad bedömning av planerat utförande och resultat.

Projekteringsbeskrivningen ska minst omfatta redovisning av hur krav ska uppnås avseende:

- överskottsmassor/upplag
- utformning av vägkonstruktion och vägbro

- sidoområden och vägens omgivning (eventuella terrängmodelleringar, avschaktningar och tryckbankar, återställningsytor, återställning av vattendrag samt eventuell påverkan utanför arbetsområdet)
- slänter (utformning av bank, jordskärning, bergskärning, övertäckt bergskärning, exponerad bergskärning)
- jordhantering (hur befintlig jord, vilken ska återanvändas i projektet, avses hanteras, lagras och återföras)
- vegetationsytor (befintlig vegetation, jordhantering, växtbäddar, anlagda planteringsytor, sådd, skötselprogram)
- faunapassager
- bullerskydd (placering och utformning av bullerdämpande skärmar och bullerskyddsvallar)
- driftvändplatser
- anordningar för lokalt omhändertagande av vägdagvatten
- gestaltungsprinciper för placering och utformning av vägutrustning (räcken och stängsel, skyltar, belysning och eventuella väderskydd).

XB. Projekteringsbeskrivning/ Miljöskydds- och kompensationsåtgärder

Entreprenören ska som underlag för projekteringen av väganläggningen upprätta en beskrivning som visar hur miljöskydds- och kompensationsåtgärder avses hanteras och hur ställda krav i denna OTB ska uppnås.

Beskrivningen ska övergripande redogöra för konkreta åtgärder, metoder och tillvägagångssätt samt delaktig kompetens under projektering och byggande. Kritiska faktorer och moment ska vara belysta. Innehållet ska vara utformat så att det, för Beställaren, möjliggör en välgrundad bedömning av planerat utförande och resultat.

Projekteringsbeskrivningen ska redovisas vid särskilt möte med Beställaren och Beställarens miljöspecialist. Entreprenören ska hålla dokumentet intakt och revidera efter behov.

Projekteringsbeskrivningen ska minst omfatta redovisning av hur krav ska uppnås avseende:

- Skydd av befintlig skyddsvärd vegetation
- Förhindrande av utdränning av våtmark
- jordhantering generellt samt vid 2/950 – 3/700
- vegetationsytor (befintlig vegetation, jordhantering, avbaningsmassor, sådd, skötselprogram)
- hasselmusanpassad faunapassage
- faunapassage
- grodpassager
- smådjurspassager
- faunastängsel
- viltuthopp

XC. Arbetshandling

Entreprenören ska projektera och upprätta arbetshandlingar såsom beräkningar och beräkningsförutsättningar, redovisade geotekniska förhållanden, ritningar, arbetsbeskrivningar, material- och varudeklarationer samt kontrollprogram med tillhörande kontrollplaner för väganläggningen och dess konstruktioner samt befintligheter, se avsnitt C och D, innan anläggningsarbete påbörjas. Handlingar ska beskriva och visa av Entreprenören vald teknisk lösning d.v.s. konstruktion, utförande, material och varor samt kontroll.

Arbetshandlingar som inte omfattas av TRVK Bro ska vara märkta och påtecknade av Entreprenören samt verifierade. Verifikat avseende arbetshandlingar ska insändas tillsammans med arbetshandlingar före Beställarens granskning senast 10 arbetsdagar före det att byggandet påbörjas.

Handlingar för anläggningsdelar som påverkar eller påverkas av järnvägstrafik ska insändas på remiss till Trafikverket. Remisstiden ska vara minst 10 arbetsdagar.

Projekteringen ska inledas med en allmän översyn av den geometriska utformningen för samtliga vägar. Översynen ska identifiera eventuella problem av kombinationer mellan horisontal- och vertikalgeometrier. Skevningsövergångars placering och längder ska kontrolleras.

Plangeometrin ska kompletteras och redovisa klotoidövergångar mellan radier och raklinjer samt mellan radier och radier. I förfrågningsunderlaget föreslagna skevningsövergångar och klotoidövergångar ska justeras.

Entreprenören ska redovisa resultatet av den geometriska översynen innan projekteringen fortskrider.

Form och funktion på sidområden, avschaktningar, tryckbankar och övriga modelleringar ska redovisas. Arter och kvaliteter avseende växtmaterial ska redovisas.

För anläggningar som är berörda av entreprenaden och behöver åtgärdas ska samråd ske med Beställaren. Färdiga arbetshandlingar för erforderliga åtgärder ska redovisas och skickas på remiss till kommunen innan de granskas av Beställaren.

Aktiv design ska vara ett arbetssätt och utgöra en naturlig del av projekteringsarbetet. Frågor som uppkommer och löses genom aktiv design ska tas upp vid projekteringsmöten.

En digital anläggningsmodell ska upprättas, se OTB Mät (0Z076000).

Beställarens tid för granskning av handlingar som inte omfattas av TRVK Bro, är 10 arbetsdagar.

Arbetshandlingar för konstruktioner som omfattas av TRVK Bro ska upprättas, kontrolleras och godtas av Beställaren enligt krav i denna. Kontrollärenden får sändas in med enbart e-post.

Handläggningstiden för Beställarens kontroll och godtagande av konstruktionsredovisning beror av konstruktionens gruppstillhörighet och att villkor uppfylls enligt avsnitt A.2.4.4 Handläggningstider i TRVK Bro. Konstruktionen gruppstillhörighet bestäms slutgiltigt efter att Entreprenörens förslag till tekniska lösningar har presenterats.

Arbetshandlingar ska upprättas i minst sådan omfattning och innehåll att det kan visas/styrkas att ställda krav uppfylls. Arbetshandlingarna utgörs av ritningar, beräkningar, material och arbetsbeskrivningar, undersökningar, kontrollprogram med tillhörande kontrollplaner. Ritningars utformning ska anpassas till det de ska redovisa.

