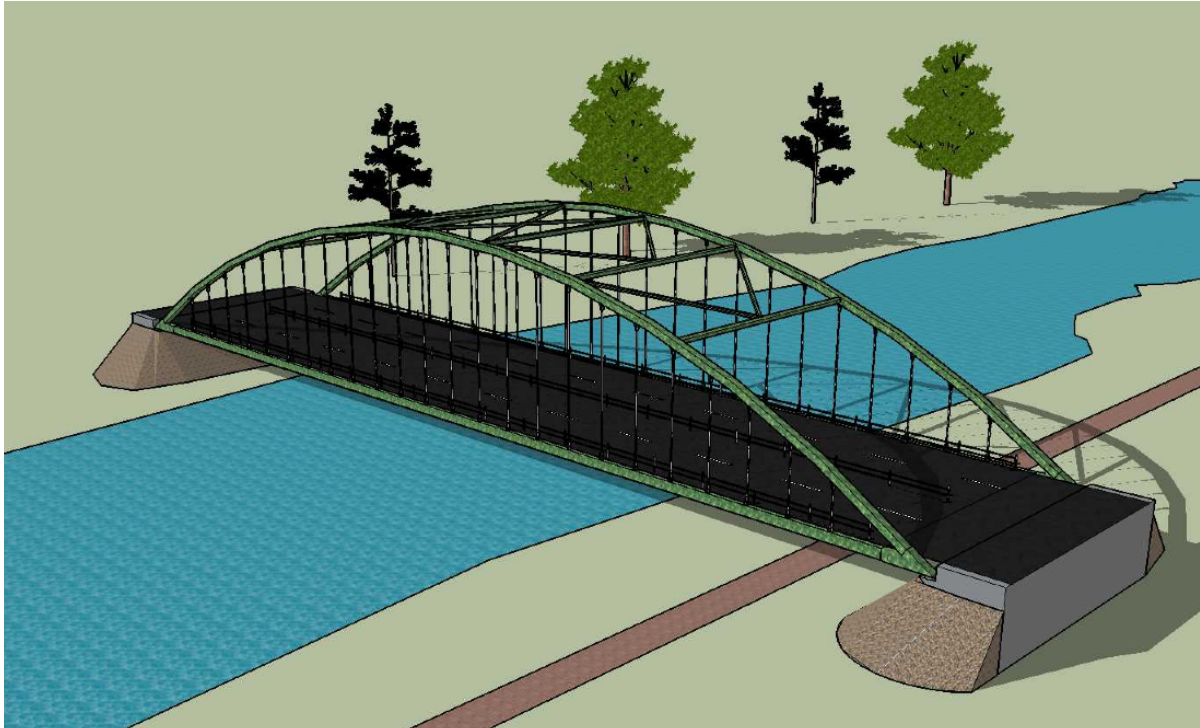




En naturlig passage över Viskan

Konceptuell design och preliminär dimensionering av en bro över Viskan
på väg 27 mellan Viared och Kråkered

*Kandidatarbete inom civilingenjörsprogrammet
Väg- och vattenbyggnad*

ANDERSSON KARIN
BJÖRHAGEN IDA
EDMAN RICKARD
PERSSON LINNÉA
RASMARK NILS

Institutionen för bygg- och miljöteknik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg 2016

En naturlig passage över Viskan
Konceptuell design och preliminär dimensionering av en bro över Viskan på väg 27
mellan Viared och Kråkered

*Kandidatarbete inom civilingenjörsprogrammet
Väg- och vattenbyggnad*

ANDERSSON KARIN
BJÖRHAGEN IDA
EDMAN RICKARD
PERSSON LINNÉA
RASMARK NILS

Institutionen för bygg- och miljöteknik
Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

Väg 27, sydväst om Borås, ska byggas ut och den nya vägsträckningen ska gå över ån Viskan som ska passeras med en bro. Den här rapporten behandlar processen att välja den mest lämpade bron över Viskan på väg 27 mellan Viared och Kråkered samt att preliminärdimensionera denna bro.

Baserat på information om platsen, krav från intressenter samt andra givna förutsättningar togs grundläggande krav fram. Valet av bron baserades på en konceptuell design där brokoncept som inte uppfyllde kraven sällades bort i ett första urval. Resultatet av det första urvalet utmynnade i fyra brokoncept som poängsattes mot viktade kriterier i en multikriterieanalys. Dessa kriterier var: estetik, beräkningsbarhet, produktion, trafiksäkerhet, förvaltning och underhåll, miljö samt ekonomi. Det brokoncept som erhöll flest poäng i multikriterieanalysen, och således blev det valda konceptet, var en stålbågbro i ett spann som i rapporten kallas Bowie.

Nästa steg i processen var att göra en preliminär dimensionering av Bowies ingående delar, för att uppnå önskad bärförmåga. Bowie ska konstrueras med en båge och dragband som en enhet på vardera sida brofarbanan. Både bågarna och dragbanden utformas med rörtvärnsnitt. Dragbanden på vardera sida av farbanan länkas samman med I-tvärnsnittsbalkar som har ett cc-mått på tre meter. Tvärbalkarna samverkar med en armerad betongplatta genom svetsbultar och ovanpå betongplattan placeras beläggningen. Mellan vardera båge och dragband fästs 24 hängstag in.

I projektet har de riktlinjer och regler som finns beskrivet i Eurokod använts för att ta fram dimensionerande laster, lastmodeller och kontroller. Hänsyn har även tagits till de krav som finns beskrivet i TRVK Bro 11.

Hela projektet har utarbetats med en förenklad modell utifrån hur en bro skulle planerats i verkligheten och är därför inte tillämpningsbart utan fortsatt projektering. Projektet har styrts av strikta krav från Trafikverket som har begränsat möjligheterna för vilka brokoncept som kunde tillämpas. Om kraven hade varit annorlunda hade troligtvis ett annat brokoncept valts. Preliminärdimensioneringen har utförts med förenklade beräkningsmodeller för att få en överblick på hur bron ska uppföras.

Bågbron Bowie är efter preliminärdimensioneringen ett möjligt brokoncept för att uppnå beställarens krav och med ytterligare utredning skulle bron kunna användas som en naturlig passage över Viskan.

Nyckelord: Bågbro, Konceptuell design, Preliminärdimensionering, Viskan, Väg 27

Omslag:

Illustration av bron över Viskan. Författarnas egna bild.

Institutionen för bygg- och miljöteknik
Göteborg 2016

A smooth passage across Viskan

A conceptual design and preliminary sizing of a bridge across Viskan on road 27
between Viared and Kråkered

Bachelor Thesis

Building and Civil Engineering

ANDERSSON KARIN

BJÖRHAGEN IDA

EDMAN RICKARD

PERSSON LINNÉA

RASMARK NILS

Department of Civil and Environmental Engineering

Chalmers University of Technology

ABSTRACT

Road 27 south-west of Borås is going to expand and the stretch of road has been drawn across the river Viskan, an obstacle that will be passed with a bridge. This report details the conceptual design and the preliminary sizing of a possible bridge over Viskan at road 27 between Viared and Kråkered.

Based on information about the location, demands from stakeholders and other given conditions, a list of basic requirements was produced. The choice of bridge is made in a process called conceptual design where bridge concepts that do not fulfil the basic requirements are rejected. Four different bridge concepts fulfilled the basic requirements and a multi-criteria analysis was performed in order to compare and evaluate the concepts with the following criteria: aesthetics, computability, production, traffic safety, management and maintenance, environment and economy. Of the four concepts a single span arch bridge, in this report called Bowie, scored the highest in the analysis and became the final chosen concept.

The next step in the process was to do a preliminary sizing of the components in the bridge. Bowie has two arches and is designed as a bow string with a connection between the arch and the drawstring. The cross-sections of the arches and the drawstrings are shaped as rectangular tubes. Cross-beams with a centre-to-centre distance of three meters connects the two drawstrings on each side of the bridge. The cross-beams interact with a reinforced concrete slab by welding studs. On top of the concrete slab, paving is placed. Between the arches and the drawstrings, 24 suspension struts are attached.

The design is based on regulations and codes described in the Swedish adaptation of Eurocode. Considerations have also been taken to the Swedish demands in TRVK Bro 11.

To manage the design, simplified models have been applied which makes further design necessary to be able to construct a sustainable bridge. The client, Trafikverket, had some demands on how the bridge should be designed. The demands have led to limitations regarding the decision of which concept that is possible to apply. If the client had made other demands, another concept could have been chosen.

After the preliminary sizing, the bridge is a potential concept and if further sizing is made Bowie could be used as a smooth passage across Viskan.

Keywords: Arch bridge, Conceptual design, Preliminary sizing, Viskan, Route 27

Innehåll

SAMMANFATTNING	II
ABSTRACT	IV
INNEHÅLL	V
BILDFÖRTECKNING	IX
TABELLFÖRTECKNING	XI
BILAGEFÖRTECKNING	XII
FÖRORD	XIII
BETECKNINGAR	XIV

1	INLEDNING	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte	1
1.3	Frågeställningar	1
1.4	Avgränsningar	1
1.5	Metod	2
2	FÖRUTSÄTTNINGAR OCH KRAV FÖR BRON	3
2.1	Området kring bron	3
2.2	Krav på geometrisk utformning	3
2.3	Geotekniska förutsättningar för bron	4
2.4	Förutsättningar för brons grundläggning	4
2.5	Trafikförhållanden som kommer råda på bron	5
2.6	Miljöförutsättningar i området kring bron	5
3	KONSTRUKTIONSMATERIAL FÖR BROAR	6
3.1	Betong	6
3.2	Trä	6
3.3	Stål	6
3.4	Konstruktionsmaterials miljöaspekter	7
3.4.1	Miljöaspekter för betong	7
3.4.2	Miljöaspekter för stål	7
3.4.3	Miljöaspekter för trä	7
4	BROTYPEN	8
4.1	Rambro	8
4.1.1	Plattrambro	8
4.1.2	Balkrambro	8

4.2	Balkbro	8
4.2.1	Betongbalkbro	8
4.2.2	Stålbalkbro	9
4.3	Fackverksbro	9
4.4	Plattbro	9
4.5	Bågbro	9
4.6	Hängbro	10
4.7	Snedkabelbro	10
5	PRODUKTIONSMETODER FÖR BROAR	11
5.1	Produktionsmetoder för betong, stål- och träbroar	11
5.2	Faktorer som styr val av produktionsmetoden	11
5.3	Produktionsförutsättningar för bron över Viskan	11
6	FÖRVALTNING OCH UNDERHÅLL FÖR OLIKA BROMATERIAL	12
6.1	Förvaltning och underhåll för betongbroar	12
6.2	Förvaltning och underhåll för träbroar	12
6.3	Förvaltning och underhåll för stålbroar	12
6.4	Broinspektioner	13
7	FÖRSTA URVALSPROCESSEN AV BROKONCEPT	14
7.1	Lösning med tre spann	14
7.2	Lösning med ett eller två spann	14
7.3	Urval med hänsyn till produktion och underhåll	14
8	UTVALDA BROKONCEPT	15
8.1	Snedkabelbro – Segelbåten	15
8.1.1	Produktion av Segelbåten	16
8.1.2	Förvaltning och underhåll av Segelbåten	16
8.2	Fackverksbro – Paddan	16
8.2.1	Produktion av Paddan	17
8.2.2	Förvaltning och underhåll av Paddan	17
8.3	Bågbro i ett spann – Bowie	17
8.3.1	Produktion av Bowie	18
8.3.2	Förvaltning och underhåll av Bowie	18
8.4	Bågbro i två spann – Pilbågen	18
8.4.1	Produktion av Pilbågen	19
8.4.2	Förvaltning och underhåll av Pilbågen	19

9	ANDRA URVALSPROCESSEN AV BROKONCEPT GENOM MULTIKRITERIEANALYS	EN 20
9.1	Utvärderingskriterier	20
9.1.1	Utvärderingskriteriet estetik	20
9.1.2	Utvärderingskriteriet konstruktion	20
9.1.3	Utvärderingskriteriet produktion	21
9.1.4	Utvärderingskriteriet trafiksäkerhet	21
9.1.5	Utvärderingskriteriet miljö	21
9.1.6	Utvärderingskriteriet förvaltning och underhåll	22
9.1.7	Utvärderingskriteriet ekonomi	22
9.2	Viktning av utvärderingskriterier	23
9.3	Viktning av brokoncepten	24
10	VALT BROKONCEPT: BÅGBRO I ETT SPANN – BOWIE	25
10.1	Övergripande utformning av vald bro	25
10.2	Detaljutformning av vald bro	26
10.3	Produktionsplan för vald bro	27
10.4	Plan för underhåll och förvaltning	27
10.5	Miljöpåverkan av vald bro	28
11	PRELIMINÄR DIMENSIONERING AV VALD BRO	29
11.1	Global beräkningsmodell	29
11.2	Laster i samband med dimensionering av broar	29
11.2.1	Permanent last, G	29
11.2.2	Variabel last, Q	30
11.2.3	Olyckslast, A	30
11.2.4	Övriga laster	30
11.3	Dimensionerande laster: brott- och bruksgränstillstånd	31
11.3.1	Dimensionerande laster i brottgränstillstånd	31
11.3.2	Dimensionerande laster i bruksgränstillstånd	31
11.4	Lastmodeller enligt SS-EN 1991-2	32
11.4.1	Körbanelbredd	32
11.4.2	Lastmodell 1, LM1	33
11.4.3	Övriga lastmodeller, lastmodell 2 – lastmodell 4	34
11.5	Preliminär dimensionering av betongplattan	35
11.5.1	Beräkningsmodell och dimensionerande laster för betongplattan	35
11.6	Utformning och kontroll av betongplatta	36
11.6.1	Bruksgränstillstånd – sprickkontroll av betongplatta	36
11.6.2	Momentkapacitet för betongplattan i fält och över stöd	37
11.6.3	Tvärkraftskapacitet för betongplattan	37
11.6.4	Avkortning och skarvning av armering	38
11.7	Preliminär dimensionering av tvärbalkarna	39
11.7.1	Beräkningsmodell och dimensionerande laster för tvärbalkarna	40

11.7.2	Utformning och kontroll av tvärbalkarna	41
11.8	Preliminär dimensionering av det bärande systemet	41
11.8.1	Dimensionerande laster för det bärande systemet	42
11.8.2	Kontroll för utbyte av hängstag under brons tekniska livslängd	43
11.8.3	Utformning och kontroll av dragbanden	43
11.8.4	Utformning och kontroll av bågarna	44
11.8.5	Utformning och kontroll av hängstagen	45
11.9	Preliminär dimensionering av landfästena	45
11.10	Preliminär dimensionering av detaljer	45
11.11	Återstående dimensionering	47
12	DISKUSSION	49
12.1	Diskussion kring den konceptuella designen	49
12.2	Diskussion kring den preliminära dimensioneringen	50
12.2.1	Diskussion kring preliminär dimensionering av betongplattan	50
12.2.2	Diskussion kring preliminär dimensionering av tvärbalkarna	51
12.2.3	Diskussion kring preliminär dimensionering av dragbanden	52
12.2.4	Diskussion kring preliminär dimensionering av bågarna	52
12.2.5	Diskussion kring preliminär dimensionering av hängstagen	52
12.2.6	Diskussion kring preliminär dimensionering av landfästena	53
12.3	Källkritik	53
12.3.1	Källkritik för litteraturstudien	53
12.3.2	Källkritik för beräkningskällor	53
13	SLUTSATS	54
	REFERENSER	55
	Bildkällor	57

Bildförteckning

Figur 2-1. Översiktskarta över väg 27 där brons placering är utmärkt med en röd ring (Trafikverket, 2014b). Återgiven med tillstånd.	3
Figur 2-2. En illustration av möjliga stödplaceringar och tillåtna mått. Författarnas egna bild.	4
Figur 4-1. En plattrambro (Trafikverket, 2008b). Återgiven med tillstånd.	8
Figur 4-2. En stålbalkbro (Trafikverket, 2008b). Återgiven med tillstånd.	8
Figur 4-3. En fackverksbro (Trafikverket, 2008b). Återgiven med tillstånd.	9
Figur 4-4. En plattbro (Trafikverket, 2008b). Återgiven med tillstånd.	9
Figur 4-5. 1. Fast inspänd kontinuerlig båge, 2. Fast inspänd med ledade ändar, 3. Fast inspänd med ledande ändar samt en led i mitten, 4. Bowstring där bågarna är sammansatta med ett dragband. Författarnas egna bild.	10
Figur 4-6. En hängbro (Trafikverket, 2008b). Återgiven med tillstånd.	10
Figur 4-7. En snedkabelbro (Trafikverket, 2008b). Återgiven med tillstånd.	10
Figur 8-1. Segelbåten i en profilsnitt. Författarnas egna bild.	15
Figur 8-2. Segelbåten i en principiell 3D-skiss. Författarnas egna bild.	15
Figur 8-3. Paddan i en profilsnitt. Författarnas egna bild.	17
Figur 8-4. Fackverksbro Paddan i en principiell 3D-skiss. Författarnas egna bild.	17
Figur 8-5. Bowie i en profilsnitt. Författarnas egna bild.	18
Figur 8-6. Bowie i en principiell 3D-skiss. Författarnas egna bild.	18
Figur 8-7. Pilbågen i en profilsnitt. Författarnas egna bild.	19
Figur 8-8. Pilbågen i en principiell 3D-skiss. Författarnas egna bild.	19
Figur 10-1. Beskrivning av en bågbron ingående delar. Författarnas egna bild.	25
Figur 10-2. En illustration av Bowies utformning. Författarnas egna bild.	25
Figur 10-3. Brons fria brobredd. Bild tagen från Bilaga 2.	26
Figur 10-4. Tvärsnitt av brofarbanan. Författarnas egna bild.	26
Figur 11-1. Beräkningsmodell av bågbron Bowie. Författarnas egna bild.	29
Figur 11-2. Dimensionerande lastkombinationer i brottgränstillstånd enligt EN 1991-1 avsnitt 6.4.3.2.	31
Figur 11-3. Dimensionerande lastkombinationer i bruksgränstillstånd enligt EN 1990-1, avsnitt 6.5.3.	32
Figur 11-4. Lastfältens placering och numrering. Författarnas egna bild.	33
Figur 11-5. Axellastens placering från ett boggisystem. Författarnas egna bild.	33
Figur 11-6. Lastfall för maximal tvärkraft. Författarnas egna bild.	34
Figur 11-7. Lastfall för maximalt moment. Författarnas egna bild.	34
Figur 11-8. Lastmodell 1, LM1, i längdriktningen. Författarnas egna bild.	35

Figur 11-9. Illustration av de fyra olika lastfallen där avståndet mellan varje stöd är tre meter. Författarnas egna bild.	36
Figur 11-10. Dragkraftsbehov och dragkraftskapacitet för underkantsarmering i ytterfack.	38
Figur 11-11. Dragkraftsbehov och dragkraftskapacitet för överkantsarmering i ytterfack.	38
Figur 11-12. Dragkraftsbehov och dragkraftskapacitet för underkantsarmering i mittfack.	38
Figur 11-13. Dragkraftsbehov och dragkraftskapacitet för överkantsarmering i mittfack.	39
Figur 11-14. Beräkningsmodell för tvärbalkarna. Författarnas egna bild.	40
Figur 11-15. Illustration av tvärbalkarnas tvärsnitt.	41
Figur 11-16. Beräkningsmodell med frihetsgrader. Författarnas egna bild.	41
Figur 11-17. Illustration över maximalt moment i båge och dragband. Punktlasten är placerad i nod 17.	42
Figur 11-18. Illustration av tvärkraften i det bärande systemet då maximal tvärkraft uppkommer i en båge. Punktlasten är placerad i nod 29.	42
Figur 11-19. Illustration av tvärkraften i det bärande systemet då maximal tvärkraft uppkommer i dragbanden. Punktlasten är placerad i nod 5.	43
Figur 11-20. Illustration av dragbandens tvärsnitt.	44
Figur 11-21. Illustration av bågarnas tvärsnitt.	45
Figur 11-22. Illustration av infästningen av hängstagen.	46

Tabellförteckning

Tabell 2-1. Resultat av sondering vid sektion 3/275, det västra landfästet.....	4
Tabell 2-2. Resultat av sondering vid sektion 3/300, mitt i Viskan.....	4
Tabell 2-3. Trafikförhållanden på bron.....	5
Tabell 9-1. Poängsättning av brokoncept utifrån utvärderingskriteriet estetik.....	20
Tabell 9-2. Poängsättning av brokoncept utifrån utvärderingskriteriet konstruktion. .	21
Tabell 9-3. Poängsättning av brokoncept utifrån utvärderingskriteriet produktion.....	21
Tabell 9-4. Poängsättning av brokoncept utifrån utvärderingskriteriet trafiksäkerhet.	21
Tabell 9-5. Poängsättning av brokoncept utifrån utvärderingskriteriet miljö.....	22
Tabell 9-6. Poängsättning av brokoncept utifrån utvärderingskriteriet förvaltning och underhåll.	22
Tabell 9-7. Poängsättning av brokoncept utifrån utvärderingskriteriet ekonomi.	23
Tabell 9-8. Viktningsmatris för viktning av utvärderingskriterier.....	23
Tabell 9-9. Viktningsmatris för viktning av brokoncepten.....	24
Tabell 11-1. Byggnadsmaterials tunghet hämtade från SS-EN 1991-1-1 Tabell A.6.	30
Tabell 11-2. Partialkoefficienter för ekvation 6.10a och 6.10b, brottgränstillstånd. ...	31
Tabell 11-3. Partialkoefficienter för dimensionerande lastkombinationer i bruksgränstillstånd.	32
Tabell 11-4. Lastfält och körbanebredd enligt SS-EN 1991-2.	32
Tabell 11-5. Axellaster, utbredda laster och anpassningsfaktorer enligt svenska förhållanden.	34
Tabell 11-6. Dimensionerande laster i brott- och bruksgränstillstånd för betongplattan.	36
Tabell 11-7. Resultat av sprickkontroll för betongplattan.	37
Tabell 11-8. Resultat för momentkapacitet för betongplattan.	37
Tabell 11-9. Resultat för tvärkraftskapacitet för betongplattan.	37
Tabell 11-10. Armeringsinläggning i underkant för ytterfack respektive mittfack.	39
Tabell 11-11. Armeringsinläggning i överkant för ytterfack respektive mittfack.	39
Tabell 11-12. Dimensionerande moment och tvärkraft för tvärbalkarna.	40
Tabell 11-13 Redovisning av laster som verkar på dragbandet. De dimensionerade lasterna är inringade.....	44
Tabell 11-14 Redovisning av laster som verkar på en båge. De laster som använts vid dimensionering är inringade.	44

Bilageförteckning

- Bilaga 1 – Trafikverkets tekniska beskrivning
- Bilaga 2 – Förslagsskiss i plan och sektion
- Bilaga 3 – Framtagning av dimensionerande laster i brottgränstillstånd
- Bilaga 4 – Global analys av betongplattan
- Bilaga 5 – Lastframtagning för betongplattan
- Bilaga 6 – Preliminär dimensionering av betongplattan
- Bilaga 7 – Lastframtagning för tvärbalkarna
- Bilaga 8 – Preliminär dimensionering av tvärbalkarna
- Bilaga 9 – Lastframtagning och nedböjning i en global analys
- Bilaga 10 – Preliminär dimensionering av dragbanden
- Bilaga 11 – Preliminär dimensionering av bågarna
- Bilaga 12 – Preliminär dimensionering av hängstagen
- Bilaga 13 – Preliminär dimensionering av brodetaljer
- Bilaga 14 – Preliminär dimensionering av landfästen
- Bilaga 15 – Lastframtagning för bågsystemet vid underhåll
- Bilaga 16 – Armeringsritningar för betongplattan
- Bilaga 17 – Preliminär profil- och planritning över bron

Förord

Detta projekt har utförts i syfte att stärka och tillämpa de grundläggande kunskaper vi utvecklat under de tre första åren på Chalmers Tekniska Högskola. I kandidatarbetet har även vi fått möjligheten att fördjupa oss i mer avancerade beräkningsmetoder som förberett oss till kommande studier på avancerad nivå. För att uppnå målen med kandidatarbetet har vi fått stöd av några extra hjälpsamma personer som bidragit med sin kunskap och tid.

Vi vill därför tacka vår handledare Sören Lindgren, projektledare på avdelningen konstruktionsteknik på Chalmers Tekniska Högskola, för att du svarat på våra frågor och för att du kunnat hjälpa oss vidare i vårt arbete. Du har styrt kursen på ett fantastiskt sätt och inspirerat oss.

Även ett stort tack till vår andra handledare Staffan Lindén, gruppchef på broteknik på COWI AB, för att du tagit dig tid till att rådgiva oss och hjälpa oss reda ut våra tankar om hur brokonstruktioner fungerar i verkligheten.

Vi vill även tacka Joosef Leppänen universitetslektor på avdelningen konstruktionsteknik på Chalmers Tekniska Högskola för dina snabba och pedagogiska svar på våra frågor om betong och lasteffekter.

Ett tack riktas även till fackspråk på Chalmers Tekniska Högskola för att ni väglett oss i språkliga frågor och hjälpt oss med rapportstrukturen och den muntliga presentationen.

Slutligen vill vi tacka alla personer som kommit och föreläst för oss om broteknik, ni har bidragit med både kunskap och inspiration.

Göteborg maj 2016

Karin Andersson
Ida Björhagen
Rickard Edman
Linnéa Persson
Nils Rasmark

Beteckningar

Versaler

A	Olyckslast
E	E-modul
G	Permanent last
M_{Ed}	Dimensionerande moment
M_{Rd}	Momentkapacitet
M_{cr}	Sprickmoment
N_{Ed}	Dimensionerande normalkraft
N_{Rd}	Normalkraftskapacitet
Q	Variabel last
TS	”Tandem system” för lastmodell 1
UDL	”Uniform distributed load” för lastmodell 1
V_{Ed}	Dimensionerande tvärkraft
V_{Rd}	Tvärkraftskapacitet

Gemener

f_{ck}	Betongs tryckhållfasthet
f_{ctm}	Betongs draghållfasthet
f_u	Ståls brottspänning
$f_{ctk,0,05}$	Betongs draghållfasthet 5 % fraktilen
f_y	Ståls flytspänning
n_l	Antal lastfält på en vägbro
w	Körbanelbredd för en vägbro, innefattande vägrenar, stödremсор och kantremсор
w_l	Bredden på ett körfält till en vägbro
α_{Qi}	Anpassningsfaktor
α_{qi}	Anpassningsfaktor
γ	Tunghet
$\gamma_{G,sup}$	Partialkoefficient för belastning av permanenta laster
$\gamma_{Q,sup}$	Partialkoefficient för belastning av variabel last
ξ	Reduktionsfaktor för ogynnsamma permanenta laster
Ψ_0	Kombinationsfaktor för variabel last
Ψ_1	Faktor för frekvent värde för variabel last
Ψ_2	Faktor för kvasipermanent värde för variabel last

Begrepp

<i>cc-mått</i>	Avstånd mellan två centrum
<i>Dagvatten</i>	Tillfälligt förekommande vatten, så som regn och smältvatten, som avrinner på markytan eller på en konstruktion
<i>Båganfang</i>	Anslutande stödkonstruktion mellan båge och dragband
<i>Eurokod</i>	Europagemensamma dimensioneringsregler
<i>Fri brobredd</i>	Brons bredd mätt mellan insidan av yttre vägräckena
<i>Fri brohöjd</i>	Höjd mellan marken och den lägsta delen av bron
<i>Frontmur</i>	En mur mellan bottenplattan och lagerpallen som tar ner last från bottenplattan till lagerpallen och tar upp jordtryck från vägbanken
<i>Hålkantbrott</i>	Brott i plåt vid skjuvbelastat skruvförband
<i>Landfäste</i>	Del av underbyggnad till bro som utgör upplag för brons ändar och överför laster från bro till undergrunden
<i>Lager</i>	Upplag som medger rörlighet i önskad riktning
<i>Lagerpall</i>	Den del av fundamentet var på lagren är placerade
<i>Länspumpning</i>	Bortpumpning av vatten
<i>Pilhöjd</i>	Högsta punkt av bågen på en bågbro
<i>Pylon</i>	Ett torn som bär upp en brofarbana
<i>Referenshastighet</i>	Skyltad hastighet på vägen
<i>Samverkan</i>	När byggnadselement av två olika material fästs ihop och samverkar vid lastfördelning, vanligtvis brobana av betong som fästs ihop med stålbalkar
<i>Slakarmering</i>	Armering som ej är spänd
<i>Spännvidd</i>	Avståndet mellan brons upplagspunkter
<i>Tillgänglig konstruktionshöjd</i>	Maximala vertikala avståndet mellan brobanans underkant till vägbanans överkant
<i>Transversaler</i>	Tvärgående balkar eller vajrar som binder ihop bågarna upptill för att öka stabiliteten
<i>ÅDTk</i>	Årlig dygnstrafik per körfält

1 Inledning

Infrastruktur är en förutsättning för ett fungerande och växande modernt samhälle. En betydelsefull del av infrastrukturen är vägnätet. På många platser presenterar terrängen ett hinder som kan överbryggas med en bro.

På väg 27 planeras en ny sträcka att uppföras söder om Borås, mellan Viared och Kråkered (Trafikverket, 2014a). Vägen kommer bland annat passera ån Viskan där en bro krävs för en kontinuerlig passage. I denna rapport behandlas brons krav och förutsättningar, olika brotypers utformning och urval för framtagning av den mest lämpade bron samt en preliminär dimensionering av den valda bron.

1.1 Bakgrund

Borås är Sveriges trettonde största kommun och ligger i en region med 1,5 miljoner invånare inom tio mils radie (Borås Stad, 2015). Regionen är expansiv och de arbetar för att öka tillväxten och utvecklingen (Borås Stad, 2016). Som en del av det arbetet planerar Borås Stad att utveckla natur- och friluftsområdet mellan Viared och Kråkered, vilket kommer leda till en ökad trafikmängd (Trafikverket, 2014a). Således uppkommer ett behov av en utbyggnad av väg 27 som sträcker sig genom området. Vägen är tänkt att bidra till bättre förbindelser för de boende i de sydvästra delarna av Borås kommun och hjälpa till att driva utvecklingen i området. Vägsträckningen innebär att ån Viskan måste korsas och detta ska göras med en bro.

När en bro ska uppföras behövs ett brokoncept väljas som tillmötesgår de krav och förutsättningar som finns för överfarten. Bron måste också dimensioneras för att stå emot alla påtänkta laster under dess uppförande och teknisk livslängd som är given till 80 år se Bilaga 1, s. 96.

1.2 Syfte

Rapportens syfte är att projektera och dimensionera ett brokoncept för väg 27 över ån Viskan. Detta brokoncept ska på bästa möjliga sätt uppfylla de förutsättningar och krav som finns för överfarten. Det valda brokonceptet ska också preliminärdimensioneras för att stå emot påtänkta laster under dess tekniska livslängd och uppförande.

1.3 Frågeställningar

För att uppnå syftet har följande frågeställningar formulerats:

- *Vilka brokoncept kan tillämpas över Viskan?*
- *Vilken bro uppfyller ställda krav och förutsättningar på bästa sätt?*
- *Hur kan brons komponenter preliminärt utformas?*

1.4 Avgränsningar

Rapporten behandlar val av en lämplig brotyp inklusive produktionsmetod, förvaltning och underhåll samt materialval. Bron ska uppföras enligt förutsättningarna i den tekniska beskrivningen utgiven av Trafikverket gällande väg 27 och passagen över Viskan. Bron ska även uppfylla önskemål från andra intressenter så som boende i närheten, kommunen och trafikanter. Vid val av brokoncept tas hänsyn till estetik, beräkningsbarhet, produktion, trafiksäkerhet, förvaltning och underhåll, miljö och ekonomi. Rapporten behandlar även en preliminär dimensionering av bron enligt de krav och dimensioneringsregler som finns beskrivet i Trafikverkets tekniska krav,

TRVK Bro 11 (Trafikverket, 2011), samt de europagemensamma dimensioneringsreglerna, Eurokod. Vid en preliminär dimensionering för det valda brokonceptet ingår att påbörja dimensioneringen och kontrollerna om brons bärandedelar klarar av de laster som den ska utsättas för, i både brott- och bruksgränstillstånd. En mindre dimensionering av detaljer genomförs också i brottgränstillstånd.

1.5 Metod

Projektet delas upp i två moment där det första innefattar framtagning av olika brokoncept som sedan ställs mot givna krav och framtagna kriterier som genom en konceptuell design leder till ett brokoncept. Det andra momentet består av en preliminär dimensionering av det huvudsakliga bärverket och dess infästningar på den valda bron.

Första momentet påbörjas genom en litteraturstudie som har fokus på tre delområden:

- *Beställare och konstruktion* – Innefattar analys av olika brotyper och konstruktionsmaterial utifrån förutsättningarna,
- *Produktion* – Behandlar möjliga produktionsmetoder vid uppförandet av bron,
- *Förvaltning och underhåll* – Analyserar underhållsbehovet för framtagna broar.

I litteraturstudien läggs även fokus på förutsättningar, krav och risker för bron inom respektive delområde. Analys av olika brotyper görs sedan med hjälp av litteratur, bland annat Trafikverkets handböcker, för att se vilka brotyper som är möjliga lösningar.

Utifrån dessa möjliga lösningar genomförs en utvärdering utifrån de tre undergruppernas perspektiv. Utvärderingen resulterar i fyra brokoncept som utvecklas och studeras vidare med hjälp av ett flertal utvärderingskriterier. Dessa är estetik, beräkningsbarhet, ekonomi, produktionsbarhet, underhåll samt miljöpåverkan. Genom en multikriterieanalys väljs sedan det mest lämpade brokonceptet ut genom att kriterierna viktas mot varandra. De fyra brokoncepten poängsätts efter hur väl de uppfyller kriterierna. Efter detta steg är första momentet avslutat vilket resulterar i ett brokoncept.

Vid det andra momentet görs en preliminär dimensionering av det valda konceptet. Bron dimensioneras för att klara att stå emot påtänkta laster under dess tekniska livslängd och uppförande. Beräkningar på brons hållfasthet och bärförmåga görs i både brott- och bruksgränstillstånd med hjälp av beräkningsverktygen Matlab, CALFEM och Mathcad samt enligt de föreskrifter som står i Eurokod och TRVK Bro 11. Beräkningarna är en iterativ process där både detaljer och huvuddelar preliminärt dimensioneras. Metoden resulterar i ett brokoncept med preliminära dimensioner som redovisas i en broritning, se Bilaga 17.

2 Förutsättningar och krav för bron

I Trafikverkets tekniska beskrivning, Bilaga 1, ställs en del förutsättningar och krav som bron måste uppfylla. Företaget COWI AB har gjort en preliminär plan- och sektionsritning som visar hur bron ska uppföras, dessa återfinns i Bilaga 2. I detta kapitel kommer brons förutsättningar och krav behandlas.

2.1 Området kring bron

Området kring brons planerade placering präglas av höjdparter med skog och lågpartier med våtmark beväxt med gräs och/eller gles trädvegetation se Bilaga 1, s. 18-20. Bron sträcker sig över en del av ån Viskan där ingen skog eller annan hindrande växtlighet finns. I närområdet finns betesmark och ängsmark samt hästhagar som tillhör Borås Ridhus som är beläget cirka 500 meter från bron i nordlig riktning. Se väg 27:s sträckning i Figur 2-1 där brons placering är utmärkt med en röd ring.

Bron över Viskan planeras att gå i nordvästlig-sydöstlig riktning. På Viskans östra strand befinner sig idag en gång- och cykelväg (GC-väg), där även hästar ska kunna passera, i nord-sydlig riktning som bron ska gå över.

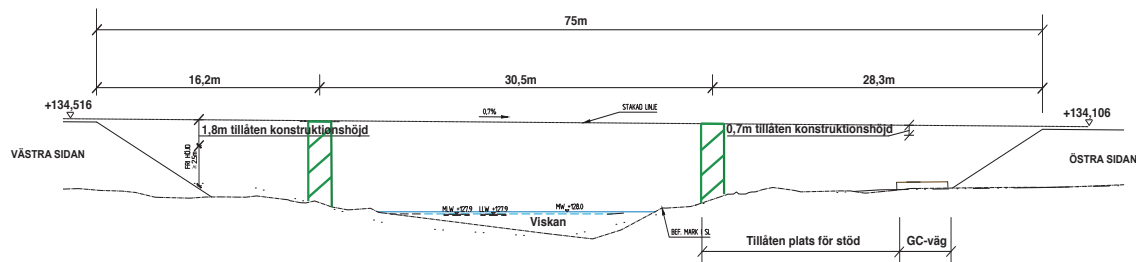


Figur 2-1. Översiktskarta över väg 27 där brons placering är utmärkt med en röd ring (Trafikverket, 2014b). Återgiven med tillstånd.

2.2 Krav på geometrisk utformning

Bron har en total längd på 75 meter, en fri brobredd på 16,5 meter och två körfält i vardera färdriktningen.

Förutsättningarna från COWIs förslagsskiss och den tekniska beskrivningen finns sammanfattade i Figur 2-2. Ett krav är att brohöjden över GC-vägen ska vara minst 3 meter. Detta medför att den tillgängliga konstruktionshöjden som mest kan vara 70 centimeter. Vid det västra landfästet ges en begränsning på 180 centimeter tillgänglig konstruktionshöjd. Konstruktioner på mark har en begränsning att de måste stå med minst 3 meters avstånd från Viskan. Med anledning av denna begränsning fås en minsta spännvidd på 30,5 meter, förutsatt att stöd placeras mellan västra landfästet och Viskan samt ett stöd mellan GC-vägen och Viskan. Om endast ett stöd placeras så nära Viskan som är tillåtet på dess östra sida blir minsta spännvidden 46,7 meter.



Figur 2-2. En illustration av möjliga stödplaceringar och tillåtna mått. Författarnas egna bild.

2.3 Geotekniska förutsättningar för bron

I området kring Viskan består marken av ett topplager av mulljord, cirka 0,5 - 1,0 meter, för att sedan övergå till ett lager av sandig silt och/eller siltig sand innan berg nås cirka 18-25 meter under markytan, se Bilaga 1, s. 23. I Tabell 2-1 och Tabell 2-2 finns två sonderingar redovisade vid sektion 3/275, det västra landfästet, och sektion 3/300, mitt i Viskan, vilka är hämtade från Bilaga 1, s. 30. Se även Bilaga 2 för sektionernas placering.

Tabell 2-1. Resultat av sondering vid sektion 3/275, det västra landfästet.

Djup under markytan (meter)	Sektion 3/275
0-2	siltig gyttja/gyttjig sand och torv
2-8	sandig silt och/eller siltig sand
8-18	siltig sand
18-25	berg/block

Tabell 2-2. Resultat av sondering vid sektion 3/300, mitt i Viskan

Djup under markytan (meter)	Sektion 3/300
0,5 - 1,0	mulljord
1,0 - 18	sandig silt/ siltig sand
18 - 25	berg/block

2.4 Förutsättningar för brons grundläggning

Grundläggningens syfte är att ha en tillräcklig säkerhet mot markbrott och att sättningarna som kan uppstå är acceptabla (Vägverket, 1996a). Vid val av grundläggningsmetod och grundläggningsdjup tas sättningsrisk, tjälsäkert djup, jordens bärförmåga och dess stabilitet samt nivå på grundvattenytan i beaktning.

I Trafikverkets tekniska beskrivning, Bilaga 1 s. 124, står det givet att bron vid Viskan ska grundläggas på tjälsäkert djup på en packad fyllning med en mäktighet på 0,5 meter för att uppnå önskad bärighet. Enligt Staffan Lindén, gruppchef inom broteknik på COWI AB (Handledarmöte COWI AB, 23 mars, 2016), ska grundläggning för bron

över Viskan vara plattgrundläggning. Betongplattan ska gjutas i torrhet och det samma gäller utskiftning av jordlagret (Vägverket, 1996). För att uppnå detta utförs en spont i anslutning till bottenplattan innan vatten läns pumpas vilket medför att grundvattenytan sänks tillfälligt. Denna grundläggning ska användas för alla brokoncept som är möjliga lösningar. Det som kommer förändras är storleken på betongbottenplattan.

2.5 Trafikförhållanden som kommer råda på bron

Referenshastigheten över bron är 80 km/h och vägen ska byggas enligt god standard. Detta leder till en dimensionerande hastighet på 90 km/h. Enligt den tekniska beskrivningen antas det under vintertid, 1 oktober - 15 april, att 70 % av alla fordon som passerar bron har dubbdäck. Trafiklasten beräknas ha en årlig trafikökning på 1,5 % per år. I Tabell 2-3 sammanställs trafikförhållandena som kommer råda på bron utifrån Trafikverkets tekniska beskrivning, Bilaga 1 s. 13.

Tabell 2-3. Trafikförhållanden på bron.

Körfält	Kommentar	Ref. hast [km]	ADTk År 2035	Tung trafik [%]	Årlig trafikförändring, pb [%/år]	Årlig trafikförändring, lb [%/år]	Standardaxlar/tungt fordon B-faktor
K1, båda riktningar	Mötesfri landsväg	80	4800	12	1,5	1,5	1,3
K2, båda riktningar	Mötesfri landsväg	80	3000	12	1,5	1,5	1,3

2.6 Miljöförutsättningar i området kring bron

På grund av historiska utsläpp av miljögifter är Viskan starkt förorenad av bly, kvicksilver, kadmium och krom se Bilaga 1, s. 33-34. Flertalet av dessa miljögifter återfinns i åns bottensediment och i tillägg sker ingen sedimentation då vattenhastigheten är hög. Detta leder till att inget arbete får ske i vattnet, då miljögifterna kan spridas längs med åns utsträckning.

Vattenmiljön i området får inte påverkas negativt vilket gör att orenat dagvatten och eventuellt vatten från gjutning ej får släppas ut direkt till befintliga vattendrag eller våtmarken utan rening. Generellt beskrivs det i den tekniska beskrivningen, Bilaga 1 s. 33-38, att allt vatten som kommer från bron i samband med produktionen eller under dess tekniska livslängd inte får försämma den nuvarande vattenkvaliteten.

Området kring Viskan är ett populärt naturområde för bland annat ridning, promenader och fritidsfiske. Det innebär att närområdet i så stor utsträckning som möjligt ska förbli opåverkat och oförändrat av både byggnationen samt den färdiga bron.

3 Konstruktionsmaterial för broar

Till broar används främst byggnadsmaterialen betong, stål och trä. I kapitlet nedan beskrivs de tre materialen och deras egenskaper utifrån ett brobyggnationsperspektiv.

3.1 Betong

Betong är ett sammansatt material bestående av cement, ballast, vatten och eventuellt tillsatsmedel (Al-Emrani, Engström, Johansson och Johansson, 2013). Materialet har en tio gånger högre tryckhållfasthet än draghållfasthet. Detta innebär att när en betongkonstruktion belastas uppkommer dragspänningar som kan leda till sprickor om betongens draghållfasthet överskrids.

Förspänning av betong är ett sätt att undvika eller minimera problemet med sprickbildning från dragspänningar (Al-Emrani et al., 2013). I samband med tillverkningen förs tryckspänningar in i betongen. Då den förspända konstruktionen belastas kommer tryckspänningarna i betongen att minska istället för att det bildas dragspänningar. Detta leder till att dragspänningar och eventuella sprickor i betongen uppkommer vid betydligt större laster. Förspänd betong kan utföras med för- eller efterspänd armering där förspänd armering innebär att stålet spänns upp i formen före gjutning medan efterspänd armering är då stålet läggs i rör och sedan spänns upp efter gjutningen.

Betong kan antingen vara prefabricerad eller platsgjuten (Al-Emrani et al., 2013). Prefabricerad betong gjuts i förväg för att sedan monteras på plats som färdiga element. En både för- och nackdel är att betong är tungt vilket ger en ökad stabilitet men det får också en hög egenvikt. Den stora tyngden gör att en stor del av betongens bärförmåga går åt till att bära egenvikten.

3.2 Trä

Trä är ett ortotrop material vilket innebär att hållfastheten varierar beroende på belastningsriktning (Svenskt Trä, 2003a). Både tryck- och draghållfastheten är större längs fiberriktningen än vinkelrätt fiberriktningen. Draghållfastheten för belastning i fiberriktningen är dubbelt så stor som tryckhållfastheten. Kvistar och snedfibrihet minskar hållfastheten i både tryck och drag vilket gör att det kan finnas stora variationer av hållfastheten inom samma träslag.

Vid brobyggnation används vanligen limträ som tillverkas genom att minst fyra trälameller limmas samman med fiberriktning i elementets längdriktning (Al-Emrani et al., 2013). Normalt tillverkas de av höghållfast material i de yttre lamellerna och med mindre hållfast material i de mittersta, detta för att minska tillverkningskostnaderna.

Träets mekaniska egenskaper är beroende av virkets fuktkvot och belastningstid (Al-Emrani et al., 2013). Högre fuktkvot i virket ger lägre hållfasthet tills materialet når en fuktkvot på cirka 30 %. Då nås fibermåtnadspunkten och hållfastheten påverkas inte längre av fuktkvoten. En träkonstruktion som belastas under en längre tid kryper vilket innebär att deformationen ökar med tiden. Krypning kan bidra till att ett tidigare brott sker vilket gör att beaktning till krypning bör tas vid dimensionering av träkonstruktioner.

3.3 Stål

Stål är en legering som består av järn och kol (Al-Emrani et al., 2013). Andra grundämnen förekommer vid framställning av stål för att påverka materialets slutliga

egenskaper. De egenskaper som främst utmärker konstruktionsstål är god seghet och svetsbarhet. Stålets hållfasthetsegenskaper vid belastning beskrivs med hjälp av en arbetskurva (Al-Emrani et al., 2013). Arbetskurvan kan delas in i tre områden som motsvarar tre olika tillstånd hos stål. Det första tillståndet är elastiskt, sedan flyter stålet tills det når deformationshårdnande och till slut går det till brott. Vid dimensionering antas stålets egenskaper vara detsamma vid tryck som vid drag, det som dock skiljer sig är att vid tryck finns ingen definierad brottgräns (Burström, 2006). Vid tryckbelastning kan även instabilitetsfenomen som vippning och buckling uppstå.

Valsade stål balkar tillverkas enligt Svensk Standard och används till pelare och balkar i byggnader (Al-Emrani et al., 2013). Till broar används svetsade balkar vilka består av plåtar som svetsas ihop till önskade dimensioner.

I förhållande till andra byggnadsmaterial har stål en hög kostnad i kronor/ton (Al-Emrani et al., 2013). Men då stål har en högre hållfasthet än många andra konstruktionsmaterial kan materialåtgången optimeras och därmed kan kostnaden reduceras.

3.4 Konstruktionsmaterials miljöaspekter

Trafikverket är ett statligt verk som ansvarar för långsiktig planering av transportsystemet för alla trafikslag samt för byggande, drift och underhåll av statliga vägar och järnvägar (Trafikverket, 2015). I Trafikverkets miljöpolicy beskrivs att Trafikverket ska ha en utveckling där transportsystemets negativa effekter på miljö och hälsa minskar, samtidigt som förutsättningarna för resor och transporter förbättras (Trafikverket, 2010a). En del av detta är att planera, bygga och förvalta transportsystemet på ett miljöanpassat sätt.

Brons miljöanpassning varierar beroende på vilket material bron väljs att uppföras med. I detta avsnitt kommer materialen betong, trä och ståls olika fördelar och nackdelar när det gäller miljö att redovisas. Enligt Ingemar Segerholm, universitetslektor på Chalmers Tekniska Högskola (mailkonversation, 1 mars 2016), har de ovan nämnda konstruktionsmaterial nedanstående fördelar och nackdelar.

3.4.1 Miljöaspekter för betong

En fördel med betong är dess återvinningsbarhet. Beroende på vad det återvunna materialet ska användas till kan en varierande mängd återvinnas. Betong kan till exempel krossas och användas som vägfyllning. Andra fördelar med materialet är att det vanligtvis inte innehåller några ämnen som klassas som miljöfarliga och att det binder koldioxid under sin livslängd. Betongs negativa miljöaspekter är att tillverkningen är energikrävande och att koldioxid släpps ut samt att vatten i samband med produktionen blir kontaminerat.

3.4.2 Miljöaspekter för stål

En fördel med stål är att materialet i stort sett är helt återvinningsbart. Stål har en energikrävande tillverkning som också släpper ut koldioxid och toxiska ämnen vilket är en nackdel. En annan nackdel är att järnmalm är en ändlig resurs.

3.4.3 Miljöaspekter för trä

Fördelar med trä som konstruktionsmaterial är att materialet binder koldioxid och när skog avverkas återplanterar skogsindustrin den. Nackdelen är att avverkningen av skog förstör det naturliga habitatet.

4 Brotyper

Vid val av brokoncept finns många olika typer av broar att studera. I detta kapitel redovisas olika brotypers utformning, verkningssätt och spännvidder. De brotyper som tas upp i kapitlet är de som är potentiella broar för att överbrygga Viskan och GC-vägen.

4.1 Rambro

Rambroar, se Figur 4-1, är en vanlig brotyp i Sverige (Ahlberg & Spade, 2001). De saknar lager vid upplagen då de istället är kontinuerliga från brobaneplattan ner i landfästena. Rambroar delas upp i två undergrupper: plattrambroar och balkrambroar.



Figur 4-1. En plattrambro (Trafikverket, 2008b). Återgiven med tillstånd.

4.1.1 Plattrambro

Det primära bärverket i en plattrambro består ofta av en broplatta i betong med slakarmering som dras kontinuerligt från plattan ner i stöden (Trafikverket, 2008a). Bron är vanligt förekommande i Sverige speciellt för spännvidder mellan 20 – 25 meter och där bra grundläggningsmöjligheter finns. Om förspänd betong används kan spännvidder upp till 35 meter vara möjligt.

4.1.2 Balkrambro

Balkbroar konstrueras nästan uteslutande med förspänd betong och klarar spännvidder upp till 40 – 50 meter (Trafikverket, 2008a). På grund av brotypens höga produktionskostnader byggs den sällan då den istället ersatts av bland annat plattbroar, se kapitel 4.4, och balkbroar, se kapitel 4.2, som dock inte klarar lika stora spännvidder. Upplagen består av en frontmur med tillhörande uppfyllningsmassor.

4.2 Balkbro

Till gruppen balkbroar, se Figur 4-2, hör broar med huvudbärverk av massiva stål- eller betongbalkar (Ahlberg & Spade, 2001). De kan uppföras kontinuerliga över stöd eller fritt upplagda i ett spann. Broarnas huvudbalkar är förbundna med tvärbalkar sinsemellan. Nedan beskrivs de två undergrupperna: betongbalkbro och stålbalkbro.



Figur 4-2. En stålbalkbro (Trafikverket, 2008b). Återgiven med tillstånd.

4.2.1 Betongbalkbro

I en betongbalkbro är huvudbalkarna, tvärbalkarna och brobaneplattan ofta sammangjutna till en enhet (Trafikverket, 2008a). Med slakarmering klarar bron spännvidder upp till 25 meter och med förspänd betong samt lådtvärsnitt klarar den

spännvidder upp till 200 meter. Om bron konstrueras som fritt upplagd påverkas bron i mindre grad av eventuella stödsättningar.

4.2.2 Stålbalkbro

En stålbalkbro uppförs ofta som en samverkansbro med stålbalkar i längsled och en brobanaplatta av betong (Ahlberg & Spade, 2001). Detta gör att betongens förmåga att ta tryck och stålets förmåga att ta drag utnyttjas maximalt. En stålbalkbro klarar spann upp till 80 meter (Trafikverket, 2008a). Om stålbalkarna i längsled utgörs av ett lådtvärsnitt kan även brobanan uppföras i stål.

4.3 Fackverksbro

Fackverksbroar, se Figur 4-3, har under lång tid varit en vanlig brotyp för ett stort intervall av spännvidder (Chen & Duan, 2000). De byggs primärt i stål eller trä, där den senare oftast används för gång- och cykelbroar. Enligt Staffan Lindén (Handledarmöte COWI AB, 23 mars, 2016) används fackverksbroar vanligen som järnvägsbroar då konstruktionen har en god beständighet mot utmattning.



Figur 4-3. En fackverksbro (Trafikverket, 2008b). Återgiven med tillstånd.

4.4 Plattbro

En plattbro, se Figur 4-4, är en betongbro som används vid små spännvidder, mellan 18 – 35 meter (Trafikverket, 2008a). Med slakarmering klarar den spännvidder upp till 25 meter och med förspänd betong spännvidder upp till 35 meter. Om bron uppförs med spännvidder över 20 meter kan egentygnden bli ett problem vilket kompenseras med hjälp av annorlunda bjälklag. En plattbro kan konstrueras genom att landfästena går upp i vägbanken, så kallad förhöjd grundläggning.



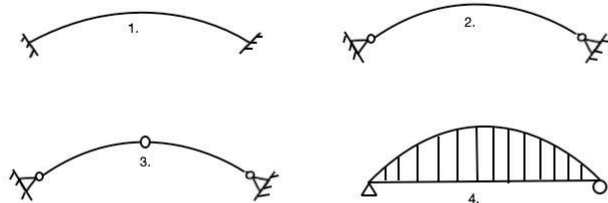
Figur 4-4. En plattbro (Trafikverket, 2008b). Återgiven med tillstånd.

4.5 Bågbro

Huvudbärverket i en bågbro, se Figur 4-5, utgörs av bågar som upptar tryckkrafter vilket ger bron dess bärförmåga (Hirt & Lebet, 2013). En bågbro kan ha många olika utförande beroende på materialval och placering av bågar (Trafikverket, 2008a).

Bågarna kan utföras i armerad betong, trä eller stål (Hirt & Lebet, 2013). Stål- och träbågar uppförs fritt upplagda, se nummer 1 i Figur 4-5, eller ledade i anslutning, se nummer 2 och 3 i Figur 4-5, till brofästena vilket ger en bra upptagning av laster medan en betongbåge uppförs som fast inspänd. Vid en fast inspänning ställs höga krav på grundläggningen vilket gör den lämplig att använda vid fast berg, se nummer 4 i Figur 4-5. Om bågarna uppförs som fritt upplagda ska körbanan utformas som ett dragband

för att ta hand om den horisontella kraftkomposanten från bågarna. Detta innebär att endast de vertikala krafterna förs ner i stöden och därmed kan denna bågtyp användas vid känsligare geologiska förutsättningar.



Figur 4-5. 1. Fast inspänd kontinuerlig båge, 2. Fast inspänd med ledade ändar, 3. Fast inspänd med ledande ändar samt en led i mitten, 4. Bowstring där bågarna är sammansatta med ett dragband. Författarnas egna bild.

Vid en överliggande båge används hängstag som verkar i drag, dessa fästs mellan bågens underkant och brofarbanans överkant. Vid underliggande båge står farbanan istället på balkpelare mellan farbanans underkant och bågens överkant. Bron klarar spännvidder upp till 260 meter i ett spann och upp till 100 meter i flera spann.

4.6 Hängbro

Hängbroar, se Figur 4-6, fungerar enligt principen att brobanan hängs i multipla vertikala kablar som ansluter i två huvudkablar som löper parallellt över brobanan (Trafikverket, 2008a). Huvudkablarna hängs upp på stora pyloner och fästs in i ankare bakom landfästena, antingen i betongfundament med stor egentyngd eller direkt i fast berg. Kablarna bär brobanan genom drag, som sedan leds ner i marken genom stora tryckkrafter i pylonerna. För stora hängbroar utgörs belastningen framför allt av egentyngd och vindlaster. Hängbroar kan uppföras med stora spännvidder och används primärt när detta är aktuellt (Chen & Duan, 2000). Idag finns hängbroar med spännvidder på 1990 meter.



Figur 4-6. En hängbro (Trafikverket, 2008b). Återgiven med tillstånd.