Entreprenören ska ta fram en signalsäkerhetsgranskad och godkänd bygghandling enligt BVF 544.94001 "Teknisk säkerhetsstyrning, Arbete med signalanläggningar". Bygghandlingen ska bestå av ett exemplar besiktningsritningar, ett exemplar arbetsritningar samt ett exemplar monteringsritningar. Entreprenören ombesörjer att tekniska uppgifter och ritningar läggs in i IDA.

Ritningar ska minst redovisas enligt följande:

Konstruktioner	Innehåll
Geokonstruktioner och bergkonstruktioner	Handlingar ska upprättas enligt bilaga 1 "Krav på geotekniska handlingar" (OC075100).
Vägkonstruktion (inklusive undergrund)	<p>Normalsektioner ska upprättas för samtliga vägkonstruktioner och sidoområden.</p> <p>Överbyggnadskonstruktion och utformning av underbyggnad och undergrund ska framgå.</p> <p>Planer ska minst redovisa tangeringspunkter och radier. Utformning av sidoområde och fastställt vägområde ska vara redovisade.</p> <p>Profiler ska höjdsättas minst var 20:e m och visa tvärfall, skevning och skevningsövergångar, vertikalradier, lutningar och brytpunkter.</p> <p>Ritningar ska visa hur risk för olägenheter minimeras vid övergång mellan terrassmaterial med olika tjällyftningsegenskaper.</p>
Konstruktioner i sidoområde	Terrängmoduleringar, bullerskyddsvallar, skärmar, stödmurar etc. ska redovisas till utbredning och konstruktion.
Dräneringssystem	Material, dimensioner, brunnslägen, brytpunkter, vattengångar ska redovisas.
Dagvattensystem	Material, dimensioner, brunnslägen, brytpunkter, vattengångar ska redovisas.
Trafikledningsanordningar och Vägskyddsanordningar samt Belysningssystem	Vägutrustningsplaner ska upprättas enligt VGU.
Elsystem, telesystem	<p>Planritningar samt erforderliga detaljritningar och kopplingsscheman ska upprättas.</p> <p>På ritningar ska anges:</p> <ul style="list-style-type: none"> - matande elcentrals läge och beteckning - monteringsritning för elcentraler med apparatlista för respektive skåp - fundamentals läge och typ - kabelrörs läge, antal rör och typ

	<ul style="list-style-type: none"> - kabels läge (om kabel är förlagd i rör ska det framgå i vilket rör kabel ligger) - kabeltyp och beteckning.
Befintliga konstruktioner	Förändringar på befintliga konstruktioner för att anpassa dessa till den nya väganläggningen.

Arbetshandlingar för konstruktioner med krav enligt TK Geo ska redovisas enligt bilaga ”Krav på utformning av geotekniska handlingar”.

Arbetshandlingar för konstruktioner som omfattas av TRVK Bro ska redovisas enligt där angivna krav på konstruktionsredovisning och kontroll av konstruktionsredovisning.

Kontrollprogram och tillhörande kontrollplaner ska upprättas enligt bilaga 1 till AF, ” Krav avseende kvalitets- och miljöstyrning”, daterad 2012-07-17.

Kontrollprogram och tillhörande kontrollplaner ska redovisa alla kontroller som ska genomföras under entreprenadtiden för att styrka att upprättade arbetshandlingar och att utförandet enligt dessa uppfyller ställda krav. Dessutom ska de kontroller som föreskrivs under entreprenad- och garantitid och som visar att väganläggning har de egenskaper som krävs i avsnitt C och D redovisas liksom de kontroller som erfordras för att kontrollera att krav på riskbemötande samt att miljö- och arbetsmiljökrav uppfylls.

Kontrollprogram med tillhörande kontrollplaner ska ha ett separat avsnitt för kontroller som erfordras för riskbemötande samt att miljö- och arbetsmiljökrav uppfylls. Separata avsnitt ska även upprättas för utformning (projektering), utförande (byggande) och för garantitiden.

Kontrollprogram deformationer under byggtid för befintlig järnväg vid TPL Osdal ska upprättas i enlighet med OTB Mät.

Kontrollprogram väg och bullerskyddsåtgärder ska upprättas om vägbanans eller sidoområdets utformning innebär förändrade beräkningsförutsättningar.

XD. Relationshandling

Relationshandlingar för anläggning ska dokumentera utförd teknisk lösning som beskrivits i arbetshandlingar, se avsnitt XC. Avsteg, kompletteringar eller andra förändringar av arbetshandlingar ska dokumenteras kontinuerligt samt mätas in i plan och höjd. Dessa handlingar verifierade och reviderade utifrån avsteg, kompletteringar eller andra förändringar gäller som relationshandling.

Beskrivningar för arbeten som inte omfattas av TRVK Bro ska vara upprättade enligt bifogad PM Disposition daterad 2012-04-20. Protokoll från förberedande besiktning/ slutkontroll ska ingå i relationshandlingarna. Vidare ska också kontrollintyg eller protokoll från provningar och mätningar samt varudeklarationer ingå.

Relationshandlingar ska vara förtecknade samt daterade och signerade av Entreprenören.

Överytan för hela objektet, inklusive terränganslutningar till vägområdet ska redovisas som 3D modell. Triangelstorlek ska vara anpassad efter geometrin. Detta arbete planeras och utförs i samråd med Beställaren.

Ritningar ska levereras i dwg/dxf/shape-format i referenssystem Sweref 99 TM, RH 2000.

För belysningsanläggningar ska överlämnas ifylld tabell "Uppdatering av belysningsanläggningar" i pappersform samt i digital form. Underlag för tabell rekvireras hos Beställarens kontaktperson. Dessutom ska redovisning ske i digitalt ritningsformat (DWG eller DXF).

Blanketterna "Registrering av beläggningsåtgärder" och "För rapportering av fri höjd i vägportar" ska ifyllas efter färdigställt objekt och redovisas till Beställaren.

Protokoll och intyg från provningar samt produktverifikationer enligt AMA Anläggning 10, YE och åberopade SS-EN standarder ska bifogas relationshandlingarna.

Överenskommelser och avtal med markägare, väghållare, fastighetsägare och ledningsägare inklusive nöjdförklaringar från dessa ska redovisas.

Relationshandlingar ska innehålla material- och varudeklaration enligt SS-EN standard där sådan finns. Där sådan standard saknas ska material och vara deklarerats med tillämpliga egenskaper, specificerad i AMA Anläggning 10 med ändringar och tillägg enligt Anläggning 10 Rev1 samt kategori A eller Bro där sådan indelning finns. För material och varor som inte är specificerade i standarder eller AMA enligt ovan ska deklaration ske på motsvarande sätt.

Relationsritning ska vara försedd med "RELATIONS-RITNING" i statusraden i ritningshuvudet.

Symboler, beteckningar, definitioner, scheman o.d. ska vara enligt svensk standard där sådan finns.

Skalenliga ritningar ska förses med grafisk skala.

Handling ska vara i format enligt A-serien.

Relationshandlingar i original är Beställarens egendom.

Planritningar ska vara försedda med koordinatbestämt rutnät.

Relationshandlingar ska levereras digitalt och i 3 pappersomgångar.

XD. Relationshandling/ Vägbro

För de handlingar som omfattas av kraven på konstruktionsredovisning enligt TRVK Bro gäller att relationshandlingar ska upprättas enligt denna.

Mätprotokollen avseende inmätning av lagerinställningar och fogöppningar ska utöver mätresultaten innehålla datum för mätningen samt lufttemperaturen vid mätningen.

Mätprotokollen avseende inmätning av lod- och avvagningsdubbar ska utöver mätresultaten innehålla datum för mätningen, lufttemperaturen vid mätningen, mätmetod samt uppgift om vilken fixpunkt som använts. Inmätningen ska utföras enligt AMA Anläggning 10, BJB.22.

För de konstruktioner som omfattas av TRVK Bro gäller att en fullständig registrering ska ske i Trafikverkets digitala register över broar och tunnlar, BaTMan.

Senast dagen före byggnadsverket tas i trafik ska tekniska uppgifter, konstruktionens koordinater (SWEREF 99) samt kopplade digitala ritningar (pdf) finnas tillgängligt i BaTMan.

XE. Relationshandling/ Belysningsssystem

Av relationshandlingar ska framgå:

- belysningsstolpars läge med ljuspunktshöjd, armlängd, ljusarmatur och bestyckning
- matande elcentrals läge och beteckning

- måttangivelser
- monteringsritning för elcentraler med apparatlista för respektive skåp levereras med märkning "relationshandling" samt
- datum
- fundament läge och typ
- kabelrörs verkliga läge, antal rör och typ
- kabels verkliga läge (om kabel är förlagd i rör ska det framgå i vilket rör kabel ligger)
- kabeltyp och beteckning
- tillverkares datablad för levererade utrustningar
- tillverkares drift- och skötselinstruktioner för levererade utrustningar
- fundament-, stolp- och armaturtabell med påförda nummer för stolpar och centraler tillhörande Vägverkets anläggningar
- protokoll från mätningar och provningar
- dokumentlista
- komponent-ID enligt VV Publikation 2007:54 (systemnummer och komponentbeteckningar) inklusive Bilaga samt PM Krav på märkskyltning för ytvägnät, Version 0,5 dat. 2010 11 17.

Ledningar i mark, belysningsstolpar och elcentralers lägen ska koordinatinmätas med noggrannhet $\pm 0,1$ m.

XF. Drift- och underhållsplan

Drift- och underhållsplaner ska upprättas för skötsel av alla konstruktioner, anordningar och system i väganläggningen.

Drift och underhållsplan ska upprättas för väganläggningen som beskriver kvalitetskritiska drift- och underhållsarbeten som behövs för att väganläggningen ska fungera enligt ställda krav under den tekniska livslängden samt beskriva eventuella restriktioner i genomförandet. Där ska särskilt anges hur vegetation ska skötas för att utvecklas väl. Sådan beskrivning kan kompletteras med målbilder.

I drifts- och underhållsplan ska särskilt anges hur faunapassager, grodpassager med ledarmar, smådjurspassager och strandpassager samt vegetation/gräs ska skötas för att utvecklas väl och fylla angiven funktion enligt OTB Väg. Sådan beskrivning kan kompletteras med målbilder. Entreprenören ska informera Beställarens drift- och underhållspersonal om hur passagera och vegetationen ska skötas. Tidsåtgång ska vara 1 tillfälle å 4 timmar. Informationen ska vara såväl teoretisk som praktisk. Utbildningen samordnas av Beställaren och sker på av Beställaren bestämd tid.

Särskild drift- och underhållsplan samt beredskapsplan för vattenskydd ska upprättas enligt mall som tillhandahålls av Beställaren.

Särskild drift och underhållsplan för konstruktioner som omfattas av TRVK Bro ska upprättas enligt denna. Utöver vad som föreskrivs i kap A.3.3.8 ska drift- och underhållsplaner för broar upprättas oavsett bronstyp och storlek, avseende:

- underhållsmålning
- drift och underhåll av maskineri, avfuktning m.m.

- drift och underhåll av belysning
- drift och underhåll av inspektionsanordningar.

Särskild drift- och underhållsplan ska upprättas för installationer i belysningssystem och ljussystem och ska levereras, dels digitalt och dels i två (2) omgångar papperskopior insatta i pärmar med angivande av objektnummer och objektnamn. Sådan drift- och underhållsplan ska utgöras av:

- information om periodicitet på byte av ljuskällor
- tillverkare
- andra underhållsåtgärder som ska utföras av Beställare
- förteckning över reservdelar som lämpligen bytes av driftpersonal
- förteckning över E-nummermärkt material.