4.7 Snedkabelbro

Snedkabelbroar, se Figur 4-7, påminner till utseendet om hängbroar, med skillnaden att brobanan hängs direkt i pylonerna med hjälp av sneda kablar istället för att hängas upp i en huvudkabel (Trafikverket, 2008a). Bron används där stora spännvidder erfordras och finns för närvarande med upp till 1100 meters spännvidd. Som för hängbron utgörs belastningen av egentyngd och vindlaster.



Figur 4-7. En snedkabelbro (Trafikverket, 2008b). Återgiven med tillstånd.

5 Produktionsmetoder för broar

I detta kapitel redovisas först några möjliga produktionsmetoder för broar med konstruktionsmaterialen betong, stål och trä. Efter det beskrivs andra faktorer som styr val av produktionsmetod och efter det vilka förutsättningar som finns för produktionen för bron över Viskan.

5.1 Produktionsmetoder för betong, stål- och träbroar

Broar med bärverk av betong kan platsgjutas eller utföras med prefabricerade element. När bärverket består av stål eller trä kan de produceras med lansering, inplacering av komplett konstruktion eller genom att segment av bron lyfts på plats (Hirt & Lebet, 2013). För träbroar med små spännvidder förekommer också här prefabricerade element.

5.2 Faktorer som styr val av produktionsmetoden

Enligt Per-Ola Svahn, teknisk chef på Skanska Sverige AB (Föreläsning produktionsmetoder, 12 februari 2016) finns det ett flertal faktorer som styr vilken produktionsmetod som är mest lämplig vid byggnation av en viss brotyp. Den faktor som Svahn anser vara viktigast är anpassningen till den omgivande terrängen. En bra produktionsmetod tar omgivningens krav och förutsättningar i beaktning så att området utnyttjas till den grad som är möjligt, men utan att påverka den negativt. Andra faktorer som också bör beaktas är byggtiden, som bör vara så kort som möjlig, minimering av antalet temporära konstruktioner och att produktionskedjan är enkel vilket leder till få arbetstimmar. Svahn menar att alla dessa faktorer bör uppfyllas till så stor utsträckning som möjligt för att hålla nere produktionskostnaderna, vilket är den avgörande faktorn för vilken produktionsmetod som sedan kommer användas.

5.3 Produktionsförutsättningar för bron över Viskan

Väg 27 är en ny vägsträckning genom orörd mark som inte kommer trafikeras innan hela vägen är uppförd. Detta gör att produktionen av bron inte påverkas av anslutande trafik vilket också leder till att utrymme för tillfälliga konstruktioner, lyftkranar, maskiner och material är god.

Vid produktion av bron är det viktigt att ta hänsyn till omgivningen med dess friluftsliv och byggnader i området. I den tekniska beskrivningen, Bilaga 1, s. 41-42, står det angivet att alla byggnader som idag är beläget i anslutning till bron ska ha ett oförändrat utseende och behålla dess funktion under både uppförandet av bron samt efter dess färdigställande. Detta medför att produktionen inte får påverka omgivningen negativt så att det inte går att återställa området till dess ursprungliga skick.

6 Förvaltning och underhåll för olika bromaterial

För att motverka nedbrytning samt bibehålla brons funktion och säkerhet måste den kontinuerligt och systematiskt underhållas (Trafikverket, 2012). För att säkerhetsställa brons skick ska den inspekteras kontinuerligt. Bron över Viskan dimensioneras för att vara i bruk i 80 år vilket gör att förvaltning och underhåll av bron måste vara en faktor som beaktas redan när bron projekteras. Alla broar ska tvättas årligen för att förhindra kloridangrepp på konstruktionen. Beroende på vilket material bron består av sker olika former av nedbrytning och därför varierar underhållsbehovet. I detta kapitel presenteras underhållsbehovet för betong-, stål- och träbroar samt olika former av inspektioner som sker vid broförvaltning.

6.1 Förvaltning och underhåll för betongbroar

Betong är ett material som i vägmiljö ska impregneras var sjätte år för att skyddas mot kloridangrepp (Trafikverket, 2006). Kloridförekomst och karbonatisering i betong orsakar armeringskorrosion (Burström, 2006). Armeringskorrosion innebär att armeringsarean minskar. Detta leder till en minskad hållfasthet och att det korroderade materialet får en större volym, vilket kan leda till sprickor i betongen. För att armering inte ska korrodera är det viktigt att ha ett tillräckligt stort skyddande betongskikt. Sprickor, vittring och urlakning är andra skador utöver korrosion som kan påverka betongens hållfasthet (Trafikverket, 2016). Det är därför viktigt att vid en inspektion identifiera dessa skador och deras påverkan på konstruktionen.

6.2 Förvaltning och underhåll för träbroar

Trä är ett organiskt material och nedbrytning av materialet är en del av dess livscykel. Träets mekaniska egenskaper påverkas av virkets fuktkvot (Al-Emrani et al., 2013). Detta gör att träet måste skyddas mot fukt för att klara av dess beständighet- och hållfasthetskrav (Svenskt Trä, 2003c). Ett sätt att skydda träet är med konstruktivt träskydd, vilket innebär att träet placeras i en sådan miljö och på ett sådant sätt att det inte utsätts för onödig fuktpåverkan (Burström, 2006). I samband med broar kan detta vara att skydda konstruktionsdelar i trä med plåt eller impregnering, att inte placera pelare i stillastående vatten eller att skydda det primära träbärverket med en sekundär konstruktion. Fuktkvoten i materialet påverkar nedbrytningsprocessen och därför måste fuktkvoten i konstruktionen kontrolleras vid inspektion (Svenskt Trä, 2003b). En träbro som ej är övertäckt har en större underhållskostnad än betong- och stålbroar.

6.3 Förvaltning och underhåll för stålbroar

Stålkonstruktioner ska kontrolleras med avseende på korrosion, avflagning och blåsbildning (Trafikverket, 2010b). Stål har en tendens att vid höga fukthalter utsättas för korrosion (Burström, 2007). Korrosionen kan minimeras med hjälp av ytbehandlingar, konstruktivutformning eller användning av rostfritt stål (Chen & Duan, 2000).

Målade och behandlade ytor av konstruktionen måste ommålas helt vart 40:de år och mindre förbättringsåtgärder måste utföras var femte år (Reuterswärd, 2010). På en stålkonstruktion finns delar som är extra viktiga att inspektera och underhålla (Trafikverket, 2016). Dessa är svetsar, skruv- och nitförband, upplag, stålbalkars anslutning till betongkonstruktionen och på stålbåge invid båganfang.

6.4 Broinspektioner

Syftet med inspektioner är att utreda broars fysikaliska och funktionella tillstånd (Trafikverket, 2010). Inspektionerna ska också ge grund för planering och genomförande av åtgärder som behövs för att säkerställa ställda krav på både kort och lång sikt. Följande inspektionstyper förekommer för broar över två meter (Trafikverket, 2010):

- Fortlöpande inspektioner ska upptäcka akuta skador på brons översida och anslutande vägbank som kan påverka trafiksäkerheten eller konstruktionens beständighet på kort sikt.
- Översiktlig inspektion sker för att bekräfta att de krav som ställs i underhållsentreprenaden uppfylls. Detta sker minst en gång per år.
- Huvudinspektion av samtliga konstruktionselement ska ske minst var sjätte år. Skador som kan påverka trafiksäkerheten eller konstruktionens beständighet inom en tioårsperiod identifieras.
- Allmän inspektion utförs för att följa upp skador som ej har åtgärdas vid tidigare huvudinspektion samt för att upptäcka nya skador som kan påverka bron innan nästa huvudinspektion. Detta sker minst var tredje år.
- Särskild inspektion sker för att närmare undersöka de brister som har upptäckts vid de ovan nämnda inspektionerna.

7 Första urvalsprocessen av brokoncept

I detta kapitel sker den första urvalsprocessen utifrån tidigare formulerade krav och förutsättningar för bron. Först presenteras följder av givna förutsättningar och sedan presenteras följder av produktion- och underhållsmöjligheter. Efter analys av de grundläggande förutsättningarna kan tre grundkoncept extraheras utifrån möjlig stödplacering som redovisas i Figur 2-2. Dessa tre grundkoncept är: *bro i ett spann*, *bro i två spann* med stöd mellan GC-väg och Viskan samt *bro i tre spann* med stöd mellan GC-väg och Viskan samt ett stöd mellan västra landfästet och Viskan.

På grund av förutsättningarna på platsen kan lösningarna med flera spann sannolikt behöva lösas med olika brokoncept för de olika spannen. Den största utmaningen består av att välja en lösning för det långa spannet, varför konceptuella arbetet förenklas väsentligt av att uppenbart opassande alternativ bortförs tidigt i processen. Många av de alternativen kommer dock fortfarande vara gångbara för de eventuellt kortare spannen; helt uteslutna som delkoncept blir de alltså inte.

7.1 Lösning med tre spann

Lösningen med tre spann ger ett längsta brospann på cirka 30 meter, vilket gör balkbroar till en möjlig lösning. Lösningen med tre spann och balkbro medför emellertid en rad problem. För det första blir en balkbro svår att bygga på platsen eftersom inga arbeten får utföras i Viskan och inget kontaminerat vatten får släppas ut i densamma. Vidare blir spannet mellan västra landfästet och Viskan kort vilket med en kontinuerlig balkbro innebär stora belastningar på stödet då mittenspannet kommer bli 30 meter. Sammantaget väljs lösningen med tre spann bort som alternativ.

7.2 Lösning med ett eller två spann

För både ett- och tvåspannslösningen kan de typer av bågbroar som kräver fast inspänning i berg strykas direkt då bron ska plattgrundläggas. Hängbroar kan också bortföras då de normalt konstrueras för större spannvidder.

De flesta typer av balkbroar har ett förhållande mellan tillgänglig konstruktionshöjd och spannvidd på 1:20 till 1:25 (Chen & Duan, 2000, s. 12-4, 12-5). Följaktligen kommer den tillgängliga konstruktionshöjden på en balkbro sannolikt bli för stor för att uppfylla kravet. På grund av detta samt ovan nämnda besvär med en balkbrolösning utesluts dessa som gångbart koncept för lösningen med ett eller två spann. På grund av begränsningen i tillgänglig konstruktionshöjd återstår framför allt brokoncept som bygger på att huvudbärverket placeras över farbanan.

7.3 Urval med hänsyn till produktion och underhåll

På grund av att inget arbete får ske i Viskan blir ett par produktionsmetoder inte aktuella. Ett exempel är platsgjuten betong som kräver att en ställning byggs i ån och att eventuellt kontaminerat vatten måste renas innan det når omgivningen. Ett annat är prefabricerade betong- eller stålelement som lyfts på plats underifrån då det kräver tunga maskiner i anslutning till ån vilket leder till risk för skred och sättningar. Ur produktionsmöjligheter stryks därmed alla broar där huvudbärverket utgörs av betong.

Trä har stora underhållskostnader och är en obeprövad metod för vägbroar på detta spann varför risken anses stor att en träbro inte klarar de hållfasthetskrav som krävs. Med detta som bakgrund kommer träbroar inte vara ett koncept som vidareutvecklas.

8 Utvalda brokoncept

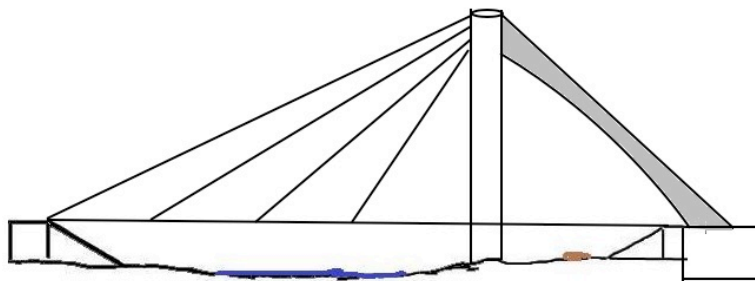
Efter första urvalet har tre brotyper valts ut som möjliga lösningar, dessa är:

- snedkabelbro,
- fackverksbro i stål,
- bågbro i stål,

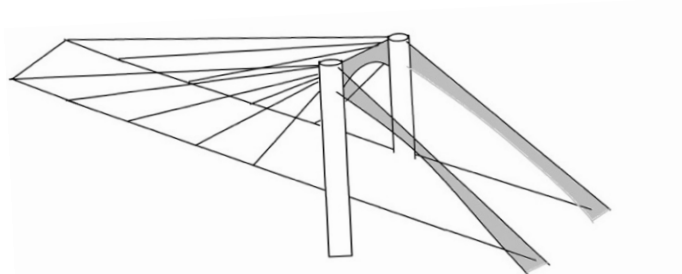
där det sistnämnda undersöks på både ett och två spann. I detta kapitel redovisas de fyra koncepten mer ingående.

8.1 Snedkabelbro – Segelbåten

Det första konceptet är en snedkabelbro på två spann som i denna rapport kallas Segelbåten, se Figur 8-1 och Figur 8-2. Trots att snedkabelbron vanligtvis inte är aktuell i korta spann innebär den slanka konstruktionen att det i vissa fall kan vara en bra lösning. I fallet bron över Viskan där den tillgängliga konstruktionshöjden kräver en slank konstruktion är snedkabelbron en möjlig kandidat.



Figur 8-1. Segelbåten i en profilsnittsskiss. Författarnas egna bild.



Figur 8-2. Segelbåten i en principiell 3D-skiss. Författarnas egna bild.

Snedkabelbroar bygger på hängverkan. Snett liggande kablar av stål hängs upp i pyloner av exempelvis stål eller betong. Kablarna kan hängas in på tre olika sätt:

- Tätt sittande i toppen av pylonerna, solfjäder
- Vid toppen med större spridning, halv solfjäder
- De längsta kablarna fästs i toppen med kortare kablar stegvis längre ner, harpa

Kabeluppsättningen har en betydande påverkan på hur bron beter sig vid stora spännvidder, men vid korta spännvidder påverkas valet ofta av önskad estetik. (Chen & Duan, 2000, s. 19-4). Snedkabelbroar har traditionellt byggts med ortotropa stålbrodäck, vilket beror på en kombination av att snedkabelbron och ortotropa stålbrodäck kom till marknaden ungefär samtidigt och att de flesta snedkabelbroar

ursprungligen byggdes av stålföretag (Chen & Duan, 2000, s. 19-7). För modernare broar har den höga produktionskostnaden för ortotropa stålbrodäck inneburit att det oftast bara väljs för mycket långa spännvidder där minskad egentyngd är önskad, annars är betongbrodäck den vanliga lösningen.

Segelbåten byggs med platsgjutna betongpyloner med stålkablar förankrade i brofarbanan över det längre spannet. Över det kortare spannet hängs stag in i pylonerna som förankras vid landfästena. Farbanan kommer bestå av platsgjuten betong som samverkar med underliggande tvärbalkar av stål som i sin tur fäster in i längsgående stål balkar som är upphängda i snedkablarna.

8.1.1 Produktion av Segelbåten

Produktionen av Segelbåten kan beskrivas i följande steg (John REID & Sons Ltd, 2016):

1. Grundläggning och gjutning av bottenplatta.
2. Pylonerna gjuts med en gjutform. Formen kan användas till båda pylonerna för att minska kostnaderna.
3. På det kortare spannet fästs stagen in.
4. I pylonerna fäst sedan stålkablar in och i dessa hängs de tvär- och längsgående stål balkarna. Detta görs successivt tills bron nått sitt fulla spann. För att lyfta de tvär- och längsgående stål balkarna på plats används lyftkranar.
5. För att jämvikt ska råda under hela processen bör en motvikt placeras i det korta spannet.

8.1.2 Förvaltning och underhåll av Segelbåten

En snedkabelbro ska dimensioneras så att en godtyckligt placerad kabel kan bytas ut (Trafikverket, 2011). Kablar till snedkabelbroar ska skyddas mot skador från påkörning, skyddet ska vara demonterbart så att den kan inspekteras. Fästena av kablarna högst upp på pylonerna måste kunna inspekteras. Pylonerna är höga och inspektionen kan bli en arbetsmiljörisk.

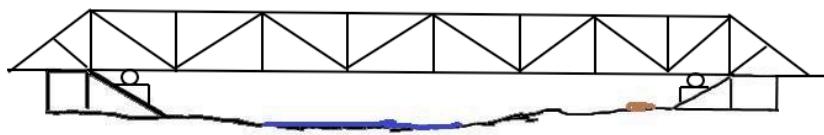
8.2 Fackverksbro – Paddan

Det andra konceptet är en fackverksbro över ett spann som vidare kallas Paddan. Fackverksbroar används inte i så stor utsträckning som bilvägsbroar idag. Den primära anledningen är att spännviddsintervallet, som fackverksbroar är lämpade för, tagits över av balkbroar för de kortare spännvidderna och båg- eller snedkabelbroar för de längre (Chen & Duan, 2000, s. 16-34). På grund av begränsningen av tillgänglig konstruktionshöjd är en fackverksbro ett gångbart alternativ då huvudbärverket kan placeras över farbanan.

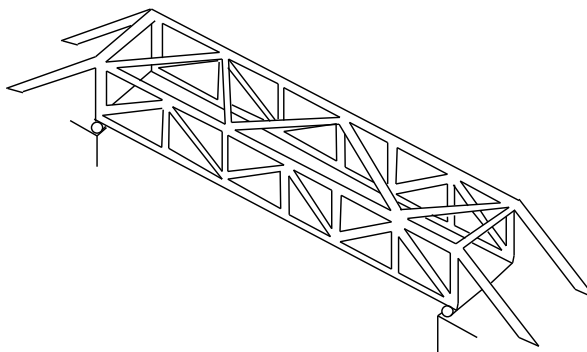
Enligt tidigare bestämda förutsättningar finns lösningen med två spann eller att bron löper över hela sänkan i ett spann. Staffan Lindén (handledarmöte COWI AB, 23 februari 2016) anser att den tillgängliga konstruktionshöjden kommer att klaras med ett spann och att det skulle vara mer kostandseffektivt och mer materialeffektivt än två spann.

En principiell konfiguration av Paddan redovisas i Figur 8-3 och Figur 8-4 och består av det bärande fackverket med underliggande tvärbalkar vinkelrätt broriktningen bestående av I-balkar av stål. Ovanpå tvärbalkarna parallellt brobanan finns I-balkar

som fördelar brobanans laster ner på tvärbalkarna. Ovanpå de parallellt gående I-balkarna placeras brobanan av betong som kan samverka med stålbalkarna.



Figur 8-3. Paddan i en profilsnittsskiss. Författarnas egna bild.



Figur 8-4. Fackverksbro Paddan i en principiell 3D-skiss. Författarnas egna bild.

8.2.1 Produktion av Paddan

Fackverksbron produceras med hjälp av lansering där stålelement produceras på fabrik innan det fraktas till arbetsplatsen intill Viskan (Hirt & Lebet, 2013). På arbetsplatsen konstrueras bron genom att elementen svetsas eller bultas samman. Bron lanseras sedan genom att den skjuts ut från ena landfästet. När bron skjuts tillräckligt långt används en lyftkran på andra sidan för att hjälpa till att hålla upp konstruktionen och placera den på sin slutliga position. Efter att konstruktionen placerats på lagerna vid landfästena gjuts brobanedäcket.

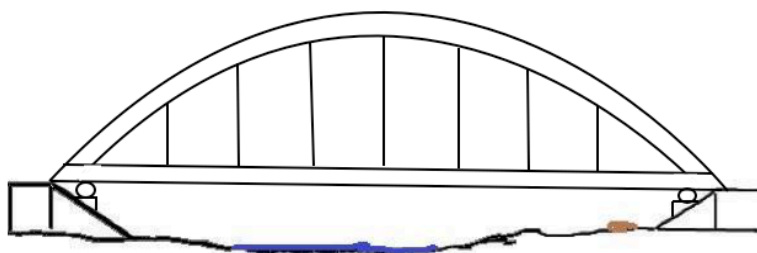
8.2.2 Förvaltning och underhåll av Paddan

Enligt Staffan Lindén (handledarmöte COWI AB, 23 februari, 2016) har en fackverksbro många knypunkter där fukt kan ansamlas vilket ökar risken för korrosion och underhållsbehovet ökar. Vid en inspektion måste alla knypunkter kontrolleras vilket är ett omfattande arbete som kan ta lång tid. Inspektion av bronns undersida sker med hjälp av en hängställning.

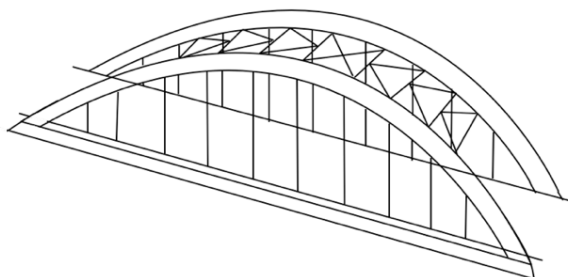
8.3 Bågbro i ett spann – Bowie

Det tredje konceptet är en bågbro i ett spann, se Figur 8-5 och Figur 8-6. Bron kallas i rapporten för Bowie och är av brotypen Bowstring, se nummer 4 i Figur 4-5. Liksom de två ovan nämnda koncepten erbjuder bågbron Bowie möjligheten till en slank konstruktionshöjd.

Bågarna och de längsgående balkarna som kallas dragband, konstrueras som en enhet med rektangulära rörtvårsnitt. Mellan de längsgående balkarna fästs tvärbalkar in där betongplattan gjuts ovanpå. Bågarna, tvärbalkarna och de längsgående balkarna är av stål. Mellan bågarna och dragbanden fästs hängstag för att föra upp lasterna från farbana till båge. Transversaler stabiliserar bågarna i sidled.



Figur 8-5. Bowie i en profilsbild. Författarnas egna bild.



Figur 8-6. Bowie i en principiell 3D-skiss. Författarnas egna bild.

8.3.1 Produktion av Bowie

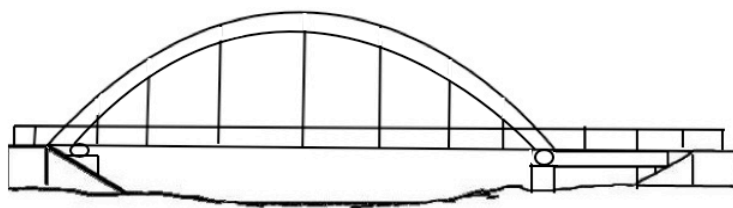
Bågbron Bowie produceras genom lansering på samma sätt som Paddan. Vid lansering produceras stålelement på fabrik som sedan fraktas till arbetsplatsen där hela bron konstrueras vid sidan av Viskan (Hirt & Lebet, 2013, s. 144-145). När hela konstruktionen är färdig används lyftkranar och hydrauliska domkrafter för att lyfta/skjuta den på plats. Denna produktionsmetod kräver stora ytor vid arbetsplatsen vilket inte är ett problem då ingen trafik finns i området. På grund av den stora spännvidden och bredden på bron bör även en lyftkran placeras på andra sidan av Viskan för att mot slutet hjälpa till att hålla upp konstruktionen. Alternativt kan en tillfällig pelare placeras på Viskans östra strand.

8.3.2 Förvaltning och underhåll av Bowie

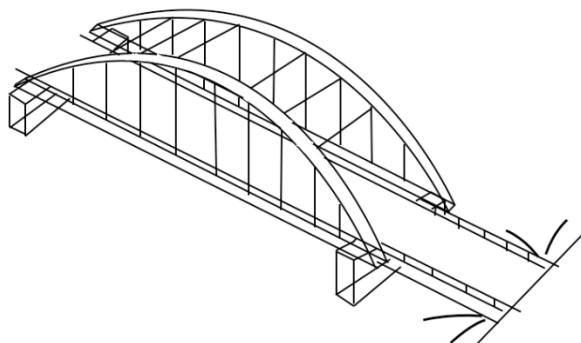
En bågbro ska dimensioneras så att en godtyckligt placerad hängare eller ett godtyckligt placerat hängstag kan bytas ut (Trafikverket, 2011). Bågarna måste också kunna inspekteras på ovansidan och för detta kan en högbrolift användas. Arbete på hög höjd medför arbetsmiljörisker. När broliften används behövs mycket plats och ett körfält på vägen kan behöva stängas av för trafik under inspektionen. Undersidan av bron kan inspekteras med till exempel en hängställning.

8.4 Bågbro i två spann – Pilbågen

Ett fjärde koncept är även det en bågbro och kallas här för Pilbågen. Denna lösning innefattar en bågbro över Viskan till ett stöd placerat mellan ån och GC-vägen, se Figur 8-7 och Figur 8-8. Kvarvarande del av bron kompletteras med en bro som klarar kravet på tillgänglig konstruktionshöjd exempelvis en rambro. Pilbågens bågbrodel konstrueras på samma sätt som Bowie i kapitel 8.3, med skillnaden att bron får en mindre spännvidd.



Figur 8-7. Pilbågen i en profils-kiss. Författarnas egna bild.



Figur 8-8. Pilbågen i en principiell 3D-skiss. Författarnas egna bild.

8.4.1 Produktion av Pilbågen

Pilbågen produceras likt Paddan och Pilbågen genom att stålelement produceras på fabrik, fraktas till arbetsplatsen och svetsas ihop på arbetsplats innan den lanseras ut. Då konceptet Pilbågen består av två slags broar så skulle bron med den mindre spännvidden produceras först innan lansering av Pilbågen kan genomföras. Bron med den mindre spännvidden kan vara en rambro där platsgjutning av betong skulle krävas.

8.4.2 Förvaltning och underhåll av Pilbågen

Likt Bowie har Pilbågen samma förvaltning och underhållsbehov, se kapitel 8.3.2. Skillnaden är att Pilbågen har mindre dimensioner vilket minskar underhållsbehovet men i tillägg tillkommer underhåll av rambro som består av betong. Betongen måste inspekteras utifrån de skador som kan uppkomma enligt kapitel 6.4.

9 Andra urvalsprocessen av brokoncept genom en multikriterieanalys

I detta kapitel beskrivs andra urvalsprocessen av de koncept som utvecklats ovan. Först redogörs de kriterier som ingår i multikriterieanalysen och brokoncepten poängsätts. Kriterierna viktas mot varandra och slutligen väljs ett brokoncept utifrån dess viktade poäng.

9.1 Utvärderingskriterier

Nedan beskrivs de kriterier som utvärdering av brokonceptet utgår ifrån. Under varje rubrik beskrivs kriterierna och broarna poängsätts mellan 1-5, där 1 inte uppfyller kriteriet alls och där 5 uppfyller det maximalt. Poängsättningen av brokoncept sker genom antaganden och slutsatser, från ovan redovisad fakta, inom varje kriterium. Resultaten presenteras i Tabell 9-1 till Tabell 9-7.

9.1.1 Utvärderingskriteriet estetik

Kriteriet avser att bron ska passa in i landskapet och ge en trivsamt upplevelse till de som vistas på och intill bron. Brons estetiska aspekt nämns som viktig i den tekniska beskrivningen och är därför relevant vid val av koncept.

Segelbåten kan uppfattas som elegant genom den slanka utformning som brotypen medger. Oftast kommer de estetiska fördelarna fram i form av stora och imponerande konstruktioner. På grund av brons mäktighet kommer den inte uppfattas som diskret i landskapet. Fackverksbron Paddan ger ett robust och utstickande intryck som varken är estetiskt tilltalande eller passar in i landskapet. Bågbroarna, Bowie och Pilbågen, är båda brodesigner som medger en elegant gestaltning och som på ett diskret sätt smälter in i landskapet. Bowie som har båge i ett spann lider av att Viskan inte rinner mitt i sänkan vilket ger ett asymmetriskt intryck. Det blir däremot trevligare för förbigående på den underliggande GC-vägen när det inte är något betongfundament som bryter utsikten. Pilbågen som har bågarna placerade symmetriskt över ån gör att Viskan framträder som ståtlig.

Tabell 9-1. Poängsättning av brokoncept utifrån utvärderingskriteriet estetik.

Estetik	Segelbåten	Paddan	Bowie	Pilbågen
Passar in i landskap	1	1	5	5
Estetiskt tilltalande	5	1	5	4

9.1.2 Utvärderingskriteriet konstruktion

Värdering utifrån konstruktion avser konceptens beräkningsbarhet, där koncept med en beprövad och hanterbar beräkningsmetod anses lämpligast. Detta kriterium är relevant då konceptet ska dimensioneras i nästa fas och en bro med god beräkningsbarhet underlättar dimensioneringen.

Samtliga koncept är beprövade brotyper. Beräkningsbarheten för Segelbåten är utmanande då den är flera gånger statistiskt obestämd. Även Bowie och Pilbågen har avancerade beräkningsmetoder på grund av bågarna. Paddan kan beräknas med en fackverksmodell vilket är en relativt hanterbar beräkningsmodell i jämförelse med övriga koncept.

Tabell 9-2. Poängsättning av brokoncept utifrån utvärderingskriteriet konstruktion.

Konstruktion	Segelbåten	Paddan	Bowie	Pilbågen
Beräkningsbarhet	2	4	3	3

9.1.3 Utvärderingskriteriet produktion

En beprövad, säker och tidseffektiv produktionsmetod eftersträvas i projektet och hur väl koncepten uppfyller dessa punkter värderas i kriterierna produktionsbarhet och produktionstid.

Alla produktionsmetoder för de fyra brokoncepten är beprövade metoder och är möjliga att genomföra utifrån de krav som ställts i den tekniska beskrivningen. Produktionsmetoder som kräver tillfälliga konstruktioner tar längre tid än de utan.

Segelbåten består av betongpyloner som gjuts på plats som är tid- och platskrävande. Tillfälliga stag och motvikter krävs vid lansering av brobanan vilket talar mot denna produktionsmetod. Bowie och Paddan produceras med lansering som är en tidseffektiv produktionsmetod. Antalet tillfälliga konstruktioner är minimal samt utnyttjande graden av arbetstimmar blir maximal vilket gör att de får höga poäng i utvärderingen. Pilbågen består av två broar som kräver två slags produktionsmetoder. Bågarna kommer att lanseras efter att rambron inklusive stöd och grundläggning är klara. De båda delbroarna kan produceras samtidigt vilket gör att produktionen är tidseffektiv, dock har produktionsmetoden flera kritiska moment som gör den mindre hanterbar.

Tabell 9-3. Poängsättning av brokoncept utifrån utvärderingskriteriet produktion.

Produktion	Segelbåten	Paddan	Bowie	Pilbågen
Produktionsbarhet	2	5	5	4
Produktionstid	2	5	5	5

9.1.4 Utvärderingskriteriet trafiksäkerhet

Avser hur brons utformning påverkar trafikanternas körförmåga och känsla av säkerhet. God känsla av säkerhet och bra körkomfort minskar risken för skador och olyckor på bron.

Segelbåten är en stor och ståtlig konstruktion som kan distrahera trafikanten. Paddan är en konstruktion som känns säker då den har många fackverk som ramar in föraren och viktas därför högt. Även bågbroarna, Bowie och Pilbågen, ramar in föraren men till en lägre grad då konstruktionen är slankare.

Tabell 9-4. Poängsättning av brokoncept utifrån utvärderingskriteriet trafiksäkerhet.

Trafiksäkerhet	Segelbåten	Paddan	Bowie	Pilbågen
Känsla av säkerhet	3	5	4	4

9.1.5 Utvärderingskriteriet miljö

Hur stor global och lokal miljöpåverkan materialval, underhåll och produktion har samt brons återvinningsbarhet värderas i detta kriterium. Projektet eftersträvar ett koncept

med minsta möjliga miljöpåverkan, det är också viktigt att analysera brons återvinningsbarhet för att minimera miljöpåverkan när bron uppnått sin tekniska livslängd.

De framtagna koncepten består huvudsakligen av stål. Betong förekommer i grundläggningen, landfästena och farbanan för alla brokoncept samt i pylonerna för Segelbåten. Paddan består av en större mängd stål än de tre övriga koncepten vilket gör att bron påverkar miljön till en större grad. De tre övriga koncepten består av stål och betong till olika grad, därmed anses de ha en likvärdig miljöpåverkan.

Paddans många knutpunkter och Segelbåtens höga pyloner gör att de är svåra att montera ner och därmed mindre återvinningsbara. Bowie består till stor del av stål vilket ger den en god återvinningsbarhet. Pilbågen är mindre återvinningsbar än Bowie på grund av rambron i betong.

Tabell 9-5. Poängsättning av brokoncept utifrån utvärderingskriteriet miljö.

Miljö	Segelbåten	Paddan	Bowie	Pilbågen
Miljöpåverkan	3	2	3	3
Återvinningsbarhet	1	2	5	4

9.1.6 Utvärderingskriteriet förvaltning och underhåll

Ett koncept med en beständig konstruktion, lågt underhållsbehov och god inspektionsbarhet eftersträvas i projektet. Hur väl koncepten uppnår dessa punkter utvärderas i kriterierna inspektionsbarhet och lågt underhållsbehov.

Segelbåten, Pilbågen och Bowie måste ha möjlighet för byte av kablar och hängstag. På Segelbåten där stag och kablar är fästa uppe i pylonerna blir detta en omfattande process. Antagandet görs också att Bowie har fler hängstag än Pilbågen då Bowie går över en större spännvidd.

Vid inspektion av bågarna på Bowie och Pilbågen kommer en högbrolift användas. Arbete kommer ske på hög höjd vilket medför en arbetsmiljörisk. Det samma gäller för Segelbåten vid inspektion av pylonerna. Paddan har många knutpunkter som vid inspektion måste kontrolleras.

Tabell 9-6. Poängsättning av brokoncept utifrån utvärderingskriteriet förvaltning och underhåll.

Förvaltning & underhåll	Segelbåten	Paddan	Bowie	Pilbågen
Lågt underhållsbehov	2	3	4	4
Inspektionsbarhet	3	3	3	3

9.1.7 Utvärderingskriteriet ekonomi

Värdering utifrån ekonomiska aspekter avser konceptens förmodade kostnader med avseende på materialval, produktionsmetoder och underhållskostnader under brons tekniska livslängd.

Alla brokoncept består till stor del av stål och därför kommer materialåtgången avgöra vilken bro som har störst materialkostnad. Mest materialkrävande är Segelbåten vara efter den kommer Paddan sedan Bowie och minst materialkrävande är Pilbågen.

Produktionskostnaden regleras till stor del av produktionstiden och behov av tillfälliga konstruktioner. Segelbåten har längst produktionstid då pyloner ska gjutas medan Paddan och Bowie har kortast. Pilbågen antas ha en produktionstid mellan de tidigare nämnda broarna.

Då Segelbåten har höga pyloner och flertalet stag som kan behöva bytas ut antas den ha högst underhållskostnad. Bowie och Pilbågen har hängstag som kan behövas bytas ut under dess tekniska livslängd vilket gör att de får en lägre poäng än Paddan.

Tabell 9-7. Poängsättning av brokoncept utifrån utvärderingskriteriet ekonomi.

Ekonomi	Segelbåten	Paddan	Bowie	Pilbågen
Materialkostnad	2	3	4	5
Produktionskostnad	1	5	5	3
Underhållskostnad	1	4	3	3

9.2 Viktning av utvärderingskriterier

Vid val av brokoncept är kriterierna i kapitel 9.1 viktade i förhållande till varandra. I Tabell 9-8 ställs utvärderingskriterierna mot varandra i en matris. Varje kriterium får en poäng på en skala från 1-3. Får ett kriterium i vänstra kolonnen 1 poäng innebär det att det är mindre viktigt än det jämförande kriteriet i översta raden, 2 poäng innebär att de är lika viktiga och 3 poäng innebär att det är mer viktigt. Varje kriteriums poäng summeras och divideras på totala summan poäng som blir kriteriets viktningprocent. Viktningprocenten används vid viktning av brokoncepten, se kapitel 9.3.

Tabell 9-8. Viktningsmatris för viktning av utvärderingskriterier.

Objekt	Passar in i landskap	Estetiskt tilltalande	Beräkningsbarhet	Produktionsbarhet	Produktionstid	Känslan av säkerhet	Miljöpåverkan	Återvinningsbarhet	Lågt underhållsbehov	Inspektionsbarhet	Materialkostnad	Produktionskostnad	Underhållskostnad	Summa poäng	Viktningprocent
Passar in i landskap		3	1	1	3	1	1	1	1	2	1	1	1	17	5,4 %
Estetiskt tilltalande	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	3,8 %
Beräkningsbarhet	3	3		2	3	1	3	3	3	3	3	1	1	29	9,2 %
Produktionsbarhet	3	3	2		2	1	3	2	2	3	1	2	1	25	7,9 %
Produktionstid	1	3	1	2		1	2	1	1	1	1	2	1	17	5,4 %
Känslan av säkerhet	3	3	3	3	3		2	2	3	2	1	1	1	27	8,6 %
Miljöpåverkan	3	3	1	2	2	2		1	2	3	1	1	1	22	7,0 %
Återvinningsbarhet	3	3	1	2	3	2	3		2	3	2	1	1	26	8,3 %
Lågt underhållsbehov	3	3	1	2	3	3	2	2		3	2	1	2	27	8,6 %
Inspektionsbarhet	2	3	1	1	3	2	1	1	1		1	1	2	19	6,0 %
Materialkostnad	3	3	1	3	3	3	3	2	2	3		2	2	30	9,5 %
Produktionskostnad	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	2		2	32	10,2 %
Underhållskostnad	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2		32	10,2 %
Totala summan:														315	100 %

9.3 Viktning av brokoncepten

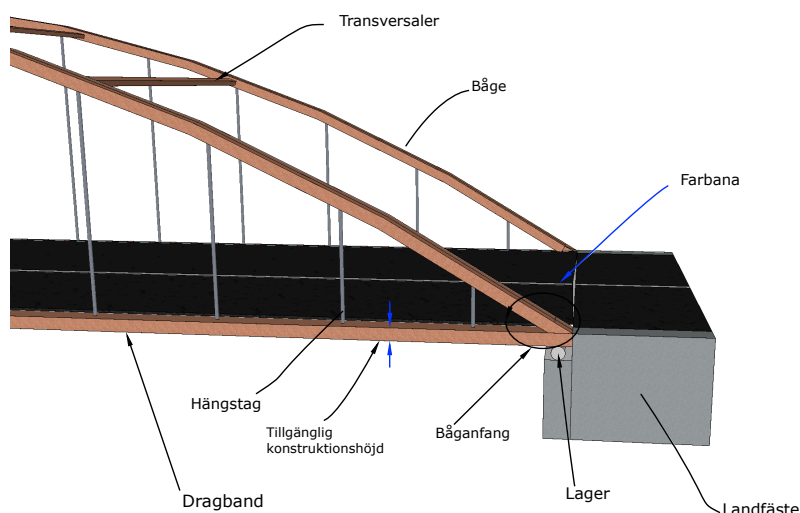
Nedan viktas de fyra brokoncepten utifrån utvärderingskriterierna. I Tabell 9-1 till Tabell 9-7 har varje kriterium fått en poäng som sammanställts i Tabell 9-9. Poängen multipliceras med respektive kriteriums viktningsprocent varav viktningspoängen summeras för respektive brokoncept. Bron med högst poängsumma är den mest lämpade och kommer beskrivas vidare i följande kapitel.

Tabell 9-9. Viktningsmatris för viktning av brokoncepten.

	Viktningsprocent	Segelbåten		Paddan		Bowie		Pilbågen	
Passar in i landskap	5,4 %	1	0,054	1	0,054	5	0,270	5	0,270
Estetiskt tilltalande	3,8 %	5	0,190	1	0,038	5	0,190	4	0,152
Beräkningsbarhet	9,2 %	2	0,184	4	0,368	3	0,276	3	0,276
Produktionsbarhet	7,9 %	2	0,159	5	0,397	5	0,397	4	0,317
Produktionstid	5,4 %	2	0,108	5	0,270	5	0,270	5	0,270
Känslan av säkerhet	8,6 %	3	0,257	5	0,429	4	0,343	4	0,343
Miljöpåverkan	7,0 %	3	0,210	2	0,140	3	0,210	3	0,210
Återvinningsbarhet	8,3 %	1	0,083	2	0,165	5	0,413	4	0,330
Lågt underhållsbehov	8,6 %	2	0,171	3	0,257	4	0,343	4	0,343
Inspektionsbarhet	6,0 %	3	0,181	3	0,181	3	0,181	3	0,181
Materialkostnad	9,5 %	2	0,190	3	0,286	4	0,381	5	0,476
Produktionskostnad	10,2 %	1	0,102	5	0,508	5	0,508	3	0,305
Underhållskostnad	10,2 %	1	0,102	4	0,406	3	0,305	3	0,305
Summa:		1,99		3,50		4,10		3,78	

10 Valt brokoncept: Bågbro i ett spann – Bowie

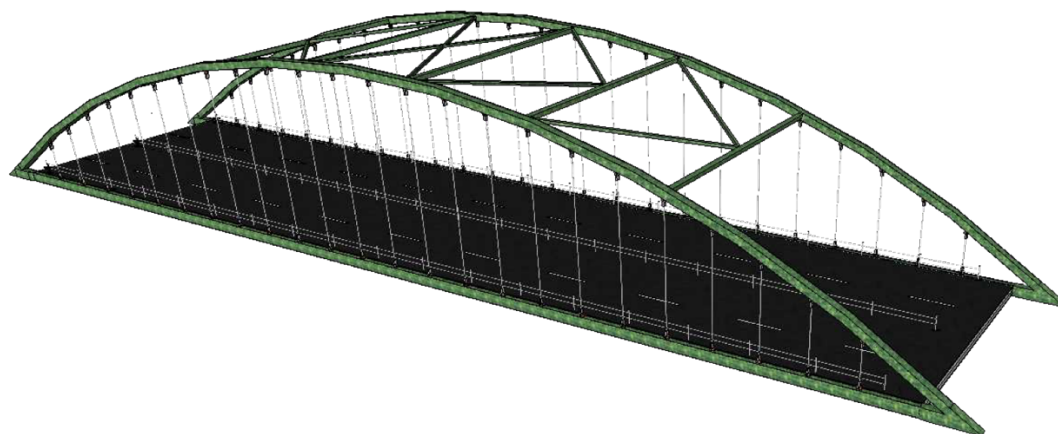
Det brokoncept som fick högst poäng vid viktningen i förgående kapitel var bågbroen Bowie, se Tabell 9-9. Konceptet är, enligt multikriterieanalysen, mest lämpat som överfart över Viskan och brons utformning samt detaljer beskrivs i kapitlet nedan. I Figur 10-1 beskrivs ingående delar för en bågbro lik Bowie.



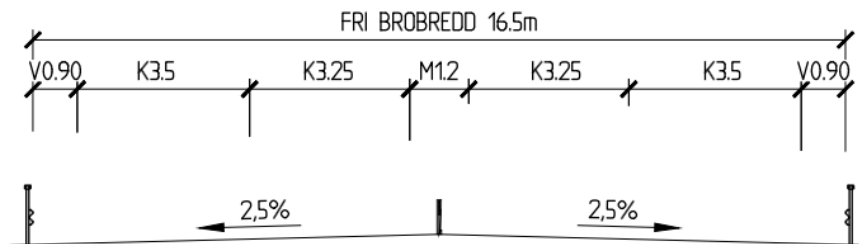
Figur 10-1. Beskrivning av en bågbros ingående delar. Författarnas egna bild.

10.1 Övergripande utformning av vald bro

Bowie konstrueras i ett spann på 75 meter mellan de båda landfästena. Då bågarna och de längsgående balkarna konstrueras som en enhet kommer bron modelleras fritt upplagd på lager, se Figur 10-2 för en illustration av brons utformning. Bron har en fri brobredd på 16,5 meter med fyra körfält, vägren och mittremsa som visas i Figur 10-3. Brons synliga stålpartier ska vara i färgen skogsgrön som illustreras i Figur 10-2. Övriga delar av bron ska vara i materialets ursprungliga färg.



Figur 10-2. En illustration av Bowies utformning. Författarnas egna bild.

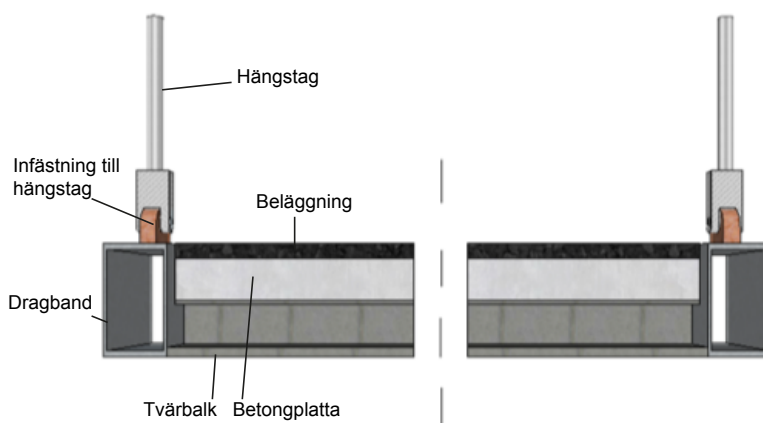


Figur 10-3. Brons fria brobredd. Bild tagen från Bilaga 2.

Bågarna kommer uppföras som ett rörtvärnsnitt i stål och dragbanden är av samma typ men med andra dimensioner. Bågarna och dragbanden sammanförs med svetsning. Mellan dragbanden läggs tvärbalkar av stål med I-tvärnsnitt. Från bågarna till dragbanden fästs 24 stycken hängstag in på vardera sida. Detta leder till ett cc-mått mellan tvärbalkarna på tre meter. Farbanan består av platsgjuten betong som gjuts ovanpå de tvärgående I-balkarna. De två bågarna binds upptill ihop med stålbalkar, K-formade transversaler, av lådtvärnsnitt för att öka styvheten på hela konstruktionen.

10.2 Detaljutformning av vald bro

I detta kapitel beskrivs Bowies detaljutformning i form av hängstag, landfästen med grundläggning, lager, övergångskonstruktioner, räcken, dagvattensystem samt beläggning. Ett tvärsnitt av bron illustreras i Figur 10-4.



Figur 10-4. Tvärsnitt av brofarbanan. Författarnas egna bild.

Hängstagen som överför dragkraft mellan båge och dragband väljs till stålstänger med ledad infästning. Enligt Jan Sandberg (Föreläsning underhåll av broar, 1 mars 2016) ska hängstagens dragkapacitet kontrolleras innan montering.

Grundläggningen för bron kommer bestå av en plattgrundläggning som beskrivs i kapitel 2.4. Innan gjutning av bottenplattan behöver det översta lagret av jorden schaktas ur och ersättas med krossat fyllnadsmaterial för att förbättra bärförmågan. Landfästena består av armerad betong och för över krafter från konstruktionen till grundläggningen och vidare ner i marken. Vid landfästena läggs bågarna på lager, varav de på ena sidan av bron har möjlighet att röra sig i längsled.

En brokonstruktion behöver ha visst utrymme i sina anslutningar på grund av temperaturrelaterad expansion och kontraktion. Detta löses med övergångskonstruktioner, som dels ska tillåta volymändring utan att orsaka pålagd

spänning och även agera tätande. Övergångskonstruktionen placeras i anslutningen mellan brofarbanan och den anslutande vägen.

I mittremsan på vägen samt i vardera vägren ska vägräcken placeras. Dessa ska ha kapacitetsklass H2, se Bilaga 1, s. 121-125. Beräkningar på räcken kommer inte utföras i denna rapport.

Underbyggnaden av vägen består av landfästena och övergår vid lagren till överbyggnad. Överbyggnaden har följande uppbyggnad: betongplatta, slitlager, kombinerad skydd- och bindlager samt tätskiktsmatta. För att leda bort vatten utformas bron med bombering. Bron utrustas även med ett dagvattensystem för att förhindra att förorenat dagvatten når Viskan. Systemet består av brunnar i betongfarbanan, från brunnarna leds vattnet i rör och kopplas ihop med närliggande dagvattensystem.

10.3 Produktionsplan för vald bro

Vid planering av produktionen ska tillfällig infrastruktur och arbetsytor möjliggöras för att hela produktionsprocessen ska kunna fortgå smidigt. Ytorna både väster och öster om Viskan tillträds via landsvägar. På den västra sidan finns utrymme för maskiner, material och baracker, vilket gör att bron monteras ihop på denna sida. Vid lanseringen används lyftkranar som placeras på vardera sida om Viskan.

Första produktionssteget består av uppförande av grundläggningen och de två landfästena. Utskiftning av jordlager utförs innan bottenplattan gjuts på plats. Efter detta uppförs landfästena. Parallellt med gjutningen monteras bärverket ihop. Bågarna, de längs- och tvärgående stålbalkar, strävorna och hängstagen produceras som element på fabrik innan de fraktas till Viskans västra sida där de svetsas samman. När grundläggningen och landfästena härdat samt bärverket konstruerats klart lanseras bron från västra sidan med hjälp av lyftkranar. Efter att bron placerats på lagerna som är fästa i landfästena kan farbanan med tillhörande slakarmering gjutas. Innan gjutningen sker monteras brons dagvattensystem.

Det som återstår när farbanan har härdat är beläggningsarbetet, montering av räcken, övergångskonstruktioner, belysning och uppmärkning av vägmärken. När arbetet är avslutat återställs arbetsplatsen och närområdet så att all påverkan minimeras. Under hela produktionsarbetet finns en tillfällig bro att tillgå i anslutning till arbetsplatsen, se Bilaga 1, s. 46, detta underlättar förflyttning av material och maskiner över Viskan.

Vid produktionen behöver en del risker beaktas. Risk för skred finns i anslutning till Viskan om maskiner och material placeras nära ån vilket gör att detta måste beaktas vid produktionsplaneringen. En annan risk att tas hänsyn till är att kontaminerat vatten kan rinna ner i Viskan. Det är av yttersta vikt att denna risk avstyrs eftersom det är ett krav från beställaren att Viskan inte får påverkas negativt av byggnationen.

10.4 Plan för underhåll och förvaltning

Bron ska rengöras varje år och betongen i farbanan ska impregneras var sjätte år. De inspektioner som finns beskrivna i kapitel 6.4 ska genomföras. Hängstag och hängare ska inspekteras och enligt Jan Sandberg (Föreläsning underhåll av broar, 1 mars 2016) är det rimligt att dessa byts ut var 40:de år. Vägen har fyra körfält och vid behov kan en eller två filer stängas av. Ommålning av bron kommer behövas ungefär var 40:de år. I samband med att väg 27 slitlager underhålls utförs även underhåll av brons slitlager.

En arbetsmiljörisk i samband med underhåll är när bågarna inspekteras och arbetet sker på hög höjd. En miljörisk är då bron tvättas eller impregneras och miljöfarliga ämnen

kan nå Viskan och omkringliggande natur. Ett sätt att undvika detta är att täcka in bron vid tvättning. De kritiska punkterna på bågbron är svetsar, upplag och vid balkars anslutning till betongkonstruktionen samt på båge invid båganfang. Dessa punkter är en risk för konstruktionens hållfasthet och bör noga kontrolleras vid inspektion.

10.5 Miljöpåverkan av vald bro

Eftersom Bowie består mestadels av stål kommer den största miljöpåverkan uppkomma vid produktionen. Dels eftersom stål har en mycket energikrävande tillverkningsprocess men även genom att tillverkningen avger koldioxid och andra toxiska ämnen. Stålet i konstruktionen kan återvinnas efter att bron uppnått sin tekniska livslängd.

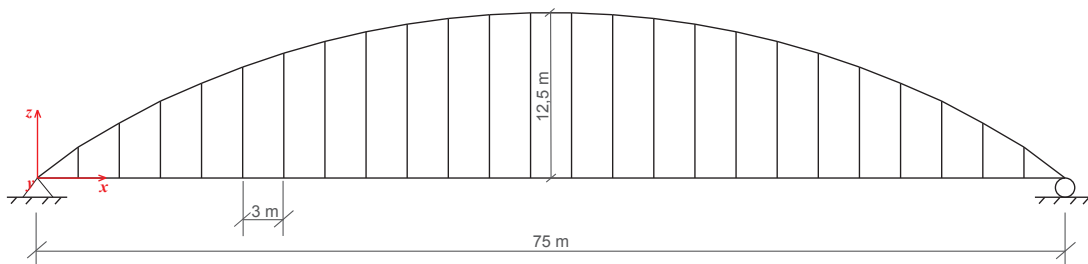
11 Preliminär dimensionering av vald bro

I detta kapitel görs en preliminär dimensionering av bågbron Bowie enligt Svensk Standard som utgår ifrån TVRK Bro 11 och Eurokod. Resultatet av den preliminära dimensioneringen presenteras i form av en ritning i Bilaga 17.

11.1 Global beräkningsmodell

Bowies globala beräkningsmodell illustreras i Figur 11-1. Bågarna, dragbanden och hängstagen modelleras i en enhet som preliminärdimensioneras i en global beräkningsmodell. Bågarnas partier antas vara raka mellan hängstagen vilka modelleras som stänger som fästs i momentfria leder. Brons färdriktning beräknas som fritt upplagd mellan landfästena. Vilken beräkningsmodell som används för bronns olika delar presenteras under respektive kapitel.

Pilhöjden för en bågbro ligger normalt mellan $L/5 - L/6$ där L är bronns spännvidd (Hirt & Lebet, 2013, s. 465). Med förhållanden $L/6$ blir pilhöjden för Bowie 12,5 meter. Då varje båge utformas som en parabel kan positionen, x - och z -koordinater, för bågens alla element bestämmas med hjälp av givna randvillkor. De givna randvillkoren är; $z = 0$ för $x = 0$ och $x = 75$ meter. Se Bilaga 9 för beräkning av bägelementens positioner.



Figur 11-1. Beräkningsmodell av bågbron Bowie. Författarnas egna bild.

11.2 Laster i samband med dimensionering av broar

Det första steget för att kunna utföra en preliminär dimensionering av Bowie är att ta fram de laster som verkar på bron. Detta görs för att kunna beräkna dimensionerande normalkraft, tvärkraft och moment som i sin tur används för att anpassa bronns delar så att de uppnår önskad bärförmåga och utnyttjandegrad. I Grundläggande dimensioneringsregler för bärverk, SS-EN 1990, står det angivet vilka laster som bör tas i beaktning och de grupperas utifrån hur de verkar över tid. Med hänsyn till denna gruppering kan därför nedanstående laster tas med vid en preliminär dimensionering av Bowie.

11.2.1 Permanent last, G

En permanent last verkar konstant på bron under hela dess tekniska livslängd. Till permanenta laster hör egentyngheten från bronns alla delar. Vid dimensionering av Bowie innefattar egentyngheten laster från följande delar: beläggningen, betongfarbanan med tillhörande armering, tvärbalkarna, skyddsräckena, de längsgående dragbanden, hängstagen och bågarna.

Egentyngheten kommer variera beroende på vilken del som dimensioneras. Exempelvis kommer egentyngheten vid dimensionering av tvärbalkarna bestå av betongplattan inklusive armeringen, räckena och tvärbalkarna, medan endast egentyngheten för betongen inklusive armeringen och räckena ingår vid dimensionering av betongplattan.

I SS-EN 1991-1-1, Tabell A.6, finns olika byggnadsmaterials karakteristiska värden på tunghet angivet vilka finns återgivna i Tabell 11-1. Med hjälp av volymen och tungheten beräknas egentyngheten ut för brons alla delar.

Tabell 11-1. Byggnadsmaterials tunghet hämtade från SS-EN 1991-1-1 Tabell A.6.

Material	Tunghet γ [kN/m ³]
Beläggning	23
Betong inklusive armering	25
Stål	78

I Trafikverkets tekniska beskrivning, Bilaga 1, s. 121-125, står det beskrivet att bron ska installeras med tre räckan som vardera har en tyngd på 0,5 kN/m. Som angivet ovan ingår även detta i brons egentynghet.

11.2.2 Variabel last, Q

En variabel last varierar med tiden. Ibland verkar den på konstruktionen under en viss tid för att sedan försvinna och eventuellt återkomma. På Bowie är trafiklasterna de största variabla lasterna. Även den horisontella vindlasten klassas som en variabel last. Trafiklasterna representeras av olika belastningsmodeller för att de mest extrema och ovanligaste lastkombinationerna ska kunna identifieras. Trafiklasterna som uppstår är både horisontella och vertikala men även statiska och dynamiska vilket också beaktas i belastningsmodellerna. Dessa redovisas i kapitel 11.4.