Entreprenören ska informera Beställarens drift- och underhållspersonal om belysningssystemets samt el och telesystemens funktionssätt samt ingående utrustning. Tidsåtgång ska vara 1 tillfälle å 4 timmar. Informationen ska vara såväl teoretisk som praktisk. Utbildningen samordnas av Beställaren och sker på av Beställaren bestämd tid.

XG. Förvaltningshandling

Efter inkoppling ska entreprenören ta fram en granskad och godkänd förvaltningshandling enligt BVH 1584.301

"Förvaltningsdata järnväg. Arbetsmetodik mellan förvaltning och anläggningsprojekt". Entreprenören ombesörjer att tekniska uppgifter och ritningar läggs in i IDA.

REFERENSER TILL ANNAN HANDLING

Lista med handlingar som refereras till i OTB. Listan är upprättad utifrån hur handlingarna benämns i OTB. Listan är informativ och saknar juridisk signifikans. Den gör inte anspråk på att vara komplett och ersätter inte betydelsen hos referenserna.

Benämning i OTB	Titel/ benämning/ beskrivning	Identifikation
Bära eller brista — Handbok i tillståndsbedömning av belagda gator och vägar	Svenska Kommunförbundets publikation Bära eller brista	ISBN-10: 91-7289-172-6 (Svenska Kommunförbundet)
Borås Energi och Miljös Materialförteckning VA-material	Borås Energi och Miljös Materialförteckning VA-material	Borås Energi och Miljös Materialförteckning VA-material daterad 2011-01-01, reviderad 2011-09-21
Energigasnormer EGN 2011	Energigasnormer EGN 2011	Energigasnormer EGN 2011
PMS Objekt	PMS Objekt är ett windowsbaserat verktyg för analys och design av vägöverbyggnader	PMS Objekt
Svenskt Vatten P91	Anvisningar för provning i fält av allmänna avloppsledningar för självfall – ”Fältprovninganvisningarna”	Svenskt Vatten P91:2005
Svenskt Vatten P93	TV-inspektion av avloppsledningar i mark	Svenskt Vatten P93:2006
SS-EN 10088-3	<u>Rostfria stål - Del 3</u> : Tekniska leveransbestämmelser för halvfabrikat stång valstråd tråd profiler och blanka produkter av korrosionsbeständiga stål för allmänna ändamål.	SS-EN 10088-3:2005
SS-EN 10088-3-1.4301 (AISI 304)	<u>SS-EN 10088-3. Rostfria stål - Del 3</u> : Tekniska leveransbestämmelser för halvfabrikat stång valstråd tråd profiler och blanka produkter av korrosionsbeständiga stål för allmänna ändamål. <u>EN-Norm Stålnummer</u> : 1.4301 <u>AISI Beteckning</u> : 304	SS-EN 10088-3:2005 EN 1.4301 AISI 304
SS-EN 10204	Metalliska varor - Typer av kontrolldokument	SS-EN 10204:2005
SS-EN 1090-2	Utförande av stål- och aluminiumkonstruktioner – Del 2: Stålkonstruktioner	SS-EN 1090-2:2008

Benämning i OTB	Titel/ benämning/ beskrivning	Identifikation
SS-EN 1090-3	Utförande av stål- och aluminiumkonstruktioner – Del 3: Aluminiumkonstruktioner	SS-EN 1090-3:2008
SS-EN 1097-1	Standard meta beskrivning. Ballast - Mekaniska och fysikaliska egenskaper - Del 1: Bestämning av nötningsmotstånd (micro-Deval)	SS-EN 1097-1:2011
SS-EN 124	Avlopp - Brunnsbeteckningar för trafikområden - Utförande,provning, märkning, kvalitetskontroll	SS-EN 124
SS-EN 12666-1	Plaströrssystem för avlopp i mark - PE (polyeten) - Del 1: Specifikationer för rör, rördelar och systemet	SS-EN 12666-1:2005+A1:2011
SS-EN 12767	Vägutrustning - Eftergivlighet hos bärare av vägutrustning - Krav klassificering och provningsmetoder	SS-EN 12767:2007
SS-EN 12899-1	Vägutrustning - Permanenta vägmärken - Del 1: Fasta vägmärken	SS-EN 12899-1:2007
SS-EN 13036-1	Sand-patch-metoden. Ytegenskaper för vägar och flygfält – Provningsmetoder - Del 1: Mätning av makrotexturens djup hos en beläggningsyta medelst en volumetrisk metod	SS-EN 13036-1:2010
SS-EN 1317-2	Vägutrustning – Skyddsanordningar - Del 2: Klassificering prestandakrav vid kollisionssprovning och provningsmetoder för vägräcken för fordon	SS-EN 1317-2:2010
SS-EN 1317-3	Vägutrustning – Skyddsanordningar - Del 3: Krockdämpare - Klassificering prestandakrav vid kollisionssprovning och provningsmetoder	SS-EN 1317-3:2010
SS-EN 1317-5	Vägutrustning - Skyddsanordningar - Del 5: Skyddsanordningar för fordon - Produktkrav och kontroll av överensstämmelse	SS-EN 1317-5:2007+A1:2008
SS-EN 1401-1	Plaströrssystem - Rör och rördelar av PVC-U för självfallsledningar för avloppsvatten i byggnad och mark - Del 1: Specifikationer för rör, rördelar och systemet	SS-EN 1401-1:2009