11.2.3 Olyckslast, A

En konstruktion kan komma att utsättas för laster som konstruktionen inte är tänkt att användas till. Exempel på detta är påkörning och explosion. För Bowie kan en olyckslast vara att ett fordon kör in i ett eller flera hängstag som gör att de inte längre kan föra upp laster i den bärande bågen. Det är då viktigt att säkerhetsställa att bågarna och de återstående hängstagen klarar av att bära upp de permanenta och variabla lasterna trots att bron saknar ett par hängstag. I underhållssynpunkt är det också viktigt att bron klarar av att bära upp alla laster om ett av hängstagen tas bort eftersom det ska kunna bytas ut under Bowies tekniska livslängd som är angivet till 80 år.

11.2.4 Övriga laster

En konstruktion utomhus utsätts för daglig och årsbetingad temperaturförändring som leder till temperaturrörelser i bärverket. Vid dimensionering av en bro är det viktigt att dessa rörelser ska kunna ske i en kontrollerad form utan att bärverket överbelastas eller överstiger eventuella maximala rörelser. Temperaturrörelser är en variabel last som verkar indirekt på konstruktionen.

Broar utsätts även för horisontella laster i form av broms- och accelerationskrafter när fordon på bron bromsar eller accelererar. Denna last verkar i brons längdriktning precis ovanför beläggning. Enligt SS-EN 1991-2 bör dessa laster beaktas främst i anslutning till landfästena och tillhörande lager.

Om en bro inte är helt rak, utan svängar, bör bron även dimensioneras för den centrifugalkraft som uppkommer då fordon passerar på bron. Denna last verkar vinkelrätt färdriktningen. Eftersom Bowie antas vara rak kommer inte denna last tas med vid dimensioneringen.

11.3 Dimensionerande laster: brott- och bruksgränstillstånd

Vid en dimensionering skiljs det mellan brottgränstillstånd och bruksgränstillstånd. Dimensionering vid brottgränstillstånd behandlar hur stor kapacitet bärverket har innan det kollapsar samt människors säkerhet när detta sker. Bron ska ha en tillräcklig bärförmåga och därmed säkerhetsställa trafikanternas säkerhet när de nyttjar bron. Till bruksgränstillstånd hör dimensionering av bron vid normal användning så som deformationer, vibrationer och svängningar. Här ingår också att bron ska se pålitlig ut så att trafikanter inte ska känna en oro då de färdas på den.

Vid dimensionering i både brott- och bruksgränstillstånd för broar kan tre typer av lastkombinationer tillämpas: karakteristiskt, frekvent eller kvasipermanent. Enligt SS-EN 1991-2 har karakteristiska värden en återkomsttid på 1000 år, frekventa värden en återkomsttid på en vecka och kvasipermanenta värden beräknas genom kalibrering enligt SS-EN 1990. Beroende på vilket gränstillstånd som beräknas finns olika riktlinjer för vilka värden på laster som ska användas.

11.3.1 Dimensionerande laster i brottgränstillstånd

Enligt SS-EN 1990 avsnitt 6.4.3.2 ska ekvation 6.10a och 6.10b, se Figur 11-2, användas för att avgöra vilka de dimensionerande lasterna är för en bro i brottgränstillstånd samt vilka karakteristiska värden som ska tillämpas. Den ekvation som ger det högsta värdet står för den mest kritiska kombinationen och ger de partialkoefficienter som ska användas vid framtagning av de dimensionerande lasterna. I Bilaga 3 redovisas det program som har använts för att beräkna vilken ekvation av 6.10a och 6.10b som är dimensionerande. För alla kontroller som är gjorda i brottgränstillstånd är 6.10b den ekvation som används. Variabeln P i de två ekvationerna representeras av en pålagd spännkraft, vilket inte är aktuellt för denna bro.

$$\left\{ \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \right. \quad (6.10a)$$

$$\left\{ \sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \right. \quad (6.10b)$$

Figur 11-2. Dimensionerande lastkombinationer i brottgränstillstånd enligt EN 1991-1 avsnitt 6.4.3.2.

Partialkoefficienterna som är angivna i de ekvationerna ovan är hämtade från SS-EN 1990, Bilaga A tabell A1.2 B, och finns återgivna i Tabell 11-2.

Tabell 11-2. Partialkoefficienter för ekvation 6.10a och 6.10b, brottgränstillstånd.

γ_G, sup	γ_Q, sup	ξ	ψ_0
1,35	1,5	0,85	0,75

11.3.2 Dimensionerande laster i bruksgränstillstånd

För att avgöra vilka de dimensionerande lasterna blir i bruksgränstillstånd anger SS-EN 1990, avsnitt 6.5.3, tre ekvationer som är redovisade i Figur 11-3. Den karakteristiska kombinationen används vid irreversibla gränstillstånd, den frekventa vid reversibla och kvasipermanent används vid långtidseffekter samt effekter som rör bärverkets utseende. Detta leder till att ekvation 6.15b kommer användas vid beräkning av nedböjning då den leder till ett reversibelt tillstånd för bron.

$$\sum_{j \geq 1} G_{kj} \text{ "+" } P_k \text{ "+" } Q_{k1} \text{ "+" } \sum_{i > 1} \psi_{0i} Q_{ki} \quad \text{Karakteristisk kombination, ekvation 6.14b.}$$

$$\sum_{j \geq 1} G_{kj} \text{ "+" } P_k \text{ "+" } \psi_{1,1} Q_{k1} \text{ "+" } \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{ki} \quad \text{Frekvent kombination, ekvation 6.15b.}$$

$$\sum_{j \geq 1} G_{kj} \text{ "+" } P_k \text{ "+" } \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{ki} \quad \text{Kvasipermanent kombination, ekvation 6.16b.}$$

Figur 11-3. Dimensionerande lastkombinationer i bruksgränstillstånd enligt EN 1990-1, avsnitt 6.5.3.

De partialkoefficienter som finns i ekvationerna ovan är hämtade från SS-EN 1990, Bilaga A2 Tabell A2.1, och finns redovisade i Tabell 11-3. Dessa partialkoefficienter gäller endast för lastmodell 1, se kapitel 11.4.

Tabell 11-3. Partialkoefficienter för dimensionerande lastkombinationer i bruksgränstillstånd.

Beteckning	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Boggi-system	0,75	0,75	0
Jämnt utbredd last	0,40	0,40	0

11.4 Lastmodeller enligt SS-EN 1991-2

Vid dimensionering av en bro används lastmodeller som täcker in alla trafiksituationer som normalt kan uppkomma på bron under hela dess tekniska livslängd. De är fiktiva men har noggrant utarbetats så att de idag motsvarar trafiklaster som år 2000 uppstod på det europeiska vägnätet. Nedan beskrivs den lastmodell som används vid dimensioneringen av Bowie. För att kunna använda dessa lastmodeller får bron som dimensioneras maximalt vara 200 meter lång vilket Bowie uppfyller.

11.4.1 Körbanebredd

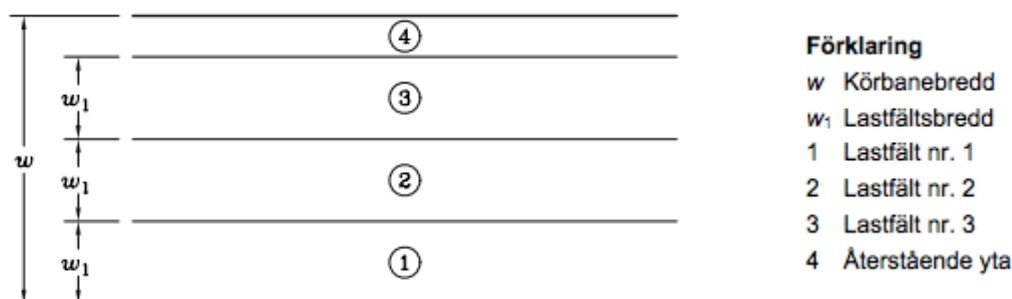
En brons fria brobredd kan även benämnas körbanebredd, w . Den totala körbanebredden mäts från insida räcke till insida räcke och innefattar därmed inte kantstenar och yttre vägren. För att kunna använda lastmodellerna delas körbanebredden in i lastfält, w_1 . Bredd och antalet lastfält redovisas i Tabell 11-4.

Tabell 11-4. Lastfält och körbanebredd enligt SS-EN 1991-2.

Körbanebredd, w	Antal lastfält	Bredd på ett lastfält w_1	Återstående ytans bredd
$w < 5,4 \text{ m}$	$n_1 = 1$	3 m	$w - 3 \text{ m}$
$5,4 \text{ m} \leq w < 6 \text{ m}$	$n_1 = 2$	$w/2$	0
$6 \text{ m} \leq w$	$n_1 = \text{Int}(w/3)$	3 m	$w - 3 \times n_1$

Då Bowie har en körbanebredd på 16,5 meter antas tvärbalkarna ha en längd på 17 meter. Därmed blir antalet lastfält fem stycken där varje lastfält har bredden tre meter och där den återstående ytan är två meter bred. En konservativ förenkling görs så att hela tvärbalkarnas längd belastas.

Lastfältens placering och numrering avgörs utifrån vad som ska dimensioneras. Utgår dimensioneringen från maximalt moment placeras det mest belastade lastfältet i mitten av körbanan. Om dimensioneringen istället utgår från maximal tvärkraft placeras detta lastfält i ytterkanten. Det lastfält som ger den mest ogynnsamma belastningen benämns lastfält 1, näst mest ogynnsamma belastningen lastfält 2 och så vidare, se Figur 11-4.



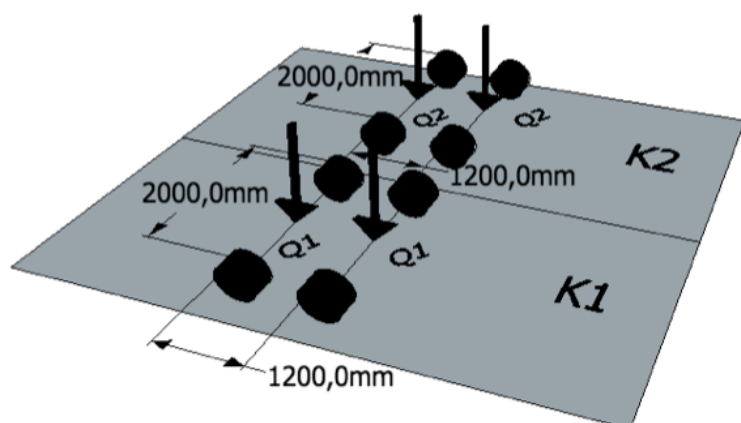
Figur 11-4. Lastfältens placering och numrering. Författarnas egna bild

11.4.2 Lastmodell 1, LM1

Lastmodell 1, LM1, bör användas vid både globala och lokala beräkningar då den täcker in stora delar av den trafiklast som uppstår på broar både från last- och personbilar. Lastmodellen består av två delsystem:

1. Två axellaster (TS) från ett boggisystem.
2. Jämnt utbredda laster (UDL) med tyngden per kvadratmeter lastfält.

Axellasterna placeras centriskt i lastfälten med två meter mellan varje axellast i tvärriktningen och 1,2 meter i längdriktningen, se Figur 11-5.



Figur 11-5. Axellastens placering från ett boggisystem. Författarnas egna bild.

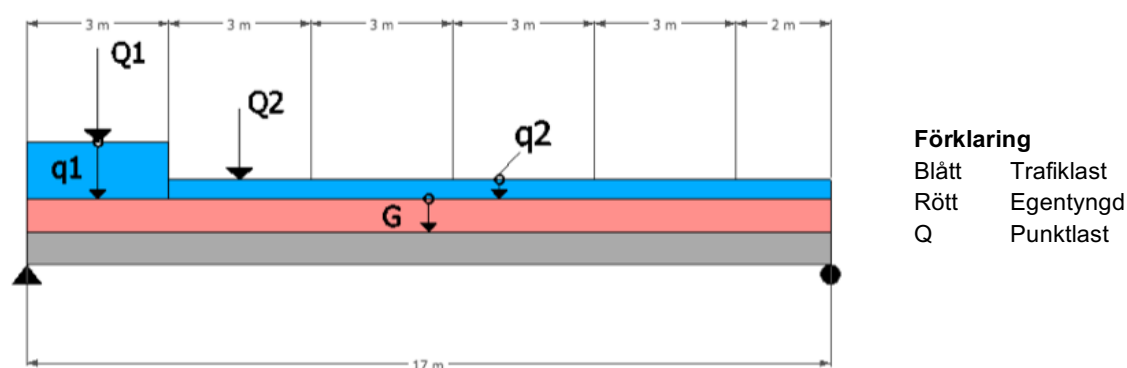
Storleken på axellasterna och de jämnt utbredda trafiklasterna enligt svenska förhållanden är beskrivna i

Tabell 11-5. Värdena är angivna som de karakteristiska värdena vilket motsvarar en återkomsttid på 1000 år enligt SS-EN 1991-2, Tabell 2.1. Axellasterna och de jämnt utbredda lasterna ska korrigeras med anpassningsfaktorn α_{Qi} respektive α_{qi} vilket ger de värden som står angivna under TS och UDL.

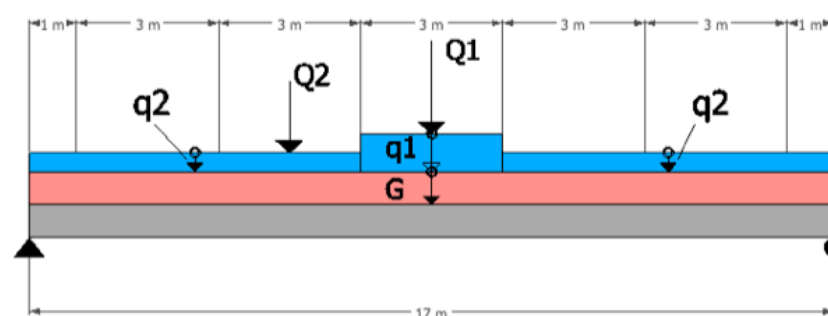
Tabell 11-5. Axellaster, utbredda laster och anpassningsfaktorer enligt svenska förhållanden.

Läge	Axellast, TS	Utbredd last, UDL	Svenska förhållanden			
	Q_{ik} [kN]	q_{ik} [kN/m ²]	α_{Qi}	α_{qi}	TS [kN]	UDL [kN/m ²]
Lastfält 1	300	9	0,9	0,8	270	7,2
Lastfält 2	200	2,5	0,9	1,0	180	2,5
Lastfält 3	100	2,5	0	1,0	0	2,5
Övriga lastfält	0	2,5	-	1,0	0	2,5
Återstående yta	0	2,5	-	1,0	0	2,5

För broar med spännvidder större än tio meter kan axellasterna placeras centriskt som en punktlast där punktlasten då motsvarar summan av de två axellasterna. Med svenska förhållanden blir punktlasten då 540 kN i lastfält 1 och 360 kN i lastfält 2. Vid en preliminär dimensionering blir två lastfall aktuella; ett för maximal tvärkraft och ett för maximalt moment. De två lastfallen illustreras i Figur 11-6 och Figur 11-7.



Figur 11-6. Lastfall för maximal tvärkraft. Författarnas egna bild.



Figur 11-7. Lastfall för maximalt moment. Författarnas egna bild.

11.4.3 Övriga lastmodeller, lastmodell 2 – lastmodell 4

I SS-EN 1991-2 finns ytterligare tre lastmodeller. Där lastmodell 2 består av enstaka axellaster som uppkommer av specifika kontaktytor vilka motsvarar de svenska karakteristiska axeltrycken. Denna lastmodell blir ofta dimensionerande för broar med små spännvidder, tre till sju meter. Lastmodell 3 används vid dimensionering om speciella fordonsmodeller ska nyttja bron exempelvis industriella transporter och lastmodell 4 består av folksamlingar som modelleras som utbredda ytlaster, vilket är aktuellt för gång- och cykelbroar. Detta medför att endast LM1 kommer användas för preliminär dimensionering av Bowie.

11.5 Preliminär dimensionering av betongplattan

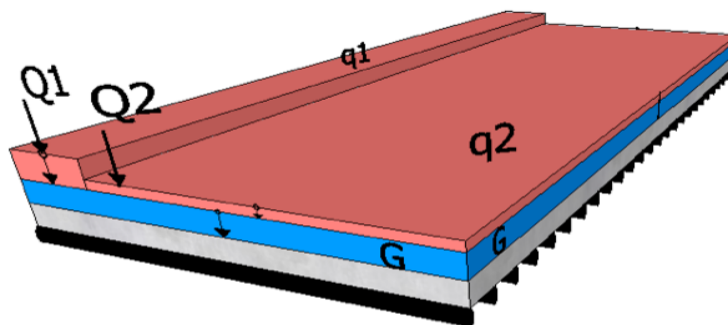
I detta kapitel kommer dimensionering av betongplattan redovisas. Den kommer konstrueras som 17 meter bred i tvärriktning, och 75 meter lång i färdriktning. Betongplattans tjocklek styrs av kravet på tillgänglig konstruktionshöjd som är 700 millimeter, beläggningens tjocklek på 95 millimeter samt höjden på tvärbalkarna. Tjockleken på betongplattan och höjden på tvärbalkarna beror av varandra. Betongplattans tjocklek antas därför till 255 millimeter vilket leder till att tvärbalkarnas höjd blir 350 millimeter.

11.5.1 Beräkningsmodell och dimensionerande laster för betongplattan

Då betongplattan är 17x75 meter, som är relativt stort, görs en förenkling. Dimensionering av betongplattan inklusive armeringen görs som en fritt upplagd balk på fyra stöd, där stöden i verkligheten är tvärbalkarna. Förenklingen kan göras eftersom effekterna från punktlaster trappas av när det är många stöd emellan, se illustration i Bilaga 4. Enligt Staffan Lindén (Handledarmöte COWI AB, 12 april 2016) beräknas normalt en betongplattan på en breddmeter där punktlasten förminskas med hänsyn till detta. I denna beräkningsmodell valdes istället att modellera betongplattan med en bredd på tre meter i det mest belastade lastfältet, se Figur 11-8. Den armering som krävs för att betongplattan ska klara av maximalt fält- och stödmoment samt maximal tvärkraft läggs sedan in i hela farbanan då trafiklasten kan verka överallt på hela betongplattan.

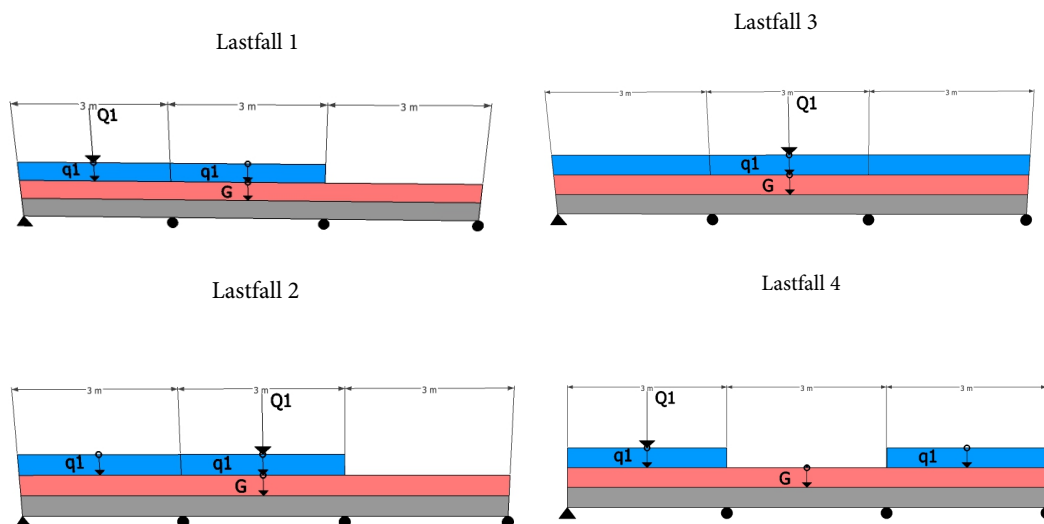
I kapitel 11.4 beskrivs dimensioneringsregler enligt LM1. För att använda detta i längdriktningen ser modellen ut enligt Figur 11-8. De laster som ingår vid modellering av betongfarbanan är:

- Egentyngd för beläggningen, betongen inklusive armering samt räcken.
- Trafiklasterna för lastfält 1 som redovisas i Tabell 11-5.



Figur 11-8. Lastmodell 1, LM1, i längdriktningen. Författarnas egna bild.

Egentyngden verkar på hela farbanan och därmed även i alla fack på den fiktiva balken. Både punktlaster och den utbredda trafiklasten varieras längs med hela balken för att kunna beräkna dimensionerande fält- och stödmoment samt tvärkraft. De fyra belastningsfallen som är aktuella redovisas i Figur 11-9.



Figur 11-9. Illustration av de fyra olika lastfallen där avståndet mellan varje stöd är tre meter. Författarnas egna bild.

I Bilaga 5 redovisas beräkningen av de moment och tvärkrafter som uppstår i den fiktiva betongbalken för de fyra olika lastfallen ovan. I Tabell 11-6 redovisas de dimensionerande moment och tvärkrafter i både brott- och bruksgränstillstånd som tagits fram i Bilaga 5.

Tabell 11-6. Dimensionerande laster i brott- och bruksgränstillstånd för betongplattan.

	Brottgränstillstånd	Bruksgränstillstånd
Maximal tvärkraft	803 kN	411 kN
Maximalt stödmoment	– 304 kNm	– 154 kNm
Maximalt fältmoment	535 kNm	268 kNm

11.6 Utformning och kontroll av betongplatta

Dimensioneringen av betongplattan för brofärdbanan inleddes med en uppskattning av erforderlig armeringsmängd samt beräkning av parametrar så som täckande betongskikt samt minsta och största armeringsmängd. Det tvärsnitt som beräknades fram användes sedan som startvärde för vidare beräkningar. Dessa finns redovisade i Bilaga 6.

11.6.1 Bruksgränstillstånd – sprickkontroll av betongplatta

Betongplattans sprickmoment, M_{cr} , beräknades enligt Al-Emrani et al., 2013 s. B77 och finns återgivet i Bilaga 6. Som draghållfasthetsvärde, f_{ct} , valdes betongens undre gräns, det vill säga $f_{ctk0,05}$. Detta val gjordes då bron, på grund av sin betongklass, exponeringsklass och livslängdsklass, har ett strikt krav på största sprickbredd enligt SS 137010. Beräkning med f_{ctm} innebär att sannolikheten för sprickbildning är 50 % om konstruktionen utsätts för den spänningen. Det sprickmoment som beräknades blev bara marginellt större än maximalt stödmoment. Sprickmomentet som beräknades med den undre gränsen på hållfastheten blev 126,8 kNm vilket innebär att betongplattan spricker både över stöd och i fält, för resultat av sprickkontroll se Tabell 11-7.

En första dimensionering av betongplattan i brottgränstillstånd användes för att ta fram ett tvärsnitt som ingångsvärde för beräkningen av den karaktäristiska sprickbredden. Det tvärsnittet klarade inte dimensioneringskravet varför armeringsinnehållet fick ökas både i fält och över stöd för att klara sprickkravet. Den tillåtna sprickbredden har varit dimensionerande för all armeringsinläggningen i både fält och över stöd. Se Bilaga 6 för sprickkontroller på betongplattan.

Tabell 11-7. Resultat av sprickkontroll för betongplattan.

Maximalt fältmoment	268,5 kNm
Maximalt stödmoment	154,1 kNm
Sprickmoment	126,8 kNm
Tillåten karaktäristisk sprickbredd	0,200 mm
Beräknad karaktäristisk sprickbredd i fält	0,196 mm
Beräknad karaktäristisk sprickbredd över stöd	0,177 mm

11.6.2 Momentkapacitet för betongplattan i fält och över stöd

Beräkningarna av momentkapaciteten har gjorts utifrån armeringsmängden som erhöles från sprickkontrollen enligt ovan. På grund av det har utnyttjandegraderna inte maximerats, då en del av den armering som finns endast krävdes för att klara sprickkravet, se Tabell 11-8. Momentkapacitet i fält och över stöd behandlas i Bilaga 6.

Tabell 11-8. Resultat för momentkapacitet för betongplattan.

	Momentkapacitet	Dimensionerande moment	Utnyttjandegrad
Fält	683,7 kNm	535,4 kNm	0,783
Stöd	384,9 kNm	304,1 kNm	0,79

11.6.3 Tvärkraftskapacitet för betongplattan

Först utfördes en kontroll av tvärkraftskapaciteten utan tvärkraftsarmering. Den visade sig inte klara tvärkraften i kritiskt snitt varför tvärkraftsarmering behövdes. Med tvärkraftsarmering valdes spricklutning till 35 grader och en kontroll för livtryckbrott med vertikal tvärkraftsarmering och skjuvglidbrott utfördes. Beräkningarna finns i Bilaga 6 och resultatet av kontrollerna finns återgivna i Tabell 11-9.

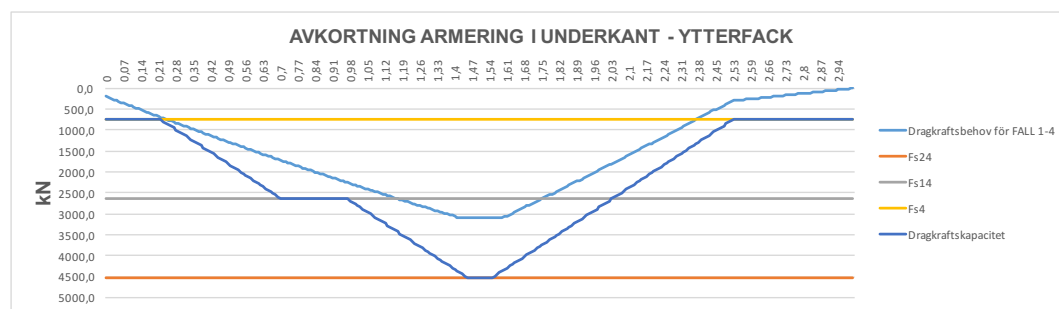
Tabell 11-9. Resultat för tvärkraftskapacitet för betongplattan.

Dimensionerande tvärkraft i kritiskt snitt	775 kN
Kapacitet livtryckbrott med vertikal tvärkraftsarmering	3917 kN
Utnyttjandegrad livtryckbrott	0,197
Kapacitet skjuvglidbrott	2221 kN
Utnyttjandegrad skjuvglidbrott	0,349

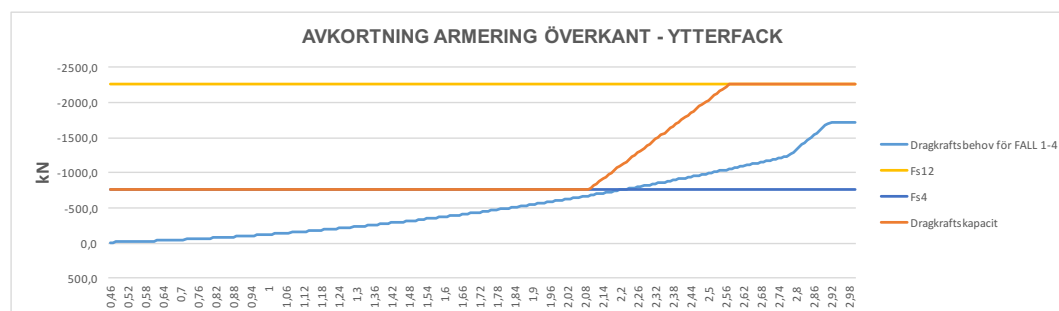
11.6.4 Avkortning och skarvning av armering

I Bilaga 6 beräknas erforderlig skarvlängd och möjlig krafttillväxt per armeringsstång. Alla armeringsstänger kräver skarvning på grund av att de endast kan levereras i en längd på tolv meter. Erforderlig skarvlängd beräknades till 0,848 meter. Möjlig krafttillväxt per stång behövs för beräkning av dragkraftskapacitet och dragkraftsbehov. Enligt normen ska dragkraftskapaciteten alltid vara större än dragkraftsbehovet (Al-Emrani, Engström, Johansson, & Johansson, 2011, s. B306). Möjlig krafttillväxt per stång beräknades till 390,5 kN/m vilket innebär att en stång klarar en minskning av dragkraftskapaciteten på 390,5 kN på en sträcka av en meter.

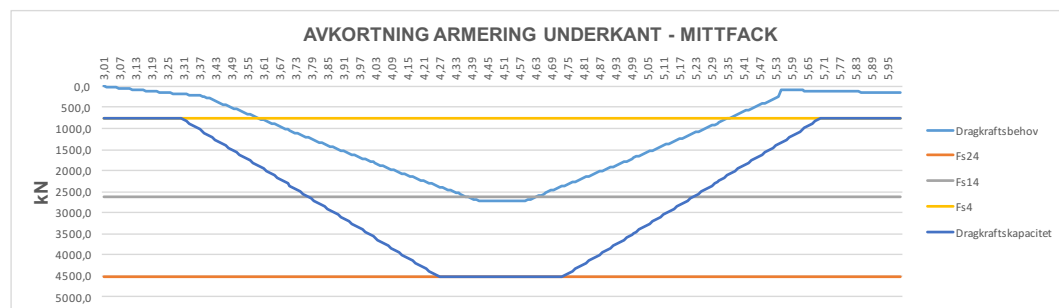
Beräkning av dragkraftsbehovet och dragkraftskapaciteten utfördes i Excel och finns återgivet i Bilaga 6. Beräkningarna utfördes för ytter- respektive mittfacket. Det behov som beräknades fram för ytterfacket gäller för de två yttersta facken precis innan betongplattan slutar, 0 – 3 meter respektive 72 – 75 meter. Beräkningarna som gjordes för mittfacket gäller för resterande del av betongplattan, 3 – 72 meter. De sedan tidigare beskrivna belastningsfallen, se kapitel 11.5.1, är symmetriska vilket innebär att dragkraftskapaciteten måste verka symmetriskt. I Figur 11-10 till Figur 11-13 redovisas dragkraftsbehovet och dragkraftskapaciteten för både över- och underkantsarmering samt för mittfack respektive ytterfack. I figuren redovisas även kapaciteten för den inlagda armeringen, F_s .



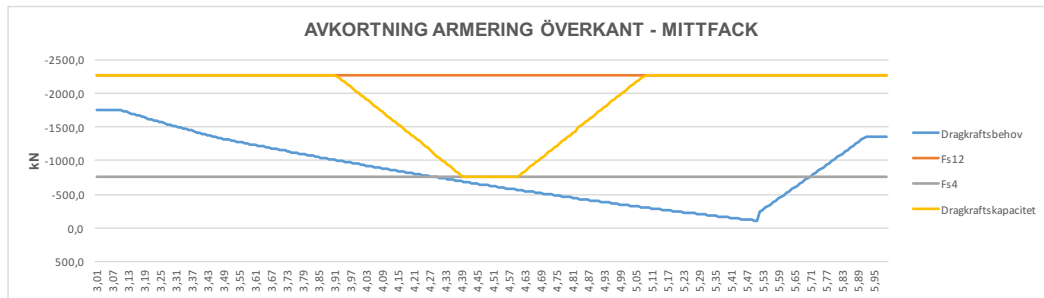
Figur 11-10. Dragkraftsbehov och dragkraftskapacitet för underkantsarmering i ytterfack.



Figur 11-11. Dragkraftsbehov och dragkraftskapacitet för överkantsarmering i ytterfack.



Figur 11-12. Dragkraftsbehov och dragkraftskapacitet för underkantsarmering i mittfack.



Figur 11-13. Dragkraftsbehov och dragkraftskapacitet för överkantsarmering i mittfack..

Kapaciteten är mycket större än behovet i Figur 11-10 till Figur 11-13 vilket beror på att det är sprickkravet, som nämnts ovan, som varit dimensionerande för all inläggning av drag- och tryckarmering. Det beror också på att breda konstruktionsdelar har ett minimikrav på avståndet mellan tvärkraftsarmeringens byglar. Detta ledde till att mer tvärkraftsarmering lades in än vad som krävdes för dimensionerande tvärkraft.

Armeringsritningar med avkortning, förankring och placering av tryck-, drag- samt tvärkraftsarmering finns i Bilaga 16. I Tabell 11-10 och Tabell 11-11 redovisas inlagd armering och avkortning för både över- och underkantsarmering från landfästena fram till sex meter av betongplattan. Efter sex meter återupprepas mittenfackets armeringsavkortning fram till sista facket då det avslutas med ytterfackets armering.

Tabell 11-10. Armeringsinläggning i underkant för ytterfack respektive mittfack.

Antal stänger	4	14	24	4
Sträcka, ytterfack [m]	0,00 – 0,22	0,22 – 0,98	0,98 – 2,51	2,51 – 3,0
Antal stänger	4	24	4	
Sträcka, mittfack [m]	3,00 – 3,30	3,30 – 5,70	5,70 – 6,00	

Tabell 11-11. Armeringsinläggning i överkant för ytterfack respektive mittfack.

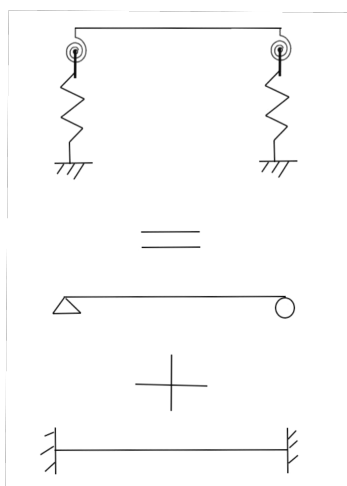
Antal stänger	4	12	
Sträcka, ytterfack [m]	0,00 – 2,10	2,10 – 3,00	
Antal stänger	12	4	12
Sträcka, mittfack [m]	3,00 – 4,40	4,40 – 4,60	4,60 – 6,00

11.7 Preliminär dimensionering av tvärbalkarna

I detta kapitel redovisas den preliminära dimensioneringen av tvärbalkarna. Dessa kommer att konstrueras som I-balkar vilka samverkar med betongen genom svetsbultar. Tvärbalkarna placeras i anslutning till hängstagen då de laster som tvärbalkarna tar upp ska föras via hängstagen upp i bågarna. Som tidigare nämnt i kapitel 11.5 är tvärbalkarnas höjd vald till 350 millimeter.

11.7.1 Beräkningsmodell och dimensionerande laster för tvärbalkarna

Enligt Lindén (Handledarmöte COWI AB, 12 april 2016) ska tvärbalkarna för Bowie modelleras enligt ett tvåfjädersystem, en rotationsfjäder och en vertikalfjäder. Efter konsultation med Lindén valdes en förenklad modellering enligt Figur 11-14. Beräkningsmodell för tvärbalkarna. Författarnas egna bild.. Dimensionerande fältmoment och maximal tvärkraft beräknades då tvärbalken antas vara fritt upplagd. Vid en fast inspänning uppstår ett moment i anslutningen mellan tvärbalkarna och dragbanden vilket medför att dragbanden utsätts för en påtvingad vridning som måste kontrolleras.



Figur 11-14. Beräkningsmodell för tvärbalkarna. Författarnas egna bild.

De laster som tvärbalkarna ska klara av att hantera är egentygnd från vägräckena, betongplattan inklusive armering, beläggning och tvärbalken i sig. Trafiklasterna modelleras enligt lastmodell 1, se kapitel 11.4.2. Beräkning av dimensionerande moment och tvärkraft har utförts genom elementarfall och finns redovisade i Bilaga 7 och resultatet finns återgivet i Tabell 11-12.

Tabell 11-12. Dimensionerande moment och tvärkraft för tvärbalkarna.

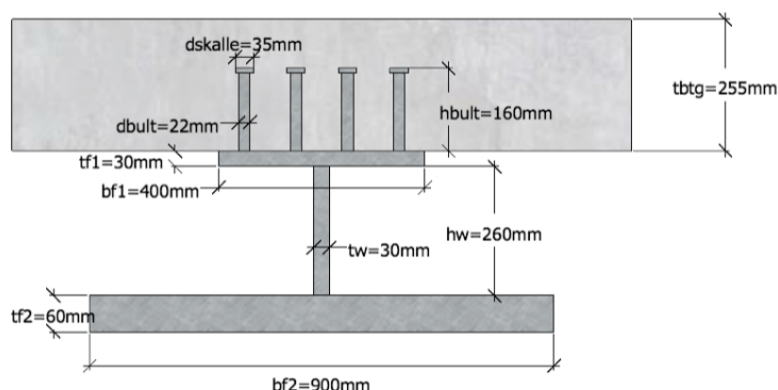
		Brottgränstillstånd	Bruksgränstillstånd
Fritt upplagd	Maximal tvärkraft	1390 kN	662,5 kN
	Maximalt moment	6120 kNm	4650 kNm
Fast inspänd	Maximalt fältmoment	3770 kNm	2520 kNm
	Maximalt inspänningsmoment	2968 kNm	Ej aktuellt

Vid en första kontroll utan samverkan mellan betongen och I-balkarna upptäcktes att tvärbalkarnas höjd inte var tillräcklig för att klara av de laster som den utsattes för. Eftersom ingen mer höjd fanns att tillgå på grund av kravet på tillgänglig konstruktionshöjd valdes istället att tvärbalkarna skulle samverka med betongen genom svetsbultar. Beräkningen för tvärbalkarna finns redovisad i Bilaga 8.

11.7.2 Utformning och kontroll av tvärbalkarna

De kontroller som genomfördes i brottgränstillstånd för tvärbalkarna var deras moment- och tvärkraftskapacitet samt kontroll av svetsbultarna och halssvetsarnas bärförmåga. Svetsbultar placeras i rader med fyra bultar i bredd med ett totalt antal av 412 stycken på en tvärbalk. I bruksgränstillstånd kontrollerades tvärbalkarnas nedböjning och de spänningarna som uppstår i betongen samt stålet. Samtliga beräkningar som är genomförda för tvärbalkarna redovisas i Bilaga 8.

Efter att ha utfört kontrollerna visade det sig att tryckzonen hamnar i tvärbalkens övre fläns vilket innebär att all betong är tryckt vilket är önskvärt vid samverkan. Det dimensionerande värdet för utformning av tvärbalkarna blev nedböjningen som blev 42 millimeter. Hur tvärbalkarna kommer utformas illustreras i Figur 11-15.

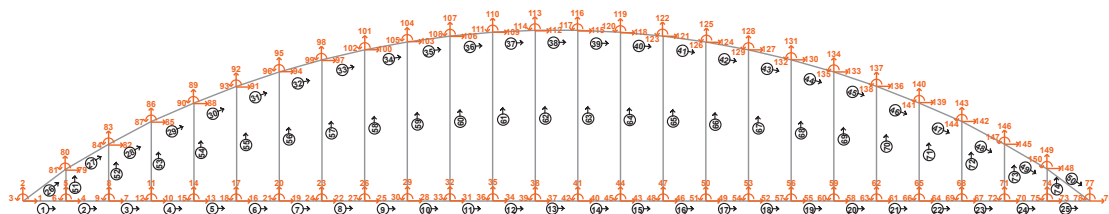


Figur 11-15. Illustration av tvärbalkarnas tvärsnitt.

11.8 Preliminär dimensionering av det bärande systemet

Bågarna, dragbanden, hängstagen och landfästena har dimensionerats i en global beräkningsmodell i CALFEM, se Bilaga 9.

I den globala beräkningsmodellen modellerades hängstagen som stänger, dragbanden och bågarna som balkar. Se Figur 11-16 för numrering av brons frihetsgrader och element, för större bild se Bilaga 9. Utöver det ska dragbanden, hängstagen och bågarna också kunna bära upp sin egentyngd.

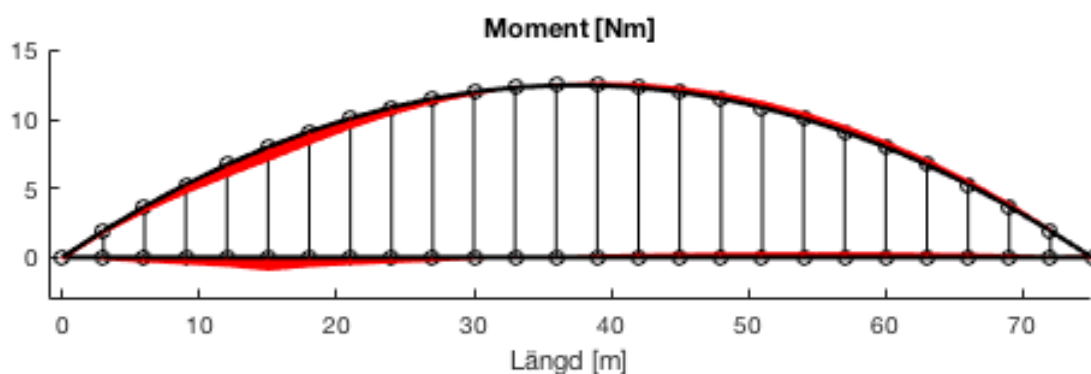


Figur 11-16. Beräkningsmodell med frihetsgrader. Författarnas egna bild.

För att kunna beräkna de dimensionerande tvärkrafterna och momenten för det globala systemet användes stödreaktionerna från tvärbalkarna beräknade i Bilaga 7. Stödreaktionen med de utbredda trafiklasterna placerades in i alla noder längs med dragbanden medan stödreaktionen, från tvärbalkarna med punktlaster och de utbredda trafiklasterna flyttades manuellt mellan varje nod. Detta för att identifiera de dimensionerande lasterna. I den globala modellen kontrollerades även nedböjningen för hela systemet.

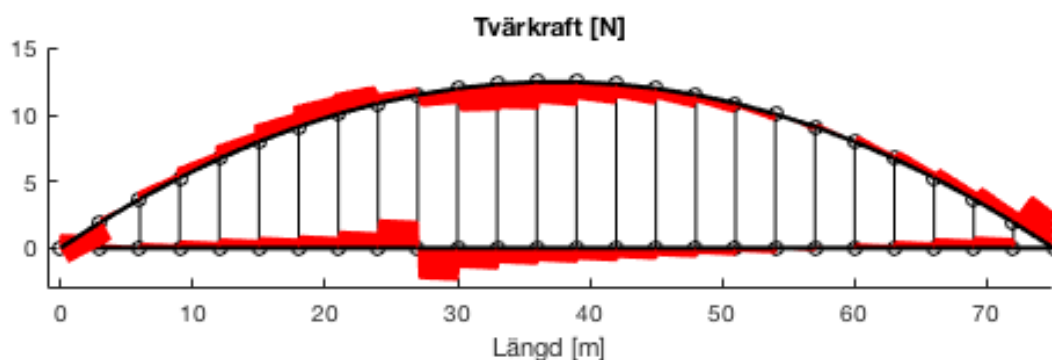
11.8.1 Dimensionerande laster för det bärande systemet

Efter att manuellt ha flyttat stödreaktionskraften från tvärbalken kunde alla dimensionerande laster tas fram för det bärande systemets olika delar. Den dimensionerande normalkraften uppkom, både för dragbanden och för bågarna, då stödreaktionen placerades i nod 38 som är mitt på en båg, se Figur 11-16. Normalkraften i dragbanden blev 7450 kN och i en båg blev den -8740 kN. Dragbanden tar endast upp drag medan bågarna är tryckta vilket stämmer väl överens med systemets uppbyggnad. Maximal normalkraft i hängstagen, som endast tar upp drag, uppkom då stödreaktionen placerades i nod 11, se Figur 11-16, och blev 513 kN. För maximalt moment placerades reaktionskraften i nod 17, vilket gav maximalt moment både i dragbandet, 1850 kNm, och i bågarna, 2680 kNm. Se Figur 11-17 för momentkraftspelet i det bärande systemet vid denna tidpunkt.

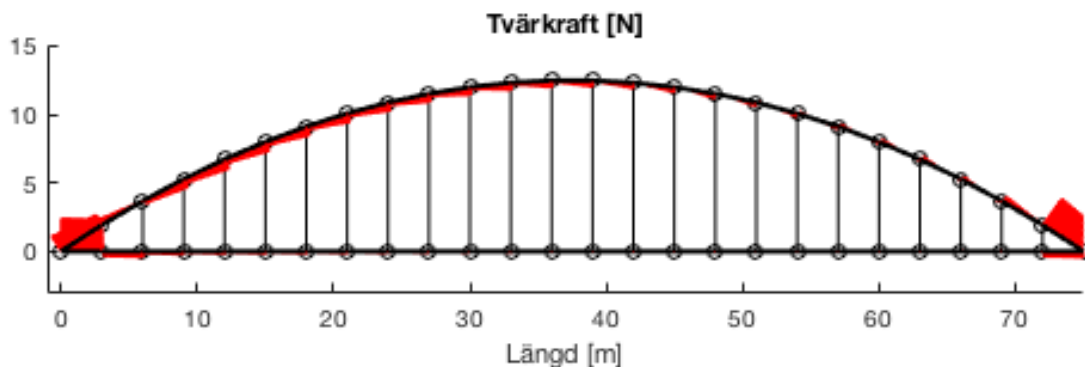


Figur 11-17. Illustration över maximalt moment i båg och dragband. Punktlasten är placerad i nod 17.

Maximal tvärkraft i en båg uppkom då punktlasten placerade i nod 29. Den var då -194 kN, se Figur 11-18. För dragbanden uppkom maximal tvärkraft då punktlasten placerades i nod 5 och var då -568 kN, se Figur 11-19.



Figur 11-18. Illustration av tvärkraften i det bärande systemet då maximal tvärkraft uppkommer i en båg. Punktlasten är placerad i nod 29.



Figur 11-19. Illustration av tvärkraften i det bärande systemet då maximal tvärkraft uppkommer i dragbanden. Punktlasten är placerad i nod 5.

Då det bärande systemet bygger på att hängstagen ska bära upp egentynghden och trafiklasterna upp till bågarna som för ner lasterna i dragbanden igen är resultatet för de dimensionerande lasterna rimliga. Se respektive kapitel för vilka dimensionerande laster som blir aktuella för kontroll av dragband, båge och hängstag.

11.8.2 Kontroll för utbyte av hängstag under brons tekniska livslängd

Som nämnt i kapitel 10.3 ska ett valfritt hängstag kunna tas bort och bytas ut under brons tekniska livslängd utan att det bärande systemet påverkas. För att modellera detta har samma CALFEM-modell används som för det globala systemet. Lasterna beräknades i bruksgränstillstånd enligt ekvation 6.15b och verkande laster är egentynghd, utbredda trafiklaster och punktlaster. I modellen, se Bilaga 15, har ett fiktivt hängstag modellerats bort. I samma nod har reaktionskraften från tvärbalkmodelleringen med punktlast och utbredd trafiklast placerats in. Manuellt testades alla hängstag att tas bort en i taget för att hitta de dimensionerande laster vilka redovisas i respektive kapitel nedan.

11.8.3 Utformning och kontroll av dragbanden

Dragbanden ska hantera de horisontella krafterna från bågarna. Hängstagen som ska överföra lasterna från tvärbalkarna upp till bågarna placeras centriskt i både båge och dragband för att undvika moment på grund av excentricitet. Hängstagens placering mitt på dragbanden leder till att stödreaktionen från tvärbalkarna gå via dragbanden upp i hängstagen.

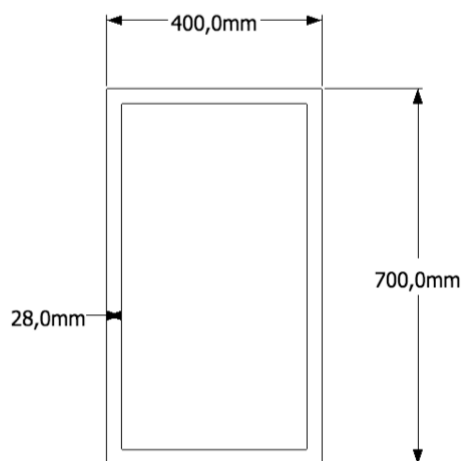
Dragbanden ska utformas och dimensioneras efter de största laster som verkar på dem. De dimensioneras efter tvärbalkarnas största stödreaktion vilket skapar ett vridande moment i dragbanden på grund av en excentricitet mellan anslutningen av tvärbalkarna och dragbandens tyngdpunkt, se Tabell 11-13 för värde på det vridande momentet. Dragbanden ska även kunna hantera de krafter som uppkommer från bågssystemet vid brottgränstillstånd, vilka är moment, tvär- och normalkraft. Dessa laster är beräknade i Bilaga 9 och redovisas i Tabell 11-13. Vid underhåll när ett hängstag byts ut måste dragbanden bära kraften från en tvärbalk bort till närmaste hängstag. De krafter som verkar på dragbanden vid underhåll är beräknade i Bilaga 15 och redovisas i Tabell 11-13. Stödreaktionen som överförs från tvärbalkarna till dragbandet är större än tvärkraften som beräknats i det globala systemet och den tvärkraften är också större än den som uppkommer vid underhåll. Normalkraften och momentet som uppstår vid underhållsfallet är också mindre än det som beräknas vid brottgränstillstånd. Detta

innebär att dragbanden har dimensionerats efter de maximala lasterna. Se Tabell 11-13 där de laster som dragbanden är dimensionerade för är inringade i grönt.

Tabell 11-13 Redovisning av laster som verkar på dragbandet. De dimensionerade lasterna är inringade.

	Från tvärbalkarna	Från global analys	Vid underhåll
Maximal normalkraft	Ej aktuellt	7450 kN	5590 kN
Maximal tvärkraft	1391 kN	568 kN	236 kN
Maximalt fältmoment	Ej aktuellt	2680 kNm	772 kNm
Maximalt vridmoment	278,2 kNm	Ej aktuellt	Ej aktuellt

En global kontroll utfördes även för dragbandens nedböjning och blev 0,11 meter. Kontrollerna för dragbandens momentkapacitet, tvärkraftskapacitet, normalkraftskapacitet och vridstyvhet är redovisade i Bilaga 10 medan kontrollen av nedböjningen finns i Bilaga 9. Dragbandens utformning består av ett svetsat rörtvärnsnitt med dimensionerna 28x400x700 mm, se Figur 11-20.



Figur 11-20. Illustration av dragbandens tvärsnitt.

11.8.4 Utformning och kontroll av bågarna

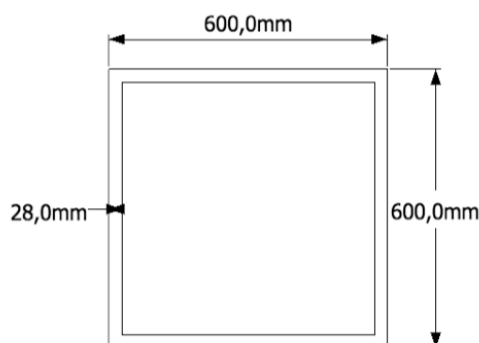
Bågarna ska kunna hantera de normalkrafter, tvärkrafter och moment som skapas både av egentygnder från brons alla delar och från de trafiklaster som uppstår på bron enligt lastmodell 1 samt de laster som uppstår vid underhållsfallet. De laster som bågarna är dimensionerade för redovisas i Tabell 11-14.

Tabell 11-14 Redovisning av laster som verkar på en båge. De laster som använts vid dimensionering är inringade.

	Från global analys	Vid underhåll
Maximal normalkraft	7450 kN	– 6590 kN
Maximal tvärkraft	568 kN	– 208 kN
Maximalt fältmoment	2680 kNm	525 kNm

Bågarna kontrollerades även mot knäckning orsakad av de normalkrafter som verkar i respektive element. Alla kontroller finns redovisade i Bilaga 11. Utformningen av

bågarna är ett rörtvärnsnitt med dimensionerna 28x600x600 mm, se Figur 11-21. Vardera båges 25 element svetsas ihop med stumsvetsar.



Figur 11-21. Illustration av bågarnas tvärsnitt.

11.8.5 Utformning och kontroll av hängstagen

Hängstagen bär lasterna från brofarbana via tvärbalkarna upp till bågarna. Hängstagen antas endast att utsättas för normalkrafter och alla hängstag dimensionerades efter den största normalkraft som något hängstag utsätts för. Hängstagen dimensionerades efter den normalkraften som beräknades vid brottgränstillstånd i den globala analysen. Denna normalkraft är 513 kN och beräknades i Bilaga 9. Normalkrafterna som uppstår i hängstagen i underhållsfallet är inte dimensionerande.

Hängstagen valdes efter standarddimensioner och kommer att utformas med en diameter på 45 mm. De kommer att tillverkas i stålqualitén S355 och kontroll för hängstagens hållfasthet finns redovisat i Bilaga 12.

11.9 Preliminär dimensionering av landfästena

Landfästena dimensioneras för stödreaktionerna från båda bågarna, sin egenvikt, gruset som ligger på bottenplattan samt en överlast. Den preliminära dimensioneringen av landfästena har gjorts med avgränsningen att landfästena grundläggs med plattgrundläggning enligt kapitel 2.3. Beräkningarna är utförda i Bilaga 14 och där återfinns även en figur över landfästernas utformning. Dimensioneringen resulterade i att en bottenplatta på 45x40 meter behövdes för att föra ut lasterna på en tillräckligt stor yta för att gruset ska kunna bära det. Då denna dimension är orimlig valdes en bottenplatta med dimensionen 20x20 meter, vilket bidrog till att kontrollen ej uppfylldes. I och med detta bör mer detaljerade geotekniska undersökningar och beräkningar genomföras för att på ett mer tillförlitligt sätt beräkna bottenplattans utformning, eventuellt kan pålning krävas. Bottenplattan är endast dimensionerad för att bära de vertikala lasterna från bron. De horisontella lasterna antags bäras via friktion mellan plattan och gruset runt den.

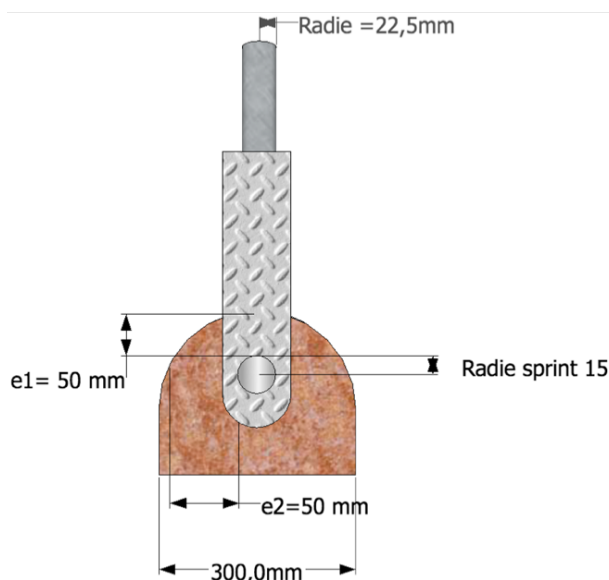
11.10 Preliminär dimensionering av detaljer

I detta kapitel beskrivs dimensioneringen på några av Bowies detaljer så som svetsar mellan dragband och tvärbalk, infästning av hängstagen, längd på övergångskonstruktion samt lagertyp.

Infästningen av tvärbalkarna till dragbanden var först tänkt att utföras genom svetsning direkt mellan I-balken och lådtvärnsnittet. En kontroll genomfördes på svetsarna vilket resulterade i att svetsarna inte klarade av den belastning de utsattes för. Lösningen blev istället att lägga tvärbalken i en balkssko konstruerad av plåtar. Kontroll av balkskons

svetsar finns i Bilaga 13. Fördelen med lösningen är att svetslängden kan anpassas till erforderlig längd för att klara av belastningen. Lösningen gör även att tvärbalken kan ses som fritt upplagd då skon tillåter nedböjning utan att något moment överförs till dragbandet. Nackdelen med lösningen är att kravet på tillgänglig konstruktionshöjd, vilket var 700 millimeter, inte längre uppnås. Men då detta krav endast gäller precis ovanför GC-vägen, finns en möjlighet att anpassa tvärbalkarnas placering så att en tvärbalk inte påverkar kravet ovanför GC-vägen.

Infästning av hängstagen till både dragbanden och bågarna kommer att utformas med så kallade öron i stål, vilka utformas genom kontroll av skjuvbrott och hålkantbrott. Öronen svetsas fast på båge respektive dragband. Svetsarna kontrollerades så att de klarar den maximala normalkraft som uppstår och längden på kontaktytan mellan öra och dragband samt mellan öra och båge bestämdes genom att beräkna erforderlig längd för svetsen, se Bilaga 13. Svetsarna mellan båge och öra dimensionerades för maximal normalkraft i hängstag samt där örat hade som störst lutning i förhållande till bågen, vilket är ett konservativt antagande. Sprinten mellan hängare och öra kontrollerades mot skjuvbrott. I Figur 11-22 illustreras hur infästningarna kommer konstrueras och i Bilaga 13 redovisas de kontroller som utförts.



Figur 11-22. Illustration av infästningen av hängstagen.

Beräkning av längd på övergångskonstruktion med hänsyn tagen till brons längdutvidgning på grund av temperaturändring finns redovisat i Bilaga 13. Bron dimensioneras för att klara av en temperaturändring på 110 grader Celsius. Ett lager är rörligt och ett lager är fast vilket medför, enligt beräkningarna i Bilaga 13, att lagret minst måste kunna röra sig 83 millimeter för att inte ramla av upplaget.

Som tidigare nämnt kommer bron vara upplagd på två olika lager: ett fast lager och ett ensidigt rörligt. Dessa ska kunna hantera de stödreaktioner som uppkommer från bron, vilka tagits fram vid analysen av det bärande system, se kapitel 11.8. Maximal stödreaktion som lagerna ska dimensioneras efter är 5036 kN. Lagerdimensioner är hämtade från tabellerade värden, där lagerdimensioner ställts mot dess bärförmåga (Skanska, 2016). Till de två fasta lagerna valdes TF5 och till de två ensidigt rörliga valdes TE5a. Båda lagerna är tillverkade av leverantören Mageba.

11.11 Återstående dimensionering

En preliminär dimensionering görs tidigt i en dimensioneringsprocess vilket gör att alla moment inte tas med. Nedan beskrivs några komponenter som återstår att dimensionera. En del av dem har tagits hänsyn till vid dimensioneringen ovan medan en del inte behandlas alls i denna rapport.

Vid preliminärdimensioneringen av bron har denna antagits vara helt rak vilket nödvändigtvis inte stämmer. Om bron har en vertikal och/eller horisontell krökning kan en centrifugalkraft uppstå. Bron utsätts även för broms- och accelerationskrafter som verkar horisontellt vid beläggningen i brons färdriktning. Dessa krafter ska också vid en fortsatt dimensioneringsprocess tas hänsyn till. En kombination av de tre nämnda lasterna kan leda till att tvärsnittet vrids. Bron har inte heller dimensionerats för vindlaster som verkar horisontellt främst på det bärande systemet. Vid alltför kraftiga vindlaster kan bågarna eller dess transversaler utsättas för knäckning vilket gör att en knäckningskontroll måste utföras.

Vid produktion av bron ska, som beskrivet i kapitel 10.3, partier av bron levereras till arbetsplatsen för att sedan svetsas ihop innan bron lanseras på plats. Ett kritiskt moment vid denna produktion är när partierna, på plats, ska svetsas ihop med stumsvetsar. Noggrann dimensionering av dessa svetsar samt hur de ska utföras och kontrolleras på plats bör fastställas. Dragbanden har även approximerats vara helt kontinuerliga i den preliminära dimensioneringen vilket medför att dimensionering av de icke-kontinuerliga dragbanden med tillhörande svetsar behöver utföras.

Vid lansering av bron kommer vissa delar utsättas för krafter som de inte är dimensionerade för. Dessa krafter bör kontrolleras för att säkerhetsställa att bron till exempel inte utsätts för vippning vid lanseringen.

Armeringsritningen behöver kompletteras med tvärkraftsarmeringens inläggning. Skarvningen av huvudarmeringen behöver ses över med korrekta skarvlängder. Även armeringen i tvärled behöver skarvas på ett lämpligt sätt vilket inte gjorts i preliminärdimensionering.

Kontroll av betongens beteende i samverkan med tvärbalkarna bör kontrolleras för temperaturändring vid ytterligare dimensionering. Risken finns att betongen kommer att krossas om den har annorlunda temperaturbetingade rörelser än tvärbalkarna som den samverkar med.

Brons landfästen med tillhörande lager har i denna rapport endast behandlats till en viss grad. En närmare geoteknisk utredning av landfästena bör utföras för att minska dimensionerna på bottenplattan, se kapitel 11.9. Landfästena bör även förses med armering som i denna rapport inte tagits i beaktning. I denna rapport har bottenplattan endast dimensionerats för de vertikala laster som uppkommer från bron medan de horisontella lasterna har antagits bäras upp via friktion. Vid en fortsatt dimensionering bör de horisontella lasterna tas hänsyn till då de utsätter landfästena för ett moment. Mellan brobanan och anslutande väg ska övergångskonstruktioner placeras, dessa måste dimensioneras för att klara av trafiklasterna samt de horisontella lasterna, exempelvis broms- och accelerationskrafter.

Dimensionering av förbandet mellan båge och dragband har inte utförts i denna rapport. Utformning med tillhörande kontroller av förbandet bör därför utföras vid en fortsatt dimensionering. Kontrollerna som utfördes av svetsningen mellan tvärbalk och

dragband klarades inte. En lösning med balksko blev därför aktuell. Dimensionering av balkskons utformning återstår då endast kontroll av svetsen är utförd.

Bron kommer att belastas med trafik under hela dess tekniska livslängd som är angiven till 80 år. Eftersom detta är en lång belastningsperiod behöver bron kontrolleras med hänsyn tagen till långtidseffekter. För betongplattan bör därför krympning och krypning tas i beaktning framförallt i bruksgränstillstånd. Brons övriga delar, som består av stål, bör kontrolleras för utmattning. För representativa värden och modeller för utmattning bör lastfältens läge och numrering väljas beroende på den trafik som normalt kan förväntas vilka finns beskrivet i SS-EN 1991-2 (2003).

Som beskrivet i kapitel 11.2.3 ska bron även dimensioneras för olyckslaster. Vid en fortsatt dimensioneringsprocess bör därför de lastmodeller som finns i SS-EN 1991-2 (2003) användas för att säkerhetsställa brons hållfasthet vid avsaknaden av ett eller två hängstag.

12 Diskussion

I detta kapitel diskuteras de metoder och resultat som har behandlats i rapporten. Diskussionen behandlar först metodval för projektet, både för litteraturstudien och dimensioneringen. Efter det genomförs en specifik diskussion om den konceptuella designen och om den preliminära dimensioneringen. Slutligen diskuteras källornas validitet och objektivitet.

Hela projektet är utfört med förenklade modeller utifrån hur en bro skulle projekterats i verkligheten och är därför inte tillämpningsbart utan fortsatt projektering. Projektet har inte heller behandlat någon innovativ teknik utan har utgått från de dimensioneringsföreskrifter som finns tillgängliga i Eurokod och Svensk Standard. Om innovativ teknik hade tillämpats hade troligtvis inga föreskrifter och regler funnits för hur dessa skulle räknats på. Dock hade detta kunnat leda till att bron hade kunnat bli mer ekonomisk hållbar och miljövänlig genom större utnyttjandegrad av bland annat materialet.

Från Trafikverkets tekniska beskrivning fanns flertalet krav formulerade med avseende på brons utformning. De krav som främst styrde vilket koncept som tillämpats har varit den tillgängliga konstruktionshöjden i kombination med tillåten placering av stöd. Dessa krav ledde bland annat till att det bärande systemet behövde tillverkas i stål samt placeras ovanför brobanan. Om dessa krav inte funnits hade troligtvis ett annat brokoncept varit lämpligare.

Vid den konceptuella designen fokuserades på tre delområden som präglade litteraturstudien. Detta ledde till att flera olika kriterier studerades och viktades i multikriterieanalysen. Om fokus istället hade lagts på enstaka kriterium skulle bron troligtvis resulterat i ett annat koncept. Metoden med multikriterieanalys som behandlas i denna rapport är rimlig i detta fall då många intressenters åsikter behövde vägas in vid projekteringen.

Dimensioneringen av bron är preliminär. Det innebär att den inte är fullständig och endast förberedande för att få en ungefärlig uppfattning kring vilka dimensioner bron kräver samt för att se vilken utformning och vilka verkningssätt bron kommer ha. Den preliminära dimensioneringen är även utförd med förenklade beräkningsmodeller. För att kunna tillämpa konceptet behöver en total dimensionering utföras med mer avancerade metoder och utförligare beräkningar.

12.1 Diskussion kring den konceptuella designen

De inledande delarna av den konceptuella designen har styrts mycket av förutsättningarnas och kravens begränsningar för vilka lösningar som varit möjliga. Efter det första urvalet kvarstod ett fåtal lämpliga brotyper och utifrån dem utvecklades fyra brokoncept. Trots att det efter första urvalet endast presenteras några få brotyper, finns oändligt många koncept som hade varit möjliga och de koncept som tagits fram i denna rapport är nödvändigtvis inte de mest lämpade. De framtagna konceptens verkningssätt var inte heller helt specificerade i tidigt stadium då detta är något som justerades vid dimensioneringen och därför blir det en viss osäkerhet vid viktningen.

För att välja ut det mest lämpliga brokonceptet ställdes de framtagna koncepten mot varandra med hjälp av viktade kriterier. Kriterierna har haft avgörande betydelse för det slutgiltiga valet av koncept. Eftersom kriterierna är en produkt av en subjektiv bedömning påverkas resultatet i slutändan mycket av vad som har ansetts vara viktigt. Resultatet hade kunnat bli ett annat om andra kriterier viktats högre eller lägre.

Stor emphasis har lagts på de ekonomiska aspekterna vid viktningen, dock har det varit svårt att bedöma hur val av brokoncept i projektet påverkar de ekonomiska aspekterna. Att lägga stor vikt vid ekonomi bedöms vara rimligt överensstämmande med verkligheten då diskussioner med handledare och föreläsningar gett stöd till den uppfattningen. I dimensioneringsfasen har däremot ingen hänsyn tagits till ekonomi. Det kan därför anses irrelevant att vikta ekonomi som ett av de viktigaste kriterierna i den konceptuella designen. Ett rimligare resultat hade uppnåtts om hänsyn togs till ekonomi även under dimensioneringsfasen, något som kan göras vid en total dimensionering.

Miljö och återvinningsbarhet har också viktats relativt högt. I praktiken är det svårt att ta hänsyn till de kriterierna då funktionskraven på broar är höga och att kostnaden inte får bli för stor i förhållande till projektets helhet. Diskussion kring vilket koncept som är miljövänligast är därför begränsad.

12.2 Diskussion kring den preliminära dimensioneringen

I projektet har, som ovan nämnt, endast en preliminär dimensionering utförts. Då en preliminär dimensionering endast är förberedande har bron inte optimerats och dimensionerats klart med hänsyn till olika delar. Återstående dimensionering, så som olyckslasthantering och utmattning, är delar som bron måste dimensioneras för innan den kan konstrueras. I detta kapitel diskuteras först allmänt val av beräknings- och lastmodeller. Efter detta kommer varje del som preliminärdimensionerats diskuteras med fokus på val av beräkningsmodell, avgränsningar, antaganden och resultat.

Vid den preliminära dimensioneringen har förenklade beräkningsmodeller använts och beräkningar har utförts främst med MATLAB som verktyg. Vid en fortsatt dimensioneringsprocess hade det varit fördelaktigt att modellera bron med en finita elementmetoden för att få en bättre uppfattning om kraftspelet i det bärande systemet, i betongplattan och tvärbalkarna. Att förenklade beräkningsmodeller har använts har bidragit till att preliminärdimensioneringen blivit en förenkling av verkligheten. När det har uppkommit beräkningar som är för komplicerade har även konservativa antaganden gjorts, vilket kan medföra att bron överdimensionerats.

Till en början vid den preliminära dimensioneringen valdes en preliminär geometrisk utformning av bron. Bland annat valdes cc-måttet mellan tvärbalkar samt hängstag till tre meter. Denna utformning är den som använts genom hela dimensioneringen. Vid en total dimensionering behöver även detta antagande optimeras.

De lastmodeller som använts i rapporten finns beskrivna i Eurokod vilka är de europagemensamma dimensioneringsreglerna. I Eurokod finns en tydlig uppdelning för vad som gäller för broar med vilka lastmodeller som ska användas. I denna rapport har brons delar dimensionerats efter lastmodell 1, men i Eurokod finns det även beskrivit andra lastmodeller för olyckshantering och utmattning. Detta medför att de dimensioner som tagits fram för brons delar kan komma att förändras vid en fortsatt dimensioneringsprocess.

12.2.1 Diskussion kring preliminär dimensionering av betongplattan

Betongplattans beräkningsmodell valdes att förenklas till endast fyra stöd. För att kunna göra denna förenkling modellerades betongplattan i CALFEM där det tydligt framgick att denna förenkling var trovärdig. Detta gjorde även att beräkning av de dimensionerande lasterna blev mer hanterbar på grund av tidigare erfarenhet inom detta område.

Betongplattan har beräknats genom att dela in den i tremeterstrimlor. Vid diskussion med handledare har det framkommit att detta vanligen görs med en meterstrimla men att resultaten med tremeterstrimlor blir likvärdiga. Anledningen till att tremeterstrimla valdes var för att lastfallen utgår från en körfältsbredd på tre meter. Dimensioneringen av tvärsnittet med tre meters bredd utgår från det mest belastade lastfältet och generaliseras sen ut över hela bronns bredd, vilket är samma metod som om en meters bredd använts istället.

Betongplattan är en del av konstruktionen där formen starkt har styrts utifrån yttre begränsningar. I det här fallet har tillgänglig konstruktionshöjd bestämt höjden på plattan till maximalt 255 millimeter vilket var utgångspunkten vid dimensioneringen. Utformningen av betongplattan har till följd av detta i hög grad påverkats av den korta inre hävarmen. Det har bland annat lett till att största avstånd mellan tvärkraftsarmering både i längs- och tvärled blivit kraftigt begränsat, med anledning av att det är en bred konstruktionsdel. På grund av det har plattan betydligt mer tvärkraftsarmering än vad den skulle behöva med hänsyn till enbart tvärkraftskapacitet vilket ledde till en låg utnyttjandegrad.

Armerad betong är ett material som är relativt svårt att räkna på då väldigt många beräkningsparametrar ska väljas utifrån konstruktörens kunskap om betongen. Det har medfört en del osäkerheter kring beräkningarna på betongplattan då det har varit svårt att göra välinformerade val av dessa parametrar. Vidare har bristande kunskap om hur armeringsinläggning sker i praktiken komplicerat processen ytterligare. Dessutom samverkar plattan fullt med tvärbalkarna vilket ökar osäkerheten kring hur plattan kommer bete sig. På grund av dessa faktorer har det varit svårt att göra en korrekt dimensionering av betongplattan, där framför allt tvärkraftsarmeringen och skarvning varit problematiska. Vid en komplett dimensionering skulle dessa delar av betongplattan behöva en översyn.

12.2.2 Diskussion kring preliminär dimensionering av tvärbalkarna

Vid beräkning av tvärbalkarna hade den mest realistiska modelleringen varit ett tvåfjädersystem, som modelleras med en rotationsfjäder och en vertikalfjäder, på grund av att det i verkligheten är svårt att konstruera något som är enbart fast inspänt eller fritt upplagd. Som förenkling valdes istället en konservativ modellering genom att beräkna de maximala värdena från de båda fallen, fast inspänd och fritt upplagd. Den infästning som valdes mellan tvärbalkarna och dragbanden visade sig inte klara den belastning som den utsattes för vilket medförde att den fasta inspänningen modellerades bort. Tvärbalken ansågs istället vara fritt upplagd med hjälp av en balkskolösning. Valet att lägga balken på en balksko resulterade i att kravet om tillgänglig konstruktionshöjd överskreds. Detta är en utformning som vid en fortsatt dimensionering bör undersökas för att se om det finns möjlighet att endast över GC-vägen konstruera en alternativ anslutning för tvärbalkarna, eller om tvärbalkarnas placering kan anpassas för att inte påverka den tillgängliga konstruktionshöjden.

Tvärbalkarna är utformade så att de samverkar med betongen för att kunna tillgodose kravet på tillgänglig konstruktionshöjd. När beräkning på tvärbalkarna utfördes utan samverkan fick inte tvärbalkarna en godtagbar geometrisk utformning. En annan lösning för att bron skulle tillgodose kravet på tillgängliga konstruktionshöjd skulle kunna ha tillämpas men valet att använda samverkan mellan stålet och betongen var det som ansågs påverka konceptets geometriska utformning minst.

Resultatet av de beräknade dimensionerna för tvärbalkarna, främst flänsarnas tjocklek och bredd, visade sig vara onormalt stora för brobyggnationer. Anledningen till de utstickande dimensionerna var kravet på tillgänglig konstruktionshöjd. För att då klara kravet på maximal nedböjning krävdes tjocka och breda flänsar. Den övre flänsen hade eventuellt kunnat göras tunnare om betongplattan hade gjorts tjockare då de samverkar.

12.2.3 Diskussion kring preliminär dimensionering av dragbanden

Varje tvärbalk valdes att placeras direkt under ett hängstag vilket medför att kraften från tvärbalkarna vandrar den kortaste vägen direkt till hängstagen. Denna förenkling gjordes för att undkomma att kraften måste ta vägen längs med dragbanden och därmed ge upphov till ett moment. Att dragbanden och tvärbalkarna vid denna dimensionering inte modellerades som fast inspända bidrog också till att inget inspänningsmoment överfördes från tvärbalkarna till dragbanden. Dock uppkom ett moment från tvärbalkarna på grund av en excentricitet mellan dragbandens tyngdpunkt och deras infästning.

Vid dimensionering av dragbanden användes, med hänsyn till tvärkraften, den stödreaktion som uppkom från tvärbalkarna istället för den tvärkraft som beräknades fram i analysen av det bärande systemet. Detta val gjordes främst för att tvärkraften i första fallet var större och därmed var beräkningarna konservativa.

12.2.4 Diskussion kring preliminär dimensionering av bågarna

För att modellera bågarna valdes en elementindelning som utgick från hängstagens position, totalt 25 element. Ur ett produktionssyfte är detta inte det mest fördelaktiga valet då det blir många svetskopplingar som måste kontrolleras. Kopplingar skapar dessutom svaga punkter i bågarna som är en del av brons bärande system vilket kan leda till brott som bågarna inte dimensionerats för. En mer optimal modellering av bågarna hade varit att dela in de i fler och mindre element.

Den horisontella vindlasten som bågarna i verkligheten utsätts för, valdes att inte beaktas i den preliminära dimensioneringen. För att hantera dessa laster i den preliminära dimensioneringen konstruerades bron med tvärgående K-transversaler. Vid en fortsatt dimensioneringsprocess bör vindlasten tas i beaktning för att kontrollera transversalernas dimensioner. Då avståndet mellan bågarna är 17 meter är det en lång sträcka för transversalerna att hänga fritt i luften och risk finns att egenvikten på dessa blir dimensionerande. En alternativ lösning till transversalerna är att lokalstabilisera bågarna med vertikala avstyvningsbalkar mellan dragbanden och bågarna.

12.2.5 Diskussion kring preliminär dimensionering av hängstagen

I preliminärdimensioneringen antogs hängstagen endast belastas av normalkraft. Detta antagande kan vara felaktigt då hängstagen kanske inte hängs in rakt eller att det finns inre imperfektioner som kan leda till att ett moment skapas i hängstagen. Inverkan av detta moment och hur det verkar är svårt att förutse, varför denna förenkling anses vara godtagbar.

Alla hängstag har dimensionerats efter den största normalkraften som verkar i något hängstag trots att alla hängstag inte utsätts för denna normalkraft. Detta antagande är konservativt och förenklar beräkningarna. Om varje hängstag hade dimensionerats separat skulle troligtvis materialet kunnat användas mer effektivt.

Eftersom avståndet mellan hängstagen är relativt kort så blir dimensionerna för hängstagen små i förhållande till övriga komponenter i konstruktionen.

12.2.6 Diskussion kring preliminär dimensionering av landfästena

En förutsättning var att bron skulle grundläggas med plattgrundläggning. Preliminär dimensioneringen av plattgrundläggningen resulterade i en stor bottenplatta för att endast grusets bärighet skulle kunna bära alla laster. För att minska dimensionerna på bottenplattan kan en lösning vara att grundlägga bron på pålar eller göra närmare geotekniska undersökningar för att kontrollera om sättningarna är acceptabla.

12.3 Källkritik

Källorna i rapporten har i syfte att stärka teorin och beräkningarna. I detta avsnitt kommer valet av källor samt deras validitet och objektivitet att diskuteras. Först kommer de källor som har använts för teorin diskuteras och sedan kommer de källor som har använts till den preliminära dimensioneringen att diskuteras.

12.3.1 Källkritik för litteraturstudien

En stor del av teorin som finns återgivet i rapporten är hämtad från Trafikverket. Trafikverket är ett statligt verk som ansvarar för en långsiktig planering av transportsystemet för alla trafikslag i Sverige. De ansvarar även för projektering, drift och underhåll av statliga vägar och järnvägar. Då Trafikverket ansvarar för uppförandet av statligt ägda broar i Sverige anses de dokument som de utger ha en hög validitet vilket gör dokumenten relevanta i projektet. Dock kan källan anses vara ensidig då den endast ger Trafikverkets syn om brobyggnad.

Kraven och förutsättningarna för projektet var givna i Trafikverkets tekniska beskrivning, se Bilaga 1, och i förslagsskisserna utförda av COWI AB, se Bilaga 2. Om ytterligare utredningarna hade genomförts på platsen för bron skulle den information som finns återgiven i Bilaga 1 säkerställts. Det ligger dock i Trafikverkets intresse att uppföra en så bra bro som möjligt och källan anses därav vara god.

Ett flertal av källorna som har använts i rapporten är utgivna i början av 2000-talet eller slutet av 1990-talet. Dessa källor kan därav innehålla lösningar och beskrivningar av broar som inte längre är aktuella. Användning av dessa källor tillämpades endast när mer aktuella källor inte funnits.

Muntliga källor genom föreläsningar inom ämnet brobyggnad och möte med handledare har också använts i stor utsträckning. Föreläsarna och handledarna är personer med stor kunskap och lång erfarenhet inom brobyggnad och därav anses deras kunskap ha god validitet. Dock kan deras åsikter vara subjektiva.

12.3.2 Källkritik för beräkningskällor

Beräkningarna har utgått från Eurokod, Svensk Standard samt Al-Emrani et al. kompendium om bärande konstruktioner Del 1 och Del 2.

Svensk Standard och Eurokod är standarder som används för konstruktioner i Sverige och därför anses källan ha hög trovärdighet. Bärande konstruktion Del 1 och Del 2 är akademisk litteratur som används för undervisning om konstruktioners uppträdande och funktion. Metoderna för beräkningar i kompendierna kan därav vara förenklade. Kompendierna anses trots detta ha god trovärdighet eftersom beräkningarna i rapporten är gjorda i en preliminär dimensionering vars syfte är att få en övergripande bild av brons funktion.

13 Slutsats

Projektets syfte var att projektera delar av en bro på väg 27 över ån Viskan. Ett brokoncept som på bästa möjliga sätt uppfyller de förutsättningar och krav ställda av Trafikverket skulle tas fram. Ett tydligt krav från Trafikverket var att en given tillgänglig konstruktionshöjd ej fick överskridas, vilket var ett krav som begränsade valmöjligheterna bland olika brokoncept. För att komma fram till ett brokoncept som uppfyllde kraven genomfördes en utvärdering med utvalda kriterier. Det brokoncept som valdes var en bågbro med dragband, tvärgående tvärbalkar och 24 stycken hängstag.

Det valda brokonceptet har också preliminärdimensionerats för att påvisa att det valda konceptet är hållbart och genomförbart. Ett flertal kontroller på brons hållfasthet har genomförts där allt utom dimensioneringen av landfästena resulterade i rimliga dimensioner för att klara av belastningarna. Dock klarade sig inte svetsarna i anslutningen mellan tvärbalkarna och dragbanden, på grund av det användes en balksko som möjlig anslutning. Denna anslutning kan komma att påverka den tillgängliga konstruktionshöjden.

Bågbron Bowie är efter den preliminära dimensioneringen ett möjligt koncept för att uppnå beställarens krav och med ytterligare utredning skulle bron kunna användas som en naturlig passage över Viskan.

Referenser

- Ahlberg, S., & Spade, B. (2001). *Våra broar - en kulturskatt*. Borlänge: Vägverket.
- Al-Emrani, M., Engström, B., Johansson, M., & Johansson, P. (2011). *Bärande konstruktioner - Del 2*. Göteborg, Sverige: Institutionen för Bygg- och miljöteknik, Avdelningen för konstruktionsteknik, Chalmers Tekniska Högskola.
- Al-Emrani, M., Engström, B., Johansson, M., & Johansson, P. (2013). *Bärande konstruktioner - Del 1*. Göteborg, Sverige: Institutionen för Bygg- och miljöteknik, Avdelningen för konstruktionsteknik, Chalmers tekniska högskola.
- Borås Stad. (2015). *Om Borås*. Hämtat från <http://www.boras.se/forvaltningar/stadskansliet/stadskansliet/omboras/omboras.4.7243a9a4125d5ad4db1800032222.html> den 12 02 2016
- Borås Stad. (2016). *Näringsliv*. Hämtat från <http://www.boras.se/forvaltningar/stadskansliet/stadskansliet/naringsliv/naringsliv.4.203b1d126bce03a2d80006776.html> den 12 februari 2016
- Burström, P.-G. (2006). *Byggnadsmaterial - Uppbyggnad, tillverkning och egenskaper*. Lund: Studentlitteratur AB.
- Chen, W.-F., & Duan, L. (2000). *BRIDGE ENGINEERING HANDBOOK*. Boca Raton: CRC Press LLC.
- Hirt, M. A., & Lebet, J.-P. (2013). *Steel Bridges - Conceptual and Structural Design of Steel and Steel-Concrete Composite Bridges*. Lausanne: EPFL Press.
- John REID & Sons Ltd. (den 26 februari 2016). *REIDsteel*. Hämtat från Bridge Construction Techniques - Stayed Bridge: <http://www.steel-bridges.com/tech-stayed-bridge.html> den 26 februari 2016
- Reuterswärd, P. (2010). *Optimal skötsel av stålbroar*. Stockholm: Swerea KIMAB.
- Skanska. (den 10 05 2016). *Övergångskonstruktioner och broalager*. Hämtat från Skanska: [www.skanska.se/Global/Bygg och anläggning/Dokument/Spannarmering/Brolager_web1.pdf](http://www.skanska.se/Global/Bygg%20och%20anlaggning/Dokument/Spannarmering/Brolager_web1.pdf)
- SS 137010. (den 22 03 2002). *Betongkonstruktioner - Täckande betongskikt*. Stockholm. Hämtat från <https://enav.sis.se/sv/Standard/?std=STD-32271>
- SS-EN 1990. (den 28 06 2002). *Eurokod - Grundläggande dimensioneringsregler för bärverk*. Stockholm. Hämtat från <https://enav.sis.se/sv/Standard/?std=STD-32603>
- SS-EN 1991-1-1. (den 28 06 2002). *Eurokod 1: Laster på bärverk - Del 1-1: Allmänna laster - Tunghet, egentynad, nyttig last för byggnader*. Stockholm. Hämtat från <https://enav.sis.se/sv/Standard/?std=STD-32604>
- SS-EN 1991-1-5. (den 28 11 2003). *Eurokod 1: Laster på bärande konstruktioner - Del 1-5: Allmänna laster - Temperaturpåverkan*. Stockholm. Hämtat från <https://enav.sis.se/sv/Standard/?std=STD-34888>

- SS-EN 1991-2. (den 17 10 2003). *Eurokod 1: Laster på bärverk –Del 2: Trafiklast på broar*. Stockholm. Hämtat från <https://enav.sis.se/sv/Standard/?std=STD-73394>
- SS-EN 1992-1-1. (den 21 12 2014). *Eurokod 2: Dimensionering av betongkonstruktioner - Del 1-1: Allmänna regler och regler för byggnader*. Stockholm. Hämtat från <https://enav.sis.se/sv/Standard/?std=STD-8018441>
- SS-EN 1993-1-1. (den 20 04 2009). *Eurokod 3: Dimensionering av stålkonstruktioner - Del 1-1: Allmänna regler och regler för byggnader*. Stockholm. Hämtat från <https://enav.sis.se/sv/Standard/?std=STD-8013745>
- SS-EN 1994-2. (den 21 10 2005). *Eurokod 4 - Dimensionering av samverkanskonstruktioner i stål och betong - Del 2: Broar*. Stockholm. Hämtat från <https://enav.sis.se/sv/Standard/?std=STD-68884>
- Svenskt Trä. (2003a). *Hållfasthet*. Hämtat från <http://www.traguiden.se/om-tra/materialet-tra/traets-egenskaper/mechaniska-egenskaper1/hallfasthet/?previousState=101000> den 11 februari 2016
- Svenskt Trä. (2003b). *Inspektion och underhåll*. Hämtat från Inspektion och underhåll den 18 februari 2016
- Trafikverket. (den 04 08 2015). *Vem gör vad av myndigheterna*. Hämtat från Trafikverket: <http://www.trafikverket.se/om-oss/var-verksamhet/trafikverkets-uppdrag/vem-gor-vad-av-myndigheterna/>
- Trafikverket. (2008a). *Kodförtäckning och beskrivning av Brotyper*. Hämtat från BaTMan - Bro och Tunnel management: https://batman.vv.se/batinfo/Batman/BiblioteketPDF/01_dokument%20batman/kodfoerteckning%20och%20beskrivning%20av%20brotyper.pdf den 23 februari 2016
- Trafikverket. (den 10 november 2010a). *Miljö och Hälsa*. Hämtat från Trafikverket: <http://www.trafikverket.se/om-oss/var-verksamhet/sa-har-jobbar-vi-med/Miljo-och-halsa/> den 3 mars 2016
- Trafikverket. (2010b). *Verksamhetens krav - Inspektion*. Hämtat från BaTMan - Bridge and tunnel management: https://batman.vv.se/batInfo/handbok31/00VK_Inspektion.htm#Fortlopande%20den%2017%2002%202015
- Trafikverket. (2011). *TVRK Bro II*. Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket. (den 2 januari 2012). *Drift och underhåll av broar och tunnlar [Videofil]*. Hämtat från https://www.youtube.com/watch?v=XmGSLWD65nc&list=UUuqNJEScCHb5T3pdi5HdQlA&index=2&feature=plpp_video den 3 mars 2016
- Trafikverket. (2014a). *Om projektet - Väg 27, delen Viared-Kråkered*. Hämtat från <http://www.trafikverket.se/nara-dig/vastra-gotaland/projekt-i-vastra-gotalands-lan/ny-vag-mellan-viared-och-krakered-/om-projektet---vag-27-delen-viared-krakered/> den 9 februari 2016
- Trafikverket. (den 3 mars 2016). *Genomförande - Huvudinspektion av Huvud- och övrigt bärverk*. Hämtat från BaTMan - Bro och tunnel management: <https://batmanhandbok.trafikverket.se/forvaltning/forvaltningsaktiviteter/inspe>

ktion/genomforande/huvudinspektion/huvud--och-ovrigt-barverk/ den 3 mars 2016

Vägverket. (1996a). *Broprojektering - En handbok*. Avdelning för bro och tunnel. Borlänge: Enheten för statlig väghållning.

Bildkällor

Trafikverket. (2008b). *Kodförtekning och beskrivning av Brotyper* [Bild]. Hämtad från https://batman.vv.se/batinfo/Batman/BiblioteketPDF/01_dokument%20batman/kodfoerteckning%20och%20beskrivning%20av%20brotyper.pdf

Trafikverket. (2014b). *Om projektet - Väg 27, delen Viared-Kråkered* [Bild]. Hämtad från http://www.trafikverket.se/contentassets/472a8d355f814527a1623e7e498246ef/vaglinjen_090319.jpg

Vägverket. (1996b). *Broprojektering – En handbok* [Bild]. Avdelning för bro och tunnel. Borlänge: Enheten för statlig väghållning.

Bilaga 1

Trafikverkets tekniska beskrivning

Innehåll:

Trafikverkets tekniska beskrivning för den nya utsträckningen av Väg 27 mellan Viared och Kråkered.

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/ Vägbom	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/ Vägmarke	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. Ytterslänt/ 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 trafikanordning	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 / "Grodbacken" _____	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/ Belysningssystem _____	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. Räck/ Vägeräck" där texten Vägeräck är typens benämning. Varje enkelt snedstreck anger en underordnad nivå av rubrik "DF2. Räck/ Vägeräck" är således underordnad rubrik till "DF2. Räck". Dessutom gäller att typ på överordnad nivå är överordnad typ på underordnad nivå. Exempelvis är "DF2. Räck/ Vägeräck" överordnad "DF21. Sidoräck/ Vägeräck".

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 dubbel 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	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
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	Väggklass II Bärighets- klass A	30		0-24	VV publikation 2001:9			
Enskild väg vid sektion km 1/000 EnV_361	Väggklass II Bärighets- klass A	30		0-24	VV publikation 2001:9			
Enskild väg ca vid sektion km 1/480 EnV_362	Väggklass II Bärighets- klass A	30		0-24	VV publikation 2001:9			
Enskild väg vid sektion km 1/480-	Väggklass 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	Väggklass II Bärighets- klass A	30		0-24	VV publikation 2001:9			
Enskild väg ca vid sektion km 3/120- 3/220 EnV_365	Väggklass II Bärighets- klass A	30		0-24	VV publikation 2001:9			
Enskild väg ca vid sektion km 3/700- 4/000 EnV_366	Väggklass II Bärighets- klass A	30		0-24	VV publikation 2001:9			
Enskild väg ca vid sektion km 2/500- 2/800 EnV_367	Väggklass II Bärighets- klass A	30		0-24	VV publikation 2001:9			
Enskild väg ca vid sektion km 4/550- 4/620 och km 4/750-4/930 EnV_369	Väggklass II Bärighets- klass A	30		0-24	VV publikation 2001:9			
Enskild väg ca vid sektion km 5/450- 5/560 EnV_368	Väggklass II Bärighets- klass A	30		0-24	VV publikation 2001:9			
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	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
Skogsbilväg ca vid sektion 1/700 (vändplan till befintlig enskild väg)	Vägklass IV, tillgängli- hetsklass B							
Skogsbilväg ca vid sektion 2/600 (vändplan till befintlig enskild väg)	Vägklass IV, tillgängli- hetsklass B							
Skogsbilväg ca vid sektion 2/750 (vändplan till befintlig Väg 1640)	Vägklass IV, tillgängli- hetsklass B							
Skogsbilväg ca vid sektion 5/600 Km 0/000-0/120	Vägklass IV, tillgängli- hetsklass B							

ÅDT= Årsmedeldygnstrafik

ÅDT_k= Årsmedeldygnstrafik per körfält

B-faktorn beskriver hur många standardaxlar som varje tungt fordon representerar. Standardaxel definie-
ras 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 kontrakts- 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_36 Viared

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>Sprick-grupp</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 topografen, 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 berghällskareringen noterades svag gnejsighet. Ådringen/mineralorienteringen stupar måttligt mot östnordöst, $345^{\circ} / 35^{\circ}$. Foliation i kärna KBH 1 är flack ($10-20^{\circ}$). Observerade sprickor stupar mot östnordöst och sydöst ($350^{\circ} / 20-40^{\circ}$ resp. $45^{\circ} / 20^{\circ}$), 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 ($145^{\circ} / 75^{\circ}$).

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 ($325^{\circ} / 35^{\circ}$). Sprickor har ej kunnat mätas på den lilla hållblottningen, 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 berghällskareringen bekräftas i kärnkarteringen. I KBH 2 förekommer ett större amfibolitinslag vid kärnlängd c:a 3-4 m. Foliationen stupar mot öst till nordnordöst ($0 / 20^{\circ}$ till $325^{\circ} / 20^{\circ}$). Detta bekräftas i kärnkarteringen. Dalen som bäcken rinner genom stryker i nordnordöst-sydsydväst, parallellt med vertikala sprickor som stryker i $30-40^{\circ} / 90^{\circ}$. 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 ($70^{\circ} / 60-80^{\circ}$ resp. $325^{\circ} / 30^{\circ}$ resp. $145^{\circ} / 50^{\circ}$). 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 ($315-335^{\circ} / 20-30^{\circ}$). Sprickor är flacka eller parallella med foliationen, samt vertikala med öst-västlig och nord-sydlig strykning ($90^{\circ} / 90^{\circ}$ resp. $0 - 20^{\circ} / 90^{\circ}$). Det förekommer även vertikala nordväst-sydöstliga sprickor ($315^{\circ} / 90^{\circ}$). 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 höjdparti.

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 ($0-30^\circ / 20-25^\circ$). Sprickor är flacka eller parallella med foliationen eller öst-västliga med brant-vertikal lutning mot norr ($270-300^\circ / 60-90^\circ$). Det förekommer också nordöst-sydvästliga vertikala sprickor samt sprickor stupande mot väst ($190^\circ / 60^\circ$).

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 ($310-0^\circ / 10-20^\circ$). Sprickor är nordöst-sydvästliga med brant-vertikal stupning mot nordväst ($220-230^\circ / 70-90^\circ$). 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 mättas men i närliggande hållar stupar den c:a 15° mot öst. Sprickor har stupning mot nordnordväst ($250^\circ / 65^\circ$). 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 ($315^\circ / 30^\circ$). 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 ($270^\circ / 20^\circ$ till $300^\circ / 20-40^\circ$). 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-sydväst 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 berghällskarteringen 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 berghällskarteringen 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 sydväst ($130^\circ / 70^\circ$) 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 östsydväst ($290^\circ / 20-30^\circ$ resp. $20-40^\circ / 15-35^\circ$). Sprickor är parallella med foliationen, d.v.s. stupar mot norr och östsydväst. 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 höjddparti 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 broläge 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 broläge 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 broläge 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

Viaredsvägen (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 gytta, i huvudsak i lågmarkspartierna.

Den uppmätta vattenkvoten varierar mellan 129 och 860 % i torven och mellan 29 och 60 % i gytta. 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 förhållningsgrad 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 gytjtjan. 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 gytjtig 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 gytjtja som vilar på ca 1 m sand. Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 115 och 759 % i torven och gytjtjan 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 gytjtja förekommer omväxlande med silt och siltig lera. Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 73 och 1378 % i torven och gytjtjan 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_36 Viared

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 dygig 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 dygiga 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 botten sedimentet 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 gytjiga 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 allvarligare 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 (ON071020).

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 (ON071020)	Befintlig trädvegetation med högt naturvärde eller gestaltningsvärde - beskrivning:
N 6397453, E 60688	4	Torraka i arbetsområdets gräns.
N 6397395, E 60520	5	Lokal med revlummer, 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 (ON071020). 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 avvattning 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. Hagabäcks 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 "Grodbacken" (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 "Grodbacken" som rinner österut mot Viskan. Tränningstorpasjön avvattnas i huvudsak mot öster. Smågölarna 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 Skrämbosjön 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 borrhäls 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 Kulturmärken 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 isälvmaterial, bevuxen med lövskog, fortsätter på hedmarkerna öster om Väg 41. Klass 4, vissa naturvärden.

Omr. 7a. Våtmarker och översvåmningsmarker 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 insekts-fauna. 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, viloplatser, 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 promena-

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/ Vägboom

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.

Vägboom på befintlig enskild väg i anslutning till Osdalsbron på Viskans östra sida, se bild (C2).1., flyttas.

Teknisk lösning

Befintlig vägboom, 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. Fältnässigt 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 rivas, 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 kontakttråd 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/ Belysningssystem

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:
 - Km 0/000 (Väg 27): Dim Ø1200 mm, mtrl okänt. Belägen under Väg 40.
 - 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:
 - Km 0/950: Dim Ø300 mm, mtrl okänt. Belägen väster om Väg 27 under befintlig väg.
 - Km 1/850: Dim Ø400 mm, mtrl okänt. Belägen söder om Väg 27 under befintlig EnV_363.
 - Km 2/200: Dim Ø400 mm, mtrl okänt. Belägen öster om Väg 27.
 - Km 2/620: Dim Ø600 mm, mtrl okänt. Belägen norr om Väg 27 under befintlig väg.
 - Km 2/680: Dim okänd, mtrl okänt. Belägen norr om Väg 27 under stig.
 - Km 2/810: Dim Ø300 mm, mtrl okänt. Belägen söder om Väg 27 under befintlig väg 1640.
 - Km 3/325: Dim Ø500 mm, betong. Belägen söder om Väg 27 i Gässlösabäcken.
 - Km 3/350: Dim Ø500 mm, betong. Belägen söder om Väg 27 i Gässlösabäcken.
 - Km 3/350: Dim Ø600 mm, betong. Belägen söder om Väg 27 i Gässlösabäcken.
 - Km 3/685: Dim okänd, mtrl okänt
 - Km 3/700: Dim Ø600 mm, betong. Belägen under Lv_34 (Gässlösavägen) vid sektion ca km 0/248.
 - 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 byggttrafik 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 återkomstid, 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 skyddsrör
 - 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: Dim Ø600 mm (innerdiameter), dagvattenledning av BTG
 - o Km 0/152: Dim Ø300 mm (innerdiameter), spillvattenledning av BTG
 - o Km 0/152: Dim Ø 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 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.

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:
 - Km 0/023: 2 st 0.4 kV-kablar, 2 st belysningskablar
 - Km 0/110: 1 st 0.4 kV-kablar, 1 st belysningskablar
 - Km 0/141: 4 st 10 kV-kablar, 4 st signalkablar, 1 st belysningskabel
 - Km 0/247: HSP luftledning 130 kV
Borås Elnät planerar att markförlägga ledningen efter färdrigställandet av Väg 27
 - Km 0/256: HSP luftledning 130 kV
Borås Elnät planerar att markförlägga ledningen efter färdrigställandet av Väg 27
 - Km 2/621: HSP 10 kV, 1 st tomrör SRN 160
 - Km 2/793: HSP luftledning (Ej i drift)
 - Km 3/827 – 3/860: HSP 10 kV
 - Km 2/895 – 3/910: HSP luftledning (Ej i drift)
 - Km 3/942: HSP 10 kV
- Enskildväg 36Viared:
 - Km 0/096: HSP luftledning 130 kV.
 - Km 0/107: HSP luftledning 130 kV.
 - Km 0/222: 4 st signalkablar, 1 st belysning, 2 st 0.4 kV kablar.
- Gc_371:
 - 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 trafiklaster samt byggtrafik 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:
 - Km 0/102: Teleledning: Två kopparkablar är i trafik (accessnät/3062 för accessnät) och två kopparkablar 3063, 6064 är ur trafik (transportnät).
 - Km 0/134: Tre optokablar 3091, 31048, 11044 (transportnät).
 - Km 0/137: Optokabel (Splitvision Borås).
 - Km 2/576: Luftledning tele: Accessnät.
 - Km 2/622: Optokabel (Splitvision Borås).
 - Km 2/858: Optokabel 3266 (transportnät).
 - Km 2/999: Teleledning: Kopparkabel 3024 ur trafik (transportnät) dock i trafik mellan B/Cm och ridhuset (accessnät).
 - Km 3/115: Optokabel (Splitvision Borås).
 - Km 3/635: Teleledning: Kopparkabel (accessnät) / kopplingspåle.
 - Km 3/640: Teleledning: Kopparkabel 3023 (accessnät) B/Cm-Brandövningsplatsen.
 - Km 4/190: Teleledning: Fyra kopparkablar 3024, 3062, 3063, 3064 är ur trafik (transportnät).
- EnV_36Viared:
 - Km 0/225: Tre optokablar 3091, 31048, 11044 (transportnät).
 - Km 0/225: Optokabel (Splitvision Borås).
- Lv_31:
 - Km 0/150: Tre optokablar 3091, 31048, 11044 (transportnät).
 - 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 byggtrafik 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 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/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 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 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. Ledningsägar 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, vägmärken rivs i anslutningen cirkulationen Viaredsmotet.
Anslutning Kyrkbackavägen- Viaredsvägen vägmärken, vägvisning rivs.
Viaredsvägen vid Företagsgatan vägmärken och vägvisning rivs.
Väg 27 anslutning Kråkeredsmotet vägvisning rivs.

Teknisk lösning

Befintliga vägmärken 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, anslutningavägar 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, vägavsnitt	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 vandringsled	Planskiss 0 00 T 02 01
Cykel- och vand- ringsled ca vid sek- tion km 4/000-4/450 Gc_375		4	Cykel- och vandringsled	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 ”väglandskap”, 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 avvikelse 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. Avvikelser får ej medföra ”oskön linjeföring” genom olämplig kombination av geometriska element, se VGU Arbetsmetodik ”Val av linjeföring”.

Avvikelser 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 grupptillhörighet 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 kantremisor 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 vänstersvängande 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 - väg- rum, 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 trafiksä- kert 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.

Resultaterande 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 grupptillhörighet 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.

Väghöjd 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 grupptillhörighet 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 lösningCykel- 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 ojämnhet 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**Jämnhet i längdled mätt med mätbil

I tabell (DB1).3 framgår gällande kravnivåer för vägbanans jämnhet i längdled mätt med mätbil.

Tabell (DB1).3. Krav avseende jämnhet i längdled vid otjälade förhållande mätt med mätbil.

Väg	Jämnhetskrav för 20m-sträckor		Jämnhetskrav för 400m-sträckor	
	Vid trafiköppning	Under garanti-tiden	Vid trafiköppning	Under garanti-tiden
Väg 27	IRI $\leq 1,50$ för 95 % av sträckorna	IRI max=2,30 för 90 % av sträckorna IRI tillväxt $\leq 0,08$ 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 $\leq 2,0$ för 95% av sträckorna	IRI max = 3,0 för 90 % av sträckorna IRI tillväxt $\leq 0,1$ 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 $\leq 1,80$ För 95 % av sträckorna	IRI max=3,20 För 90 % av sträckorna IRI tillväxt $\leq 0,14$ 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 $: ≤ 3 $ C $: ≤ 4 $ A-C $ o $ B-C $: ≤ 4
VR 70 km/h VR 80 km/h	$ A $ o $ B $: ≤ 2 $ C $: ≤ 4 $ A-C $ o $ B-C $: ≤ 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.

Beläggningens 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

Väggkonstruktionen ska vara utformad och utförd enligt TRVMB 301. PMS Objekt är jämförbart 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.

Tjälspäckor 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 väggkonstruktion ska ske genom föreskriven provning och besiktning av väggbanan inför trafiköppning/slutbesiktning och under garantitiden.

Kontrollen är avsedd att verifiera krav på väggkonstruktionens funktioner samt att kraven på de olika lagrens tekniska livslängder kommer att uppnås.

Provning och besiktning av väggbanan 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 Måttillfällen.

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 måttillfälle 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 nr1) 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 $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x \text{ över 400 m.}$
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 %) Medelvärde 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 $\frac{1}{2}$, 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 iakttas 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 beläggningssläpp 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 avvikelse 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 avvikelse 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 profilinjenivå 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 ”konturhåll” 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 ”väglandskap”.

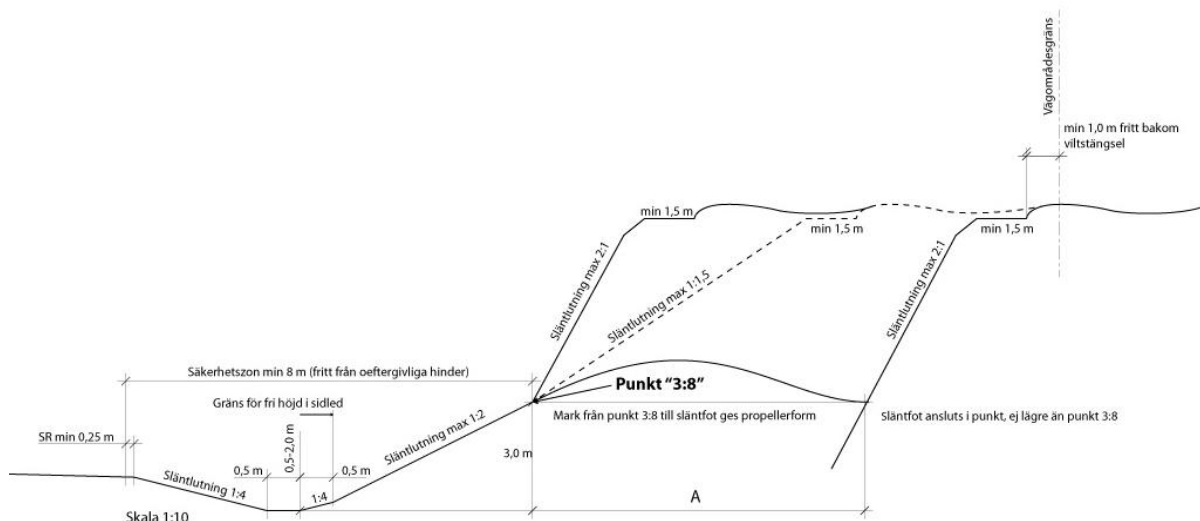


Figur (DB31c).1 Illustration av ambitionen med "naturliknande" bergskärningar, exemplifierat med passage längs Väg E6 i Småröd, söder om Munkedal. Här har en anpassning till och ett arbete med bergets naturliga foliering och sprickor gjort det möjligt att skapa en skärning som berikar vägrummet visuellt, 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 vägkant och 3 m över dikesbotten, se punkt ”3:8” i figur (DB31c).2.

Bergslänt ska oberoende av släntlutning bergrensas och spolas 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 släntrösk ska utföras till bergytan och minst 1,5 m utanför slutligt släntrösk. Vid blockutfall i släntrösk ska jordavrymningen anpassas så att det är 1,5 m avrymt utanför rösket.

För passagerna 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 slänthot och projekterat slänthörn 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 bergslanter 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

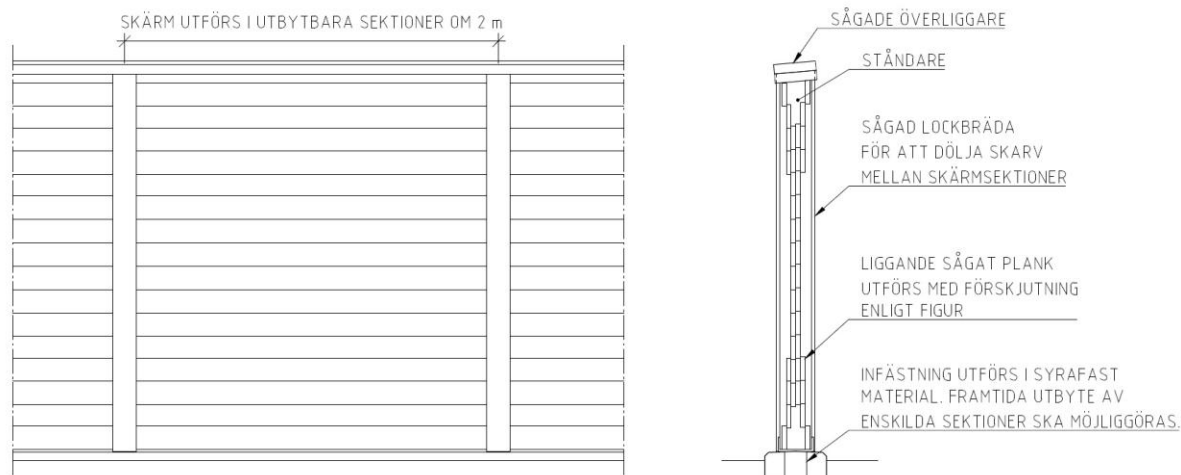
Vid Pickesjön ska en bullerskyddsvall med krönhöjd minst 2 m ovan vägbanans profilhöjd uppföras som första arbetsmoment så snart en byggväg finns i väglinjen på delsträcka ca km 1/150 – 1/270. Denna vall ska vara utformad med brant lutning mot bullerkällan (1:2). Vallen vid Pickesjön ska utformas med 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

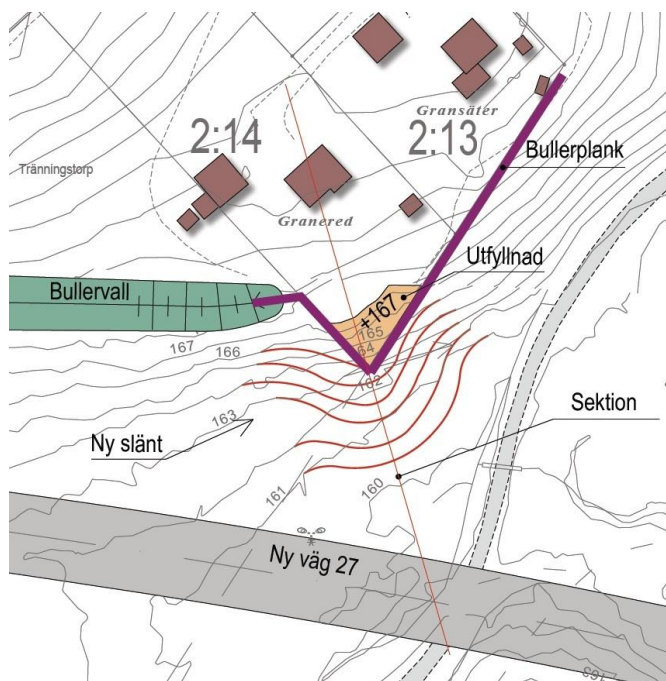
Bullerskyddsåtgärden ska vara minst 2 m över projekterad eller befintlig marknivå.

Bullerskyddsskärmar ska utformas enligt Figur (DB32).1. Skärmar ska vara av sågat virke, impregnerat i lägst träskyddsklass AB.

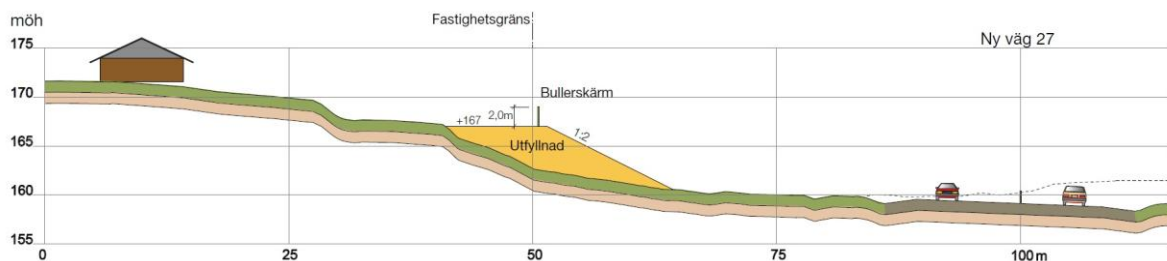


Figur (DB32).1. Utformning av bullerskärm, elevation och sektion

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 slåtter 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.

Gräsådd får ej utföras i detta område. Gräs förutsätts självetera.

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 formstag 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 skyddsinplankning 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 vägsälant.

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 avvattnas via ytavlopp i GC-bana.

Teknisk lösning

Ytavlopssystem ska anordnas enligt Typritning 2 42 K 20 01.

Ytavlopp ska utföras enligt VV ritning nr 584:6S-k rev A, alt 2. Hela ytavlopssystemet (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. Ytavlopssystem i bro// Bro 15-1783-1**Teknisk lösning**

Ytavlopssystem ska anordnas enligt Förslagsskiss 2 43 K 20 01.

Ytavlopp ska utföras enligt VV ritning nr 584:6S-k rev A, alt 2. Hela ytavlopssystemet (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. Ytavlopssystem i bro// Bro 15-1786-1**Funktion**

Största tillåtna avstånd mellan ytavloppen ska vara 20 m.

Teknisk lösning

Ytavlopssystem ska anordnas enligt Typritning 4 41 K 20 01.