Benämning i OTB	Titel/ benämning/ beskrivning	Identifikation
SS-EN ISO 1461	Oorganiska ytbeläggningar - Beläggningar bildade genom varmförzinkning på järn- och stålföremål - Specifikationer och provningsmetoder (ISO 1461:2009)	SS-EN ISO 1461:2009
SS-EN 1852-1	Plaströrssystem för markförlagda självfallsledningar för avloppsvatten - Polypropylen (PP) - Del 1: Specifikationer för rör, rördelar och systemet	SS-EN 1852-1:2009
SS-EN 1916	Avlopp - Rör och rördelar av oarmerad, stålfiberarmerad och armerad betong	SS-EN 1916/AC:2007
SS-EN 1917	Avlopp - Brunnar av oarmerad, stålfiberarmerad och armerad betong	SS-EN 1917/AC:2007
SS 227000	Avlopp - Rör och rördelar av oarmerad, stålfiberarmerad och armerad betong - Kompletterande svenska krav till SS-EN 1916 med tillhörande provningsmetoder	SS 227000:2005
SS 227001	Avlopp - Brunnar av oarmerad, stålfiberarmerad och armerad betong - Kompletterande svenska krav till SS-EN 1917 med tillhörande provningsmetoder	SS 227001:2005
SS 3604	Plaströr - Tryckrördelar av styv PVC och med gummiringstättning - Tryckprovning för kontroll av täthet vid yttre vätsketryck	SS ISO 3604
SS 3619	Plaströr - Bestämning av slaghållfasthet - B50-metod	SS 3619
SS-EN 40-3-3	Belysningsstolpar - Del 3-3: Konstruktion och verifiering - Verifiering genom beräkning	SS-EN 40-3-3
SS-EN 40-5	Belysningsstolpar - Del 5: Krav för belysningsstolpar av stål	SS-EN 40-5
SS-EN 40-6	Belysningsstolpar - Del 6: Krav för belysningsstolpar av aluminium	SS-EN 40-6
SS-EN 40-7	Belysningsstolpar - Del 7: Krav för belysningsstolpar av fiberförstärkt polymerkomposit	SS-EN 40-7
SS-EN ISO 580	Plaströrssystem - Sprutformade termoplastrördelar - Metoder för att visuellt uppnå upphettningseffekter	SS-EN ISO 580:2005
SS-EN 681-1	Tätningringar - Materialkrav för tätningringar till vatten- och avloppsinstallationer - Del 1: Vulkaniserat gummi	SS-EN 681-1/A3:2005

Benämning i OTB	Titel/ benämning/ beskrivning	Identifikation
SS-EN ISO 9969	Plaströrssystem - Termoplaströr - Bestämning av ringstyvhet	SS-EN ISO 9969:2007
SS-EN ISO 898-1	Fästelement - Mekaniska egenskaper för fästelement av kolstål och legerade stål - Del 1: Skruvar och pinnskruvar med angivna hållfasthetsklasser - Gängor med grov och fin delning (ISO 898-1:2009)	SS-EN ISO 898-1:2009
SS-ENV 1317-4	Vägutrustning – Skyddsanordningar - Del 4: Vägräckesändrar och övergångar - Prestandakrav vid kollisionstestning samt provningsmetoder	SS-ENV 1317-4
TRVK Bro	TRVK Bro 11, Trafikverkets tekniska krav Bro	Trafikverkets publikation 2011:085
TK Geo	TK Geo 11, Trafikverkets tekniska krav för geokonstruktioner,	Trafikverkets publikation 2011:047
TRVFS 2010:21	Bekantgörande av författning som ändrar en författning i Trafikverkets författningssamling. Grundförfattning VVFS 2007:305	Trafikverkets publikation 2010:21
TRVK Väg	TRVK Väg 11, Trafikverkets tekniska krav Vägkonstruktion, TDOK 2011:264	Trafikverkets publikation 2011:072
TRVMB 301	Beräkning av tjällyftning	Trafikverkets publikation 2011:081
TSFS 2010:171	Transportstyrelsens föreskrifter om vägmarkeringar	TSFS 2010:171
TSFS 2010:172	Transportstyrelsens föreskrifter om ändring i Vägverkets föreskrifter (VVFS 2007:305) om vägmärken och andra anordningar	TSFS 2010:172
VAV P77 (vattenledningar och reservoarer)	Vattenledningar och reservoarer - Spolning, rensning och desinfektion	VAV P77 (Svenskt Vatten)
VAV P78 (täthetsprovning av tryckledningar av polyolefiner)	Anvisningar för täthetsprovning av tryckledningar tillverkade av polyolefiner	VAV P78 (Svenskt Vatten)
VAV P79 (täthetsprovning av tryckledningar enligt VoV Bk 21)	Anvisningar för täthetsprovning av tryckledningar enligt VoV Bk 21	VAV P79 (Svenskt Vatten)
VGU	Vägar och gators utformning (VGU)	Trafikverkets VV publikation 2004:80