Ytavlopp ska utföras enligt VV ritning nr 584:6S-k rev A, alt 2. Hela ytavlopssystemet (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 försees med loddubbar enligt AMA DEP.1832.

DC38. Diverse kompletteringar i vägbro/ Skyddstak för järnväg// Bro 15-1782-1**Teknisk lösning**

Bro över järnväg ska försees 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 vägs slänter.

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 vägs slänter. 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 brons 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 brons 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 brons 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 brons 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 erosionskydd 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.

Riktningsavvikelse, 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 innerdiameter 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 riktningsavvikelse 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

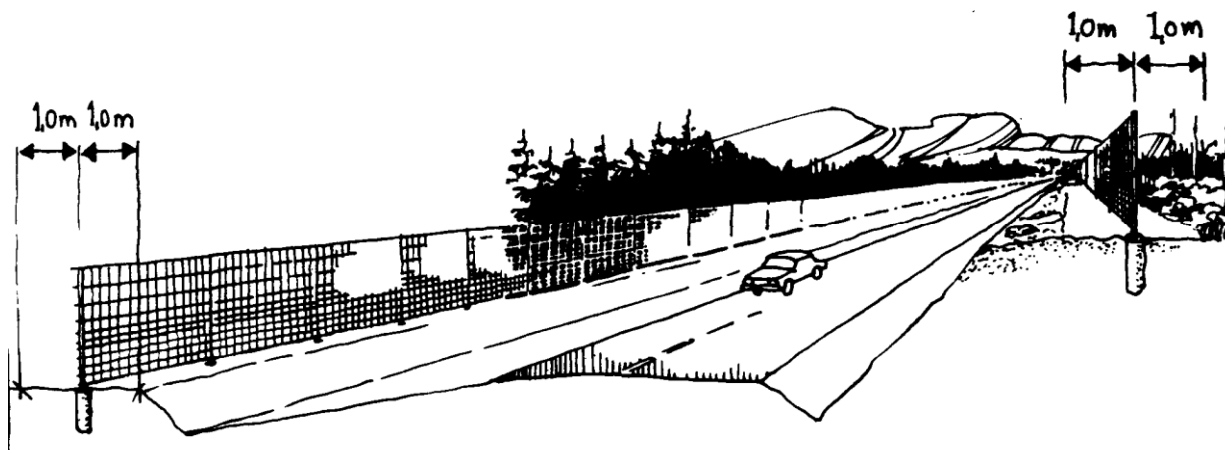
Faunastängsel ska ha en beständighet motsvarande 20 års dimensionerande teknisk livslängd.

Placeringen av faunastängsel ska ske så långt från vägkant 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 faunastängsel 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 försees med dubbelgrind bredd 4,35 m. Grinden sätts 12 m från körbanekant. Skogsbilväg som ansluter till Väg 41 vid ca sektion 5/600 försees 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 undergjas. 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 skyddsnät.

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 skyddsnät.

DF2. Räcke/ Vägeräcke

Funktion

Vägeräcke 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.

Räckesständer 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 anläggningsytor vid montaget smörjas med för ändamålet lämpligt medel med hög beständighet

Utstickande detaljer som t.ex. krokar 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 ytterslätten 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 bankslätt ska navföljarförankringen placeras minst ca 6,0 m utanför vägbankanten.

Sidoräckes navföljare ska läggas 0,05 m från belägningskant 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. Skaderisk-klassen 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 belägningsåtgärd.

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 vägatabankens 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/ Vagräcke/ Räckesförankring

Funktion

En räckesförankring ska utan deformationer kunna ta upp såväl krafter som uppkommer vid påkörning av räcket som långtidslast orsakad av uppspänningskrafter.

Teknisk lösning

Varje räckesdel ska förankras enligt leverantörens instruktioner.

DF25. Räckeskomplettering/ Vagräcke/ Räckesförankring i mark

Funktion

Förankring av vagräcke i vagräckesände enligt SS-ENV 1317-4 godtas om kapacitetsklassbestämmande krockprov för räcket har gjorts med den aktuella vagräckesänden.

Krockdämpare godtas som förankring av icke förspänt vagräcke 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 riktningsändring samt vid öppningsbar övergång.

DF25. Räckeskomplettering/ Vagräcke/ 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 räcketreflexer 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 trafiksida 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 Vägmärkesförordningen, 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 $k = 1$.
- längsgående markering i vått och torrt ska ske med mätbil s.k. ecodyn, metodbeskrivning för mobil mätning, bilaga VV publikation 2009:22 Kontrollmätning av längsgående 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 skylttriting upprättas, 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:

- Vägmärkesföreskriften, 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.

Schild med tillhörande infästningar ska uppfylla krav på bärförmåga, stadga och beständighet under de förutsättningar som råder på platsen varvid egentyngh, vindlast och last av plogsnö särskilt ska beaktas.

Formfaktorer för Schildar till markplacerade vägmärken med största breddmått 1,6 m kan sättas till 1,2.

För övriga Schildar, exempelvis större lokaliseringsmärken och portalplacerade Schildar, 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 vägbankant och plogningshastigheten, se tabell (DG2.).1.

Tabell (DG2).1 Vägmärken, last av plogsnö.

Avstånd mellan vägbankens 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 slagseghetsprovningen 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 avvikelse 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 egentygnd, 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. Belysningssystem

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 36 Viared
- 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 fabrikstillverkat 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 belysningsystem
- 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.

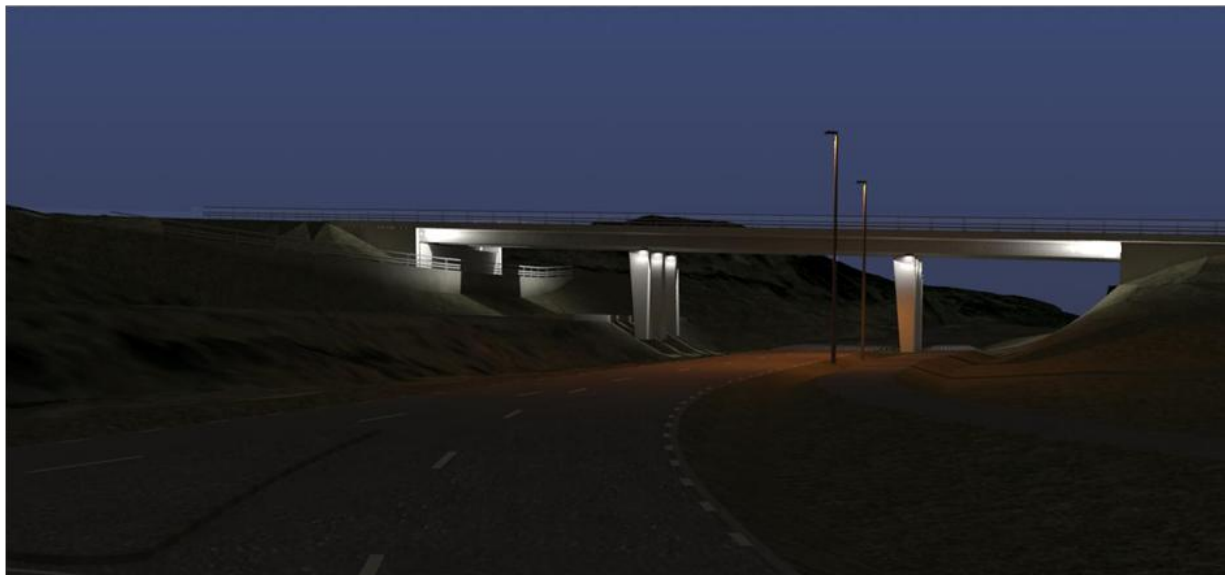
Om armatur saknar anslutning för skyddsledare ska den isoleras med toppklämma.

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 räcken 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 36 Viared, 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. Styrsystem 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 utlösning villkor 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.

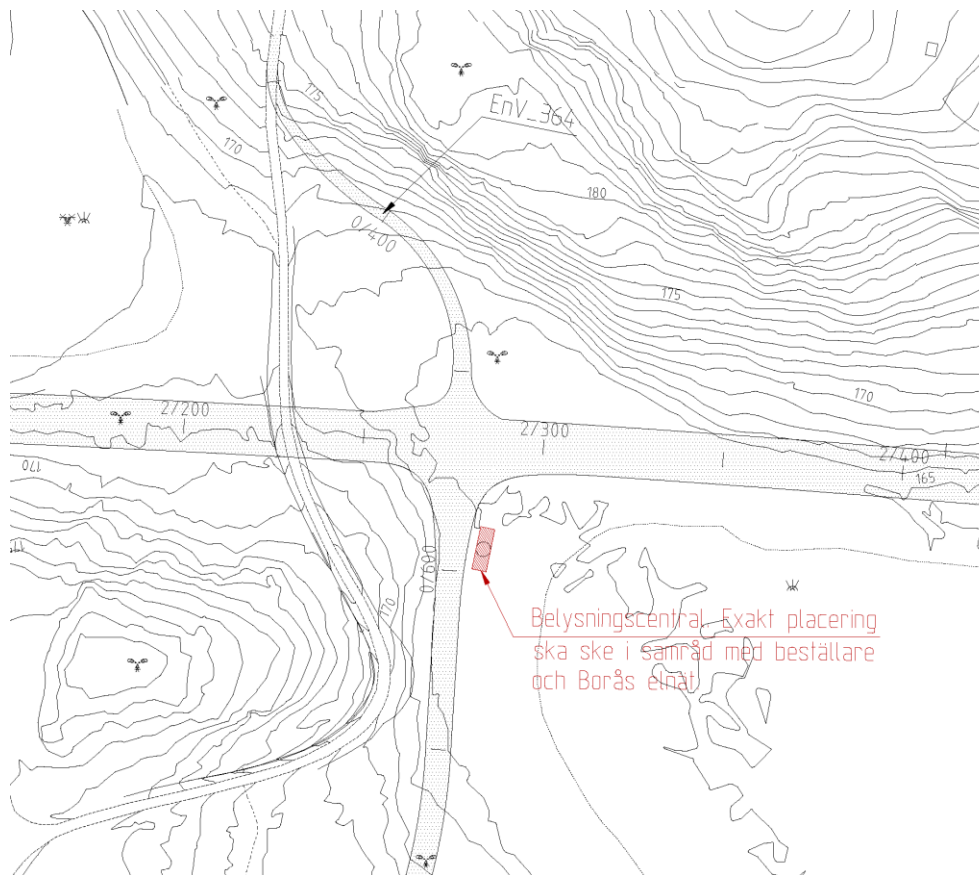
DK. Elsystem och telesystem/ Centralutrustning

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).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 flerskiktsplast 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

Kabelskyddsrör ska uppfylla kraven enligt SS 424 14 37.

Halogenfria kabelskyddsrör 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 rörmynningar får lågpunkter inte finnas.

Vid korsning under belagd yta ska kabelskyddsrör avslutas minst 0,5 m utanför vägbankant i innerslänkt.

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. Provdragningen 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 / "Grodbacken"

Omfattning

Som kompensationsåtgärd ska "Grodbacken" 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 skyddsrör med brunn på respektive sida om vägen. Skyddsröret 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 riktningsavvikelse 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 skyddsrör, SRN 160. För schakt, förläggning och återfyllnad krävs BB3-behörighet.

Vid omläggning av elledningar tillhörande Borås Elnät levererar Borås Elnät skyddsrör, 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 ledningsägars 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 Fjärrvärmes "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 skyddsrör 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 skyddsrör för ledningsgatan under Väg 27.

Skyddsrörens dimension ska vara följande:

- 2 st. DN 1800 mm (skyddsrör för tryckavloppsledningar)
- 1 st. DN 500 mm (skyddsrör för vattenledning)
- 2 st. DN 1200 mm (skyddsrör för fjärrvärmeledningar)
- 3 st. DN 160 mm (skyddsrör för elkablar)
- 3 st. DN110 mm (skyddsrör för telekablar)

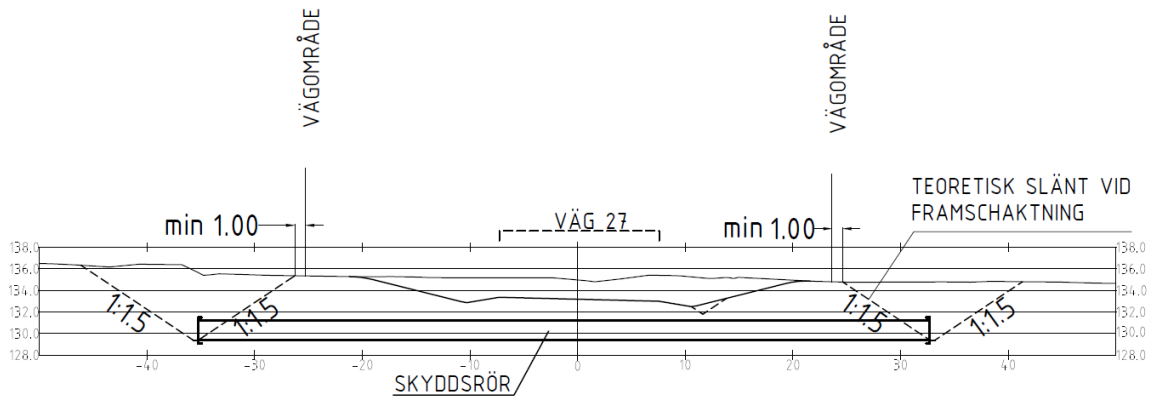
Se även förslagsskiss, bilaga 10 (0C075910)

Funktion

Skyddsrören ska förläggas enligt förslagsskiss, bilaga10 (0C075910). Centrumlinje för skyddsrören 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 skydsrörs ändar och vägområdesgränsen.

Skyddsrörens ändar ska försees med täta proppar.

Skyddsroren ska förläggas med minst 0,6 m täckning mellan hjässa och färdig mark.

Skyddsrören ska vara täta.

Riktningsavvikelse, deformation och nivå ska uppfylla krav enligt toleransklass A, Svenskt Vatten P91.

Skyddsrören för tryckspilvattenledningarna, 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.

Skyddsrör för el- och telekablar ska dimensioneras enligt gällande EBR.

Skyddsrör 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.

Styvhet för plaströr ska vara av styvhetsklass minst SN8. Plaströr ska vara certifierade av SWEDAC eller likvärdigt ackrediteringsorgan

Kontroll

Kontroll av täthet, deformation och riktningsavvikelse 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 varudeklarerationer 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 sidoområden, 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 ska 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).
Väggkonstruktion (inklusive undergrund)	Normalsektioner ska upprättas för samtliga väggkonstruktioner och sidoområden. Överbyggnadskonstruktion och utformning av underbyggnad och undergrund ska framgå. Planer ska minst redovisa tangeringspunkter och radier. Utformning av sidoområde och fastställt vägområde ska vara redovisade. Profiler ska höjdsättas minst var 20:e m och visa tvärfall, skevning och skevningsövergångar, vertikalaradier, lutningar och brytpunkter. Ritningar ska visa hur risk för olägenheter minimeras vid övergång mellan terrassmaterial med olika tjällyftningsegenskaper.
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	Planritningar samt erforderliga detaljritningar och kopplingsscheman ska upprättas. På ritningar ska anges: - matande elcentrals läge och beteckning - monteringsritning för elcentraler med apparatlista för respektive skåp - fundamentals läge och typ - kabelrörs läge, antal rör och typ

	- 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 ställs 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 rekvideras hos Beställarens kontaktperson. Dessutom ska redovisning ske i digitalt ritningsformat (DWG eller DXF).

Blanketterna "Registrering av belägningsåtgärder" 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/ Belysningssystem

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
- fundaments 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 brons typ 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 – ”Fältprovningsanvisningarna”	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 vätskestryck	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	Tätningssringar - Materialkrav för tätningssringar till vatten- och avloppsanläggningar - 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: Väggräcketändare och övergångar - Prestandakrav vid kollisionsprovning 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 gatutrustning	Vägar och gators utformning (VGU), Väg- och gatutrustning	Trafikverkets VV publikation 2004:80, Väg- och gatutrustning
VGU, Vägmärken	Vägar och gators utformning (VGU), Vägmärken	Trafikverkets VV publikation 2004:80, Vägmärken
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, prestanda-krav vid kollisionssprovning 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: 2Go74301

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	Platramsbros över ridväg, sektion 3/334	9
6.4	Hjälparbeten	9
7	Kontroll och uppföljning	9
8	Bilagor	9

Uppdragsnummer	Rubrik	Rubrik	Status
7180767		Bro över Viskan öster om TPL Osdal och bro över ridväg	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	Rubrik	Rubrik	Status
7180767		Bro över Viskan öster om TPL Osdal och bro över ridväg	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	Rubrik	Rubrik	Status
7180767		Bro över Viskan öster om TPL Osdal och bro över ridväg	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	Rubrik	Rubrik Bro över Viskan öster om TPL Osdal och bro över ridväg	Status
7180767			GRANSKNINGSHANDLING

Tabell 3: Karakteristiska egenskaper packad fyllning.

Jordart	ϕ_k (°)	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 sammanfaller 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	Rubrik	Rubrik	Status
7180767		Bro över Viskan öster om TPL Osdal och bro över ridväg	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 nivå +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	Rubrik	Rubrik	Status
7180767	-	Bro över Viskan öster om TPL Osdal och bro över ridväg	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

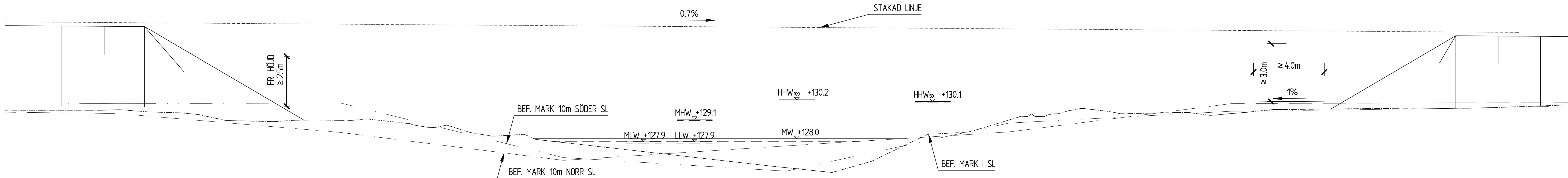
8 Bilagor

Bilaga 2

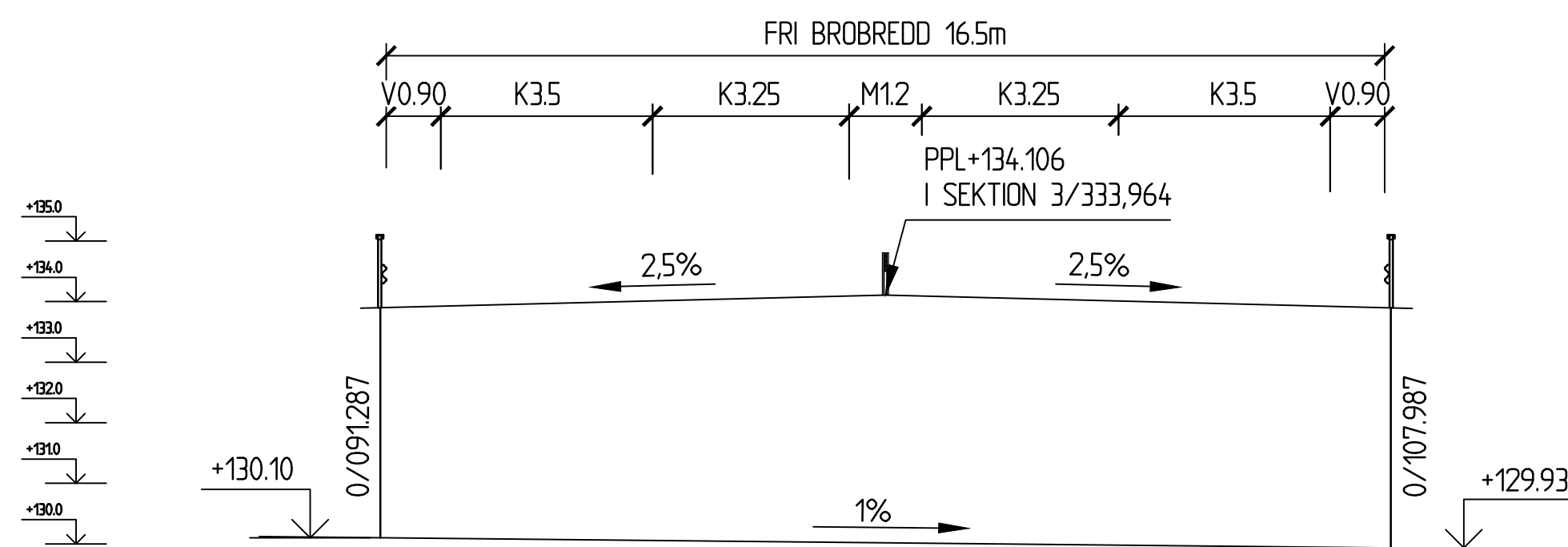
Förslagsskiss i plan och sektion

Innehåll:

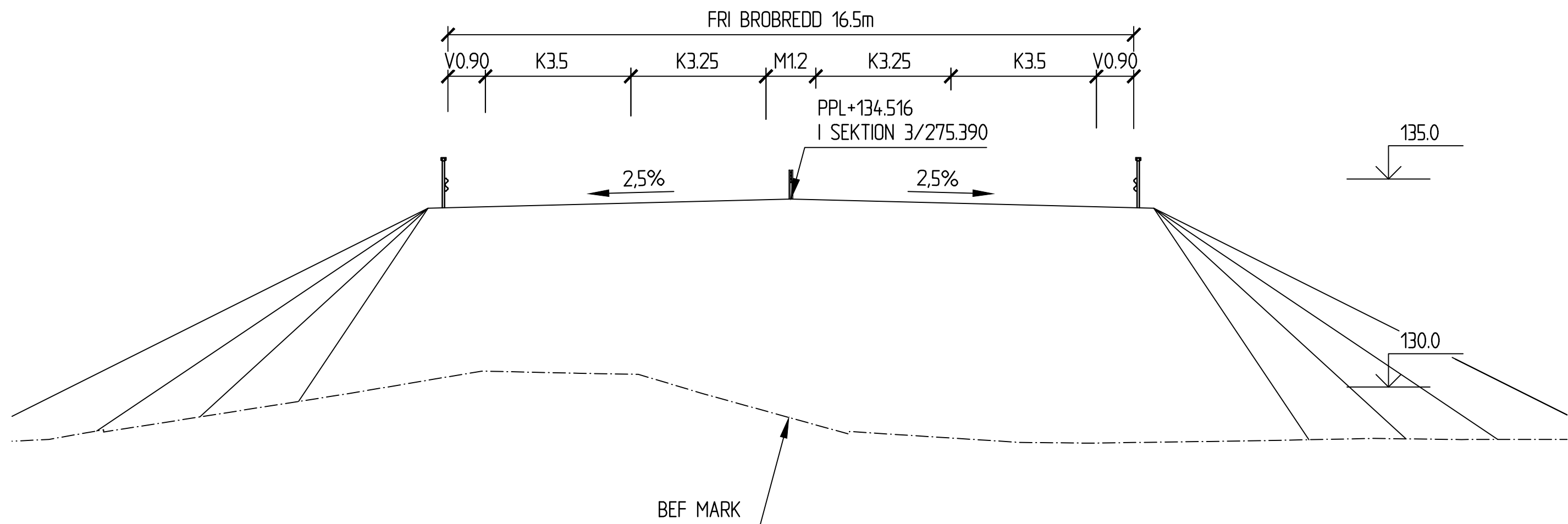
Förslagsskiss i plan och sektion för brons placering från COWI AB.



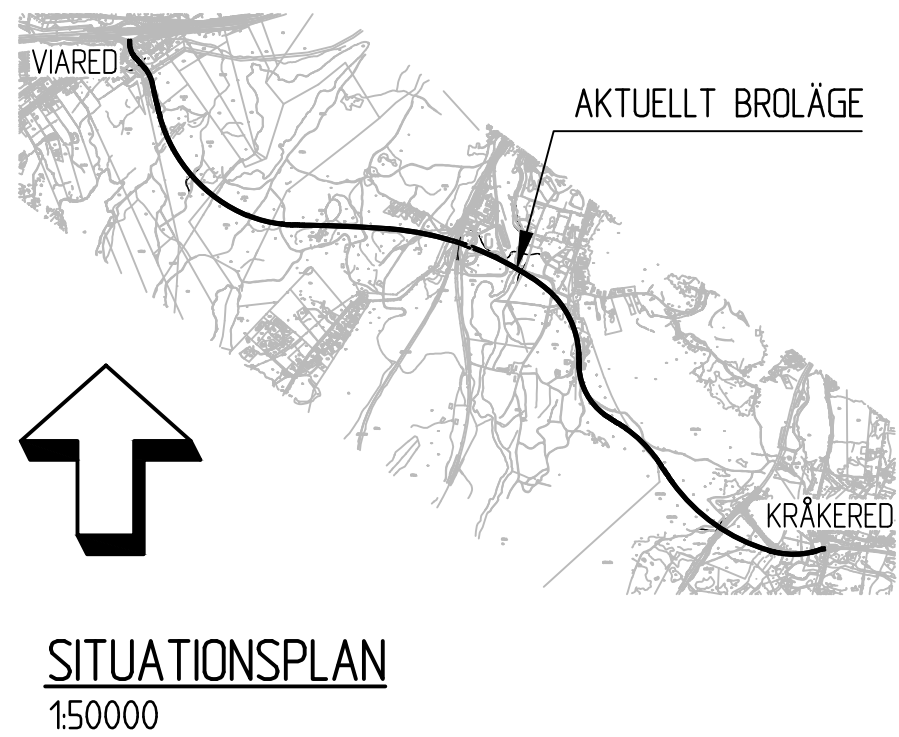
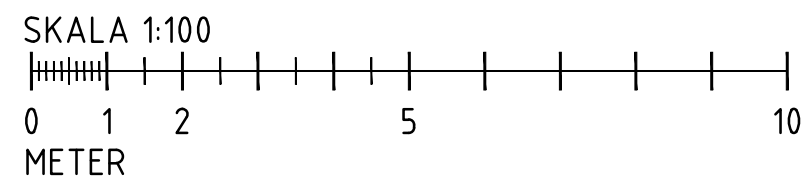
ELEVATION A-A:02
1:100



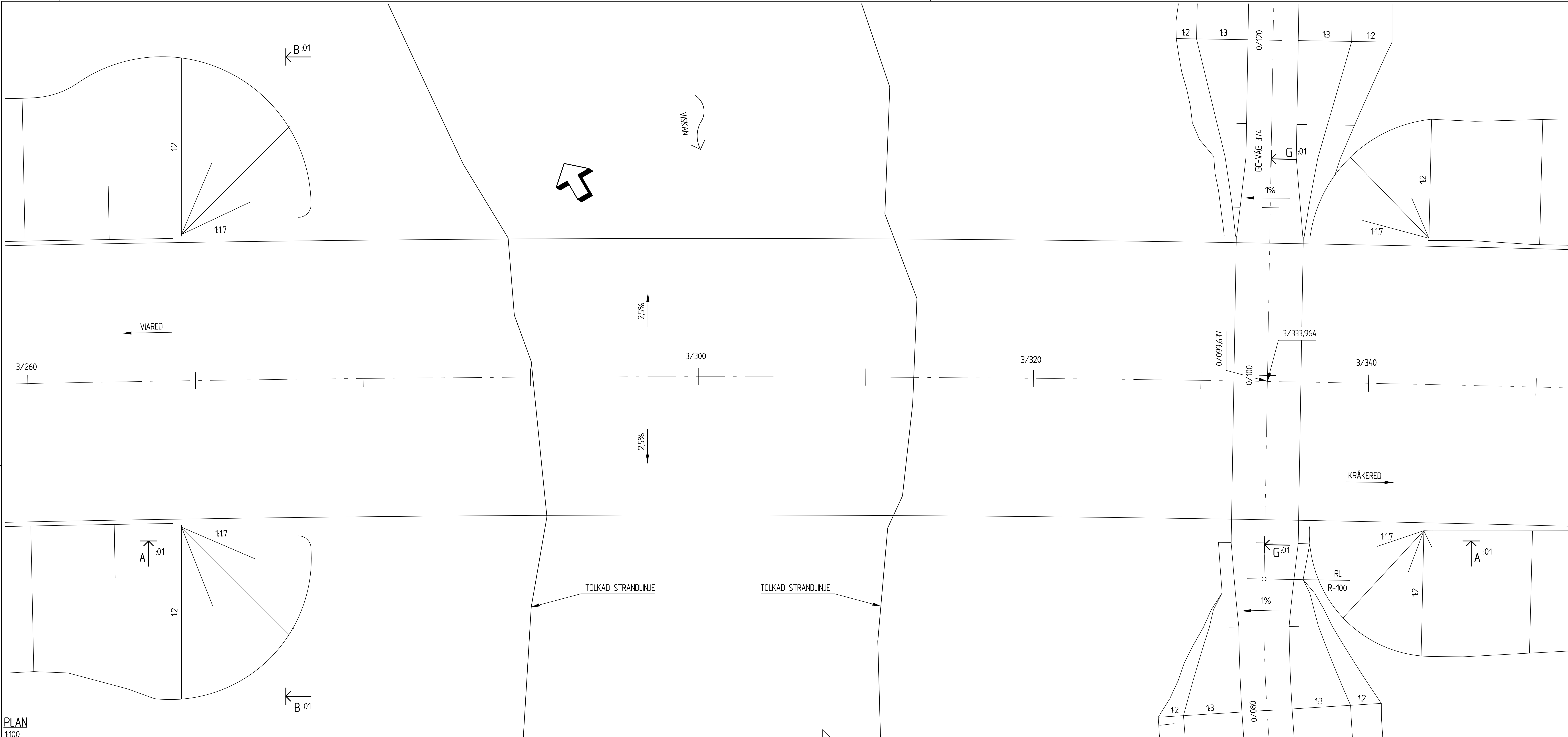
G-G:02
1:100



B-B:02
1:100



REV	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	GGDK	DATUM	VV DATUM	VV DIARIENUMMER
BYGGHANDLING			GRANSKNINGSHANDLING			
COWI COWI AB S. FÖRSTADSGATAN 26 211 43 MALMÖ 010-800 20 00 www.cowi.se UPPDRAGSANSVARIG Y. XMAN KONSTR Z. XMAN STAD MITT NAMN			VÄG 27 VIARED - KRÅKERED VISKADALEN			
			FÖRSLAGSSKISS 1 (2)			
			KONSTRUKTIONSR 1234	FORMAT A1	SKALA ENLIGT FIGUR	REV
			OBJEKT NR 123456	RITNINGSR 1 23 K 20 01		

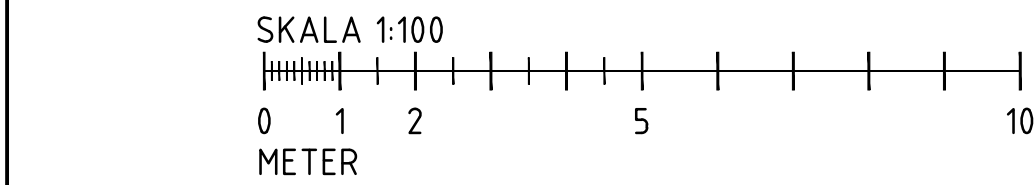


PLAN
1:100

SEKTION	X	Y	ANM.
0/087.849	6397109.190	61676.011	
0/123.864	6397140.040	61694.595	RL
0/138.727	6397152.475	61702.730	R200
0/148.266	6397160.258	61708.245	RL

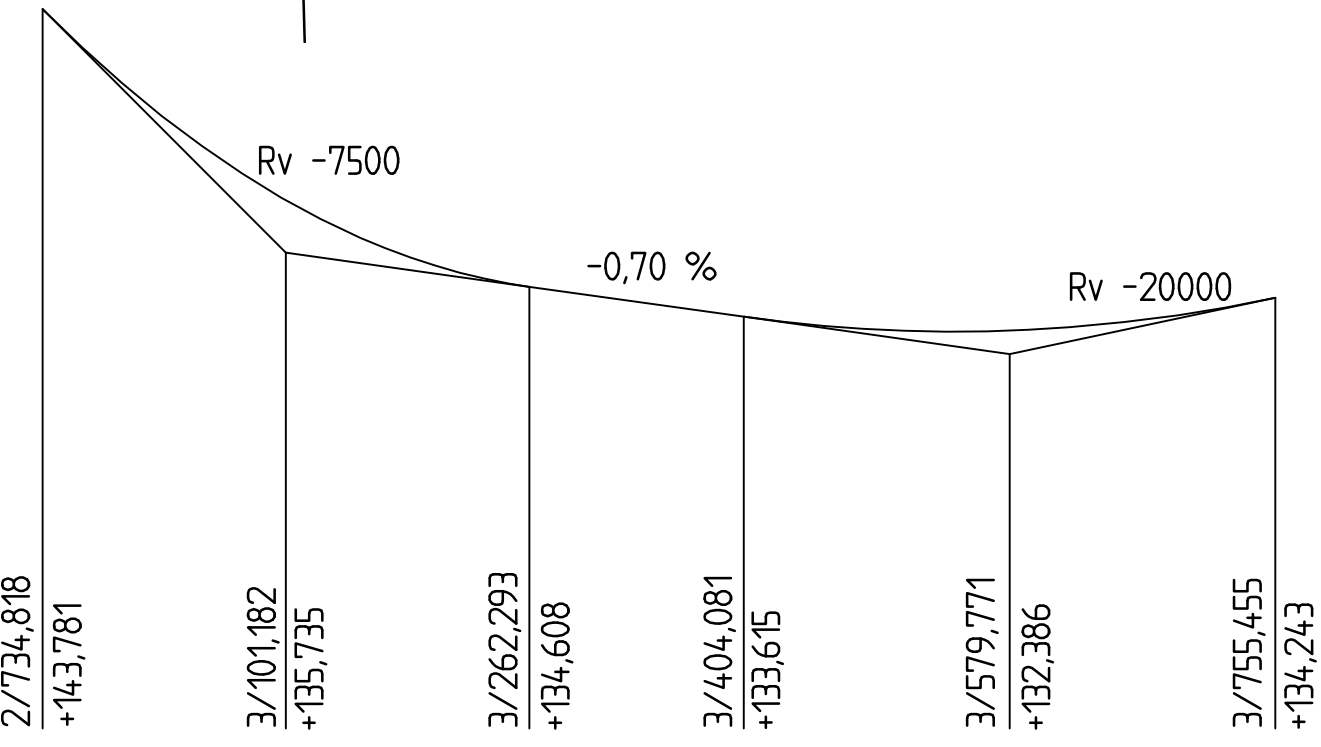
PLANDATA GC-VÄG 374

PROFIL GC-VÄG 374

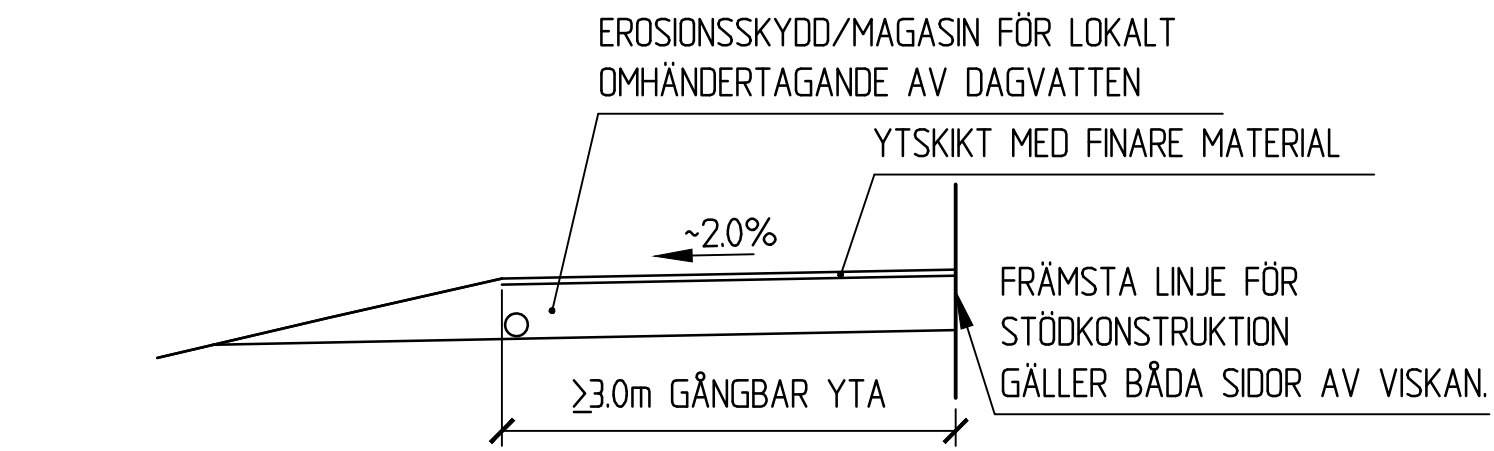
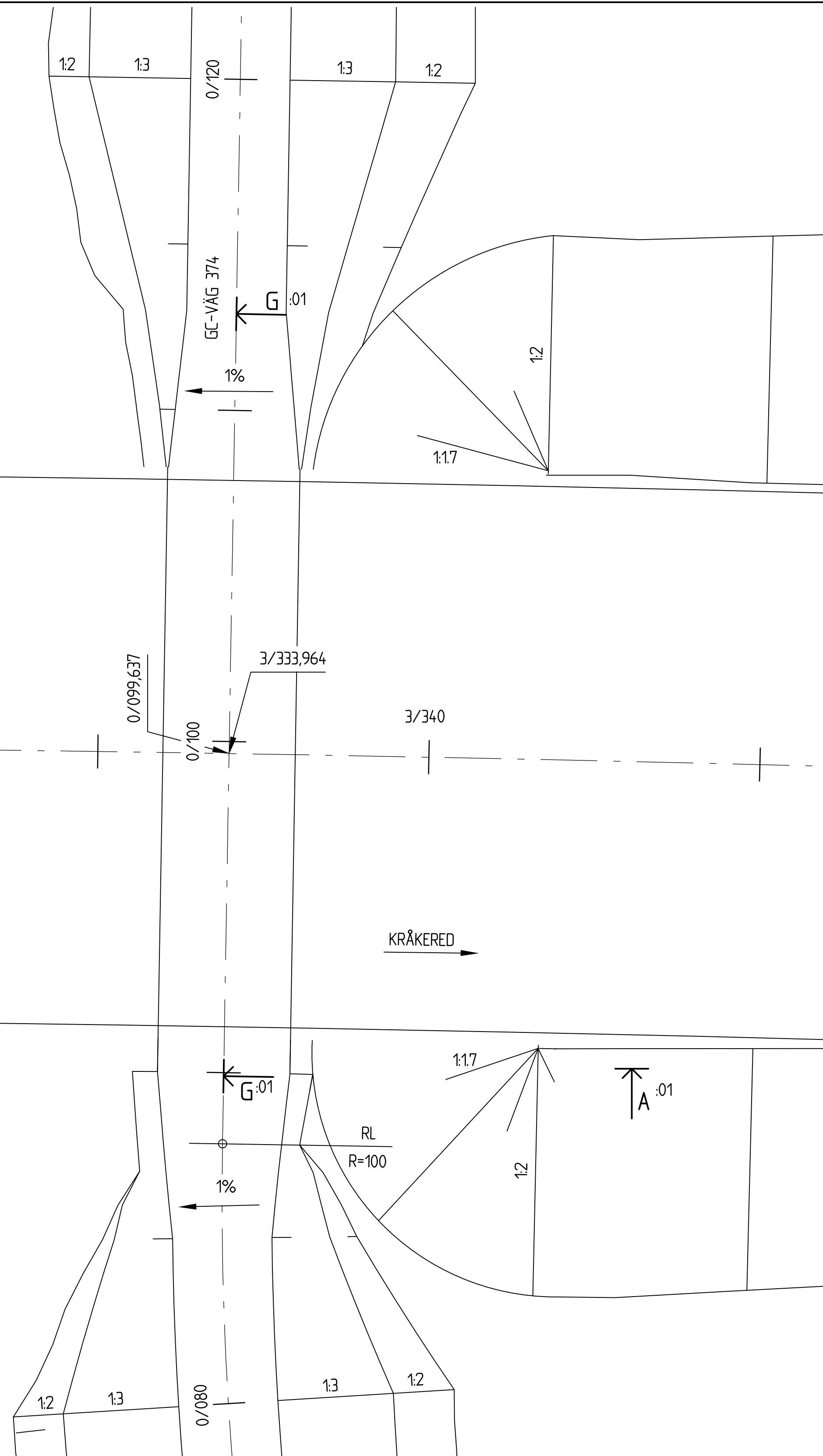


SEKTION	X	Y	ANM.
2/414.75	6397399.566	60811.78	
3/418.055	6397074.395	61753.192	R 2000

PLANDATA VÄG 27



PROFIL VÄG 27



DETALJ SPONT
150

ALLMÄNT:

BRON UTFORMAS ENLIGT TRVK BRO 11, (PUBL. NR TRV 2011085) INKLUSIVE REVIDERING AV DEL A OCH BILAGA 2 (TRV 2013/21549) OCH OTB VÄGANLÄGGNING DATERAD 2012-09-14 REVIDERAD 2013-04-23.

BRON FÖRSES MED AV TRAFIKVERKET GODKÄNT RÄCKE. FABRIKAT BIRSTA TYP W.

BETRÄFFANDE GRUNDFÖRHÅLLANDE SE OTB VÄGANLÄGGNING OCH TEKNISK BESKRIVNING BRO, GEOTEKNIK (Tbb/Geo) UPPRÄTTAD AV NCC TEKNIK DATERAD 2014-06-27.

KOORDINATSYSTEM, PLAN: RT 90 5 GON V 0-1, HÖJD: RH 70

BELÄGGNING VÄG 27:			
TÄTSKIKTSMATTA	5 mm		
KOMB. SKYDD- OCH BINDLAGER	40 mm	PGJA	
SLITLAGER	30 mm	ABS8 SPECIAL	
	20 mm	TSK 16	

BELÄGGNING GC-VÄG 374:			
ISOLERINGSMATTA	5mm		
SKYDDSLAGER	20mm	ABT 8	
SLITLAGER	60mm	ABT>11	

HÄNVISNINGAR

FÖRSLAGSSKISS 1 ENLIGT RITNING 1 23 K 20 01.

REV	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	GODK	DATUM	VV DATUM	VV DIARIENUMMER
BYGGHANDLING			GRANSKNINGSHANDLING			
			VÄG 27 VIARED - KRÅKERED VISKADALEN			
			FÖRSLAGSSKISS 2 (2)			
COWI AB S. FÖRSTADSGATAN 26 211 45 MÄLMÖ 010-800 20 00 www.cowi.se						
UPPDRAGSANSVARIG Y. XMAN			UPPDRAGSNUMMER A012345			
FÖRSTÄ Z. XMAN			GRANSK X. XMAN			
STAD MITT NAMN			2014-XX-YY			
			1234			
			123456			
			123 K 20 02			

Bilaga 3

Framtagning av dimensionerande laster i brottgränstillstånd

Innehåll:

Matlab program som bestämmer vilken av ekvation 6.10a eller 6.10b som ska användas vid beräkning i brottgränstillstånd enligt SS-EN 1990 avsnitt 6.4.3.2.

Table of Contents

Innehåll	1
Variabler	1
Ekvationer för brottsgränstillstånd	2
Ekvationer för bruksgränstillstånd	2

Innehåll

BMTX01 KANDIDATGRUPP 51

Beräknar vilka ekvationer som ska användas i bruksgräns och brottsgräns

```
%NAMN:
% Karin Andersson 940401
% Ida Björhagen 930325
% Rickard Edman 920430
% Linnéa Persson 890803
% Nils Rasmark 871012
% REV. DATUM: 2016 - 05 - 11
%
% Rensar variabler, fönster och kommandofönster
clc
clear all
close all
```

Variabler

Förutsättningar cc tvärbalk och hängstag antogs till 3 m vilket ger 24 st av varje Antar att betongen är 25.5 cm tjock och beläggningen 9.5 cm Variabler laster

```
Atb=0.074           ;           % Area tvärbalk [m^2]
Adragb=0.0585        ;           % Area dragbandet [m^2]
tbtg=0.255           ;           % [m]
tbelg=0.095          ;           % [m]
gbtg=25              ;           % [kN/m^3]
gbelg= 23             ;           % [kN/m^3]
gstal= 78            ;           % [kg/m^3]
P=540/1.2            ;           % [kN/m]
P1=7.2               ;           % [kN/m^2]
P2=2.5               ;           % [kN/m^2]

gammaGj= 1.35         ;           % konstant för lastfall
gammaQ1=1.5           ;           % konstant för lastfall
gaffel0=0.75          ;           % konstant för lastfall
tsi= 0.85             ;           % konstant för lastfall
gaffel2=0             ;           % konstant för lastfall bruksgräns
gaffel1p=0.75         ;           % konstant för punktlast bruksgräns
gaffel1u=0.4          ;           % konstant för utbreddlast bruksgräns
```

```

% antal tremetersfält
n=5 ;
%längd på ett fält
L1=3 ;
% återstående bredd
L2=1.5 ;
% total körbanebredd
w=n*L1+L2 ;
cc=3 ;                                % [m]

Gtb=Atb*gstal ;                       % [kN/m]
Gbtg=gbtg*tbtg ;                     % [kN/m^2]
Gbelg=gbelg*tbelg ;                 % [kN/m^2]
Gdragb=gstal*Adragb ;               % [kN/m]
Gtot1=Gbtg+Gbelg ;                  % [kN/m^2]
Gtot2=Gtb ;                         % [kN/m^2]

```

Ekvationer för brottsgränstillstånd

```

% 6.10a
lm1a=(gammaGj*(Gtot1*(n*L1+L2)+Gtot2))+gammaQ1*gaffel0*(P+P1*L1)+...
      +gammaQ1*gaffel0*((2*P)/3+P2*L1)+(3*L1*P2)+(L2*P2)) ;

% 6.10b
lm1b=tsi*(gammaGj*(Gtot1*(n*L1+L2)+Gtot2))+gammaQ1*(P+P1*L1)+...
      gammaQ1*gaffel0*((2*P)/3+P2*L1)+(3*L1*P2)+(L2*P2)) ;

if lm1a>lm1b
    disp('Ekvation 6.10a är dimensionerande')
else
    disp('Ekvation 6.10b är dimensionerande')
end

      Ekvation 6.10b är dimensionerande

```

Ekvationer för bruksgränstillstånd

```

% 6.14b karakteristiska
bruks614=(Gtot2+Gtot1*(n*L1+L2))+(P+P2*L1)+...
      gaffel0*((2*P)/3+P2*L1)+(3*L1*P2)+(L2*P2)) ;

% 6.15b
bruks615=(Gtot2+Gtot1*(n*L1+L2))+gaffel11p*P+...
      gaffel11u*(P1*L1)+gaffel2*((2*P)/3+P2*L1)+(3*L1*P2)+(L2*P2)) ;

% 6.16b

```

```
bruks616=(Gtot2+Gtot1*(n*L1+L2))+gaffel2*((P+P1*L1)+((2*P)/3+P2*L1)+...  
      (3*L1*P2)+(L2*P2)) ;
```

Published with MATLAB® R2013b

Bilaga 4

Global analys av betongplattan

Innehåll:

Global analys av betongplattan där deskalering av punktlaster studeras.

Table of Contents

Innehåll	1
Variabler	1
Löser ekvationssystemet	2
Plottning av systemet	3

Innehåll

BMTX01 KANDIDATGRUPP 51

En CALFEM analys av en betongplattan

```
%NAMN:
% Karin Andersson 940401
% Ida Björhagen 930325
% Rickard Edman 920430
% Linnéa Persson 890803
% Nils Rasmark 871012
% REV. DATUM: 2016 - 05 - 11
%-----
% Rensar variabler, fönster och kommandofönster
clear all
clc
close all
```

Variabler

```
tbtg=0.255      ;      % Tjocklek betongen [m]
tbelg=0.095     ;      % Tjocklek beläggning[m]
gbtg=25         ;      % Tunghet för betong [kN/m^3]
gbelg= 23       ;      % Tunghet för beläggning [kN/m^3]
L=3             ;      % Längd på ett fack[m]
b= 3            ;      % Bredd på betongen [m]
E=37*10^9       ;      % Elasticitets modul för betong [Pa]
A=b*tbtg        ;      % Area för betongen [m^2]
I=0.001         ;      % Yttröghetsmoment för betongen [m^4]
Abelg=b*tbelg   ;      % Area för beläggningen [m^2]

% Laster
Gbtg=A*gbtg      ;      % Egentyngd från betongen [kN/m]
Gbelg=Abelg*gbelg ;      % Egentyngd från beläggningen [kN/m]
Gtraf=7.2        ;      % Trafiklast [kN/m]
Gtot=Gbtg+Gbelg+Gtraf;      % [kN/m]

% Elementegenskaper
Ep=[E A I] ;
```

```

% Koordinatmatriser
ze = zeros(51,1) ;
x=linspace(0,75,51) ;

Coord=[x(1:51)' ze] ;

% Frihetsgrader för dragband
Dof = [1 2 3] ;

for i = 2:51
Dof(i,:) = Dof(i-1,:)+3 ;
end

% Topologimatrix
b=[1 2 3 4 5 6] ;

for k = 2:50
    b(k,:) = b(k-1,:)+3;
end
c = linspace(1,50,50)' ;

Edof = [c b];

% Nodkoordinater mha coordxtr

[Ex,Ey]=coordxtr(Edof,Coord,Dof,2) ;

% Utbredd last

Eq=[0 -Gtot] ;

% Allokering utrymme
K = zeros(153);
f = zeros(153,1) ;

% Boggi-laster

Q1 = 810 ;

f(149)=-Q1 ;

%%Beräkning av styvhetsmatrix och kraftvektor

for i = 1:50
    [Ke,fe] = beam2e(Ex(i,:),Ey(i,:),Ep,Eq);
    [K,f] = assem(Edof(i,:),K,Ke,f,fe);
end

```

Löser ekvationssystemet

Randvillkor

```

bc1=2:6:152 ; % Frihetsgrader som är låsta i systemet
bc2=zeros(26,1) ; % låser vertikalt vid varje tvärbalk,
bc3= [bc1' bc2]; % ses därmed som stöd
bc4=[ 1 0] ;
bc=[bc4 ; bc3] ;

% Löser ekvationsystemet med hänsyn till de givna randvillkoren
[a,r] =solveq(K,f,bc);

amax=max(abs(a)) ; % Maximal nedböjning i systemet
fprintf('Maximal nedböjning är %7.2e m\n',amax)
% Förskjutningsmatris för betongplattan

Ed = extract(Edof,a);

% Beräknar normalkraft, tvärkraft och moment för betongen
Esd=zeros(50*25,3);
Es1 = zeros(21);

for i=1:50
    if i==1
        Esd = beam2s(Ex(i,:),Ey(i,:),Ep,Ed(i,:),Eq,25);
    else
        Es3= beam2s(Ex(i,:),Ey(i,:),Ep,Ed(i,:),Eq,25);
        Es4=[Esd;Es3] ;
        Esd=Es4;
    end
end

MaxM= max(abs(Esd(:,3))) ; % Max momentet för betongen
fprintf('Maximalt fältmoment är %7.2e kNm\n',MaxM)

    Maximal nedböjning är 9.59e-06 m
    Maximalt fältmoment är 5.07e+02 kNm

```

Plottning av systemet

Plottning av elementen och dess nedböjning

```

eldraw2(Ex,Ey,[1 2 1]) % plottning av betongens noder

figure(1) % Figur 1 visar nedböjningen
Ed=extract(Edof,a) ; % av systemet
[sfac]=scalfact2(Ex,Ey,Ed,0.9);
eldisp2(Ex,Ey,Ed,[2 1 1],sfac);

title('Nedböjning')

% Plottar moment för betongplattan
figure(2) % Figur 2 visar moment-
          % diagrammet för systemet

% Plottning av element
eldraw2(Ex,Ey,[1 2 1])

```

```
for i=1:50
plotpar=[3 1];
sfac = scalfact2(Ex,Ey,Esd(:,3),0.8);
    if i==1
        eldia2(Ex(i,:),Ey(i,:),Esd((1:50),3),plotpar,sfac);
    else
        eldia2(Ex(i,:),Ey(i,:),Esd((((i-1)*25):(i*25)),3),plotpar,sfac);
    end

end

title('Moment') ;
% Plottar tvärkraft
figure(3) % Figur 3 visar tvärkrafts-
          % diagrammet för systemet

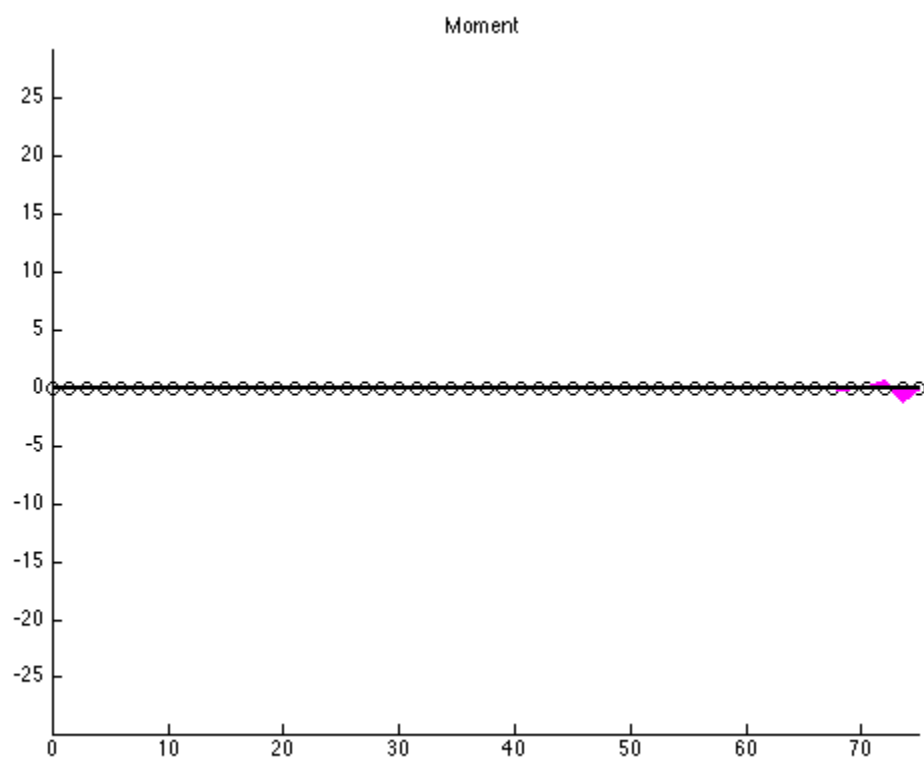
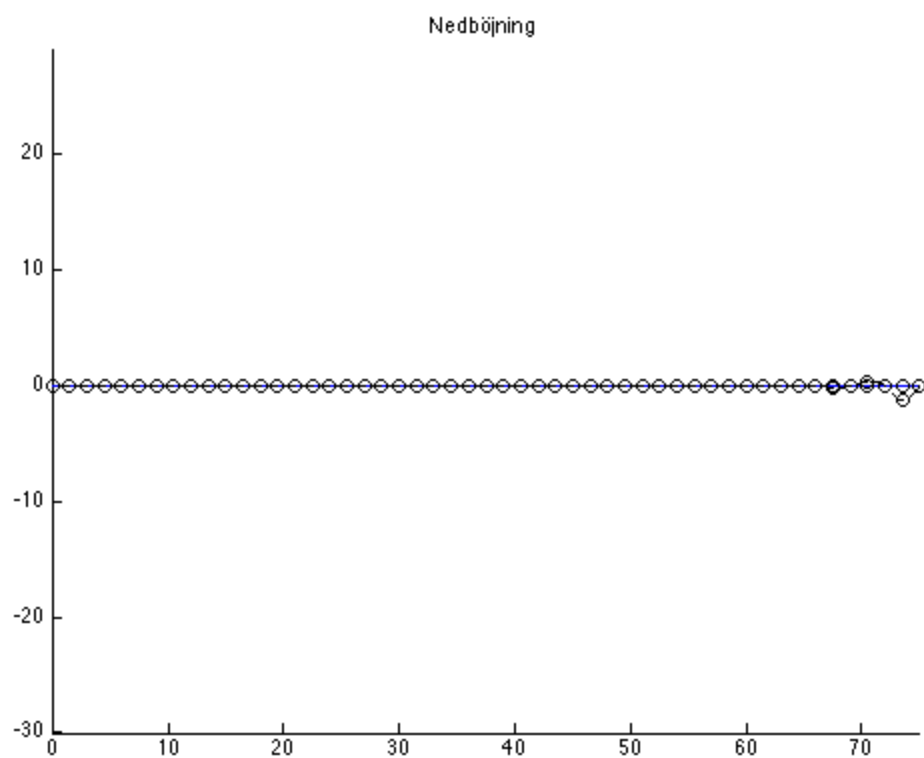
% Plottning av element
eldraw2(Ex,Ey,[1 2 1])

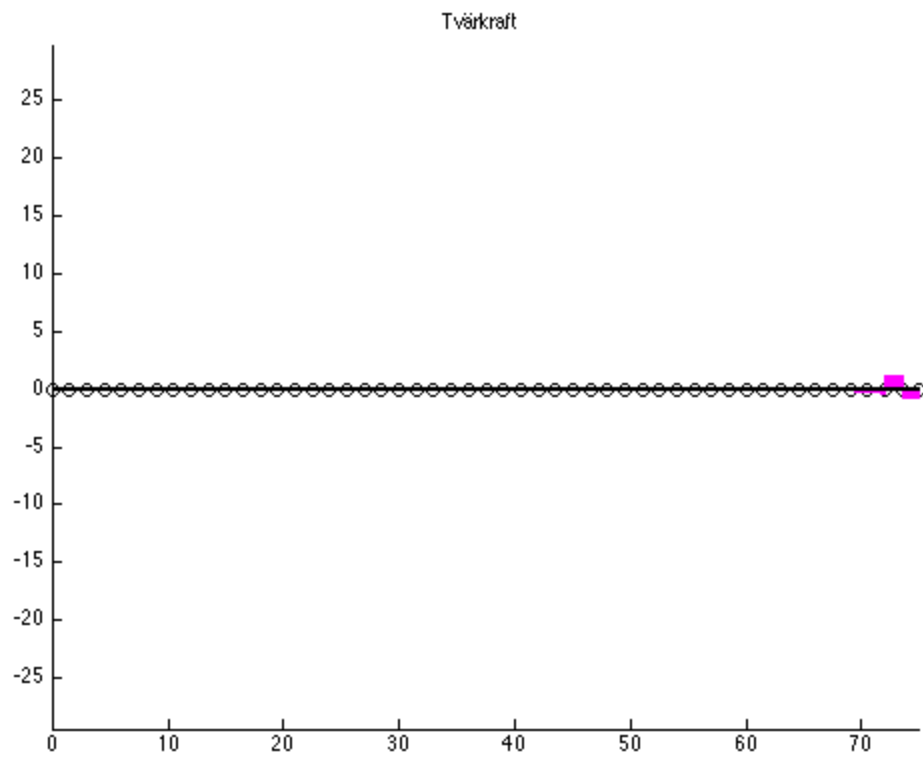
for i=1:50
plotpar=[3 1];
sfac = scalfact2(Ex,Ey,Esd(:,2),0.8);
    if i==1
        eldia2(Ex(i,:),Ey(i,:),Esd((1:50),2),plotpar,sfac);

    else
        eldia2(Ex(i,:),Ey(i,:),Esd((((i-1)*25):(i*25)),2),plotpar,sfac);
    end

end

title('Tvärkraft')
```





Published with MATLAB® R2013b

Bilaga 5

Lastframtagning för betongplattan

Innehåll:

Matlab-program som beräknar dimensionerande laster i brott- och bruksgränstillstånd för betongplattan.

Lastframtagning för betongplattan

Table of Contents

Innehåll	1
Indata	1
Laster	2
Beräkning av moment och tvärkraft för fall 1-4	2
Beräknar dimensionerande tvärkraft	3
Beräknar dimensionerade fält- och stödmoment	4
Beräknar stödreaktioner och stödmoment för fall 1	6
Beräknar stödreaktioner och stödmoment för fall 2	7
Beräknar stödreaktioner och stödmoment för fall 3	7
Beräknar stödreaktioner och stödmoment för fall 4	8
Plottar moment och tvärkraft för fall 1	9
Plottar moment och tvärkraft för fall 2	10
Plottar moment och tvärkraft för fall 3	11
Plottar moment och tvärkraft för fall 4	12

Innehåll

BMTX01 - KANDIDATGRUPP 51

Detta Matlab-program beräknar en brofarbanas maximala moment och tvärkraft utifrån fyra olika lastfall i längsled. Programmet skiljer på brott- och bruksgränstillstånd för att b.l.a. kunna kontrollera sprickbredd och ev. beräkningar i STD II (bruksgränstillstånd) samt för beräkningar i STD III (brottgränstillstånd). Plattan är beräknad på en bredd av tre meter.

Kontroll betongplatta - Bilaga 5

```
%NAMN:
% Karin Andersson 940401
% Ida Björhagen 930325
% Rickard Edman 920430
% Linnéa Persson 890803
% Nils Rasmark 871012
%
% REV. DATUM: 2016 - 05 - 10
%-----
% Rensar alla variabler
clear all
close all
clc
```

Indata

```
L = 3 ;           % cc avstånd
b = 3;            % Beräknar på 3 breddmeter av betongplattan [m]
tbtg = 0.255 ;    % Tjocklek betongplattan [m]
tbelagg = 0.095 ; % Tjocklek beläggning [m]
```



```

Abtg = tbtg*b ;      % Area för betongbalken balken [m^2]

Dbtg = 25 ;          % Tunghet för armeradbetong [kN/m^3]
Dbelagg = 23 ;       % Tunghet för beläggning [kN/m^3]
gracke = 0.5 ;       % Egentyngd för räcke [kN/m]

% Partialkoefficienter för beräkning av ekv. 6.10a och 6.10b
gammaGj = 1.35;      % Konstant för lastfall (ogynnsam)
gammaQ1 = 1.5 ;      % Konstant för lastfall (ogynnsam)
gaffel0 = 0.75 ;     % Konstant för lastfall
tsi = 0.85 ;         % Konstant för lastfall (ogynnsam)
gaffel2i = 0.4 ;     % Konstant för lastfall bruksgräns
gaffel11 = 0.75 ;    % Konstant för lastfall bruksgräns

```

Laster

Permanenta laster karakteristiska värden

```

Gbtgk = b*tbtg*Dbtg;          % Egentyngd för betong [kN/m]
Gbelaggk = b*tbelagg*Dbelagg; % Egentyngd beläggning [kN/m]
Grackek = gracke;              % Egentyngd räcke
Gtotk = Gbtgk+Gbelaggk+Grackek; % Total karakteristisk egenvikt

```

% Variabla laster karakteristiska värden

```

Qk = 540;                      % Axellast boggie [kN]
q1 = 7.2;                      % Utbredd trafiklast i värsta fack
    [kN/m2]
q1k = q1*b;                    % Trafiklast för värsta fack [kN/m]

```

% Brottgränstillstånd

% Lastanalys ekv.6.10b blir dimensionerande

```

Gtot = Gtotk*tsi*gammaGj;      % Total egenvikt [kN/m]
Qd = Qk*gammaQ1;               % Axellast, boggi [kN]
q1d = q1k*gammaQ1;             % Trafiklast för värsta körfält [kN/m]

```

% Bruksgränstillstånd

```

% Gtot = Gtotk;
% Qd = Qk*gaffel11;
% q1d = q1k*gaffel2i;

```

Beräkning av moment och tvärkraft för fall 1-4

% Beräkning av stödmoment och reaktionskrafter för FALL 1 från funktionsfil

% Moment i [kNm] och reaktionskrafter i [kN]

```

[Ms1, R1] = fall1(L,Qd,q1d,Gtot);

```

%Beräkning och plottning av moment och tvärkraft för FALL 1 från funktionsfil

```

[M1,V1] = plotfall1(L,Gtot,q1d,R1,Qd);

```

```
% Beräkning av stödmoment och reaktionskrafter för FALL 2 från
funktionsfil
% Moment i [kNm] och reaktionskrafter i [kN]
[Ms2, R2] = fall2(L,Qd,qld,Gtot);

% Beräkning och plottning av moment och tvärkraft för FALL 2 från
% funktionsfil
[M2,V2] = plotfall2(L,Gtot,qld,R2,Qd);

% Beräkning av stödmoment och reaktionskrafter för FALL 3 från
funktionsfil
% Moment i [kNm] och reaktionskrafter i [kN]
[Ms3, R3] = fall3(L,Qd,qld,Gtot);

%Beräkning och plottning av moment och tvärkraft för FALL 3 från
%funktionsfil
[M3,V3] = plotfall3(L,Gtot,qld,R3,Qd);

% Beräkning av stödmoment och reaktionskrafter för FALL 4 från
funktionsfil
% Moment i [kNm] och reaktionskrafter i [kN]
[Ms4,R4] = fall4(L,Qd,qld,Gtot);

%Beräkning och plottning av moment och tvärkraft för FALL 4 från
%funktionsfil
[M4,V4] = plotfall4(L,Gtot,qld,R4,Qd);
```

Beräknar dimensionerande tvärkraft

```
% Definierar x längs med hela balken
x1 = 0:0.01:L;
x2 = L:0.01:2*L;
x3 = 2*L:0.01:3*L;

% Allokera utrymme till dimensionerande tvärkraft
Vd1 = zeros(1,length(x1));
Vd2 = zeros(1,length(x2));
Vd3 = zeros(1,length(x3));

% Placerar tvärkraften för de olika fallen i en matris
V = [V1;V2;V3;V4];

%Beräknar dimensionerande tvärkraft i balken för alla fyra fallen
for i=1:length(x1)
    if max(V(:,i)) == max(abs(V(:,i)));
        Vd1(i) = max(V(:,i));
    else
        Vd1(i) = max(abs(V(:,i)))*-1;
    end

    i=i+1;
end
```

```
for i=1:length(x2)
    if max(V(:,i+length(x1))) == max(abs(V(:,i+length(x1)))));
        Vd2(i)=max(V(:,i+length(x1)));
    else
        Vd2(i)=max(abs(V(:,i+length(x1))))*-1;
    end

    i=i+1+length(x2);
end
for i=1:length(x3)
    if max(V(:,i+length(x2)+length(x1))) == max(abs(V(:,i+...
        length(x2)+length(x1)))));
        Vd3(i)=max(V(:,i+length(x2)+length(x1)));
    else
        Vd3(i)=max(abs(V(:,i+length(x2)+length(x1))))*-1;
    end

    i=i+1+length(x2)+length(x1);
end

% Placerar den dimensionerande tvärkraften i en vektor
Vd = [Vd1 Vd2 Vd3];

% Beräknar maximaltvärkraft och maximal stödreaktion
Vdmax = max(Vd);
Vdmin = min(Vd);
Rstod = [R1 R2 R3 R4];
Rdmax = max(Rstod);

% Jämför maximaltvärkraft och maximal stödreaktion för att ta reda på
% dimensionerande tvärkraft

if Vdmax>abs(Vdmin) && Vdmax>Rdmax
    fprintf('Dimensionerande tvärkraft är %6.2f kN \n',Vdmax)
elseif abs(Vdmin)>Rdmax
    fprintf('Dimensionerande tvärkraft är %6.2f kN \n',Vdmin)
else
    fprintf('Dimensionerande tvärkraft är %6.2f kN \n',Rdmax)
end
```

Beräknar dimensionerade fält- och stödmoment

```
% Allokera utrymme för dimensionerande moment
Md1 = zeros(1,length(x1));
Md2 = zeros(1,length(x2));
Md3 = zeros(1,length(x3));

% Placerar momentet för de olika fallen i en matris
M = [M1;M2;M3;M4];
```

```

% Beräknar maximalt moment i varje punkt längs med hela balken
for i=1:length(x1)
    if max(M(:,i)) == max(abs(M(:,i)));
        Md1(i) = max(M(:,i));
    else
        Md1(i) = max(abs(M(:,i)))*-1;
    end
    i=i+1;
end

for i=1:length(x2)
    if max(M(:,i+length(x1))) == max(abs(M(:,i+length(x1)))));
        Md2(i) = max(M(:,i+length(x1)));
    else
        Md2(i) = max(abs(M(:,i+length(x1))))*-1;
    end
    i = i+length(x1)+1;
end

for i=1:length(x3)
    if max(M(:,i+length(x1)+length(x2))) == max(abs(M(:,i
+length(x1)...
+length(x2)))));
        Md3(i) = max(M(:,i+length(x1)+length(x2)));
    else
        Md3(i) = max(abs(M(:,i+length(x1)+length(x2))))*-1;
    end
    i = i+length(x1)+length(x2)+1;
end

% Beräknar max fältmoment och stödmoment för respektive del av balken
% FACK 1
Mdfalt1 = max(Md1);
MstodA = Md1(1);
MstodB1 = Md1(length(Md1));
% FACK 2
Mdfalt2 = max(Md2);
MstodB2 = Md2(1);
MstodC2 = Md2(length(Md2));
% FACK 3
Mdfalt3 = max(Md3);
MstodC3 = Md3(1);
MstodD = Md3(length(Md3));

% Beräknar det fältmomenten och stödmomentet som hela betongplattan
% ska dimensioneras för

if Mdfalt1>Mdfalt2 && Mdfalt1>Mdfalt3
    fprintf('Dimensionerande fältmoment är %6.2f kNm\n',Mdfalt1)
elseif Mdfalt2>Mdfalt3
    fprintf('Dimensionerande fältmoment är %6.2f kNm\n',Mdfalt2)

```

```

else
    fprintf('Dimensionerande fältmoment är %.2f kNm\n',Mdfalt3)
end

if abs(MstodA)>abs(MstodB1) && abs(MstodA)>abs(MstodB2) &&
    abs(MstodA)>abs(MstodC2) && abs(MstodA)>abs(MstodD)
    fprintf('Dimensionerande stödmoment är %.2f kNm',MstodA)
elseif abs(MstodB1)>abs(MstodB2) && abs(MstodB1)>abs(MstodC2) &&
    abs(MstodB1)>abs(MstodD)
    fprintf('Dimensionerande stödmoment är %.2f kNm',MstodB1)
elseif abs(MstodB2)>abs(MstodC2) && abs(MstodB2)>abs(MstodD)
    fprintf('Dimensionerande stödmoment är %.2f kNm',MstodB2)
elseif abs(MstodC2)>abs(MstodD)
    fprintf('Dimensionerande stödmoment är %.2f kNm',MstodC2)
else
    fprintf('Dimensionerande stödmoment är %.2f kNm',MstodD)
end

```

Beräknar stödreaktioner och stödmoment för fall 1

```

function [Ms1, R1] = fall1(L, Qd, qld, Gtot)
%
% Denna funktionsfil som beräknar stödmoment och reaktionskrafter
% för fall 1. Med hjälp av vinkeländringsmetoden och elementarfall
% beräknas stödmomenten och reaktionskrafterna ut.
%
% REV. DATUM: 2016 - 05 - 10
%-----

M = [-2/3 -1/6; -1/6 -2/3];           % Definierar Mb och Mc

B = [Qd*L; Gtot*L*L; qld*L*L];       % Beräknade laster
A = [1/16 1/12 1/12;
     0 1/12 1/24];                   % Från elementarfall
A1 = A*B;
Ms1 = M\A1;                          % Beräknar Mb och Mc

Mb = Ms1(1);                          % Tar ut Mb och Mc ur vektorn
Ms1
Mc = Ms1(2);

% Från elementarfall fås alla reaktionskrafter
Ra = Mb/L+Qd/2+(Gtot+qld)*L/2;
Rbv = -Mb/L+Qd/2+(Gtot+qld)*L/2;
Rbh = -Mb/L+Mc/L+(Gtot+qld)*L/2;
Rb = Rbv+Rbh;
Rcv = Mb/L-Mc/L+(Gtot+qld)*L/2;
Rch = -Mc/L+Gtot*L/2;
Rc = Rcv+Rch;
Rd = Mc/L+Gtot*L/2;

```

```
% Läger alla reaktionskrafter i en vektor
R1 = [Ra Rb Rc Rd];
```

```
end
```

Beräknar stödreaktioner och stödmoment för fall 2

```
function [Ms2, R2] = fall2(L, Qd, qld, Gtot)
%
% Funktionsfil som beräknar stödmoment och reaktionskrafter för fall 2
% Med hjälp av vinkeländringsmetoden och elementarfall beräknas
% stödmomenten och reaktionskrafterna ut.
%
% REV. DATUM: 2016 - 05 - 10
%-----

M2 = [-2/3 -1/3; -1/6 -2/3];           % Definierar Mb och Mc

B2 = [Qd*L; Gtot*L*L; qld*L*L];       % Beräknade laster
A2 = [1/16 1/12 1/12;
      1/16 1/12 1/24];                 % Från elementarfall
A22 = A2*B2;

Ms2 = M2\A22;                          % Beräknar Mb och Mc

Mb = Ms2(1);                           % Tar ut Mb och Mc ur vektorn Ms2
Mc = Ms2(2);

% Från elementarfall fås alla reaktionskrafter
Ra = Mb/L+(Gtot+qld)*L/2;
Rbv = -Mb/L+(Gtot+qld)*L/2;
Rbh = -Mb/L+Mc/L+Qd/2+(Gtot+qld)*L/2;
Rb = Rbv+Rbh;
Rcv = Mb/L-Mc/L+Qd/2+(Gtot+qld)*L/2;
Rch = -Mc/L+Gtot*L/2;
Rc = Rcv+Rch;
Rd = Mc/L+Gtot*L/2;

% Läger alla reaktionskrafter i en vektor
R2 = [Ra Rb Rc Rd];

end
```

Beräknar stödreaktioner och stödmoment för fall 3

```
function [Ms3, R3] = fall3(L, Qd, qld, Gtot)
```

```
% Funktionsfil som beräknar stödmoment och reaktionskrafter för fall 3
% Med hjälp av vinkeländringsmetoden och elementarfall beräknas
% stödmomenten och reaktionskrafterna ut.
%
% REV. DATUM: 2016 - 05 - 10
%-----

M3 = [-2/3 -1/6; -1/6 -2/3];           % Definierar Mb och Mc

B3 = [Qd*L; Gtot*L*L; qld*L*L];        % Beräknade laster
A3 = [1/16 1/12 1/12;
      1/16 1/12 1/12];                 % Från elementarfall
A33 = A3*B3;

Ms3 = M3\A33;                          % Beräknar Mb och Mc

Mb = Ms3(1);                           % Tar ut Mb och Mc ur vektorn Ms3
Mc = Ms3(2);

% Från elementarfall fås alla reaktionskrafter
Ra = Mb/L+(Gtot+qld)*L/2;
Rbv = -Mb/L+(Gtot+qld)*L/2;
Rbh = -Mb/L+Mc/L+Qd/2+(Gtot+qld)*L/2;
Rb = Rbv+Rbh;
Rcv = Mb/L-Mc/L+Qd/2+(Gtot+qld)*L/2;
Rch = -Mc/L+(Gtot+qld)*L/2;
Rc = Rcv+Rch;
Rd = Mc/L+(Gtot+qld)*L/2;

% Läger alla reaktionskrafter i en vektor
R3 = [Ra Rb Rc Rd];

end
```

Beräknar stödreaktioner och stödmoment för fall 4

```
function [Ms4, R4] = fall4(L, Qd, qld, Gtot)

% Funktionsfil som beräknar stödmoment och reaktionskrafter för fall 4
% Med hjälp av vinkeländringsmetoden och elementarfall beräknas
% stödmomenten och reaktionskrafterna ut
%
% REV. DATUM: 2016 - 05 - 10
%-----

M4 = [-2/3 -1/6; -1/6 -2/3];           % Definierar Mb och Mc

B4 = [Qd*L; Gtot*L*L; qld*L*L];        % Beräknade laster
A4 = [1/16 1/12 1/24;
      0 1/12 1/24];                     % Från elementarfall
A44 = A4*B4;
```

```

Ms4 = M4\A44;                                % Beräknar Mb och Mc

Mb = Ms4(1);                                  % Tar ut Mb och Mc ur vektorn Ms4
Mc = Ms4(2);

% Från elementarfall fås alla reaktionskrafter
Ra = Mb/L+Qd/2+(Gtot+qld)*L/2;
Rbv = -Mb/L+Qd/2+(Gtot+qld)*L/2;
Rbh = -Mb/L+Mc/L+Gtot*L/2;
Rb = Rbv+Rbh;
Rcv = Mb/L-Mc/L+Gtot*L/2;
Rch = -Mc/L+(Gtot+qld)*L/2;
Rc = Rcv+Rch;
Rd = Mc/L+(Gtot+qld)*L/2;

% Läger alla reaktionskrafter i en vektor
R4 = [Ra Rb Rc Rd];

end

```

Plottar moment och tvärkraft för fall 1

```

function [M1,V1] = plotfall1(L,Gtot,qld,R1,Qd)
%
% Funktionsfil som beräknar moment, M(X), och tvärkraft, V(X) för
% lastfall 1 och plottar dessa i ett diagram.
%
% REV. DATUM: 2016 - 05 - 10
%-----

% Definierar x
x1 = 0:0.01:L/2;
% Från snittkraftsberäkning
V11 = R1(1)-(Gtot+qld).*x1;
M11=R1(1).*x1-(Gtot+qld).*x1.*x1/2;

% Definierar x
x2 = L/2:0.01:L;
% Från snittkraftsberäkning
V12 = R1(1)-Qd-(Gtot+qld).*x2;
M12=R1(1).*x2-Qd.*x2+Qd*L/2-(Gtot+qld).*x2.*x2/2;

% Definierar x
x3 = L:0.01:2*L;
% Från snittkraftsberäkning
V13 = R1(1)+R1(2)-Qd-(Gtot+qld).*x3;
M13 = (R1(1)+R1(2)-Qd).*x3-R1(2)*L+Qd*L/2-(Gtot+qld).*x3.*x3/2;

% Definierar x
x4 = 2*L:0.01:3*L;
% Från snittkraftsberäkning
V14 = R1(1)+R1(2)+R1(3)-Qd-(Gtot+qld)*2*L-Gtot.*(x4-2*L);

```



```

M14 = (R1(1)+R1(2)+R1(3)-Qd).*x4-R1(2)*L-R1(3)*2*L+Qd*L/2-...
      (Gtot+qld)*2*L.*(x4-L)-Gtot.*(x4-2*L).*(x4-2*L)/2;

% Läger alla x-värden i en vektor
x11 = [x1 x2 x3 x4];
% Läger alla tvärkrafter och moment i varsin vektor och plottar dessa
V1 = [V11 V12 V13 V14];
M1 = [M11 M12 M13 M14];

figure(1)
plot(x11,V1)
title('Tvärkraft för fall 1')
xlabel('m')
ylabel('kN')
figure(2)
plot(x11,-M1)
title('Moment för fall 1')
xlabel('m')
ylabel('kNm')
end

```

Plottar moment och tvärkraft för fall 2

```

function [M2,V2] = plotfall2(L,Gtot,qld,R2,Qd)
% Funktionsfil som beräknar moment, M(X), och tvärkraft, V(X) för
% lastfall 2 och plottar dessa i ett diagram.
%
% REV. DATUM: 2016 - 05 - 10
%-----

% Definierar x
x1 = 0:0.01:L;
% Från snittkraftsberäkning
V21 = R2(1)-(Gtot+qld).*x1;
M21 = R2(1).*x1-(Gtot+qld).*x1.*x1/2;

% Definierar x
x2 = L:0.01:3*L/2;
% Från snittkraftsberäkning
V22 = R2(1)+R2(2)-(Gtot+qld).*x2;
M22 = R2(1).*x2+R2(2).*(x2-L)-(Gtot+qld).*x2.*x2/2;

% Definierar x
x3 = 3*L/2:0.01:2*L;
% Från snittkraftsberäkning
V23 = R2(1)+R2(2)-Qd-(Gtot+qld).*x3;
M23 = R2(1).*x3+R2(2).*(x3-L)-Qd.*(x3-3*L/2)-(Gtot+qld).*x3.*x3/2;

% Definierar x
x4 = 2*L:0.01:3*L;
% Från snittkraftsberäkning
V24 = R2(1)+R2(2)+R2(3)-Qd-(Gtot+qld)*2*L-Gtot.*(x4-2*L);
M24 = R2(1).*x4+R2(2).*(x4-L)+R2(3).*(x4-2*L)-Qd.*(x4-3*L/2)...

```

```

-(Gtot+qld)*2*L.*(x4-L)-Gtot.*(x4-2*L).*(x4-2*L);

% Lägger alla x-värden i en vektor
x22 = [x1 x2 x3 x4];
% Lägger alla tvärkrafter och moment i varsin vektor och plottar dessa
V2 = [V21 V22 V23 V24];
M2 = [M21 M22 M23 M24];
figure(3)
plot(x22,V2)
title('Tvärkraft för fall 2')
xlabel('m')
ylabel('kN')
figure(4)
plot(x22,-M2)
title('Moment för fall 2')
xlabel('m')
ylabel('kNm')
end

```

Plottar moment och tvärkraft för fall 3

```

function [M3,V3] = plotfall3(L,Gtot,qld,R3,Qd)
% Funktionsfil som beräknar moment, M(X), och tvärkraft, V(X) för
% lastfall 3 och plottar dessa i ett diagram.
%
% REV. DATUM: 2016 - 05 - 10
%-----

% Definierar x
x1 = 0:0.01:L;
% Från snittkraftsberäkning
V31 = R3(1)-(Gtot+qld).*x1;
M31=R3(1).*x1-(Gtot+qld).*x1.*x1/2;

% Definierar x
x2 = L:0.01:3*L/2;
% Från snittkraftsberäkning
V32 = R3(1)+R3(2)-(Gtot+qld).*x2;
M32 = R3(1).*x2+R3(2).*(x2-L)-(Gtot+qld).*x2.*x2/2;

% Definierar x
x3 = 3*L/2:0.01:2*L;
% Från snittkraftsberäkning
V33 = R3(1)+R3(2)-Qd-(Gtot+qld).*x3;
M33 = R3(1).*x3+R3(2).*(x3-L)-Qd.*(x3-3*L/2)-(Gtot+qld).*x3.*x3/2;

% Definierar x
x4 = 2*L:0.01:3*L;
% Från snittkraftsberäkning
V34 = R3(1)+R3(2)+R3(3)-Qd-(Gtot+qld).*x4;
M34 = R3(1).*x4+R3(2).*(x4-L)+R3(3).*(x4-2*L)-Qd.*(x4-3*L/2)...
      -(Gtot+qld).*x4.*x4/2;

```

```

% Läger alla x-värden i en vektor
x33 = [x1 x2 x3 x4];

% Läger alla tvärkrafter och moment i varsin vektor och plottar dessa
V3 = [V31 V32 V33 V34];
M3 = [M31 M32 M33 M34];

figure(5)
plot(x33,V3)
title('Tvärkraft för fall 3')
xlabel('m')
ylabel('kN')
figure(6)
plot(x33,-M3)
title('Moment för fall 3')
xlabel('m')
ylabel('kNm')
end

```

Plottar moment och tvärkraft för fall 4

```

function [M4,V4] = plotfall4(L,Gtot,qld,R4,Qd)
%
% Funktionsfil som beräknar moment, M(X), och tvärkraft, V(X) för
% lastfall 4 och plottar dessa i ett diagram.
%
% REV. DATUM: 2016 - 05 - 10
%-----

% Definierar x
x1 = 0:0.01:L/2;
% Från snittkraftsberäkning
V41 = R4(1)-(Gtot+qld).*x1;
M41 = R4(1).*x1-(Gtot+qld).*x1.*x1/2;

% Definierar x
x2 = L/2:0.01:L;
% Från snittkraftsberäkning
V42 = R4(1)-Qd-(Gtot+qld).*x2;
M42 = R4(1).*x2-Qd.*(x2-L/2)-(Gtot+qld).*x2.*x2/2;

% Definierar x
x3 = L:0.01:2*L;
% Från snittkraftsberäkning
V43 = R4(1)+R4(2)-Qd-(Gtot+qld)*L-Gtot.*(x3-L);
M43 = R4(1).*x3+R4(2).*(x3-L)-Qd.*(x3-L/2)-(Gtot+qld)*L.*(x3-L/2)...
      -Gtot.*(x3-L).*(x3-L)/2;

% Definierar x
x4 = 2*L:0.01:3*L;
% Från snittkraftsberäkning
V44 = R4(1)+R4(2)+R4(3)-Qd-Gtot*L-(Gtot+qld)*L-(Gtot+qld).*(x4-2*L);
M44 = R4(1).*x4+R4(2).*(x4-L)+R4(3).*(x4-2*L)-Qd.*...

```

```

(x4-L/2)-(Gtot+q1d)*L*(x4-L/2)-Gtot*L.*(x4-3*L/2)...
-(Gtot+q1d).*(x4-2*L).*(x4-2*L)/2;

% Lägger alla x-värden i en vektor
x44 = [x1 x2 x3 x4];
% Lägger alla tvärkrafter och moment i varsin vektor och plottar dessa
V4 = [V41 V42 V43 V44];
M4 = [M41 M42 M43 M44];

figure(7)
plot(x44,V4)
title('Tvärkraft för fall 4')
xlabel('m')
ylabel('kN')
figure(8)
plot(x44,-M4)
title('Moment för fall 4')
xlabel('m')
ylabel('kNm')

end

```

Published with MATLAB® R2016a

Bilaga 6

Preliminär dimensionering av betongplattan

Innehåll:

Beräkningar av betongplattan med avseende på kapacitetsberäkningar och kontroller i bruks- och brottgränstillstånd.

Innehållsförteckning

Starttvärsnitt	1
Bruksgräns, sprickkontroll	4
Momentkapacitet, brottgränstillstånd	13
Tryckzonshöjd och spänningsberäkning för momentkapacitet, Matlab	19
Tvärkraftskapacitet	22
Skarvning av armering	27
Avkortning av armering i ytterfack	29
Avkortning av armering i mittfack	

Starttvärsnitt

I den här bilagan beräknas betongplattans grundläggande förutsättningar. Detta tvärsnitt var också utgångspunkten för den vidare dimensioneringen

Ingångsvärden

Exponeringsklass XD1: Enligt TVRK bro

Armering: $\phi 20$ Ks600s

Byglar: $\phi 12$ Ks600s

Från utdrag ur SS137010 ger exponeringsklassen att $v_{ct}=0.40$ vilket innebär att betongen sätts till N C50/60. Den tillgängliga konstruktionshöjdens begränsning ger att betongplattans tjocklek på förhand är satt till max 255 mm.

Max stödmoment

$$M_{stöd} := 304.0574 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \text{bilaga 5}$$

Max fältmoment

$$M_{fält} := 535.438 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad \text{bilaga 5}$$

Täckande betongskikt

$$C_{min} := 30 \text{ mm} \quad \text{pga korrosion, SS137010 (dimensionerande)}$$

$$C_{min.b} := 20 \text{ mm} \quad \text{armeringsdiameter, för vidhäftning SS137010}$$

$$\Delta C_{dev} := 10 \text{ mm} \quad (\text{Al-Emrani et al., 2013 B120})$$

$$C_{nom} := C_{min} + \Delta C_{dev} = 0.04 \text{ m} \quad (\text{Al-Emrani et al., 2013 B119})$$

Minsta fria avstånd

Antar största stenstorlek 15mm

$$\phi_{12} := 12 \text{ mm} \quad \text{Diameter bygelarmering}$$

$$\phi_{20} := 20 \text{ mm} \quad \text{Diameter armering}$$

$$d_g := 15 \text{ mm} \quad \text{Största stenstorlek}$$

$$k_1 := 1.0$$

$$k_2 := 5 \text{ mm}$$

$$\max \left(\left[k_1 \cdot \phi_{20} \cdot dg + k_2 \cdot 20 \text{ mm} \right] \right) = 0.02 \text{ m}$$

minsta fria avstånd (Al-Emrani et al., 2013, s B121)

Med byglar $\phi 12$ och armering $\phi 20$ får vi djupet armeringen måste placeras för att få Armeringens tyngdpunktsnivå ifrån kant för att uppnå tillräckligt täckande betongskikt

$$\text{armeringsdjup} := C_{nom} + \frac{\phi_{20}}{2} + \phi_{12} = 0.062 \text{ m}$$

Uppskattad erforderlig armeringsarea

$$b_t := 3000 \text{ mm}$$

tvärsnittsbredd

$$h := 255 \text{ mm}$$

tvärsnittshöjd

$$d := h - \text{armeringsdjup} = 0.193 \text{ m}$$

avstånd överkant -
tyngdpunkt dragarmering

$$d' := \text{armeringsdjup} = 0.062 \text{ m}$$

avstånd överkant-
tyngdpunkt tryckarmering

$$f_{yk} := 600 \text{ MPa}$$

karaktäristisk flytgräns armering (Al-Elrami et al., 2013, s B59)

$$f_{ctm} := 4.1 \text{ MPa}$$

medelvärde draghållfasthet betong
(Al-Elrami et al., 2013, s B41)

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

karaktäristisk tryckhållfasthet betong
(Al-Elrami et al., 2013, s B36)

$$\gamma_s := 1.15$$

partialkoefficient armering (Al-Elrami et al., 2013, s B59)

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

faktor som beaktar långtidslast,
rekommenderat värde 1.0 nationell
parameter (Al-Elrami et al., 2013, s B37)

$$\gamma_c := 1.5$$

partialkoefficient betong
(Al-Elrami et al., 2013, s
B37)

$$f_{yd} := \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 521.739 \text{ MPa}$$

dimensionerande flytgräns
(Al-Elrami et al., 2013, s
B59)

$$f_{cd} := \frac{f_{ck}}{\gamma_c} \cdot \alpha_{cc} = 33.333 \text{ MPa}$$

dimensionerande tryckhållfasthet
(Al-Elrami et al., 2013, s B37)

$$A_S := \frac{M_{fält}}{f_{yd} \cdot 0.9 \cdot d} = 0.006 \text{ m}^2$$

Armeringsarea (Al-Emrani et al., 2013, s
B115)

$$A_{S,min} := 0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot bt \cdot d = 0.001 \text{ m}^2$$

Minimiarmering (Al-Emrani et al., 2013, s
B116)

$$A_C := bt \cdot h = 0.765 \text{ m}^2$$

Tvärsnittets bruttoarea (Al-Emrani et al., 2013 s
B116)

$$A_{S,max} := 0.04 \cdot A_C = 0.031 \text{ m}^2$$

Maxarmering (Al-Emrani et al., 2013, s B115)

$$A_{si} := \frac{\pi \cdot \phi_{20}^2}{4} = (3.142 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^2$$

Area en stång

$$n_{drag} := \frac{A_S}{A_{si}} = 18.806$$

Antal stänger

$$n_{tryck} := \frac{A_{S,min}}{A_{si}} = 3.274$$

Båda avrundas uppåt till 19 respektive 4

Detta tvärsnitt klarade sig ej med hänsyn till sprickbildning och fick förstärkas med mer armering. Det bifogas för att redovisa startvärden som sprickdimensioneringen startade med samt andra viktiga parametrar som fortfarande är aktuella, som d och d'.

Sprickkontroll - bruksstadie

I den här bilagan kontrolleras de största momenten i bruksstadiet i fält och över stöd och kontrolleras mot broplattans sprickmoment.

$$M_{fält} := 268.45 \text{ kN} \cdot m \quad M_{stöd} := 154.13 \text{ kN} \cdot m \quad \text{Från bilaga 5}$$

$$b := 3000 \text{ mm} \quad \text{Tvärsnittsbredd}$$

$$h := 255 \text{ mm} \quad \text{Tvärsnittshöjd}$$

$$d := 0.193 \text{ m} \quad \text{Avstånd tvärsnittets överkant-
dragarmeringens tyngdpunkt}$$

$$d' := h - d = 0.062 \text{ m} \quad \text{Avstånd tvärsnittets överkant-
tryckarmeringens tyngdpunkt}$$

$$f_{ctk.0.05} := 2.9 \text{ MPa} \quad \text{karaktäristisk draghållfasthet betong,
undre gräns. (Al-Elrami et al., 2013,
s B41)}$$

$$f_{ck} := 50 \text{ MPa} \quad \text{Karaktäristisk tryckshållfasthet betong
(Al-Elrami et al 2013,. B59)}$$

$$f_{yk} := 600 \text{ MPa} \quad \text{Karaktäristisk flytgräns armering
(Al-Elrami et al 2013,. B36)}$$

Sprickmoment

(Al-Elrami et al., 2013, sB77)

$$k := 1.6 - \frac{h}{1000 \text{ mm}} = 1.345 \quad \text{(Al-Elrami et al., 2013, s
B77)}$$

$$f_{ctk.fl} := f_{ctk.0.05} \cdot k = 3.901 \text{ MPa} \quad \text{(Al-Elrami et al., 2013, s
B77)}$$

Yttreghetsmoment

Tyngdpunkt

$$I_c := \frac{b \cdot h^3}{12} = 0.004 \text{ m}^4$$

$$x_C := \frac{h}{2} = 0.128 \text{ m}$$

(Al-Elrami et al., 2013, s
B77)

Sprickmoment

$$M_{cr} := f_{ctk.fl} \cdot \frac{I_c}{h - x_C} = 126.815 \text{ kN} \cdot m$$

(Al-Elrami et al., 2013, s
B77)

$$M_{fält} := 268.45 \text{ kN} \cdot m \quad M_{stöd} := 154.13 \text{ kN} \cdot m$$

Sprickbildning uppstår då dimensionerande moment är större både i fält och över stöd

Kontroll i bruksstadiet-fält

$$M_{fält} := 268.45 \text{ kN} \cdot m \quad \text{Dimensionerande fältmoment bruksstadie. Bilaga 5}$$

$$b := 3000 \text{ mm} \quad \text{Tvärsnittsbredd}$$

$$h := 255 \text{ mm} \quad \text{Tvärsnittshöjd}$$

$$d := 0.193 \text{ m} \quad \text{Avstånd tvärsnittets överkant-dragarmeringens tyngdpunkt}$$

$$d' := h - d = 0.062 \text{ m} \quad \text{Avstånd tvärsnittets överkant-tryckarmeringens tyngdpunkt}$$

Tvärsnittsanlys Stadium II

(Al-Emrani et al., 2011, s B222-229)

$$E_s := 200 \text{ GPa} \quad \text{E-modul stål. (Al-Emrani et al., 2013, s B59)}$$

$$E_{cm} := 37 \text{ GPa} \quad \text{E-modul betong. (Al-Emrani et al., 2013, s B44)}$$

$$\alpha := \frac{E_s}{E_{cm}} = 5.405 \quad \text{viktvärde E-modul. (Al-Emrani et al., 2011, B226)}$$

$$\phi_{20} := 20 \text{ mm} \quad \text{Diameter armering}$$

$$A_{si} := \frac{\pi \cdot \phi_{20}^2}{4} = (3.142 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^2 \quad \text{Area för ett armeringsjärn}$$

$$n := 24 \quad \text{Antal stänger nedre kant}$$

$$n' := 4$$

Antal stänger övre kant

$$A_s := n \cdot A_{si} = 0.008 \text{ m}^2$$

Total armeringsarea övre kant

$$A_s' := n' \cdot A_{si} = 0.001 \text{ m}^2$$

Total armeringsarea nedre kant

Tvärsnittsanalys

(Al-Emrani et al., 2011 sB225-229)

All armering befinner sig i dragzonen.

$$f(x) := \frac{b \cdot x^2}{2} - \alpha \cdot A_s' \cdot (x - d') - \alpha \cdot A_s \cdot (d - x)$$

Tyngdpunktsekvation.
(Al-Emrani et al., 2011 s
B228)

$$x := \text{root}(f(x), x, 0 \text{ mm}, 255 \text{ mm}) = 0.06 \text{ m}$$

Tvärsnittskonstanter stadium II

Area och tröghetsmoment för ekvivalent betongtvärsnitt. All armering i dragzonen

$$A_{II} := b \cdot x + \alpha \cdot A_s' + \alpha \cdot A_s = 0.228 \text{ m}^2$$

(Al-Emrani et al.,
2011, s B229)

$$I_{II} := \frac{b \cdot x^3}{3} + \alpha \cdot A_s' \cdot (x - d')^2 + \alpha \cdot A_s \cdot (d - x)^2 = (9.37 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^4$$

(Al-Emrani et al., 2011,
s B229)

Spänningar

$$M := M_{fält} = 268.45 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\sigma_c(z) := \frac{M}{I_{II}} \cdot z$$

Betongspänning (Al-Emrani et al., 2011, s B228)

z-koordinater för spänningsnivåer (då z=0 i xtp=x)

$$z_{btg.överkant} := -x = -0.06 \text{ m}$$

$$z_{stal.överkant} := -x + d' = 0.002 \text{ m}$$

$$z_{stal.underkant} := d - x = 0.133 \text{ m}$$

Betongspänning i överkant och fiktiv betongspänning på armeringens nivå.

(Al-Emrani et al., 2011, s B228)

$$\sigma_{btg.överkant} := \sigma_c (z_{btg.överkant}) = -17.2 \text{ MPa}$$

Betongspänningen ska vara mindre än $0.6 f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ Ok. (Al-Emrani et al., 2011, s B212)

$$\sigma_{btg.fiktiv.stal.överkant} := \sigma_c (z_{stal.överkant}) = 0.564 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{btg.fiktiv.stal.underkant} := \sigma_c (z_{stal.underkant}) = 38.097 \text{ MPa}$$

Stålspänningar i armering (Al-Emrani et al., 2011, s B228)

$$\sigma_{s'} := \alpha \cdot \sigma_{btg.fiktiv.stal.överkant} = 3.047 \text{ MPa}$$

$$\sigma_s := \alpha \cdot \sigma_{btg.fiktiv.stal.underkant} = 205.93 \text{ MPa}$$

Stlspänningarna ska vara mindre än $1.0 \cdot f_{yk} = 600 \text{ MPa}$ Ok. (Al-Emrani et al., 2011, s B212)

Sprickbreddskontroll

(Al-Emrani et al., 2011, s B292-B293 & B297)

$$h_{c.ef} := \min \left(\left[2.5 \cdot (h - d) \frac{h - x}{3} \frac{h}{2} \right] \right) = 0.065 \text{ m}$$

$$A_{ef} := b \cdot h_{c.ef} = 0.195 \text{ m}^2 \quad (\text{Al-Emrani et al., 2011, s B292-293})$$

$$\rho_{p.ef} := \frac{A_s}{A_{ef}} = 0.039 \quad (\text{Al-Emrani et al., 2011, s B297})$$

$$k_1 := 0.8 \quad \text{kamstång}$$

$$k_3 := 3.4 \quad \text{nationell parameter, rekommenderat värde}$$

$$k_4 := 0.425 \quad \text{nationell parameter, rekommenderat värde}$$

$$k_2 := 0.5 \quad \text{ren böjning}$$

$$c := 0.062 \text{ mm} \quad \text{avstånd tvärsnittskant-armeringslagrets tyngdpunkt}$$

.

$$\frac{b}{n} = 0.125 \text{ m} \quad \text{armeringsstängernas ungefärliga centrumavstånd}$$

$$5 \cdot \left(c + \frac{\phi_{20}}{2} \right) = 0.05 \text{ m} \quad \text{Eftersom armeringsstängernas centrumavstånd är större än detta värde skall maximalt sprickavstånd beräknas enligt B9-14 (Al-Emrani et al., 2011, s B294)}$$

$$S_{r,max} := k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi_{20}}{\rho_{p.ef}} = 0.088 \text{ m} \quad \text{används ej då ekvationen nedan blir dimensionerande Al-Emrani et al., 2011, s B292}$$

$$S_{r,max} := 1.3 \cdot (h - x) = 0.253 \text{ m} \quad \text{Blir dimensionerande enligt (Al-Emrani et al., 2011, s B294)}$$

$$k_t := 0.4 \quad \text{faktor som beaktar lastens varaktighet. Antagen som långtidslast (Al-Emrani et al., 2011, s B297)}$$

$$f_{ctm} := 4.1 \text{ MPa} \quad \text{Betongens medeldraghållfasthet (Al-Emrani et al., 2013, s B41)}$$

$$\Delta \varepsilon := \frac{\sigma_s - k_t \cdot \frac{f_{ctm}}{\rho_{p.ef}} \cdot (1 + \alpha \cdot \rho_{p.ef})}{E_s} = 7.733 \cdot 10^{-4} \quad \text{Skillnaden i stålets och betongens medeltöjning. (Al-Emrani et al., 2011, s B297)}$$

$$w_k := S_{r,max} \cdot \Delta \varepsilon = 0.196 \text{ mm} \quad \text{Karakteristisk sprickbredd enligt (Al-Emrani et al., 2011, s B297)}$$

Max tillåtna sprickbredd $w_{k,till} = 0.20 \text{ mm}$ enligt SS137010 för Betong med vct 0.40 och Exponeringsklass XD1 och livslängdsklass 100 år. Betongplattan klarar kravet på sprickbredd i fält.

Kontroll i bruksstadiet-stöd

Beräkningen är i princip identisk med den som gjordes i fält, varför bilagan är upplagd på exakt samma sätt. Därför används samma beräkningsmodell vänd upp-och-ned då momentet över stöd är negativt och betongen är dragen i överkant.

$$M_{stöd} := 154.13 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Dimensionerande stödmoment bruksstadie. Bilaga 5

$$b := 3000 \text{ mm}$$

Tvärsnittsbredd

$$h := 255 \text{ mm}$$

Tvärsnittshöjd

$$d := 0.193 \text{ m}$$

Avstånd tvärsnittets överkant-dragarmeringens tyngdpunkt

$$d' := h - d = 0.062 \text{ m}$$

Avstånd tvärsnittets överkant-tryckarmeringens tyngdpunkt

Tvärsnittsanlys SII

$$E_s := 200 \text{ GPa}$$

E-modul stål. (Al-Emrani et al., 2013, s B59)

$$E_{cm} := 37 \text{ GPa}$$

E-modul betong. (Al-Emrani et al., 2013, s B44)

$$\alpha := \frac{E_s}{E_{cm}} = 5.405$$

viktvärde E-modul. (Al-Emrani et al., 2011, s B226)

$$\phi_{20} := 20 \text{ mm}$$

Diameter armering

$$A_{si} := \frac{\pi \cdot \phi_{20}^2}{4} = (3.142 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^2$$

Area för ett armeringsjärn

$$n := 12$$

Antal stänger övre kant

$$n' := 4$$

Antal stänger nedre kant

$$A_s := n \cdot A_{si} = 0.004 \text{ m}^2 \quad \text{Total armeringsarea övre kant}$$

$$A_s' := n' \cdot A_{si} = 0.001 \text{ m}^2 \quad \text{Total armeringsarea nedre kant}$$

Tvärsnittsanalys

Utförd enligt Al-Emrani et al., 2011 kap B7.2.3 Böjsprucket armerat tvärsnitt- ren böjning. sB225-B229. All armering befinner sig i dragzonen.

$$f(x) := \frac{b \cdot x^2}{2} - \alpha \cdot A_s' \cdot (x - d') - \alpha \cdot A_s \cdot (d - x)$$

Tyngdpunktsekvation.
(Al-Emrani et al., 2011, s B228)

$$x := \text{root}(f(x), x, 0 \text{ mm}, 255 \text{ mm}) = 0.044 \text{ m}$$

x stämmer med antagandet
att armeringen befinner sig i
dragzon

Tvärsnittskonstanter stadium II

Area och tröghetsmoment för ekvivalent betongtvärsnitt. All armering i dragzonen

$$A_{II} := b \cdot x + \alpha \cdot A_s' + \alpha \cdot A_s = 0.159 \text{ m}^2 \quad (\text{Al-Emrani et al., 2011, s B229})$$

$$I_{II} := \frac{b \cdot x^3}{3} + \alpha \cdot A_s' \cdot (x - d')^2 + \alpha \cdot A_s \cdot (d - x)^2 = (5.398 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^4 \quad (\text{Al-Emrani et al., 2011, s B229})$$

Spänningar

$$M := M_{stöd} = 154.13 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\sigma_c(z) := \frac{M}{I_{II}} \cdot z \quad \text{Betongspänning (Al-Emrani et al., 2013, s B228)}$$

z-koordinater för spänningsnivåer (då z=0 i xtp=x)

$$z_{btg.överkant} := -x = -0.044 \text{ m}$$

$$z_{stal.överkant} := -x + d' = 0.018 \text{ m}$$

$$z_{stal.underkant} := d - x = 0.149 \text{ m}$$

Betongspänning i överkant och fiktiv betongspänning på armeringens nivå. (Al-Emrani et al., 2011, s B228)

$$\sigma_{btg.\overkant} := \sigma_c (z_{btg.\overkant}) = -12.584 \text{ MPa}$$

Betongspänningen ska vara mindre än $0.6 f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ Ok. (Al-Emrani et al., 2011, s B212)

$$\sigma_{btg.fiktiv.stal.\overkant} := \sigma_c (z_{stal.\overkant}) = 5.12 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{btg.fiktiv.stal.underkant} := \sigma_c (z_{stal.underkant}) = 42.528 \text{ MPa}$$

Stålspänningar i armering (Al-Emrani et al., 2011, s B228)

$$\sigma_{s'} := \alpha \cdot \sigma_{btg.fiktiv.stal.\overkant} = 27.677 \text{ MPa}$$

$$\sigma_s := \alpha \cdot \sigma_{btg.fiktiv.stal.underkant} = 229.88 \text{ MPa}$$

Stålspänningarna ska vara mindre än $1.0 f_{yk} = 600 \text{ MPa}$ Ok. (Al-Emrani et al., 2011, s B212)

Sprickbreddskontroll

Sprickavståndet är beräknat enligt (Al-Emrani et al., 2011, B292-B293 & B297)

$$h_{c.ef} := \min \left(\left[2.5 \cdot (h - d) \frac{h - x}{3} \frac{h}{2} \right] \right) = 0.07 \text{ m}$$

$$A_{ef} := b \cdot h_{c.ef} = 0.211 \text{ m}^2 \quad (\text{Al-Emrani et al., 2011, s B292-293})$$

$$\rho_{p.ef} := \frac{A_s}{A_{ef}} = 0.018 \quad (\text{Al-Emrani et al., 2011, s B297})$$

$$k_1 := 0.8 \quad \text{kamstång}$$

$$k_3 := 3.4 \quad \text{nationell parameter, rekommenderat värde}$$

$$k_4 := 0.425 \quad \text{nationell parameter, rekommenderat värde}$$

$$k_2 := 0.5 \quad \text{ren böjning}$$

$$c := 0.062 \text{ mm} \quad \text{avstånd tvärsnittskant-armeringslagrets tvärgångpunkt}$$

$$\frac{b}{n} = 0.25 \text{ m} \quad \text{armeringsstängernas ungefärliga centrumavstånd}$$

$$5 \cdot \left(c + \frac{\phi_{20}}{2} \right) = 0.05 \text{ m} \quad \text{Eftersom armeringsstängernas centrumavstånd är större än detta värde skall maximalt sprickavstånd beräknas enligt (Al-Emrani et al., 2011 B294)}$$

$$S_{r,max} := k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi_{20}}{\rho_{p.ef}} = 0.19 \text{ m} \quad \text{ekv B9-11, används ej då ekvationen nedan blir dimensionerande}$$

$$S_{r,max} := 1.3 \cdot (h - x) = 0.274 \text{ m} \quad \text{Blir dimensionerande enligt (Al-Emrani et al., 2011 B294)}$$

$$k_t := 0.4 \quad \text{faktor som beaktar lastens varaktighet. Antagen som långtidslast}$$

$$f_{ctm} := 4.1 \text{ MPa} \quad \text{Betongens medeldraghållfasthet (Al-Emrani et al., 2011 B41)}$$

$$\Delta \varepsilon := \frac{\sigma_s - k_t \cdot \frac{f_{ctm}}{\rho_{p.ef}} \cdot (1 + \alpha \cdot \rho_{p.ef})}{E_s} = 6.463 \cdot 10^{-4} \quad \text{Skillnaden i stålets och betongens medeltöjning (Al-Emrani et al., 2011, s B297)}$$

$$w_k := S_{r,max} \cdot \Delta \varepsilon = 0.177 \text{ mm} \quad \text{Karaktäristisk sprickbredd enligt (Al-Emrani et al., 2011, s B297)}$$

Max tillåtna sprickbredd $w_{k,till} = 0.20 \text{ mm}$ enligt SS137010 för Betong med vct 0.40 och Exponeringsklass XD1 och livslängdsklass 100 år. Betongplattan klarar kravet på sprickbredd i fält.

Dimensionering brobaneplatta - momentkapacitet

I denna bilaga beräknas momentkapacitet för betongplattan i fältmitt och över stöd

Max stödmoment

$$M_{stöd} := 304.0574 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Från bilaga 5

Max fältmoment

$$M_{fält} := 535.438 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Från bilaga 5

Beräkning i fält

Materialparametrar

$$f_{yk} := 600 \text{ MPa}$$

Karaktäristisk flytgräns armeringsbyglar (Al-Elrami et al 2013,. B59)

$$f_{ctm} := 4.1 \text{ MPa}$$

Medeldraghållfasthet (Al-Elrami et al 2013,. B41)

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

Karaktäristisk tryckhållfasthet betong (Al-Elrami et al 2013,. B36)

$$\gamma_s := 1.15$$

Partialkoefficient armering (Al-Elrami et al 2013,. B59)

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

Nationell parameter (Al-Elrami et al 2013,. B37)

$$\gamma_c := 1.5$$

Partialkoefficient betong (Al-Elrami et al 2013,. B37)

$$f_{yd} := \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 521.739 \text{ MPa}$$

Dimensionerande flytgräns armering (Al-Elrami et al 2013,. B59)

$$f_{cd} := \frac{f_{ck}}{\gamma_c} \cdot \alpha_{cc} = 33.333 \text{ MPa}$$

Dimensionerande tryckhållfasthet (Al-Elrami et al 2013,. B37)

Tvärsnittsdata

$$armeringsdjup := 62 \text{ mm}$$

Från bilaga 6 Starttvärsnitt

$$bt := 3000 \text{ mm}$$

Tvärsnittsbredd

$$h := 255 \text{ mm}$$

Tvärsnittshöjd

$$d := h - armeringsdjup = 0.193 \text{ m}$$

Avstånd överkant-
dragarmeringens tyngdpunkt

$$d' := armeringsdjup = 0.062 \text{ m}$$

Avstånd överkant-tryckarmeringens
tyngdpunkt

$$\phi_{20} := 20 \text{ mm}$$

Diameter armering

$$A_{si} := \frac{\pi \cdot \phi_{20}^2}{4} = (3.142 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^2$$

Area 1 armeringsjärn

Tvärschnittsanalys stadium 3 fält

(Al-Emrani et al., 2013 B150-153)

$$A_s := 24 \cdot A_{si} = 0.008 \text{ m}^2$$

Area dragarmering

$$A_{s.tr} := 4 \cdot A_{si} = 0.001 \text{ m}^2$$

Area tryckarmering

$$\varepsilon_{cu} := 3.5 \cdot 10^{-3} \quad \text{Betong antas ha uppnått brottstukning}$$

$$\sigma_s := f_{yd} = 521.739 \text{ MPa}$$

Antaget all armering flyter

$$\sigma_{s.tr} := f_{yd} = 521.739 \text{ MPa}$$

$$\alpha := 0.810 \quad \beta := 0.416$$

Tryckblocksfaktorer (Al-Emrani et al., 2013 B137)

$$F_c := \alpha \cdot f_{cd} \cdot bt \cdot x$$

$$F_{s.drag} := A_s \cdot \sigma_s$$

$$F_{s.tryck} := A_{s.tr} \cdot \sigma_{s.tr}$$

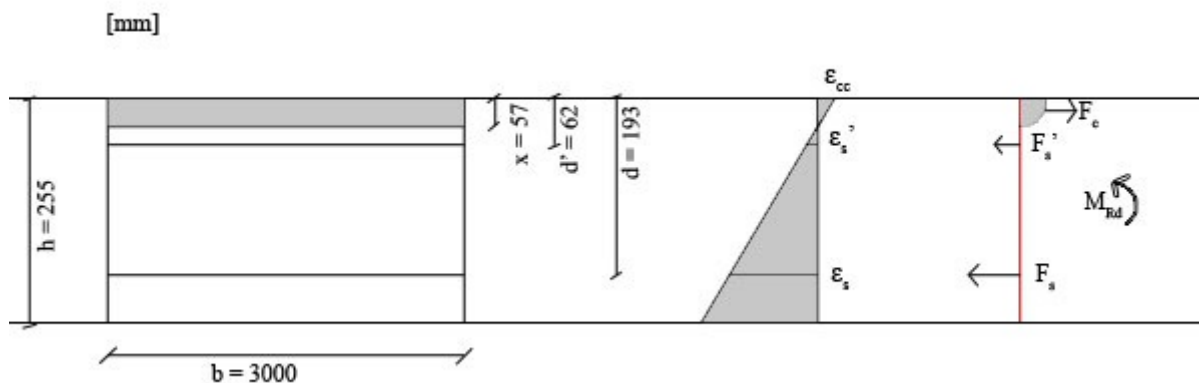
Med dessa ekvationer och jämvikt där det antas att båda armeringslagren flyter fås ekvationen för tryckblockshöjden.

$$x := \frac{A_s \cdot \sigma_s - A_{s.tr} \cdot \sigma_{s.tr}}{\alpha \cdot f_{cd} \cdot bt} = 0.04 \text{ m}$$

Tryckzonen är ovanför det övre armeringslagret, ekvationen ändras till

$$x := \frac{A_s \cdot \sigma_s + A_{s.tr} \cdot \sigma_{s.tr}}{\alpha \cdot f_{cd} \cdot b t} = 0.057 \text{ m}$$

Figuren nedan illustrerar hur ekvationen för tryckblockshöjden tas fram. Det görs via kraftjämvikt. Bilden visar hur det ser ut när tryckzonen är helt ovanför dragarmeringen.