Benämning i OTB	Titel/ benämning/ beskrivning	Identifikation
VGU, Korsningar	Vägar och gators utformning (VGU), Korsningar	Trafikverkets VV publikation 2004:80, Korsningar
VGU Natur- och kulturmiljö	VGU Natur- och kulturmiljö, Förslag på krav	Publikation 2011:111
VGU, Sektion landsbygd – vägrum	Vägar och gators utformning (VGU), Sektion landsbygd – vägrum	Trafikverkets VV publikation 2004:80, Sektion landsbygd – vägrum
VGU, Vägmarkering och vägkantsutmärkning	Vägar och gators utformning (VGU), Vägmarkering och vägkantsutmärkning	Trafikverkets VV publikation 2004:80, Vägmarkering och vägkantsutmärkning
VGU, Väg- och gatustruktur	Vägar och gators utformning (VGU), Väg- och gatustruktur	Trafikverkets VV publikation 2004:80, Väg- och gatustruktur
VGU, Vägmarken	Vägar och gators utformning (VGU), Vägmarken	Trafikverkets VV publikation 2004:80, Vägmarken
VGU-info nr 7 februari 2007	VGU-info nr 7 februari 2007	VV publikation 2004:80. Supplement & Info. VGU-info nr 7 februari 2007
VTI meddelande 916:2001 (utveckling av nedbrytningsmodeller)	Utveckling av nedbrytningsmodeller – Sprickinitiering och sprickpropagering	M916 (VTI, 2001)
VV publikation 1987:18 (erosionsskydd i vatten)	Erosionsskydd i vatten vid väg- och brobyggnad	Trafikverkets VV publikation 1987:18
VV publikation 2000:5B (rithandboken)	Rithandboken	Trafikverkets VV publikation 2000:5B
VV publikation 2000:6 (användarmanual för Chaos)	Användarmanual för Chaos	Trafikverkets VV publikation 2000:6
VV publikation 2000:93 (handbok för återvinning av asfalt)	Handbok för återvinning av asfalt	Trafikverkets VV publikation 2000:93
VV publikation 2001:88 (bullerskyddsåtgärder, råd)	Bullerskyddsåtgärder – allmänna råd för Vägverket	Trafikverkets VV publikation 2001:88
VV publikation 2001:9 (projektering och byggande av enskilda vägar)	Vägverkets riktlinjer för projektering och byggande av enskilda vägar	Trafikverkets VV publikation 2001:9

Benämning i OTB	Titel/ benämning/ beskrivning	Identifikation
VV publikation 2003:54 (digital informationshantering i vägprojekt)	Datasamordning. Principer för digital informationshantering i vägprojekt	Trafikverkets VV publikation 2003:54
VV publikation 2003:54A (digital informationshantering i vägprojekt, bilagor)	Principer för digital informationshantering i vägprojekt, bilagor	Trafikverkets VV publikation 2003:54A
VV publikation 2005:72 (vilda djur och infrastruktur)	Vilda djur och infrastruktur – en handbok för åtgärder	Trafikverkets VV publikation 2005:72
VV publikation 2006:37 (säker framkomlighet)	Vägar och gators utformning. Säker framkomlighet - Preliminära riktlinjer för utformning, reglering och drift	Trafikverkets VV publikation 2006:37
VV publikation 2007:54 (systemnummer och komponentbeteckningar)	Principer för systemnummer och komponentbeteckningar	Trafikverkets VV publikation 2007:54
TBT Vägmarkering	Teknisk beskrivningstext (TBT), Vägmarkering	Trafikverkets VV publikation 2010:109
TRV AMA Anläggning 10 Rev1	TRV AMA Anläggning 10 Rev 1	Trafikverkets publikation 2012:123
VVFS 2007:305	Vägverkets föreskrifter om vägmärken och andra anordningar	Trafikverkets VV publikation 2007:305
VVFS 2008:272	Vägverkets föreskrifter om storlekar på vägmärken och andra anordningar	Trafikverkets VV publikation 2008:272
VVFS 2008:379	Vägverkets föreskrifter om ändring i Vägverkets föreskrifter (VVFS 2008:272) om storlekar på vägmärken och andra anordningar	Trafikverkets VV publikation 2008:379
VVMB 104	Bestämning av friktion på belagd väg	Trafikverkets V V publikation 1990:17
VVMB 107	Bestämning av ojämnheter och tvärfall med rätskiva	Trafikverkets VV publikation 2001:29
VVMB 112	Deflektionsmätning vid provbelastning med fallviktsapparat	Trafikverkets VV publikation 1998:80
VVMB 114	Bearbetning av deflektionsmätdata, erhållna vid provbelastning av väg med FWD-apparat	Trafikverkets VV publikation 2000:29
VVMB 120	Inventering av befintlig väg	Trafikverkets VV publikation 2009:106

Benämning i OTB	Titel/ benämning/ beskrivning	Identifikation
VVMB 122	Vägytemätning med mätbil; objektmätning	Trafikverkets VV publikation 2009:79
VVMB 310	Hydraulisk dimensionering	Trafikverkets VV publikation 2008:61
VVMB 350	Slänträcken - klassificering, prestandakrav vid kollisionstestning och provningsmetoder : tillägg till och ändring av SS-EN 1317-2 med avseende på provning av slänträcken enligt VGU	Trafikverkets VV publikation 2004:177
VVMB 501	Funktionskontroll av vägmarkering	Trafikverkets VV publikation 2001:16
VVMB 602	Bestämning av andel helt okrossat material hos obundna överbyggnadsmaterial	Trafikverkets VV publikation 1998:96
TRVMB 611	Provtagning av obundna material	Trafikverkets VV publikation 2000:105
VVMB 908	Statistisk acceptanskontroll	Trafikverkets VV publikation 1994:41
Vägmärkesförordningen, SFS 2007:90	Vägmärkesförordningen	SFS 2007:90
Vägutrustning 94	Vägutrustning 94	Trafikverkets VV publikation 1993:61
TDOK 2012:86	Trafikverkets tekniska krav för Arbeta på väg	TRVK Apv

Trafikverket

Väg 27, Viared-Kråkered

GRANSKNINGSHANDLING

2013-12-12

Bro över Viskan öster om TPL Osdal och bro över ridväg

Uppdragsnummer: 7180767

Teknisk Beskrivning Bro, Geoteknik

Uppgifter om dokumentet:

Beställare, Slutkund Trafikverket
Objekt Väg 27, Viared-Kråkered
Handlingens status GRANSKNINGSHANDLING
Datum 2013-12-12
Rubrik 1 (Uppdragsnamn) Bro 15-1783-1 och Bro 15-1784-1
Rubrik 2 (Uppdragsnamn) Bro över Viskan öster om TPL Osdal och bro över ridväg
Uppdragsnummer 7180767
Dokumenttyp Teknisk Beskrivning Bro, Geoteknik