Tryckzonen är fortfarande ovanför övre armeringslagret som stämmer med ekvationen ovan. Stålspänningar kontrolleras nu för att se om antagandet att stålet flyter är korrekt.

$$E_s := 200 \text{ GPa}$$

Elasticitetsmodul stål (Al-Emrani et al., 2013, s B59)

$$\sigma_{s.tr} := E_s \cdot \frac{(d' - x)}{x} \cdot \epsilon_{cu} = 65.973 \text{ MPa} < 522 \text{ MPa, antagandet stämde ej}$$

$$\sigma_{s.drag} := E_s \cdot \frac{(d - x)}{x} \cdot \epsilon_{cu} = (1.684 \cdot 10^3) \text{ MPa} > 522 \text{ MPa, antagandet stämde}$$

Här krävs en serie iterationer för att ta fram de korrekta stålspänningarna och tryckzonen, detta görs via matlab.

$$\sigma_{s.tr} := 152.1 \text{ MPa}$$

från matlab, se Bilaga 6 tryckzonshöjd och spänningsberäkning

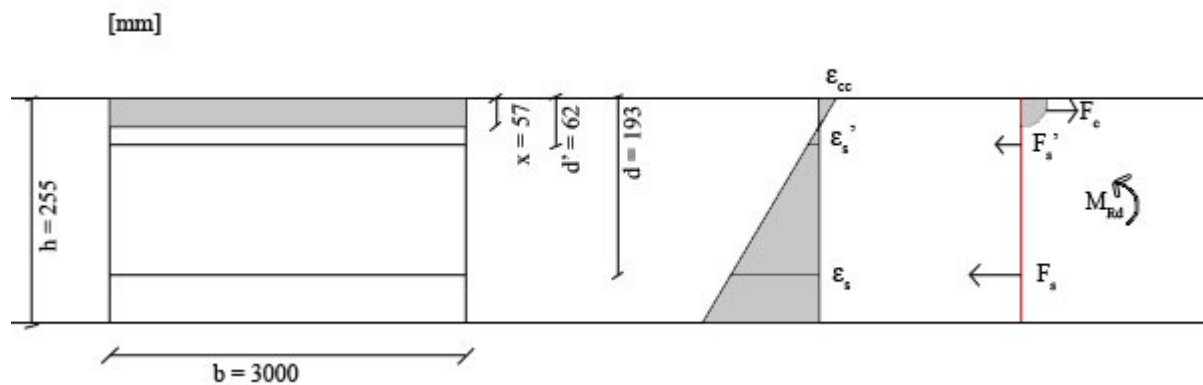
$$x := \frac{A_s \cdot \sigma_s + A_{s.tr} \cdot \sigma_{s.tr}}{\alpha \cdot f_{cd} \cdot b t} = 0.051 \text{ m}$$

$$\sigma_{s.tr} := E_s \cdot \frac{(d' - x)}{x} \cdot \epsilon_{cu} = 152.228 \text{ MPa}$$

Stämmer bra med antagen spänning

$$\sigma_{s.drag} := E_s \cdot \frac{(d - x)}{x} \cdot \epsilon_{cu} = (1.953 \cdot 10^3) \text{ MPa} > 522 \text{ MPa ok}$$

Momentkapacitet



Jämvikt kring tryckarmering ger momentkapaciteten

$$M_{Rd} := \alpha \cdot f_{cd} \cdot b \cdot t \cdot x \cdot (d' - \beta \cdot x) + A_s \cdot \sigma_s \cdot (d - d') = 683.691 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Kontroll av segt verkningsätt (Al-Emrani et al., 2013, s B149)

$$0.35 \cdot d = 0.068 \text{ m} \quad x = 0.051 \text{ m} \quad x < 0.35 \cdot d \text{ Ok.}$$

$$Utnyttjandegrad := \frac{M_{fält}}{M_{Rd}} = 0.783$$

Tvärsnittsanalys stadium 3 stöd

Tvärsnittsanalys stadium 3 stöd

(Al-Emrani et al., 2013 B150-153)

Analysen är densamma som ovan men med dragen ovasida. Samma beräkningsmodell som användes i fält upprepas här men är vänd upp och ned.

$$A_s := 12 \cdot A_{si} = 0.004 \text{ m}^2 \quad \text{Area dragarmering}$$

$$A_{s.tr} := 4 \cdot A_{si} = 0.001 \text{ m}^2 \quad \text{Ara tryckarmering}$$

$$\varepsilon_{cu} := 3.5 \cdot 10^{-3} \quad \text{Betong antas ha uppnått brottstukning}$$

$$\sigma_s := f_{yd} = 521.739 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{s.tr} := f_{yd} = 521.739 \text{ MPa} \quad \text{Antaget all armering flyter}$$

$$\alpha := 0.810 \quad \beta := 0.416 \quad \text{Tryckblocksfaktorer (Al-Emrani et al., 2013 B137)}$$

$$F_c := \alpha \cdot f_{cd} \cdot bt \cdot x \quad F_{s.drag} := A_s \cdot \sigma_s \quad F_{s.tryck} := A_{s.tr} \cdot \sigma_{s.tr}$$

Med dessa ekvationer och jämvikt där det antas att båda armeringslagren flyter fås ekvationen för tryckblockshöjden. (Al-Emrani et al., 2013 B151)

$$x := \frac{A_s \cdot \sigma_s - A_{s.tr} \cdot \sigma_{s.tr}}{\alpha \cdot f_{cd} \cdot bt} = 0.016 \text{ m}$$

Som i kontrollen av fält hamnade tryckzonen ovanför tryckarmeringen, ekvationen blir

$$x := \frac{A_s \cdot \sigma_s + A_{s.tr} \cdot \sigma_{s.tr}}{\alpha \cdot f_{cd} \cdot bt} = 0.032 \text{ m}$$

Bilden som användes för fältberäkningen ovan är applicerbar även här, men med en något mindre tryckzon.

Kontroll av stålspänningar för att se om antagandena stämmer

$$E_s := 200 \text{ GPa}$$

$$\sigma_{s.tr} := E_s \cdot \frac{(d' - x)}{x} \cdot \varepsilon_{cu} = 640.453 \text{ MPa} \quad > 522 \text{ MPa ok}$$

$$\sigma_{s.drag} := E_s \cdot \frac{(d - x)}{x} \cdot \varepsilon_{cu} = (3.473 \cdot 10^3) \text{ MPa} \quad > 522 \text{ MPa ok}$$

Jämvikt runt tryckarmering ger momentkapacitet

$$M_{Rd} := \alpha \cdot f_{cd} \cdot b t \cdot x \cdot (d' - \beta \cdot x) + A_s \cdot \sigma_s \cdot (d - d') = 384.94 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Kontroll av segt verkningssätt (Al-Emrani et al., 2013, s B149)

$$0.35 \cdot d = 0.068 \text{ m} \quad x = 0.032 \text{ m} \quad x < 0.35 \cdot d \text{ Ok.}$$

$$\text{Utnyttjandegrad} := \frac{M_{stöd}}{M_{Rd}} = 0.79$$

Tryckzonshöjd och spänningsberäkning

Table of Contents

Innehåll	1
Tvärsnittsanalys stadium 3	2

Innehåll

BMTX01 - KANDIDATGRUPP 51

Detta program itererar fram en stålspänning utifrån tryckzonshöjd x och ingående armering. Programmet är semi-generellt, koden är anpassad utefter de tryckblockshöjder och spänningsförhållanden som första tvärsnittsanalysen gav.

```
%NAMN:
% Karin Andersson 940401
% Ida Björhagen 930325
% Rickard Edman 920430
% Linnéa Persson 890803
% Nils Rasmark 871012
% DATUM 2016-05-09
%-----
% Rensar alla variabler
clc
clear all
format long

%Mått
h=0.255; %[m] tvärsnittets höjd
b=3.0;  %[m] tvärsnittets bredd
d=0.193; %[m] avstånd tvärsnitt översida-tyngdpunkt dragarmering
dp=0.062; %[m] avstånd tvärsnitt översida-tyngdpunkt tryckarmering
phi=0.02; %[m] diameter armering

%%Spänningar och krafter
Yc=1.5;      %partialkoefficient betong
Ys=1.15;     %partialkoefficient stål
acc=1.0;     %faktor som beaktar hållfasthetsreduktion pga långvarig
              %last betong

Es=200*10^9; %Emodul stål
fck=50*10^6; %betongens karaktäristiska tryckhållfasthet C50/60 [Pa]
fcd=acc*(fck/Yc); %dimensionerande tryckhållfasthet betong [Pa]
fyk=600*10^6; %armeringens karaktäristiska flytspänning Ks600s [Pa]
fctm=4.1*10^6; %medeldragspänning betong [Pa]
fyd1=fyk/Ys;  %dimensionerande flytspänning stål [Pa]
```

```
fydp1=-fyk/Ys;    %som ovan, för tryckarmering  
epsc=3.5*10^-3;  %brottstukning btg
```

```
%Armeringsareor  
Asi=pi*(phi^2)/4;    %area en stång [m2]  
As=24*Asi;           %area dragarmering [m2]  
Asp=4*Asi;           %area tryckarmering [m2]
```

Tvärsnittsanalys stadium 3

Dubbelarmerat rektangulärt tvärsnitt.

%Ingångsparametrar

```
alfa=0.810;        %tryckblocksfaktor  
beta=0.416;        %tryckblocksfaktor
```

```
x=(As*fyd1-Asp*fydp1)/(alfa*fcd*b); %tryckblockshöjd  
%Kommentar: tryckzonen är ovanför tryckarmeringen men spänningen för  
%tryckarmeringen ovan är satt till negativt värde för att ekvaionen ska  
%bli korrekt
```

```
%Nya spänningar beräknade av stältöjning som funktion av x  
SigmaS=Es*((d-x)/x)*epsc;  
SigmaSp=Es*((dp-x)/x)*epsc;
```

```
fydp=fydp1;
```

```
N=0;
```

```
%Loop som räknar om tryckzonshöjd och sedan beräknar nya stålspänningar  
%utifrån den. If-satserna i loopen ser till att flytspänningen används i  
%det fall att den beräknade stålspänningen överskrider denna. Iterationen  
%är satt att upprepa sig tills den antagna stålspänningen för  
%tryckarmeringen är +/- 10 kPa från den framräknade
```

```
while abs(abs(SigmaSp)-abs(fydp))>10000  
    if N>200  
        break  
    end  
    if abs(SigmaSp>522*10^6)  
        fydp=fydp1;  
    else  
        fydp=SigmaSp;  
    end  
    if abs(SigmaS>522*10^6)  
        fyd=fyd1;  
    else  
        fyd=SigmaS;  
    end  
    x=(As*fyd+Asp*fydp)/(alfa*fcd*b);  
    SigmaS=Es*((d-x)/x)*epsc;  
    SigmaSp=Es*((dp-x)/x)*epsc;  
    N=N+1;
```

end

```
%Beräknar momentkapacitet utifrån momentekvation runt tryckarmeringen  
Mrd=fcd*alfa*b*x*(dp-beta*x)+As*fyd*(d-dp);
```

```
fprintf(['Stålspänning dragarmering: %6.3f [MPa] \n',...  
'Stålspänning tryckarmering: %6.3f [MPa] \n', ...  
'Tryckzonens höjd: %6.3f m \n', ...  
'Momentkapacitet: %6.3f kN'],SigmaS*10^-6,SigmaSp*10^-6,x,Mrd*10^-3);
```

Stålspänning dragarmering: 1952.814 [MPa]

Stålspänning tryckarmering: 152.199 [MPa]

Tryckzonens höjd: 0.051 m

Momentkapacitet: 683.693 kN

Published with MATLAB® R2013b

Tvärkraftskapacitet

I den här bilagan beräknas tvärkraftskapaciteten för betongplattan i kritiskt snitt. Även största avstånd mellan armeringsbyglar i längs- och tvärled beräknas

Materialparametrar

Betong N C50/60

Byglar $\phi 12$ Ks600s

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

Karaktäristisk tryckhållfasthet betong (Al-Elrami et al 2013,. B36)

$$f_{yk} := 600 \text{ MPa}$$

Karaktäristisk flytgräns armeringsbyglar (Al-Elrami et al 2013,. B59)

$$\gamma_c := 1.5$$

Partialkoefficient betong (Al-Elrami et al 2013,. B37)

$$\gamma_s := 1.15$$

Partialkoefficient armering (Al-Elrami et al 2013,. B59)

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

Nationell parameter (Al-Elrami et al 2013,. B37)

Kontroll om tvärkraftsarmering behövs

Tvärsnittsdata

$$d := 193 \text{ mm}$$

Avstånd tvärsnittskant-dragarmeringens tyngdpunkt

$$b_w := 3000 \text{ mm}$$

Tvärsnittets bredd

$$l_s := 200 \text{ mm}$$

Halva upplagsbredden

$$x := l_s + 0.9 \cdot d$$

Kritiskt snitt utan tvärkraftsarmering

Laster

$$q := 32.4 \frac{kN}{m}$$

Lasterna hämtade från bilaga 5

$$G := 30.04 \frac{kN}{m}$$

brottgräns med partialkoefficienter

$$R_{dmax} := 803.027 \text{ kN}$$

$$V_{ED}(x) := R_{dmax} - q \cdot x - G \cdot x$$

Tvärkraft som funktion av x

$$x = 0.374 \text{ m}$$

x för kritiskt snitt

$$V_{ED}(x) = 779.693 \text{ kN}$$

Tvärkraft i kritiskt snitt

$$V_{EDx} := V_{ED}(x) = 779.693 \text{ kN}$$

Reducerad tvärkraft nära upplag

$$V_{ED,redx} := V_{EDx} - \frac{(2 \cdot d - x)^2}{4 \cdot d} \cdot q = 779.687 \text{ kN}$$

(Al-Emrani et al., 2013, s B183)

Då reducerade kraften nära upplag blir så liten (<0.1% av lasteffekten) försummas denna i beräkningarna

Tvärkraftskapacitet utan tvärkraftsarmering

$$\phi_{drag} := 20 \text{ mm}$$

Diameter dragarmering

$$A_{sl} := 24 \cdot \frac{\pi \cdot \phi_{drag}^2}{4} = 0.008 \text{ m}^2$$

Total area dragarmering (Al-Elrami et al., 2013, s B192)

$$C_{Rd,c} := \frac{0.18}{\gamma_c} = 0.12$$

(Al-Elrami et al., 2013, s B192)

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

$$k := 1 + \sqrt{\frac{200 \text{ mm}}{d}} = 2.018 < 2.0 \text{ ok} \quad (\text{Al-Elrami et al., 2013, s B192})$$

$$\rho_l := \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} = 0.013 < 0.02 \text{ ok} \quad (\text{Al-Elrami et al., 2013, s B192})$$

$$V_{Rd,c} := C_{Rd,c} \cdot k \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck, enhetslös} \right)^{\frac{1}{3}} \text{ MPa} \cdot b_w \cdot d = 564.061 \text{ kN} \quad (\text{Al-Elrami et al., 2013, s B192})$$

```

Kontroll(x, y) := if x < y
                  || return "Kapaciteten är ej tillräcklig"
                  else
                  || return "Kapaciteten är tillräcklig"

```

$Kontroll(V_{Rd,c}, V_{ED}(x)) = \text{"Kapaciteten är ej tillräcklig"}$

Kontroll av livtryckbrott med vertikal tvärkraftsarmering enligt (Al-Elrami et al 2013, B195)

$\theta := 35^\circ$ Spricklutning väljs till 35 grader

$\alpha_{cw} := 1$ Konstruktion utan tryckande normalkraft (Al-Elrami et al., 2013, s B195)

$z := 0.9 \cdot d$ Inre hävarm

$$\nu := 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250 \text{ MPa}} \right) = 0.48 \quad (\text{Al-Elrami et al., 2013, s B195})$$

$x := l_s + \cot(\theta) \cdot 0.9 \cdot d = 0.448 \text{ m}$ Kritiskt snitt med tvärkraftsarmering

$V_{ED}(x) = 775.05 \text{ kN}$ Tvärkraft i kritiskt snitt

$$V_{ED, redx} := V_{ED}(x) - \frac{(2 \cdot d - x)^2}{4 \cdot d} \cdot q = 774.888 \text{ kN}$$

Reducerad tvärkraft nära upplag, så liten effekt att den försummas

$$f_{cd} := \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 33.333 \text{ MPa}$$

$$V_{Rd,max} := \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot \nu \cdot f_{cd} \cdot \frac{1}{\cot(\theta) + \tan(\theta)} = (3.917 \cdot 10^3) \text{ kN} \quad (\text{Al-Emrani et al., 2013, s B195})$$

$$\text{Kontroll}(V_{Rd,max}, V_{ED}(x)) = \text{"Kapaciteten är tillräcklig"}$$

Dimensionering av tvärkraftsarmering

$$\phi_{bygel} := 12 \text{ mm} \quad \text{Diameter armeringsbyglar}$$

$$f_{ywd} := \frac{f_{ywk}}{\gamma_s} = 521.739 \text{ MPa} \quad \text{Dimensionerande flytgräns byglar} \\ (\text{Al-Elrami et al., 2013, s B59})$$

$$A_{sw} := 12 \cdot 2 \cdot \frac{\pi \cdot \phi_{bygel}^2}{4} = 0.003 \text{ m}^2 \quad \text{Ansätter 11 armeringsbyglar, detta ger stor} \\ \text{överkapacitet men krävs för att kravet } S_{tmax} \text{ ska} \\ \text{uppfyllas (Al-Emrani et al., 2013, s B201)}$$

$$S_{t,max} := 0.75 \cdot d = 0.145 \text{ m} \quad \text{Max avstånd armeringsbyglar} \\ \text{tvärsled}$$

$$S_t := \frac{3000}{2 \cdot 12} = 125 \quad \text{Avstånd armeringsbyglar tvärsled}$$

Avstånd mellan armeringbyglar
längsled

$$s := z \cdot \frac{\cot(\theta)}{V_{ED}(x)} \cdot f_{ywd} \cdot A_{sw} = 0.416 \text{ m} \quad (\text{Al-Emrani et al., 2013, s} \\ \text{B199})$$

Minsta armeringsmängd

$$\rho_{w,min} := 0.08 \cdot \sqrt{\text{MPa}} \cdot \text{m}^2 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{ywk}} = (9.428 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^2 \quad (\text{Al-Emrani et al., 2013, s} \\ \text{B199})$$

$$\text{Kontroll}(A_{sw}, \rho_{w,min}) = \text{"Kapaciteten är tillräcklig"}$$

Största s-avstånd

$$\alpha := 90^\circ$$

Vertikal armering

$$S_{l,max} := 0.75 \cdot d \cdot (1 + \cot(\alpha)) = 144.75 \text{ mm} \quad (\text{Al-Emrani et al., 2013, s B200})$$

Då största s-avstånd är mindre än den beräknade blir den dimensionerande

$$s := 145 \text{ mm}$$

Kapacitet skjuvglidbrott

$$V_{Rd,s} := z \cdot \frac{\cot(\theta)}{s} \cdot f_{ywd} \cdot A_{sw} = (2.221 \cdot 10^3) \text{ kN} \quad (\text{Al-Emrani et al., 2013, s B197})$$

$$Utnyttjandegrad := \frac{V_{ED}(x)}{V_{Rd,s}} = 0.349$$

Skarvning av armering

I denna bilaga beräknas erforderlig skarvlängd och möjlig krafttillväxt per stång

(Al-Elrami et al 2011,. B331-342)

Materialparametrar

$$f_{ctk0.05} := 2.9 \text{ MPa}$$

Karaktäristisk draghållfasthet betong, undre gräns. (Al-Elrami et al., 2013, s B41)

$$f_{yk} := 600 \text{ MPa}$$

Karaktäristisk flytgräns armering (Al-Elrami et al., 2013, s B59)

$$\gamma_s := 1.15$$

Partialkoefficient armering (Al-Elrami et al., 2013, s B59)

$$\gamma_c := 1.5$$

Partialkoefficient (Al-Elrami et al., 2013, s B37)

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

Beaktar långtidslast, rekommenderat värde 1.0, nationell parameter (Al-Elrami et al., 2013, s B42)

$$\phi := 20 \text{ mm}$$

Armeringens diameter

$$f_{ctd} := \alpha_{ct} \cdot \frac{f_{ctk0.05}}{\gamma_c} = 1.933 \text{ MPa}$$

Dimensionerande draghållfasthet (Al-Elrami et al., 2013, s B41)

$$\sigma_s := \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 521.739 \text{ MPa}$$

Dimensionerande flytgräns (Al-Elrami et al., 2013, s B59)

$$\eta_1 := 1.0 \quad \text{Armeringsdiameter} < 32 \text{ mm, (Al-Elrami et al., 2011, s B331)}$$

$$\eta_2 := 1.0 \quad \text{Stänger placerade i gjutriktnig (Al-Elrami et al., 2011, s B331)}$$

$$f_{bd} := 2.25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 4.35 \text{ MPa} \quad (\text{Al-Elrami et al., 2011, s B331})$$

$$l_{b.rqd} := \frac{\sigma_s}{f_{bd}} \cdot \frac{\phi}{4} = 0.6 \text{ m}$$

Erforderlig förankringslängd. (Al-Elrami et al., 2011, s B329)

$$\alpha_1 := 1.0 \quad \text{Stängernas form: Rak SS-EN-1992-1-1 tabell 8.2}$$

$$a := \frac{3000}{24} \text{ mm} = 0.125 \text{ m}$$

Ungefärligt avstånd mellan järn i fält

$$c_1 := 40 \text{ mm} \quad c_2 := 40 \text{ mm}$$

Täckande betongskikt, vertikal och horisontell

$$c_d := \min \left(\left[\frac{a}{2} \quad c_1 \quad c_2 \right] \right) = 0.04 \text{ m}$$

cd är ett dimensioneringsvärde (Al-Elrami et al., 2011, s B334)

$$\alpha_2 := 1 - 0.15 \cdot \frac{c_d - 3 \cdot \phi}{\phi} = 1.15$$

0.7 < cd < 1.0 enligt (Al-Elrami et al., 2011, s B333)

$$\alpha_2 := 1.0$$

$$K := 0.05$$

Tabell 8.4 SS-EN1992-1-1

$$\lambda := \frac{\Sigma A_{st} - \Sigma A_{st.min}}{A_s}$$

SS-EN-1992-1-1 tabell 8.2

$$\alpha_3 := 1 - K \cdot \lambda$$

SS-EN-1992-1-1 tabell 8.2

$$\alpha_3 := 1.0$$

Sätts konservativt till 1.0

$$\alpha_4 := 0.7$$

SS-EN-1992-1-1 tabell 8.2

$$\alpha_5 := 1.0 - 0.04 \cdot p$$

SS-EN-1992-1-1 tabell 8.2

$$\alpha_5 := 1.0$$

Sätts konservativt till 1.0

$$\rho_1 := 0.5$$

Andel av total armering som är skarvad inom avståndet 0.65lo åt varje håll från skarvens centrum

$$\alpha_6 := \sqrt{\frac{\rho_1}{0.25}} = 1.414$$

1.0 < α₆ < 1.5

$$l_0 := \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b.rqd} = 0.848 \text{ m}$$

(Al-Elrami et al., 2011, s B341)

Ska vara större än

$$l_{0.min} := \max \left(\left[0.3 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b.rqd} \quad 15 \cdot \phi \quad 200 \text{ mm} \right] \right) = 0.3 \text{ m} \quad (\text{Al-Elrami et al., 2011, s B332})$$

$$S_{bd.max} := \frac{\pi \cdot \phi \cdot J_{bd}}{\alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5} = 390.455 \frac{kN}{m} \quad (\text{Al-Elrami et al., 2011, s B333})$$

Erforderlig skarvlängd och möjlig krafttillväxt beräknades till

$$l_0 = 0.848 \, m$$

$$S_{bd.max} = 390.455 \frac{kN}{m}$$

Avkortning armering

Här beräknas dragkraftsbehovet och dragkraftskapaciteten ut för betongplattan. Enligt normer ska dragkraftskapaciteten alltid vara större än dragkraftsbehovet vilket gör att både kapaciteten och behovet beräknas ut för alla fall, se Kapitel 11.5.1. Indata är hämtad från kontroller ovan. Moment och tvärkraft för respektive belastningsfall är hämtad från Bilaga 5. Två olika dragkraftsbehov kommer att beräknas, ett för ytterfack och ett för mittfack där den armering som krävs i ytterfack läggs in i betongplattan närmast landfästena (0-3 meter och 72-75 meter) och den armering som krävs i mittfack läggs in i resten (3-72 meter).

Indata

$$d = 0,193 \text{ meter}$$

Avstånd UK/ÖK till nivå på armeringen,
från starttvärsnitt beräkningar

$$\phi_{12} = 0,012 \text{ meter}$$

Tvärkraftsarmeringens diameter

$$\phi_{20} = 0,020 \text{ meter}$$

Tryck- och dragarmeringsdiametern

Beräkning av armeringsarea

Totalt 12 byglar det vill säga 24 armeringsstänger, från tvärkraftskapacitetsberäkning

$$A_{sw} = \phi_{12}^2 \times \pi \times 24 / 4 \text{ m}^2 = 0,012^2 \times \pi \times 22 / 4 = 0,0027143 \text{ m}^2, \text{ area tvärkraftsstång}$$

$$A_s = \phi_{20}^2 \times \pi / 4 \text{ m}^2 = 0,020^2 \times \pi / 4 = 0,000314 \text{ m}^2, \text{ area drag-/tryckstång}$$

Armeringens flytspänning

$$f_{ywd} = 600 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = 600 \text{ MPa}$$

Maximal krafttillväxt

$$S_{bd, \text{en stång}} = 390,46 \text{ kN/m}$$

Hämtad från beräkningar ovan

$$S_{bd, 10 \text{ stänger}} = 10 \times 390,46 = 3904,6 \text{ kN/m}$$

Avkortning i underkant

$$S_{bd, 8 \text{ stänger}} = 8 \times 390,46 = 3123,6 \text{ kN/m}$$

Avkortning i överkant

Kapacitet inlagd armering i överkant och underkant

Inlagd armering beräknad ovan.

24 stänger i UK och 4 stänger i ÖK (fält)

4 stänger i UK och 12 stänger i ÖK (stöd)

$$F_{s, \text{en stång}} = A_s \times f_{yd} = 0,000314 \times 600 \times 10^6 = 188,5 \text{ kN}$$

$$F_{s, 24} = 24 \times F_{s, \text{en stång}} = 24 \times 188,5 = 4523,9 \text{ kN}$$

$$F_{s, 14} = 14 \times F_{s, \text{en stång}} = 14 \times 188,5 = 2638,9 \text{ kN}$$

$$F_{s, 12} = 12 \times F_{s, \text{en stång}} = 12 \times 188,5 = 2261,9 \text{ kN}$$

$$F_{s, 4} = 4 \times F_{s, \text{en stång}} = 4 \times 188,5 = 754 \text{ kN}$$

Ekvationer för avkortning av armering

För att beräkna dragkraftsbehovet har följande ekvationer används (Al-Emrani et al., 2011, s. B313):

$$\frac{M_{Ed}}{z} = \frac{M_{Ed}}{0,9d}$$

$$\Delta F_{td} = \frac{V_{Ed}^2 \times s}{2 \times 0,9 \times d \times f_{ywd} A_{sw}}$$

$$F_{td} = \frac{M_{Ed}}{0,9d} + \Delta F_{td}$$

Dragkraftstillskottet, ΔF_{td} , ska alltid gynna det totala dragkraftsbehovet (det vill säga att det alltid ska göra så att F_{td} blir större). Dragkraftstillskottet måste även ligga inom ett gränsområde som är (Al-Emrani et al., 2011, s. B313):

$$0,5V_{Ed} \leq \Delta F_{td} \leq 1,25V_{Ed}$$

Det totala dragkraftsbehovet får inte överskriva max värdet av $M_{Ed, \max}/z$ (Al-Emrani et al., 2011, s. B316). Båda ovan nämnda gränsvärden har vid beräkningarna korrigerats manuellt.

För alla de fyra olika belastningsfallen, se Kapitel 11.5.1, har dragkraftsbehovet beräknats för både fält och över stöd. Från dessa fall har sedan maximalt F_{td} plockats ut för varje motsvarande x -värde. Detta resulterade då i ett maximalt dragkraftsbehov som måste tillgodoställas oavsett belastningsfall. Vid beräkning har ΔF_{td} och $M_{Ed, \max}/z$ korrigerats manuellt samt beräkningarna har gjorts för negativt- respektive positivt moment.

De maximala dragkraftsbehovet tillsammans med kapaciteten för den inlagda armeringen har sedan plottats in i ett diagram. Därefter har dragkraftskapaciteten anpassats till dragkraftsbehovet med hjälp av den inlagda armeringen och maximal krafttillväxt, som beräknats ovan, så att kapaciteten alltid är större än behovet.

I Tabell 1– Tabell 4 redovisas $F_{td, \max}$ för:

- avkortning av armering i underkant för ytterfack,
- avkortning av armering i överkant för ytterfack,
- avkortning av armering i underkant för mittfack,
- avkortning av armering i överkant för mittfack.

I Figur 1– Figur 4 visas anpassningen av dragkraftskapaciteten till dragkraftsbehovet för de ovan nämnda fallen.

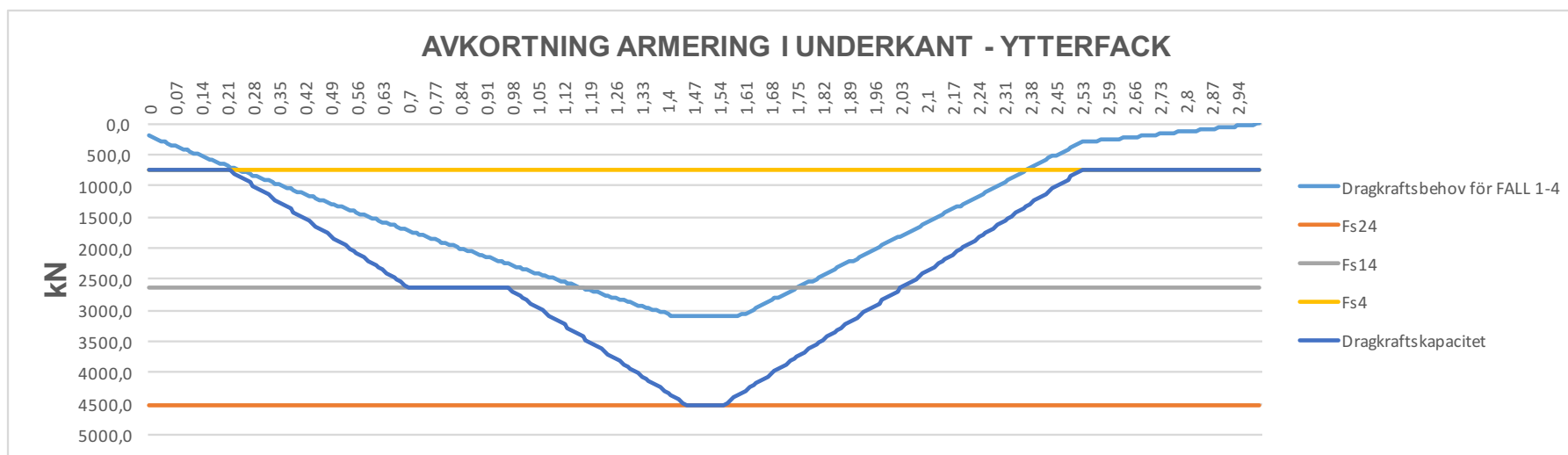
Avkortning av armering i underkant i ytterfack, 0-3 meter och 72-75 meter

Tabell 1. Maximalt (dimensionerande) dragkraftsbehov för armering i underkant, ytterfack

x [m]	F_{td} [kN]	x [m]	F_{td} [kN]	x [m]	F_{td} [kN]	x [m]	F_{td} [kN]
0,00	201,9	0,76	1841,1	1,52	3082,5	2,28	1034,1
0,01	224,8	0,77	1861,3	1,53	3082,5	2,29	1002,8
0,02	247,7	0,78	1881,4	1,54	3082,5	2,30	971,5
0,03	270,5	0,79	1901,5	1,55	3082,5	2,31	940,2
0,04	293,3	0,80	1921,6	1,56	3082,5	2,32	908,8
0,05	316,1	0,81	1941,6	1,57	3082,5	2,33	877,4
0,06	338,9	0,82	1961,6	1,58	3082,5	2,34	846,0
0,07	361,6	0,83	1981,6	1,59	3082,5	2,35	814,5
0,08	384,2	0,84	2001,5	1,60	3074,8	2,36	783,0
0,09	406,8	0,85	2021,4	1,61	3046,0	2,37	751,5
0,10	429,4	0,86	2041,3	1,62	3017,2	2,38	719,9
0,11	452,0	0,87	2061,1	1,63	2988,3	2,39	688,3
0,12	474,5	0,88	2080,9	1,64	2959,4	2,40	656,7
0,13	497,0	0,89	2100,7	1,65	2930,4	2,41	625,0

0,14	519,5	0,90	2120,4	1,66	2901,5	2,42	593,3
0,15	541,9	0,91	2140,1	1,67	2872,4	2,43	561,5
0,16	564,2	0,92	2159,7	1,68	2843,4	2,44	529,7
0,17	586,6	0,93	2179,3	1,69	2814,3	2,45	497,9
0,18	608,9	0,94	2198,9	1,70	2785,1	2,46	466,0
0,19	631,2	0,95	2218,4	1,71	2756,0	2,47	434,1
0,20	653,4	0,96	2237,9	1,72	2726,8	2,48	402,2
0,21	675,6	0,97	2257,4	1,73	2697,5	2,49	370,2
0,22	697,7	0,98	2276,8	1,74	2668,3	2,50	338,2
0,23	719,9	0,99	2296,2	1,75	2639,0	2,51	306,2
0,24	742,0	1,00	2315,6	1,76	2609,6	2,53	293,7
0,25	764,0	1,01	2334,9	1,77	2580,2	2,53	293,7
0,26	786,0	1,02	2354,2	1,78	2550,8	2,54	287,4
0,27	808,0	1,03	2373,4	1,79	2521,3	2,55	281,2
0,28	830,0	1,04	2392,6	1,80	2491,9	2,56	274,9
0,29	851,9	1,05	2411,8	1,81	2462,3	2,57	268,7
0,30	873,7	1,06	2431,0	1,82	2432,8	2,58	262,4
0,31	895,6	1,07	2450,1	1,83	2403,2	2,59	256,2
0,32	917,4	1,08	2469,1	1,84	2373,5	2,60	249,9
0,33	939,1	1,09	2488,2	1,85	2343,9	2,61	243,7
0,34	960,9	1,10	2507,2	1,86	2314,2	2,62	237,4
0,35	982,6	1,11	2526,1	1,87	2284,4	2,63	231,2
0,36	1004,2	1,12	2545,1	1,88	2254,6	2,64	224,9
0,37	1025,9	1,13	2563,9	1,89	2224,8	2,65	218,7
0,38	1047,4	1,14	2582,8	1,90	2195,0	2,66	212,4
0,39	1069,0	1,15	2601,6	1,91	2165,1	2,67	206,2
0,40	1090,5	1,16	2620,4	1,92	2135,2	2,68	199,9
0,41	1112,0	1,17	2639,1	1,93	2105,2	2,69	193,7
0,42	1133,4	1,18	2657,9	1,94	2075,2	2,70	187,5
0,43	1154,8	1,19	2676,5	1,95	2045,2	2,71	181,2
0,44	1176,2	1,20	2695,2	1,96	2015,1	2,72	175,0
0,45	1197,5	1,21	2713,8	1,97	1985,0	2,73	168,7
0,46	1218,8	1,22	2732,3	1,98	1954,9	2,74	162,5
0,47	1240,1	1,23	2750,9	1,99	1924,7	2,75	156,2
0,48	1261,3	1,24	2769,4	2,00	1894,5	2,76	150,0
0,49	1282,5	1,25	2787,8	2,01	1864,3	2,77	143,7
0,50	1303,7	1,26	2806,2	2,02	1834,0	2,78	137,5
0,51	1324,8	1,27	2824,6	2,03	1803,7	2,79	131,2
0,52	1345,9	1,28	2843,0	2,04	1773,3	2,80	125,0
0,53	1366,9	1,29	2861,3	2,05	1742,9	2,81	118,7
0,54	1387,9	1,30	2879,6	2,06	1712,5	2,82	112,5
0,55	1408,9	1,31	2897,8	2,07	1682,0	2,83	106,2

0,56	1429,8	1,32	2916,0	2,08	1651,5	2,84	100,0
0,57	1450,7	1,33	2934,2	2,09	1621,0	2,85	93,7
0,58	1471,6	1,34	2952,3	2,10	1590,4	2,86	87,5
0,59	1492,4	1,35	2970,4	2,11	1559,8	2,87	81,2
0,60	1513,2	1,36	2988,5	2,12	1529,2	2,88	75,0
0,61	1534,0	1,37	3006,5	2,13	1498,5	2,89	68,7
0,62	1554,7	1,38	3024,5	2,14	1467,8	2,90	62,5
0,63	1575,4	1,39	3042,5	2,15	1437,1	2,91	56,2
0,64	1596,1	1,40	3060,4	2,16	1406,3	2,92	50,0
0,65	1616,7	1,41	3078,3	2,17	1375,4	2,93	43,7
0,66	1637,3	1,42	3082,5	2,18	1344,6	2,94	37,5
0,67	1657,8	1,43	3082,5	2,19	1313,7	2,95	31,2
0,68	1678,3	1,44	3082,5	2,20	1282,8	2,96	25,0
0,69	1698,8	1,45	3082,5	2,21	1251,8	2,97	18,7
0,70	1719,2	1,46	3082,5	2,22	1220,8	2,98	12,5
0,71	1739,6	1,47	3082,5	2,23	1189,8	2,99	6,2
0,72	1760,0	1,48	3082,5	2,24	1158,7	3,00	0
0,73	1780,3	1,49	3082,5	2,25	1127,6		
0,74	1800,6	1,50	3082,5	2,26	1096,4		
0,75	1820,9	1,51	3082,5	2,27	1065,3		



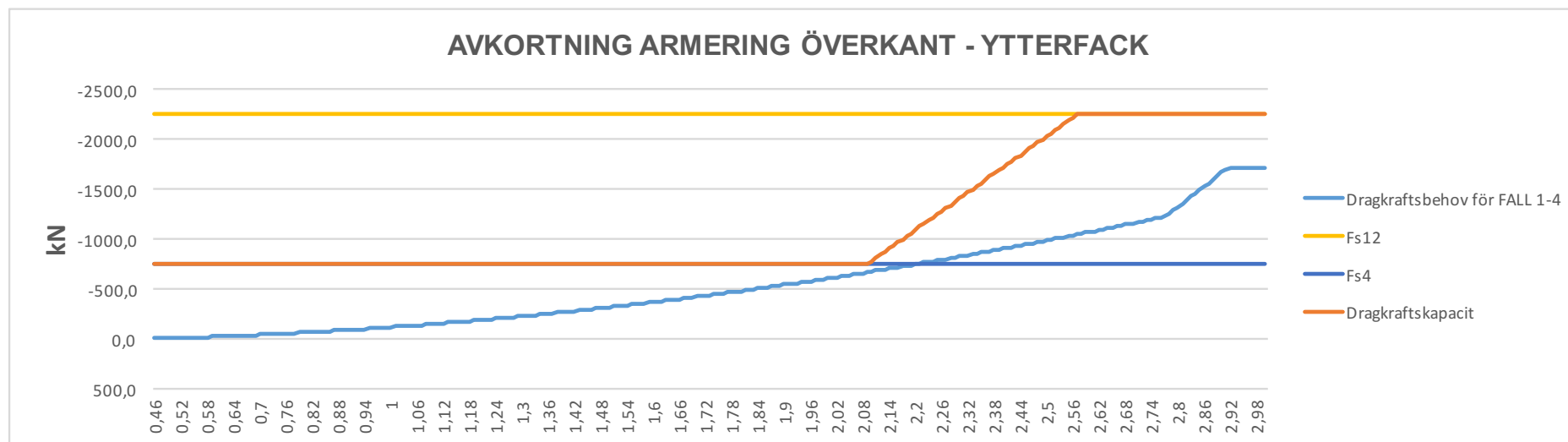
Figur 1. Dragkraftsbehov och dragkraftskapacitet för underkantsarmering i ytterfack.

Avkortning av armering i överkant i ytterfack, 0-3 meter och 72-75 meter

Tabell 2. Maximalt (dimensionerande) dragkraftsbehov för armering i överkant, ytterfack

x [m]	F_{td} [kN]	x [m]	F_{td} [kN]	x [m]	F_{td} [kN]	x [m]	F_{td} [kN]
0,46	-7,8	1,10	-154,9	1,74	-449,4	2,38	-891,0
0,47	-8,9	1,11	-158,4	1,75	-455,1	2,39	-899,1
0,48	-10,1	1,12	-161,9	1,76	-460,9	2,40	-907,2
0,49	-11,4	1,13	-165,5	1,77	-466,8	2,41	-915,4
0,50	-12,6	1,14	-169,0	1,78	-472,7	2,42	-923,5
0,51	-13,9	1,15	-172,6	1,79	-478,6	2,43	-931,8
0,52	-15,3	1,16	-176,3	1,80	-484,5	2,44	-940,0
0,53	-16,7	1,17	-180,0	1,81	-490,5	2,45	-948,3
0,54	-18,1	1,18	-183,7	1,82	-496,5	2,46	-956,6
0,55	-19,6	1,19	-187,4	1,83	-502,6	2,47	-965,0
0,56	-21,0	1,20	-191,2	1,84	-508,7	2,48	-973,4
0,57	-22,6	1,21	-195,1	1,85	-514,8	2,49	-981,8
0,58	-24,1	1,22	-198,9	1,86	-521,0	2,50	-990,2
0,59	-25,7	1,23	-202,8	1,87	-527,2	2,51	-998,8
0,60	-27,4	1,24	-206,8	1,88	-533,4	2,52	-1007,3
0,61	-29,0	1,25	-210,7	1,89	-539,7	2,53	-1015,9
0,62	-30,7	1,26	-214,7	1,90	-546,0	2,54	-1024,5
0,63	-32,5	1,27	-218,8	1,91	-552,3	2,55	-1033,1
0,64	-34,3	1,28	-222,9	1,92	-558,7	2,56	-1041,8
0,65	-36,1	1,29	-227,0	1,93	-565,1	2,57	-1050,5
0,66	-37,9	1,30	-231,1	1,94	-571,6	2,58	-1059,3
0,67	-39,8	1,31	-235,3	1,95	-578,1	2,59	-1068,1
0,68	-41,7	1,32	-239,5	1,96	-584,6	2,60	-1076,9
0,69	-43,7	1,33	-243,8	1,97	-591,1	2,61	-1085,7
0,70	-45,7	1,34	-248,1	1,98	-597,7	2,62	-1094,6
0,71	-47,7	1,35	-252,4	1,99	-604,4	2,63	-1103,6
0,72	-49,8	1,36	-256,8	2,00	-611,0	2,64	-1112,5
0,73	-51,9	1,37	-261,2	2,01	-617,7	2,65	-1121,5
0,74	-54,0	1,38	-265,6	2,02	-624,5	2,66	-1130,6
0,75	-56,2	1,39	-270,1	2,03	-631,3	2,67	-1139,7
0,76	-58,4	1,40	-274,6	2,04	-638,1	2,68	-1148,8
0,77	-60,7	1,41	-279,2	2,05	-644,9	2,69	-1157,9
0,78	-62,9	1,42	-283,8	2,06	-651,8	2,70	-1167,1
0,79	-65,3	1,43	-288,4	2,07	-658,7	2,71	-1176,3
0,80	-67,6	1,44	-293,0	2,08	-665,7	2,72	-1185,6
0,81	-70,0	1,45	-297,7	2,09	-672,7	2,73	-1194,9
0,82	-72,4	1,46	-302,4	2,10	-679,7	2,74	-1204,2

0,83	-74,9	1,47	-307,2	2,11	-686,8	2,75	-1213,6
0,84	-77,4	1,48	-312,0	2,12	-693,9	2,76	-1223,0
0,85	-79,9	1,49	-316,8	2,13	-701,0	2,77	-1232,4
0,86	-82,5	1,50	-321,7	2,14	-708,2	2,78	-1258,3
0,87	-85,1	1,51	-326,6	2,15	-715,4	2,79	-1292,4
0,88	-87,7	1,52	-331,6	2,16	-722,6	2,80	-1326,4
0,89	-90,4	1,53	-336,5	2,17	-729,9	2,81	-1360,6
0,90	-93,1	1,54	-341,5	2,18	-737,2	2,82	-1394,7
0,91	-95,9	1,55	-346,6	2,19	-744,6	2,83	-1428,9
0,92	-98,7	1,56	-351,7	2,20	-751,9	2,84	-1463,1
0,93	-101,5	1,57	-356,8	2,21	-759,4	2,85	-1497,4
0,94	-104,3	1,58	-362,0	2,22	-766,8	2,86	-1531,7
0,95	-107,2	1,59	-367,2	2,23	-774,3	2,87	-1566,0
0,96	-110,2	1,60	-372,4	2,24	-781,8	2,88	-1600,4
0,97	-113,1	1,61	-377,6	2,25	-789,4	2,89	-1634,8
0,98	-116,1	1,62	-382,9	2,26	-797,0	2,90	-1669,2
0,99	-119,2	1,63	-388,3	2,27	-804,7	2,91	-1703,7
1,00	-122,2	1,64	-393,7	2,28	-812,3	2,92	-1715,9
1,01	-125,3	1,65	-399,1	2,29	-820,0	2,93	-1715,9
1,02	-128,5	1,66	-404,5	2,30	-827,8	2,94	-1715,9
1,03	-131,7	1,67	-410,0	2,31	-835,6	2,95	-1715,9
1,04	-134,9	1,68	-415,5	2,32	-843,4	2,96	-1715,9
1,05	-138,1	1,69	-421,1	2,33	-851,2	2,97	-1715,9
1,06	-141,4	1,70	-426,7	2,34	-859,1	2,98	-1715,9
1,07	-144,8	1,71	-432,3	2,35	-867,1	2,99	-1715,9
1,08	-148,1	1,72	-437,9	2,36	-875,0	3,00	-1715,9
1,09	-151,5	1,73	-443,6	2,37	-883,0		



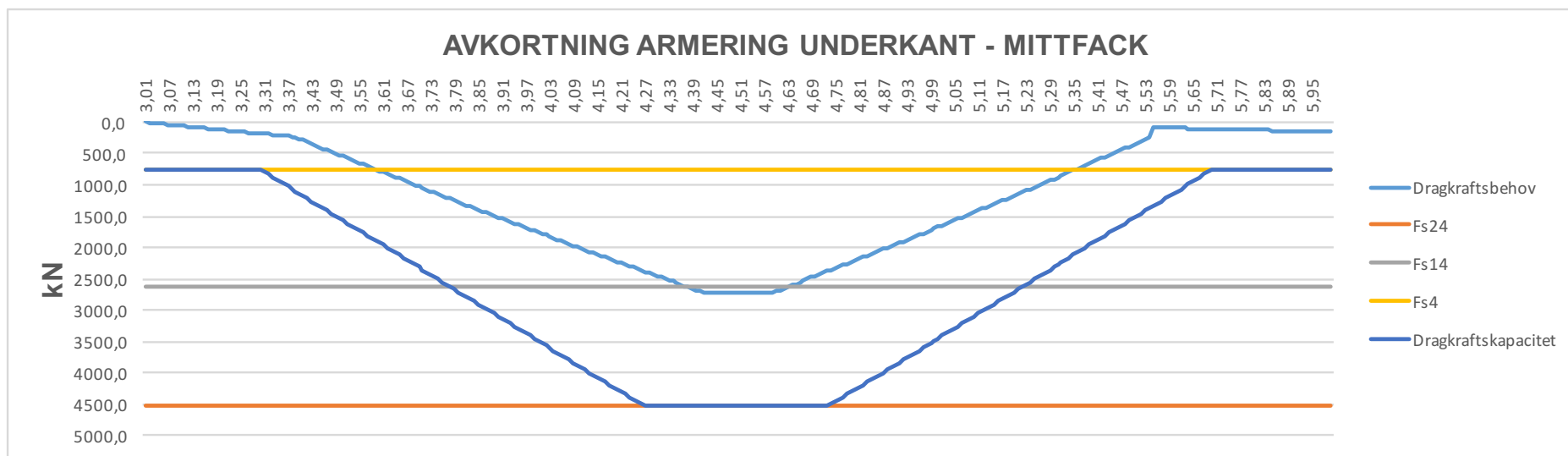
Figur 2. Dragkraftsbehov och dragkraftskapacitet för överkantsarmering i ytterfack.

Avkortning av armering i underkant i mittfack, 3-72 meter

Tabell 3. Maximalt (dimensionerande) dragkraftsbehov för armering i underkant, mittfack.

x [m]	F _{td} [kN]	x [m]	F _{td} [kN]	x [m]	F _{td} [kN]	x [m]	F _{td} [kN]
3,01	0,0	3,76	1175,5	4,51	2706,1	5,26	1013,6
3,02	6,3	3,77	1200,1	4,52	2706,1	5,27	986,9
3,03	12,6	3,78	1224,7	4,53	2706,1	5,28	960,1
3,04	18,9	3,79	1249,2	4,54	2706,1	5,29	933,3
3,05	25,2	3,80	1273,7	4,55	2706,1	5,30	906,4
3,06	31,4	3,81	1298,2	4,56	2706,1	5,31	879,5
3,07	37,7	3,82	1322,6	4,57	2706,1	5,32	852,6
3,08	44,0	3,83	1347,0	4,58	2706,1	5,33	825,6
3,09	50,3	3,84	1371,4	4,59	2706,1	5,34	798,6
3,10	56,6	3,85	1395,7	4,60	2699,8	5,35	771,6
3,11	62,9	3,86	1420,0	4,61	2675,4	5,36	744,5
3,12	69,2	3,87	1444,2	4,62	2651,0	5,37	717,4
3,13	75,5	3,88	1468,5	4,63	2626,6	5,38	690,2
3,14	81,8	3,89	1492,6	4,64	2602,1	5,39	663,0
3,15	88,1	3,90	1516,8	4,65	2577,6	5,40	635,8
3,16	94,3	3,91	1540,9	4,66	2553,0	5,41	608,6
3,17	100,6	3,92	1565,0	4,67	2528,4	5,42	581,3
3,18	106,9	3,93	1589,0	4,68	2503,8	5,43	553,9
3,19	113,2	3,94	1613,0	4,69	2479,1	5,44	526,6
3,20	119,5	3,95	1637,0	4,70	2454,4	5,45	499,2
3,21	125,8	3,96	1660,9	4,71	2429,7	5,46	471,7
3,22	132,1	3,97	1684,8	4,72	2404,9	5,47	444,3
3,23	138,4	3,98	1708,6	4,73	2380,1	5,48	416,8
3,24	144,7	3,99	1732,5	4,74	2355,2	5,49	389,2
3,25	150,9	4,00	1756,2	4,75	2330,3	5,50	361,6
3,26	157,2	4,01	1780,0	4,76	2305,4	5,51	334,0
3,27	163,5	4,02	1803,7	4,77	2280,5	5,52	306,4
3,28	169,8	4,03	1827,4	4,78	2255,5	5,53	278,7
3,29	176,1	4,04	1851,0	4,79	2230,4	5,54	251,0
3,30	182,4	4,05	1874,6	4,80	2205,4	5,55	80,8
3,31	188,7	4,06	1898,2	4,81	2180,3	5,56	83,0
3,32	195,0	4,07	1921,7	4,82	2155,1	5,57	85,2
3,33	201,3	4,08	1945,2	4,83	2130,0	5,58	87,3
3,34	207,6	4,09	1968,7	4,84	2104,8	5,59	89,4
3,35	213,8	4,10	1992,1	4,85	2079,5	5,60	91,5
3,36	220,1	4,11	2015,5	4,86	2054,2	5,61	93,6
3,37	226,4	4,12	2038,9	4,87	2028,9	5,62	95,6

3,38	232,7	4,13	2062,2	4,88	2003,6	5,63	97,6
3,39	239,6	4,14	2085,5	4,89	1978,2	5,64	99,5
3,40	265,5	4,15	2108,7	4,90	1952,8	5,65	101,4
3,41	291,5	4,16	2131,9	4,91	1927,3	5,66	103,3
3,42	317,3	4,17	2155,1	4,92	1901,8	5,67	105,1
3,43	343,2	4,18	2178,2	4,93	1876,3	5,68	106,9
3,44	369,0	4,19	2201,3	4,94	1850,7	5,69	108,7
3,45	394,7	4,20	2224,4	4,95	1825,1	5,70	110,4
3,46	420,4	4,21	2247,4	4,96	1799,5	5,71	112,1
3,47	446,1	4,22	2270,4	4,97	1773,8	5,72	113,7
3,48	471,8	4,23	2293,4	4,98	1748,1	5,73	115,3
3,49	497,4	4,24	2316,3	4,99	1722,4	5,74	116,9
3,50	523,0	4,25	2339,2	5,00	1696,6	5,75	118,5
3,51	548,5	4,26	2362,0	5,01	1670,8	5,76	120,0
3,52	574,0	4,27	2384,8	5,02	1644,9	5,77	121,4
3,53	599,5	4,28	2407,6	5,03	1619,0	5,78	122,9
3,54	625,0	4,29	2430,4	5,04	1593,1	5,79	124,3
3,55	650,4	4,30	2453,1	5,05	1567,1	5,80	125,6
3,56	675,7	4,31	2475,7	5,06	1541,1	5,81	127,0
3,57	701,1	4,32	2498,4	5,07	1515,1	5,82	128,3
3,58	726,3	4,33	2521,0	5,08	1489,0	5,83	129,5
3,59	751,6	4,34	2543,5	5,09	1462,9	5,84	130,7
3,60	776,8	4,35	2566,1	5,10	1436,8	5,85	131,9
3,61	802,0	4,36	2588,6	5,11	1410,6	5,86	133,1
3,62	827,2	4,37	2611,0	5,12	1384,4	5,87	134,2
3,63	852,3	4,38	2633,4	5,13	1358,1	5,88	135,3
3,64	877,4	4,39	2655,8	5,14	1331,8	5,89	136,3
3,65	902,4	4,40	2678,2	5,15	1305,5	5,90	137,2
3,66	927,4	4,41	2700,5	5,16	1279,2	5,91	137,2
3,67	952,4	4,42	2706,1	5,17	1252,8	5,92	137,2
3,68	977,3	4,43	2706,1	5,18	1226,3	5,93	137,2
3,69	1002,2	4,44	2706,1	5,19	1199,9	5,94	137,2
3,70	1027,1	4,45	2706,1	5,20	1173,4	5,95	137,2
3,71	1051,9	4,46	2706,1	5,21	1146,8	5,96	137,2
3,72	1076,7	4,47	2706,1	5,22	1120,3	5,97	137,2
3,73	1101,4	4,48	2706,1	5,23	1093,7	5,98	137,2
3,74	1126,2	4,49	2706,1	5,24	1067,0	5,99	137,2
3,75	1150,8	4,50	2706,1	5,25	1040,3	6,00	137,2



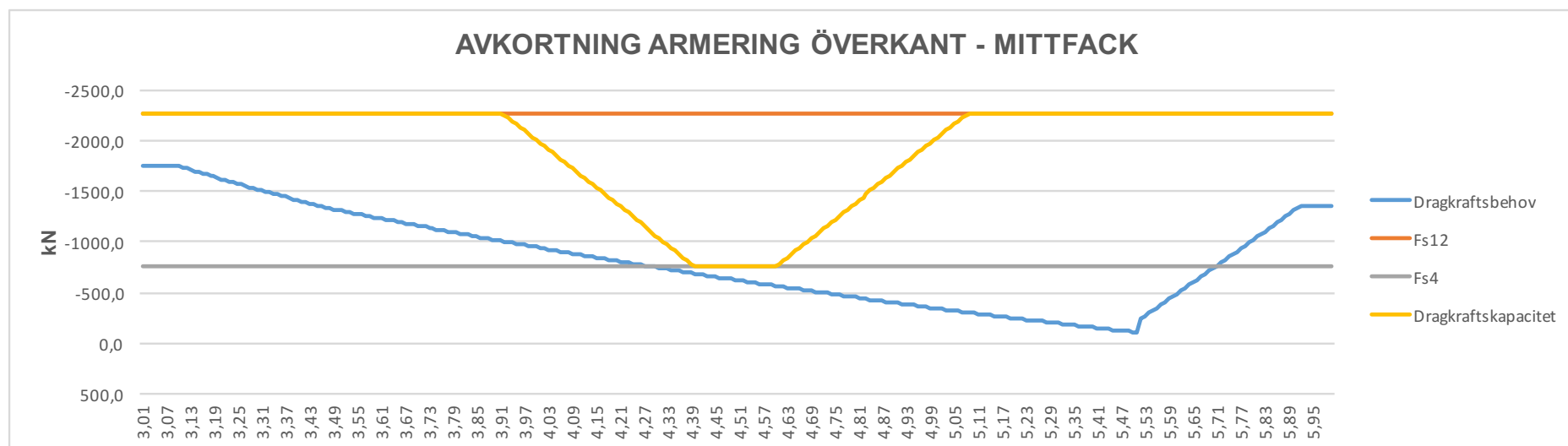
Figur 3. Dragkraftsbehov och dragkraftskapacitet för underkantsarmering i mittfack.