Dokumentnummer: 2G074301

Upprättad av

Granskad av

Godkänd av

Ayaz Nerwey

Geotekniker/uppdragsledare

Helene Kennedy

Geotekniker/Uppdragsledare

Helene Kennedy

Gruppchef

Ändring	Datum	Sign U	Sign Gr	Sign G

Innehållsförteckning

1	Allmänt	4
1.1	Syfte	4
1.2	Koordinatsystem	4
2	Förutsättningar	4
2.1	Brottgränstillstånd	4
2.1.1	Omräkningsfaktor	4
2.1.2	Modellosäkerhet	4
2.1.3	Partialkoefficienter	4
2.1.4	Säkerhetsfaktor	5
2.2	Bruksgränstillstånd	5
2.2.1	Omräkningsfaktor	5
2.2.2	Modellosäkerhet	5
2.2.3	Partialkoefficienter	5
2.2.4	Sättningskrav	5
2.3	Styrande dokument	5
2.4	Befintliga konstruktioner	5
3	Underlag	5
4	Geotekniska undersökningar och redovisning	6
5	Topografiska/Geotekniska förhållanden, översiktligt	6
6	Projekterad anläggning, geotekniska förhållanden och åtgärder	6
6.1	Allmänt	6
6.1.1	Jordschakt	6
6.1.2	Fyllning, packning	6
6.1.3	Utskiftning	7
6.1.4	Erosionsskydd	7
6.2	Hydrogeologi	7
6.3	Geotekniska egenskaper inom området för respektive brostöd	8
6.3.1	Stöd 1, sektion 3/275	8
6.3.2	Stöd 2, sektion 3/325	8
6.3.3	Platrambro över ridväg, sektion 3/334	9
6.4	Hjälparbeten	9
7	Kontroll och uppföljning	9
8	Bilagor	9

Uppdragsnummer 7180767	Rubrik	Rubrik Bro över Viskan öster om TPL Osdal och bro över ridväg	Status GRANSKNINGSHANDLING
---------------------------	--------	--	-------------------------------

1 Allmänt

1.1 Syfte

Denna TBb/geo är avsedd som underlag inför upprättande av bygghandling för brokonstruktion av bro

1.2 Koordinatsystem

Denna tekniska beskrivning är upprättad i följande koordinatsystem:

Plansystem: RT 90 5 GON V 0:-1

Höjdsystem: RH70.

2 Förutsättningar

Säkerhetsklass enligt TK Geo 11, 2.1

Geoteknisk kategori GK2 skall gälla för grundläggning av aktuell bro.

2.1 Brottgränstillstånd

2.1.1 Omräkningsfaktor

Nedanstående omräkningsfaktorer skall användas vid dimensionering av platta och temporär konstruktion.

Tabell 1: Omräkningsfaktorer för beräkning av karakteristisk hållfasthet brottngränstillstånd.

Delfaktorer	Plattgrundläggning	Temporär konstruktion
$\eta_1\eta_2\eta_3\eta_4$	1.0	1.0
$\eta_5\eta_6$	0.95	1.05
$\eta_7\eta_8$	1.1	1.0
η	1.05	1.05

2.1.2 Modellosäkerhet

$\gamma_{rd}=1.0$ vid beräkning av vertikal bärförmåga enligt TK Geo 11, 2.6.2.1.

2.1.3 Partialkoefficienter

$\gamma_m = 1,3$ för dränerad skjuvhållfasthet (c' och $\tan \phi'$)

$\gamma_m = 1,5$ för odränerad skjuvhållfasthet (c_u)

Uppdragsnummer 7180767	Rubrik	Rubrik Bro över Viskan öster om TPL Osdal och bro över ridväg	Status GRANSKNINGSHANDLING
---------------------------	--------	--	-------------------------------

2.1.4 Säkerhetsfaktor

Säkerhetsfaktor vid beräkning med partialkoefficientmetoden enligt TK Geo 11, Tabell 2.3-1.

2.2 Bruksgränstillstånd

2.2.1 Omräkningsfaktor

$\eta=1.0$ för beräkning av karakteristisk Elasticitetsmodul.

$\eta_{1234}=1.0$ resultaten från undersökningen uppvisar stor spridning.

$\eta_{56}=1.0$ kvadratisk/rektangulär styv platta.

$\eta_{78}=1.0$ Elasticitetsmodul

2.2.2 Modellosäkerhet

$\gamma_{rd}=1.3$ vid sättningsberäkning med lastspridning enligt 2:1 metoden.

2.2.3 Partialkoefficienter

$\gamma_m=1.0$ för Elasticitetsmodul

2.2.4 Sättningskrav

Sättningskraven enligt TRVK Bro 11 avsnitt B.3.4.2.5. Maximal sättningskillnad mellan angränsande brostöden ska begränsas till 1/500 av spännvidden.

Sättningskrav för anslutande bank enligt TK Geo 3.1.1.1.

2.3 Styrande dokument

- TK Geo 11
- TRVK Bro 11
- AMA Anläggning 10

2.4 Befintliga konstruktioner

Se ”OTB väganläggning, Handling 6.5, Chaosnummer 0C075000”.

3 Underlag

- Förslagsritning, 243K2005 och 243K2006, Förslagskiss 2013-12-12
- OTB väganläggning, Handlingsnummer 6.5, Chaosnummer 0C075000, 2012-09-14
- Markteknisk undersökningsrapport, Geoteknik, MUR/Geo, Handlingsnummer 6.13, Chaosnummer 0G071300, 2012-9-14
- Marktekniskundersökningsrapport, Bergteknik, MUR/Berg, Handlingsnummer 6.14, Chaosnummer 0B071400, 2012-09-14

Uppdragsnummer 7180767	Rubrik	Rubrik Bro över Viskan öster om TPL Osdal och bro över ridväg	Status GRANSKNINGSHANDLING
---------------------------	--------	--	-------------------------------

4 Geotekniska undersökningar och redovisning

Utförda geotekniska undersökningar i läget för bron redovisas i MUR/Geo och Bilaga 1 och Bilaga 2.

5 Topografiska/Geotekniska förhållanden, översiktligt

Bron är belägen mellan sektion ca 3/270 och 3/345. Marknivåerna varierar mellan ca +128.5 och +130. Marken består av ca 0.5-1.0 m mulljord som underlagras av sandig silt och/eller siltig sand. Inom området för det västra brostödet förekommer även inslag av gyttja och torv. Stopp i berg eller block har erhållits ca 18-25 m under markytan.

6 Projekterad anläggning, geotekniska förhållanden och åtgärder

6.1 Allmänt

bron grundläggs på nivån +128.2 och på minst 0.5 meter packad fyllning. Bron skall plattgrundläggas vilket kräver att utskiftning av ytliga jordlager utförs för brostöden.

6.1.1 Jordschakt

Jordschakt utförs enligt AMA Anläggning 10, CBB.51

6.1.2 Fyllning, packning

Fyllning och packning ska utföras enligt AMA Anläggning 10, CEB.41
Nedanstående egenskaper för packad fyllningen skall användas.

Uppdragsnummer 7180767	Rubrik	Rubrik Bro över Viskan öster om TPL Osdal och bro över ridväg	Status GRANSKNINGSHANDLING
---------------------------	--------	--	-------------------------------

Tabell 3: Karakteristiska egenskaper packad fyllning.

Jordart	ϕ_k ($^{\circ}$)	γ (kN/m^3)	γ' (kN/m^3)	E (MPa)
Sorterad sprängsten	45	18	11	50
Grus eller gruskrossmaterial	37	19	12	40

6.1.3 Utskiftning

Utskiftning av jord skall utföras enligt AMA Anläggning 10, Figur CEB/6.

6.1.4 Erosionsskydd

Permanent spont skall utgöra skydd mellan magasin för omhändertagande av dagvatten och Viskan.

6.2 Hydrogeologi

Grundvattenytan inom området har uppmätts i öppna grundvattenrör till nivån ca +128.0 och +128,5 (ca 1.0 m under markytan). Grundvattenytan i området sammafaller med vattenståndet för Viskan med nivåer enligt nedanstående tabell.

Tabell 4: Dimensionerande vattenstånd för Viskan.

	LLW ₅₀	MLW	MW	MHW	HHW ₅₀	HHW ₁₀₀
Nivå	+127.9	+127.9	+128.0	+129.1	+130.1	+130.2

Dimensionerande flöden för Viskan framgår av nedanstående tabell.

Tabell 5: Dimensionerande vattenflöden för Viskan.

Flöden	LLQ ₅₀	MLQ	MQ	MHQ	HHQ ₅₀	HHQ ₁₀₀
Dygnsmedelsvärden m^3/s	0.6	1.4	8.6	39	83	91

Dimensionerande vattenhastigheter för Viskan framgår av nedanstående tabell.

Tabell 6: Dimensionerande vattenhastigheter för Viskan

Flöden	V _{min,50}	V _{ML}	V _M	V _{MH}	V _{max,50}	V _{max,100}
Dygnsmedelsvärden m^3/s	0.0	0.1	0.4	0.7	1.0	1.0

Uppdragsnummer 7180767	Rubrik	Rubrik Bro över Viskan öster om TPL Osdal och bro över ridväg	Status GRANSKNINGSHANDLING
---------------------------	--------	--	-------------------------------

6.3 Geotekniska egenskaper inom området för respektive brostöd

De geotekniska egenskaperna redovisas nedan för respektive stöd.

6.3.1 Stöd 1, sektion 3/275

Marknivån varierar mellan +128.5 och +130. Jordlagerföljden i läget för stödet utgörs av ett ytligt skikt grusig sand med växtdelar som underlagras av ca 0-2 m siltig gyttja och/eller gyttjig sand och torv. Därunder utgörs jordlagerföljden av 1-6 m sandig silt och/eller siltig sand följt av fastare material, troligen sand, ner till ca 25 m under markytan vilken vilar på morän eller berg. Sondering är utförd till nivån +106 och avslutats i berg eller block. Utvärdering av friktionsvinkel enligt TK Geo 11 avsnitt 5.2.3.8.1.1 ur sonderingsresultat från hejarsondering och CPT redovisas i bilaga 3.1. I bilaga 4.1 redovisas utvärderad Elasticitetsmodul enligt TK Geo 11 avsnitt 5.2.3.5.2.

Tabell 7: Härledda värden för stöd 1

Nivå	Material	Φ [°] (\bar{x})	M_o [MPa] (\bar{x})
My till +126	grSa/saGy/gysiSa	31*	7
+126 till +120	saSi/siSa	31*+ 0.7/m	10 + 4/m
+120 till +117	siSa	34*	30
+117 till +107	siSa	35*	40
+107 till berg	Mn	42	90

*Friktionsvinkeln har reducerats med 3° med avseende på silt.

Uppdragsnummer 7180767	Rubrik -	Rubrik Bro över Viskan öster om TPL Osdal och bro över ridväg	Status GRANSKNINGSHANDLING
---------------------------	-------------	--	-------------------------------

6.4 Hjälparbeten

Spont kommer att krävas för att möjliggöra utskiftning av organisk jord och för att klara länshållning vid gjutning av brostöden då detta skall ske i torrhet. Sponten

7 Kontroll och uppföljning

Kontrollprogram upprättas för att säkerställa en sänkning av grundvattennivån i samband med utskiftningen för brons stöd.

Arbetsberedning skall upprättas för arbeten som omfattar:

- Sänkning av grundvatten
- Jordschakt eller fyllning som överstiger djup/höjd 2.5 m.
- Tyngre entreprenadmaskiner såsom lyft- och pålkranar
- Stödkonstruktioner

8 Bilagor