Avkortning av armering i överkant i mittfack, 3-72 meter

Tabell 4. Maximalt (dimensionerande) dragkraftsbehov för armering i överkant, mittfack.

x [m]	F _{td} [kN]	x [m]	F _{td} [kN]	x [m]	F _{td} [kN]	x [m]	F _{td} [kN]
3,01	-1750,5	3,76	-1117,3	4,51	-620,3	5,26	-220,5
3,02	-1750,5	3,77	-1110,1	4,52	-614,3	5,27	-215,8
3,03	-1750,5	3,78	-1102,8	4,53	-608,3	5,28	-211,1
3,04	-1750,5	3,79	-1095,6	4,54	-602,4	5,29	-206,5
3,05	-1750,5	3,80	-1088,4	4,55	-596,5	5,30	-201,9
3,06	-1750,5	3,81	-1081,2	4,56	-590,6	5,31	-197,3
3,07	-1750,5	3,82	-1074,0	4,57	-584,7	5,32	-192,7
3,08	-1750,5	3,83	-1066,8	4,58	-578,8	5,33	-188,1
3,09	-1750,5	3,84	-1059,7	4,59	-573,0	5,34	-183,6
3,10	-1745,4	3,85	-1052,6	4,60	-567,1	5,35	-179,0
3,11	-1733,8	3,86	-1045,4	4,61	-561,3	5,36	-174,5
3,12	-1722,2	3,87	-1038,4	4,62	-555,5	5,37	-170,0
3,13	-1710,6	3,88	-1031,3	4,63	-549,8	5,38	-165,5
3,14	-1699,0	3,89	-1024,2	4,64	-544,0	5,39	-161,1
3,15	-1687,5	3,90	-1017,2	4,65	-538,2	5,40	-156,6
3,16	-1676,0	3,91	-1010,1	4,66	-532,5	5,41	-152,2
3,17	-1664,6	3,92	-1003,1	4,67	-526,8	5,42	-147,8
3,18	-1653,2	3,93	-996,1	4,68	-521,1	5,43	-143,4
3,19	-1641,8	3,94	-989,2	4,69	-515,4	5,44	-139,0
3,20	-1630,5	3,95	-982,2	4,70	-509,8	5,45	-134,6
3,21	-1619,2	3,96	-975,3	4,71	-504,1	5,46	-130,3
3,22	-1607,9	3,97	-968,4	4,72	-498,5	5,47	-126,0
3,23	-1596,7	3,98	-961,5	4,73	-492,9	5,48	-121,6
3,24	-1585,5	3,99	-954,6	4,74	-487,3	5,49	-117,3
3,25	-1574,3	4,00	-947,7	4,75	-481,7	5,50	-113,1
3,26	-1563,2	4,01	-940,8	4,76	-476,2	5,51	-108,8
3,27	-1552,1	4,02	-934,0	4,77	-470,6	5,52	-243,2
3,28	-1541,1	4,03	-927,2	4,78	-465,1	5,53	-270,5
3,29	-1530,1	4,04	-920,4	4,79	-459,6	5,54	-297,8
3,30	-1519,1	4,05	-913,6	4,80	-454,1	5,55	-325,2
3,31	-1508,2	4,06	-906,8	4,81	-448,7	5,56	-352,6
3,32	-1497,3	4,07	-900,1	4,82	-443,2	5,57	-380,0
3,33	-1486,4	4,08	-893,4	4,83	-437,8	5,58	-407,4
3,34	-1475,6	4,09	-886,6	4,84	-432,4	5,59	-434,9
3,35	-1464,8	4,10	-879,9	4,85	-427,0	5,60	-462,5
3,36	-1454,0	4,11	-873,3	4,86	-421,6	5,61	-490,0
3,37	-1443,3	4,12	-866,6	4,87	-416,2	5,62	-517,6

3,38	-1432,6	4,13	-860,0	4,88	-410,9	5,63	-545,3
3,39	-1421,9	4,14	-853,3	4,89	-405,5	5,64	-572,9
3,40	-1411,3	4,15	-846,7	4,90	-400,2	5,65	-600,6
3,41	-1400,7	4,16	-840,1	4,91	-394,9	5,66	-628,4
3,42	-1390,2	4,17	-833,6	4,92	-389,6	5,67	-656,2
3,43	-1379,7	4,18	-827,0	4,93	-384,4	5,68	-684,0
3,44	-1369,2	4,19	-820,5	4,94	-379,1	5,69	-711,8
3,45	-1358,8	4,20	-813,9	4,95	-373,9	5,70	-739,7
3,46	-1348,4	4,21	-807,4	4,96	-368,7	5,71	-767,6
3,47	-1338,0	4,22	-800,9	4,97	-363,5	5,72	-795,6
3,48	-1327,9	4,23	-794,5	4,98	-358,3	5,73	-823,6
3,49	-1320,1	4,24	-788,0	4,99	-353,2	5,74	-851,6
3,50	-1312,4	4,25	-781,6	5,00	-348,0	5,75	-879,7
3,51	-1304,7	4,26	-775,1	5,01	-342,9	5,76	-907,8
3,52	-1297,0	4,27	-768,7	5,02	-337,8	5,77	-935,9
3,53	-1289,3	4,28	-762,4	5,03	-332,7	5,78	-964,1
3,54	-1281,6	4,29	-756,0	5,04	-327,7	5,79	-992,3
3,55	-1274,0	4,30	-749,6	5,05	-322,6	5,80	-1020,6
3,56	-1266,3	4,31	-743,3	5,06	-317,6	5,81	-1048,9
3,57	-1258,7	4,32	-737,0	5,07	-312,5	5,82	-1077,2
3,58	-1251,1	4,33	-730,7	5,08	-307,5	5,83	-1105,5
3,59	-1243,5	4,34	-724,4	5,09	-302,6	5,84	-1133,9
3,60	-1236,0	4,35	-718,1	5,10	-297,6	5,85	-1162,4
3,61	-1228,4	4,36	-711,9	5,11	-292,6	5,86	-1190,8
3,62	-1220,9	4,37	-705,7	5,12	-287,7	5,87	-1219,3
3,63	-1213,4	4,38	-699,5	5,13	-282,8	5,88	-1247,9
3,64	-1205,9	4,39	-693,3	5,14	-277,9	5,89	-1276,4
3,65	-1198,4	4,40	-687,1	5,15	-273,0	5,90	-1305,0
3,66	-1191,0	4,41	-680,9	5,16	-268,1	5,91	-1333,7
3,67	-1183,5	4,42	-674,8	5,17	-263,3	5,92	-1344,1
3,68	-1176,1	4,43	-668,6	5,18	-258,5	5,93	-1344,1
3,69	-1168,7	4,44	-662,5	5,19	-253,7	5,94	-1344,1
3,70	-1161,3	4,45	-656,4	5,20	-248,9	5,95	-1344,1
3,71	-1153,9	4,46	-650,4	5,21	-244,1	5,96	-1344,1
3,72	-1146,6	4,47	-644,3	5,22	-239,3	5,97	-1344,1
3,73	-1139,3	4,48	-638,3	5,23	-234,6	5,98	-1344,1
3,74	-1131,9	4,49	-632,3	5,24	-229,9	5,99	-1344,1
3,75	-1124,6	4,50	-626,2	5,25	-225,2	6,00	-1344,1



Figur 4. Dragkraftsbehov och dragkraftskapacitet för överkantsarmering i mittfack.

Bilaga 7

Lastframtagning för tvärbalkarna

Innehåll:

CALFEM-program som beräknar dimensionerande laster för tvärbalkarna.

Table of Contents

Innehåll	1
Del 1 - Tvärkraft och stödmoment	1
Del 2-Moment och nedböjning i brottsgräns	5
Del 3- Moment och nedböjning i bruksgräns	9

Innehåll

BMTX01 KANDIDATGRUPP 51

Består av tre olika delar

Del 1 :Beräkning av tvärbalkar via elementarfall Tvärkraft och stödmoment beräknas för tvärbalkarna mha elementarfall för de lastfall som ger värsta tvärkraften. Balken beräknas både som fast inspänd och fritt upplagd

Del 2: Calfem analys av tvärbalken för beräkning av Maximalt moment i brottsgränstillstånd

Del 3: Calfem analys av tvärbalken för beräkning av Maximalt moment och nedböjning i bruksgränstillstånd

%NAMN:

% Karin Andersson 940401

% Ida Björhagen 930325

% Rickard Edman 920430

% Linnéa Persson 890803

% Nils Rasmark 871012

% REV. DATUM: 2016 - 05 - 11

% Rensar vavraiabler,fönster och kommandofönstret

clear all

close all

clc

Del 1 - Tvärkraft och stödmoment

clear all

close all

clc

% Variabler

L=17 ;

% Längd på balk [m]

CC=3 ;

% CC-mått för tvärbalkar [m]

a1=1.5 ;

% Längdmått för lastfall 1

b1=15.5 ;

% Längdmått för lastfall 1

c1=4.5 ;

% Längdmått för lastfall 1

d1=12.5 ;

% Längdmått för lastfall 1

a2=8.5 ;

% Längdmått för lastfall 2

b2=8.5 ;

% Längdmått för lastfall 2

```

c2=5.5 ; % Längdmått för lastfall 2
d2=11.5 ; % Längdmått för lastfall 2
E=210*10^9 ; % Elasticitetmodul för stål
A=0.074 ; % Area för balken [m^2]
I=2.5884*10^(-4) ; % Tröghetsmoment [m^4]
tplat=0.01 ; % Tjocklek på plåten [m]
tbtg=0.255 ; % Tjocklek betong [m]
tbelagg= 0.095 ; % Tjocklek beläggning [m]
gbalk=106 ; % Vikt på balk per meter [Kg/m]
g=9.81 ; % Gravitationskonstanten [m/s^2]
Dbtg=25 ; % Tunghet för armeradbetong [kN/m^3]
Dbelagg= 23 ; % Tunghet för beläggning [kN/m^3]
Dstal=78 ; % Tunghet för stål [kN/m^3]
gracke=0.5 ; % Egentyngd för räcke [kN/m]
q1=4.7 ; % Utbredd extra trafiklast i värsta fack [kN/m^2]
q2=2.5 ; % Utbredd trafiklast i alla fack [kN/m^2]
gammaGj= 1.35; % Konstant för lastfall (ogynnsam)
gammaQ1=1.5 ; % Konstant för lastfall (ogynnsam)
gaffel0=0.75 ; % Konstant för lastfall
tsi= 0.85 ; % Konstant för lastfall (ogynnsam)
gaffel2=0 ; % Konstant för lastfall bruksgräns
gaffel1lp=0.75 ; % Konstant för lastfall bruksgräns
gaffel1lu=0.4 ; % Konstant för lastfall bruksgräns
% Laster

% Permanenta laster karakteristiska värden

Gbalkk=A*Dstal ; % Egentyngd för tvärbalk [kN/m]
Gbtgk=CC*tbtg*Dbtg ; % Egentyngd för betong [kN/m]
Gbelaggk=CC*tbelagg*Dbelagg; % Egentyngd beläggning [kN/m]
Grackek=CC*gracke*(CC/L) ; % Egentyngd räcke för tre räckan satt som en
% utberedd last
Gtotk=Gbalkk+Gbtgk+Gbelaggk+Grackek;% Total karakteristisk egenvikt

% Variabla laster krakteristiska värden

Pk=540 ; % Axellast boggie [kN]
P2k=(Pk*2)/3 ; % Axellast körfält2 [kN]
Q1k=q1*CC ; % Trafiklast för värsta fack [kN/m]
Q2k=q2*CC ; % Trafiklast för alla fack [kN/m]

% Lastanalys

Gtot=Gtotk*tsi*gammaGj ; % Total egenvkt [kN/m]
P=Pk*gammaQ1 ; % Axellast [kN]
Q1k1=q1*gammaQ1+0.9375 ; % Trafiklast för extralast i värsta körfält
% [kN/m]
Q2=q2*gammaQ1*gaffel0 ; % Trafiklast över alla körfält [kN/m]
P2=P2k*gammaQ1*gaffel0 ; % Axellast 2 [kN]

% Laster i bruksgränstillstånd
Gtotbruk=Gtotk;
Pbruk=Pk*gaffel1lp ;

```

```

Q1bruk=(Q1k+Q2k)*gaffell1u ; % brukslast för värsta körfält
Q2bruk=Q2k*gaffell1u ;
% Beräkning av moment och tvärkraft
% Ekvationer från elementarfall (Diverse utdrag)
% Fastinspänd i båda ändar

% Stödmoment för stöd A
MA11= (Q2+Gtot)*(L^2/12)+P*((a1*(b1^2)))/(L^2))+P2*(c1*(d1^2))/(L^2)+...
      Q1k1*(CC^2/12)*(6-((8*CC)/L)+(3*(CC^2)/(L^2))) ;

% Stödmoment för stöd B
MB11=(Q2+Gtot)*(L^2/12)+P*((a1^2*b1))/L^2)+P2*...
      (c1^2*d1)/L^2+Q1k1*(CC^3/12*L)*(4-((3*(CC^2))/L)) ;

% If-satser som visar största stödmoment
if MA11>MB11
    fprintf('Maximal stödmoment i brott är %7.2e kN\n',MA11)
else
    fprintf('Maximal stödmoment i brott är %7.2e kN\n',MB11)
end

% Tvärkraft vid stöd A
RA11=(Q2+Gtot)*(L/2)+P*((b1^2)/(L^2))*(1+(2*a1)/L)+P2*((d1^2)/(L^2))*...
      (1+((2*c1)/L))+Q1k1*(CC^2)*(1-((CC^2)/(L^2))+((CC^3)/(2*(L^3)))) ;

% Tvärkraft vid stöd B
RB11=(Q2+Gtot)*(L/2)+P*((a1^2)/(L^2))*(1+(2*b1)/L)+P2*((c1^2)/(L^2))*...
      (1+((2*d1)/L))+Q1k1*(CC^2)*(((CC^2)/(L^2))-((CC^3)/(2*(L^3)))) ;

% Frittupplagd

% Tvärkraft vid stöd A
RA12=(Gtot+Q2)*(L/2)+P*(b1/L)+(P2*(d1/L)+(Q1k1*CC)*(1-(CC/(2*L)))) ;

% Tvärkraft vid stöd B
RB12=(Gtot+Q2)*(L/2)+P*(a1/L)+P2*(c1/L)+Q1k1*((CC^2)/(2*L)) ;

% Kontroll av jämvikt
jmvV2= (Gtot*L)+P+P2+(Q2*L)+(Q1k1*CC)-RA12-RB12 ;

% If-satser som visar största tvärkraft och om kontrollen stämmer
if RA12>RB12
    fprintf('Maximal tvärkraft i brott är %7.2e kN\n',RA12)
else
    fprintf('Maximal tvärkraft i brott är %7.2e kN\n',RB12)
end

if jmvV2==0
    disp('Jämvikt OK!')
else
    disp('Jämvikt EJ OK!')

```

```

end

% Tvärkraft utan axellaster

RA12utanp=(Gtot+Q2)*(L/2)+(Q1k1*CC)*(1-(CC/(2*L))) ;

RB12utanp=(Gtot+Q2)*(L/2)+Q1k1*((CC^2)/(2*L)) ;

% If-satser som visar största tvärkraft och om kontrollen stämmer
if RA12utanp>RB12utanp
    fprintf('Maximal tvärkraft utan p är %7.2e kN\n',RA12utanp)
else
    fprintf('Maximal tvärkraft utan p är %7.2e kN\n',RB12utanp)
end

% Lastfall i bruksgränstillstånd

% Frittupplagd

% Tvärkraft vid stöd A
RA12bruk=Gtotbruk*(L/2)+Pbruk*(b1/L)+(Q1bruk*CC)*(1-(CC/(2*L))) ;

% Tvärkraft vid stöd B
RB12bruk=Gtotbruk*(L/2)+Pbruk*(a1/L)+Q1bruk*((CC^2)/(2*L)) ;

% Kontroll av jämvikt
jmvV2bruk= (Gtotbruk*L)+Pbruk+(Q1bruk*CC)-RA12bruk-RB12bruk ;

% If-satser som visar största tvärkraft och om kontrollen stämmer
if RA12bruk>RB12bruk
    fprintf('Maximal tvärkraft i bruk är %7.2e kN\n',RA12bruk)
else
    fprintf('Maximal tvärkraft i bruk är %7.2e kN\n',RB12bruk)
end

if jmvV2bruk>-1
    disp('Jämvikt negativ OK!')
else
    disp('Jämvikt negativ EJ OK!')
end
if jmvV2bruk<1
    disp('Jämvikt positiv OK!')
else
    disp('Jämvikt positiv EJ OK!')
end

% Bruksgräns utan axellaster

RA12brukutanp=Gtotbruk*(L/2)+(Q1bruk*CC)*(1-(CC/(2*L))) ;

RB12brukutanp=Gtotbruk*(L/2)+Q1bruk*((CC^2)/(2*L)) ;

```

```

% If-satser som visar största tvärkraft
if RA12brukutanp>RB12brukutanp
    fprintf('Maximal tvärkraft i bruk utan p är %7.2e kN\n',RA12brukutanp)
else
    fprintf('Maximal tvärkraft i bruk utan p är %7.2e kN\n',RB12brukutanp)
end

Maximal stödmoment i brott är 2.97e+03 kN
Maximal tvärkraft i brott är 1.39e+03 kN
Jämvikt OK!
Maximal tvärkraft utan p är 3.55e+02 kN
Maximal tvärkraft i bruk är 6.62e+02 kN
Jämviktnegativ OK!
Jämviktpositive OK!
Maximal tvärkraft i bruk utan p är 2.93e+02 kN

```

Del 2-Moment och nedböjning i brottsgräns

```

clear all
close all
clc
% variabler

L1=3 ; % [m]
L2=1 ; % [m]
CC=3 ; % [m]
E=210*10^9 ; % Elasticitetmodul för stål
A=0.074 ; % Area för balken [m^2]
I=0.001 ; % Tröghetsmoment [m^4]
tplat=0.01 ; % Tjocklek på plåten [m]
tbtg=0.255 ; % Tjocklek betong [m]
tbelagg= 0.095 ; % Tjocklek beläggning [m]
n=3 ; % Antal räcken på bron
gbalk=106 ; % Vikt på balk per meter [Kg/m]
g=9.81 ; % Gravitationskonstanten [m/s^2]
Dbtg=25 ; % Tunghet för armeradbetong [kN/m^3]
Dbelagg= 23 ; % Tunghet för beläggning [kN/m^3]
Dstal=78 ; % Tunghet för stål [kN/m^3]
gracke=0.5 ; % Egentyngd för räcke [kN/m]
q1=4.7 ; % Utbredd extra trafiklast i värsta fack [kN/m^2]
q2=2.5 ; % Utbredd trafiklast i alla fack [kN/m^2]
gammaGj= 1.35; % Konstant för lastfall (ogynnsam)
gammaQ1=1.5 ; % Konstant för lastfall (ogynnsam)
gaffel0=0.75 ; % Konstant för lastfall
tsi= 0.85 ; % Konstant för lastfall (ogynnsam)
gaffel2i=0.4 ; % Konstant för lastfall bruksgräns
gaffel1i=0.75 ; % Konstant för lastfall bruksgräns
% Laster

% Permanenta laster karakteristiska värden

Gbalkk=A*Dstal ; % Egentyngd för tvärbalk [kN/m]
Gbtgk=CC*tbtg*Dbtg ; % Egentyngd för betong [kN/m]

```

```

Gbelaggk=CC*tbelagg*Dbelagg;           % Egentyngd beläggning [kN/m]
Grackek=CC*gracke*n/L1 ;               % Egentyngd räcke för tre räckan satt som en
                                         % satt som en utberedd last
Gtotk=Gbalkk+Gbtgk+Gbelaggk+Grackek;% Total karakteristisk egenvikt

% Variabla laster krakteristiska värden

Pk=540 ;                               % Axellast boggie [kN]
P2k=(Pk*2)/3;                          % Axellast i körfältet 2
Q1k=q1*CC ;                             % Trafiklast för värsta fack [kN/m]
Q2k=q2*CC ;                             % Trafiklast för alla fack [kN/m]

% Lastanalys

Gtot=Gtotk*tsi*gammaGj ;               % Total egenvkt [kN/m]
P=Pk*gammaQ1 ;                         % Axellast [kN]
Q1k1=q1*gammaQ1+0.9375 ;               % Trafiklast för extralast i värsta körfält
                                         % Kompenserad för korrektvärde [kN/m]
Q2=q2*gammaQ1*gaffel0 ;                % Trafiklast över alla körfält [kN/m]
P2=P2k*gammaQ1*gaffel0 ;               % AXellast 2 [kN]

% Skapar en styvhetsmatris och lastvektor.
K=zeros(30) ; f=zeros(30,1) ;

% Ansätter axellasterna på önskade noder
f(11)=-P2 ;
f(17)=-P ;

% Bestämmer nodernas placering i koordinatsystemet
Coord=[0 0 ; L2 0 ; (L2+L1) 0 ; (L2+L1+L1/2) 0 ; (L2+2*L1) 0 ;...
        (L2+2.5*L1) 0 ; (L2+3*L1) 0 ; (L2+4*L1) 0 ; (L2+5*L1) 0 ;...
        (2*L2+5*L1) 0] ;

% Bestämmer frihetsgrader till noderna
Dof=[ 1 2 3 ; 4 5 6 ; 7 8 9 ; 10 11 12 ; 13 14 15 ; 16 17 18 ;...
      19 20 21 ; 22 23 24 ; 25 26 27 ; 28 29 30] ;

% Topologimatrisen för balken
Edof=[1 1 2 3 4 5 6 ; 2 4 5 6 7 8 9 ; 3 7 8 9 10 11 12 ; ...
      4 10 11 12 13 14 15 ; 5 13 14 15 16 17 18 ; 6 16 17 18 19 20 21 ;...
      7 19 20 21 22 23 24 ; 8 22 23 24 25 26 27 ; 9 25 26 27 28 29 30] ;

% Placerar balkens noder i det globala koordinatsytemet
[ex1,ey1]=coordxtr(Edof,Coord,Dof,2) ;

% Skapar lastvektor för den utbredda lasten
eq1=[0 -(Q2+Gtot);0 -(Q2+Gtot);0 -(Q2+Gtot);0 -(Q2+Gtot);...
      0 -(((Q2+Gtot)+Q1k1));0 -(((Q2+Gtot)+Q1k1));0 -(Q2+Gtot) ;...
      0 -(Q2+Gtot) ;0 -(Q2+Gtot)] ;
% Elementegenskaper för balken
ep1=[E A I] ;
eldraw2(ex1,ey1,[1 3 1]);

```

```

    for i=1:9
[Ke,fe]=beam2e(ex1(i,:),ey1(i,:),ep1,eq1(i,:));
[K,f]=assem(Edof(i,:),K,Ke,f,fe);
    end

% Randvillkor för systemet
bc=[1 0;2 0 ; 28 0; 29 0 ];

% Löser ekvationssystemet och ger förskjutning- och upplagsvektorer
[a,r]=solveq(K,f,bc) ;

% Elementvis förskjutningar
Ed=extract(Edof,a) ;

% Plottar systemets deformation
[sfac]=scalfact2(ex1,ey1,Ed,0.1);
eldisp2(ex1,ey1,Ed,[2 1 1],sfac);
title('Nedböjning')

% Framtagning av moment, tvärkraft och normalkraft för systemet, görs
% Elementvis

es1=beam2s(ex1(1,:),ey1(1,:),ep1,Ed(1,:),eq1(1,:),100) ;    % Element 1
es2=beam2s(ex1(2,:),ey1(2,:),ep1,Ed(2,:),eq1(2,:),100) ;    % Element 2
es3=beam2s(ex1(3,:),ey1(3,:),ep1,Ed(3,:),eq1(3,:),100) ;    % Element 3
es4=beam2s(ex1(4,:),ey1(4,:),ep1,Ed(4,:),eq1(4,:),100) ;    % Element 4
es5=beam2s(ex1(5,:),ey1(5,:),ep1,Ed(5,:),eq1(5,:),100) ;    % Element 5
es6=beam2s(ex1(6,:),ey1(6,:),ep1,Ed(6,:),eq1(6,:),100) ;    % Element 6
es7=beam2s(ex1(7,:),ey1(7,:),ep1,Ed(7,:),eq1(7,:),100) ;    % Element 7
es8=beam2s(ex1(8,:),ey1(8,:),ep1,Ed(8,:),eq1(8,:),100) ;    % Element 8
es9=beam2s(ex1(9,:),ey1(9,:),ep1,Ed(9,:),eq1(9,:),100) ;    % Element 9

amax=max(abs(a)) ;

fprintf('Maximal nedböjning är %7.2e m\n',amax)

% Plottning av momentdiagrammet för systemet
% Plottning sker elementvis till ett system
figure(2)
plotpar=[3 1] ;
sfac=scalfact2(ex1,ey1,es5(:,3),0.3);

eldia2(ex1(1,:),ey1(1,:),es1(:,3),plotpar,sfac);    % Element 1
eldia2(ex1(2,:),ey1(2,:),es2(:,3),plotpar,sfac);    % Element 2
eldia2(ex1(3,:),ey1(3,:),es3(:,3),plotpar,sfac);    % Element 3
eldia2(ex1(4,:),ey1(4,:),es4(:,3),plotpar,sfac);    % Element 4
eldia2(ex1(5,:),ey1(5,:),es5(:,3),plotpar,sfac);    % Element 5
eldia2(ex1(6,:),ey1(6,:),es6(:,3),plotpar,sfac);    % Element 6
eldia2(ex1(7,:),ey1(7,:),es7(:,3),plotpar,sfac);    % Element 7
eldia2(ex1(8,:),ey1(8,:),es8(:,3),plotpar,sfac);    % Element 8

```

```

eldia2(ex1(9,:),ey1(9,:),es9(:,3),plotpar,sfac);    % Element 9

axis([0 18 -4 4]);    % Bestämmer värden på axlar

title('Moment')

% Beräknar maximalt moment i balken

M1=max(abs(es1(:,3))) ;
M2=max(abs(es2(:,3))) ;
M3=max(abs(es3(:,3))) ;
M4=max(abs(es4(:,3))) ;
M5=max(abs(es5(:,3))) ;
M6=max(abs(es6(:,3))) ;
M7=max(abs(es7(:,3))) ;
M8=max(abs(es8(:,3))) ;
M9=max(abs(es9(:,3))) ;

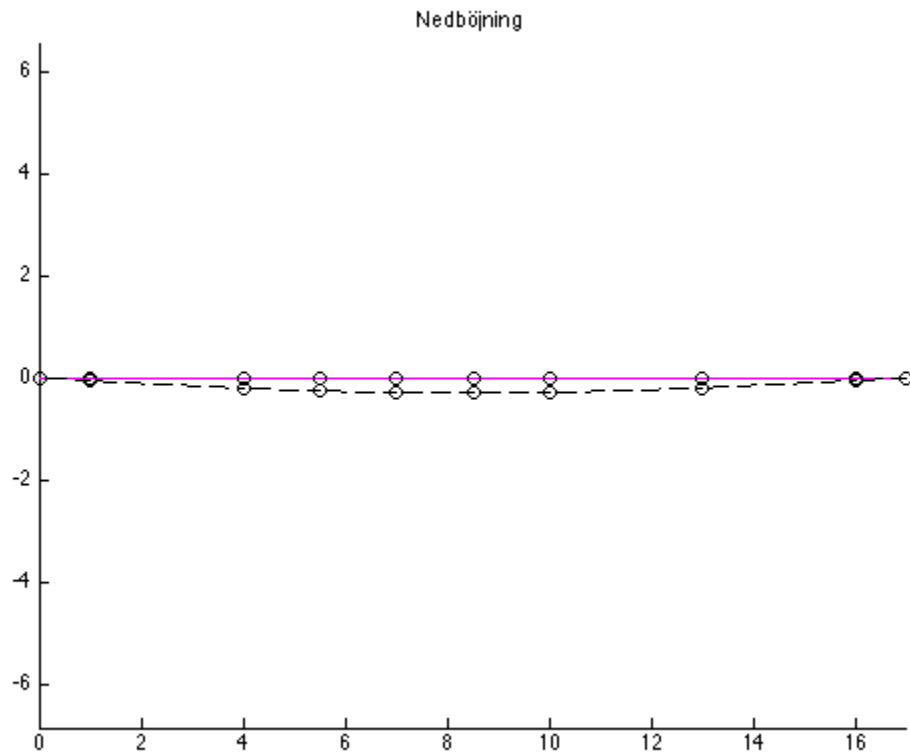
% Tar fram de maximala momentet
Mmax=max([M1;M2;M3;M4;M5;M6;M7;M8;M9]) ;

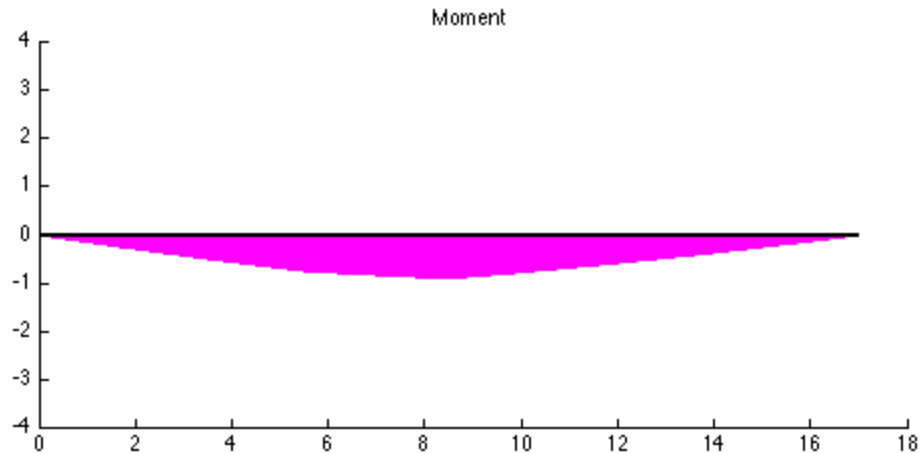
fprintf('Maximalt moment är %7.2e kNm\n',Mmax)

```

Maximal nedböjning är $7.82e-04$ m

Maximalt moment är $6.12e+03$ kNm





Del 3- Moment och nedböjning i bruksgräns

```
clear all
close all
clc
% Variabler

L1=3 ; % Längd per körfält[m]
L2=1 ; % Längd resterande bredd [m]
CC=3 ; % CC-mått tvärbalkar[m]
E=210*10^9 ; % Elasticitetmodul för stål
A=0.074 ; % Area för balken [m^2]
I=0.009 ; % Tröghetsmoment [m^4]
tplat=0.01 ; % Tjocklek på plåten [m]
tbtg=0.255 ; % Tjocklek betong [m]
tbelagg= 0.095 ; % Tjocklek beläggning [m]
gbalk=106 ; % Vikt på balk per meter [Kg/m]
g=9.81 ; % Gravitationskonstanten [m/s^2]
Dbtg=25 ; % Tunghet för armeradbetong [kN/m^3]
Dbelagg= 23 ; % Tunghet för beläggning [kN/m^3]
Dstal=78 ; % Tunghet för stål [kN/m^3]
gracke=0.5 ; % Egentyngd för räcke [kN/m]
q1=4.7 ; % Utbredd extra trafiklast i värsta fack [kN/m^2]
q2=2.5 ; % Utbredd trafiklast i alla fack [kN/m^2]
gammaGj= 1.35; % Konstant för lastfall (ogynnsam)
```

```

gammaQ1=1.5 ;           % Konstant för lastfall (ogynnsam)
gaffel0=0.75 ;          % Konstant för lastfall
tsi= 0.85 ;             % Konstant för lastfall (ogynnsam)
gaffel2i=0.4 ;          % Konstant för lastfall bruksgräns
gaffel1i=0.75 ;         % Konstant för lastfall bruksgräns
gaffel2=0 ;              % Konstant för lastfall bruksgräns
gaffel1p=0.75 ;         % Konstant för lastfall bruksgräns
gaffel1u=0.4 ;          % Konstant för lastfall bruksgräns

% Laster

% Permanenta laster karakteristiska värden

Gbalkk=A*Dstal ;        % Egentyngd för tvärbalk [kN/m]
Gbtgk=CC*tbtg*Dbtg ;    % Egentyngd för betong [kN/m]
Gbelaggk=CC*tbelagg*Dbelagg; % Egentyngd beläggning [kN/m]
Grackek=CC*gracke*3/17 ; % Egentyngd räcke för tre räckan satt
                                % som en satt som en utberedd last
Gtotk=Gbalkk+Gbtgk+Gbelaggk+Grackek;% Total karakteristisk egenvikt

% Variabla laster karakteristiska värden

Pk=540 ;                % Axellast boggie [kN]
P2k=(Pk*2)/3 ;
Q1k=q1*CC ;             % Trafiklast för värsta fack [kN/m]
Q2k=q2*CC ;             % Trafiklast för alla fack [kN/m]

% Laster i bruksgränstillstånd
Gtotbruk=Gtotk;
Pbruk=Pk*gaffel1p ;
Q1bruk=(Q1k+Q2k)*gaffel1u ;

% Lastanalys

Gtot=Gtotk*tsi*gammaGj ; % Total egenvikt [kN/m]
P=Pk*gammaQ1 ;           % Axellast [kN]
Q1k1=q1*gammaQ1+0.9375 ; % Trafiklast för extralast i värsta körfält
                                % [kN/m]
Q2=q2*gammaQ1*gaffel0 ;  % Trafiklast över alla körfält [kN/m]
P2=P2k*gammaQ1*gaffel0 ; % Axellast körfält 2 [kN]

% Skapar en styvhetsmatris och lastvektor.
K=zeros(30) ; f=zeros(30,1) ;

f(17)=-P ;

% Bestämmer nodernas placering i koordinatsystemet
Coord=[0 0 ; L2 0 ; (L2+L1) 0 ; (L2+L1+L1/2) 0 ; (L2+2*L1) 0 ;...
        (L2+2.5*L1) 0 ; (L2+3*L1) 0 ; (L2+4*L1) 0 ; (L2+5*L1) 0 ;...
        (2*L2+5*L1) 0] ;

% Bestämmer frihetsgrader till noderna
Dof=[ 1 2 3 ; 4 5 6 ; 7 8 9 ; 10 11 12 ; 13 14 15 ; 16 17 18 ;...
```

```

19 20 21 ; 22 23 24 ; 25 26 27 ; 28 29 30] ;

% Topologimatrisen för balken
Edof=[1 1 2 3 4 5 6 ; 2 4 5 6 7 8 9 ; 3 7 8 9 10 11 12 ; ...
      4 10 11 12 13 14 15 ; 5 13 14 15 16 17 18 ; 6 16 17 18 19 20 21 ; ...
      7 19 20 21 22 23 24 ; 8 22 23 24 25 26 27 ; 9 25 26 27 28 29 30] ;

% Placerar balkens noder i det globala koordinatsystemet
[ex1,ey1]=coordxtr(Edof,Coord,Dof,2) ;

% Skapar lastvektor för den utbredda lasten
eq1=[0 -Gtotbruk;0 -Gtotbruk;0 -Gtotbruk;0 -Gtotbruk;...
      0 -(Q2+Gtotbruk+Q1bruk);0 -Gtotbruk;0 -Gtotbruk ;...
      0 -Gtotbruk ;0 -Gtotbruk ; 0 -Gtotbruk] ;
% Elementegenskaper för balken
ep1=[E A I] ;
eldraw2(ex1,ey1,[1 3 1]);

for i=1:9
[Ke,fe]=beam2e(ex1(i,:),ey1(i,:),ep1,eq1(i,:));
[K,f]=assem(Edof(i,:),K,Ke,f,fe);
end

% Randvillkor för systemet
bc=[1 0; 2 0 ; 28 0; 29 0 ];

% Löser ekvationssystemet och ger förskjutning- och upplagsvektorerna
[a,r]=solveq(K,f,bc) ;

% Elementvis förskjutningar
Ed=extract(Edof,a) ;

% Plottar systemets deformation
[sfac]=scalfact2(ex1,ey1,Ed,0.1);
eldisp2(ex1,ey1,Ed,[2 1 1],sfac);
title('Nedböjning')

% Beräknar normalkraft, tvärkraft och moment för varje element
es1=beam2s(ex1(1,:),ey1(1,:),ep1,Ed(1,:),eq1(1,:),100) ;
es2=beam2s(ex1(2,:),ey1(2,:),ep1,Ed(2,:),eq1(2,:),100) ;
es3=beam2s(ex1(3,:),ey1(3,:),ep1,Ed(3,:),eq1(3,:),100) ;
es4=beam2s(ex1(4,:),ey1(4,:),ep1,Ed(4,:),eq1(4,:),100) ;
es5=beam2s(ex1(5,:),ey1(5,:),ep1,Ed(5,:),eq1(5,:),100) ;
es6=beam2s(ex1(6,:),ey1(6,:),ep1,Ed(6,:),eq1(6,:),100) ;
es7=beam2s(ex1(7,:),ey1(7,:),ep1,Ed(7,:),eq1(7,:),100) ;
es8=beam2s(ex1(8,:),ey1(8,:),ep1,Ed(8,:),eq1(8,:),100) ;
es9=beam2s(ex1(9,:),ey1(9,:),ep1,Ed(9,:),eq1(9,:),100) ;

% Tar fram maximala nedböjningen

```

```

amax=max(abs(a)) ;

fprintf('Maximal nedböjning är %7.2e m\n',amax)

% Plottning av momentdiagram
figure(2)
plotpar=[3 1] ;
sfac=scalfact2(ex1,ey1,es5(:,3),0.3);

eldia2(ex1(1,:),ey1(1,:),es1(:,3),plotpar,sfac);
eldia2(ex1(2,:),ey1(2,:),es2(:,3),plotpar,sfac);
eldia2(ex1(3,:),ey1(3,:),es3(:,3),plotpar,sfac);
eldia2(ex1(4,:),ey1(4,:),es4(:,3),plotpar,sfac);
eldia2(ex1(5,:),ey1(5,:),es5(:,3),plotpar,sfac);
eldia2(ex1(6,:),ey1(6,:),es6(:,3),plotpar,sfac);
eldia2(ex1(7,:),ey1(7,:),es7(:,3),plotpar,sfac);
eldia2(ex1(8,:),ey1(8,:),es8(:,3),plotpar,sfac);
eldia2(ex1(9,:),ey1(9,:),es9(:,3),plotpar,sfac);

axis([0 18 -4 4]);

title('Moment')

% Beräknar maximalt moment i balken

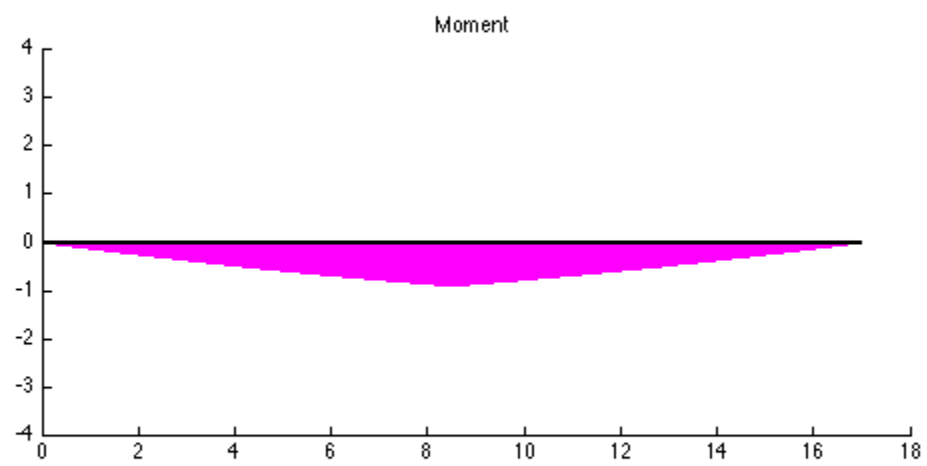
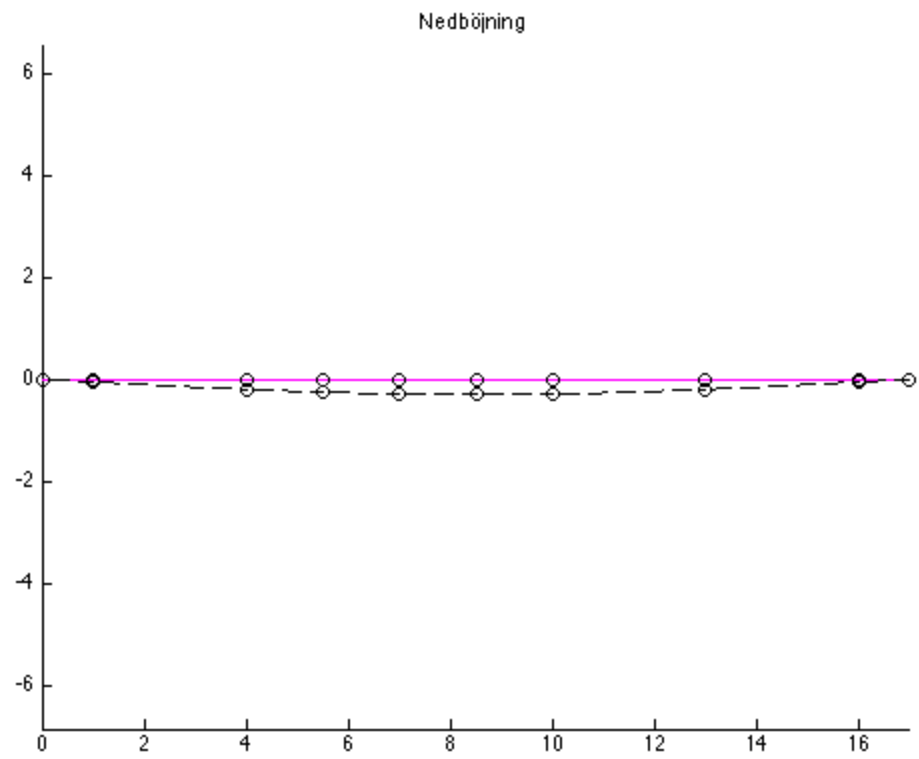
M1=max(abs(es1(:,3))) ;
M2=max(abs(es2(:,3))) ;
M3=max(abs(es3(:,3))) ;
M4=max(abs(es4(:,3))) ;
M5=max(abs(es5(:,3))) ;
M6=max(abs(es6(:,3))) ;
M7=max(abs(es7(:,3))) ;
M8=max(abs(es8(:,3))) ;
M9=max(abs(es9(:,3))) ;

% Tar fram de maximala momentet
Mmax=max([M1;M2;M3;M4;M5;M6;M7;M8;M9]) ;

fprintf('Maximalt fältmoment är %7.2e kNm\n',Mmax)

    Maximal nedböjning är 6.30e-05 m
    Maximalt fältmoment är 4.65e+03 kNm

```



Published with MATLAB® R2013b

Bilaga 8

Preliminär dimensionering av tvärbalkarna

Innehåll:

Mathcad-program där tvärbalkarna preliminär dimensionering.

Preliminär dimensionering av tvärbalkarna

Tvärbalkarna samverkar med betongen genom svetsbultar. I denna bilaga sker preliminär dimensioneringen genom en kontroll av momentkapacitet, tvärkraftskapacitet, svetsbultarnas kapacitet, halssvetsarnas kapacitet, balkens nedböjning, spänningar i betongen och spänningar i stålet

Dimensionerande moment och tvärkraft i brott- och bruksgränstillstånd

Värden tagna från Bilaga 7

$M_{Ed} := 6066 \text{ kN} \cdot \text{m}$ Dimensionerande moment i brottgränstillstånd

$V_{Ed} := 1391 \text{ kN}$ Dimensionerande tvärkraft i brottgränstillstånd

$M_{Edb} := 4650 \text{ kN} \cdot \text{m}$ Dimensionerande moment bruksgränstillstånd

Indata stål S335

$f_{yw} := 355 \text{ MPa}$ Flytspänning liv (Al-Emrani et al., 2013, s. S31)

$f_{yf} := 335 \text{ MPa}$ Flytspänning fläns (Al-Emrani et al., 2013, s. S31)

$f_{uw} := 510 \text{ MPa}$ Brottspänning liv (Al-Emrani et al., 2013, s. S31)

$f_{uf} := 470 \text{ MPa}$ Brottspänning fläns (Al-Emrani et al., 2013, s. S31)

$E_s := 210 \text{ GPa}$ E-modul stål (Al-Emrani et al., 2013, s. S32)

$\gamma_{M0} := 1.1$ Partialkoefficient stål (Al-Emrani et al., 2013, s. S83)

$\eta := 1.2$ Beaktar stålets böjningshårdnande (Al-Emrani et al., 2013, s. S83)

Indata betong C40/50

$f_{ck} := 50 \text{ MPa}$ Tryckhållfasthet (Al-Emrani et al., 2013, s. B36)

$\gamma_m := 1.5$ Partialkoefficient för betong (Al-Emrani et al., 2013, s. B37)

$f_{cd} := \frac{f_{ck}}{\gamma_m} = 33.333 \text{ MPa}$ Dimensionerande tryckhållfasthet för betong (Al-Emrani et al., 2013, s. B37)

$E_{cm} := 37 \text{ GPa}$ Elasticitetsmodulens medelvärde (Al-Emrani et al., 2013, s. B44)

Tvårsnittskonstanter för I-balk

$$a_1 := 4 \text{ mm}$$

$$a_2 := 6 \text{ mm}$$

$$h := 0.35 \text{ m}$$

$$b_{f1} := 0.4 \text{ m}$$

$$b_{f2} := 0.9 \text{ m}$$

$$t_{f1} := 0.030 \text{ m}$$

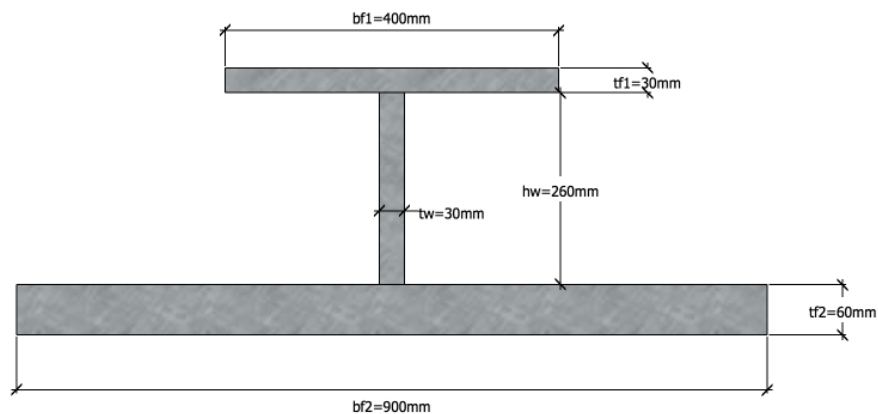
$$t_{f2} := 0.060 \text{ m}$$

$$h_w := h - t_{f1} - t_{f2} = 0.26 \text{ m}$$

$$t_w := 0.030 \text{ m}$$

$$A_s := t_{f1} \cdot b_{f1} + t_{f2} \cdot b_{f2} + t_w \cdot h_w = 0.074 \text{ m}^2$$

$$x_{tps} := \frac{t_{f1} \cdot b_{f1} \cdot \left(t_{f2} + h_w + \frac{t_{f1}}{2} \right) + t_{f2} \cdot b_{f2} \cdot \frac{t_{f2}}{2} + t_w \cdot h_w \cdot \left(t_{f2} + \frac{h_w}{2} \right)}{A_s} = 0.097 \text{ m}$$



Tröghetsmoment för I-balk

$$I_{s1} := \frac{b_{f1} \cdot t_{f1}^3}{12} + b_{f1} \cdot t_{f1} \cdot \left(h - \frac{t_{f1}}{2} - x_{tps} \right)^2 + \frac{t_w \cdot h_w^3}{12} + t_w \cdot h_w \cdot \left(t_{f2} + \frac{h_w}{2} - x_{tps} \right)^2 = (7.956 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^4$$

$$I_{s2} := b_{f2} \cdot \frac{t_{f2}^3}{12} + b_{f2} \cdot t_{f2} \cdot \left(x_{tps} - \frac{t_{f2}}{2} \right)^2 = (2.55 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^4$$

$$I_s := I_{s1} + I_{s2} = 0.001 \text{ m}^4$$

Tvårsnittskonstanter för svetsbult

Gränsvärden enligt Sören Lindgren (Föreläsning Chalmers Tekniska Högskola, 5 februari, 2016)

$$d_{bult} := 22 \text{ mm}$$

Vald diameter på svetsbultsskaft

$$h_{bultmin} := 3 \cdot d_{bult} = 0.066 \text{ m}$$

Minsta tillåtna totalhöjd på svetsbults skaft

$$h_{bult} := 150 \text{ mm}$$

Vald höjd på svetsbults skaft

$$d_{bulthuvudmin} := 1.5 \cdot d_{bult} = 0.033 \text{ m}$$

Minsta tillåtna diameter på bulthuvud

$$d_{bulthuvud} := 35 \text{ mm}$$

Vald diameter på bulthuvud

$$h_{bulthuvudmin} := 0.4 \cdot d_{bult} = 0.009 \text{ m}$$

Minsta tillåtna höjd på bulthuvud

$$h_{bulthuvud} := 0.01 \text{ m}$$

Vald höjd på bulthuvud

$$e_{dmin} := 25 \text{ mm}$$

Minsta avstånd från bultkant till kanten av I-balkens fläns

$$e_{dmax} := 9 \cdot t_{f1} \cdot \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_{yf}}} = 0.226 \text{ m}$$

Största avstånd från bultkant till kanten av I-balkens fläns

$$e_d := 50 \text{ mm}$$

Valt avstånd från bultkant till kanten av I-balkens fläns

$$S_{tmin} := 2.5 \cdot d_{bult} = 0.055 \text{ m}$$

Minsta avstånd mellan bultar i tvärled

$$S_t := 100 \text{ mm}$$

Valt avstånd mellan bultar i tvärled

Tvärsnittskonstanter för betong

$$t_c := 0.255 \text{ m}$$

Tjocklek betongfarbanan

Beräkningar av effektiv betongflänsbredd, beff

enligt SS-EN 1994-2 avsnitt 5.4.1.2

$$L_1 := 17 \text{ m}$$

Avstånd mellan momentnollpunkter

$$b_1 := 1.5 \text{ m} - 2 \cdot S_t = 1.3 \text{ m}$$

$$b_2 := b_1 = 1.3 \text{ m}$$

$$b_{e1} := \min\left(\frac{L_1}{8}, b_1\right) = 1.3 \text{ m}$$

$$b_0 := 4 \cdot S_t = 0.4 \text{ m}$$

$$b_{eff} := 2 \cdot b_{e1} + b_0 = 3 \text{ m}$$

Tvärsnittskonstanter för betongfarbanan

$$A_c := t_c \cdot b_{eff} = 0.765 \text{ m}^2$$

Area betong

$$I_c := b_{eff} \cdot \frac{t_c^3}{12} = 0.004 \text{ m}^4$$

Tröghetsmoment betong

Tvärnittskonstanter för samverkande tvärsnitt

$$\alpha := \frac{E_s}{E_{cm}} = 5.676$$

Faktorn för omräkning av betong till stål
(Al-Emrani et al., 2011, s. B213)

$$h_{tot} := h + t_c = 0.605 \text{ m}$$

Total höjd för samverkande tvärsnitt

$$A_{sc} := A_s + \frac{A_c}{\alpha} = 0.209 \text{ m}^2$$

Area för samverkande tvärsnitt enligt Sören Lindgren
(Föreläsning Chalmers Tekniska Högskola, 5 februari, 2016)

$$x_{tpsc} := \frac{A_s \cdot x_{tps} + \frac{A_c}{\alpha} \cdot \left(h_{tot} - \frac{t_c}{2} \right)}{A_{sc}} = 0.343 \text{ m}$$

Tyngdpunkt för samverkande tvärsnitt enligt Sören Lindgren (Föreläsning Chalmers Tekniska Högskola, 5 februari, 2016)

$$I_{sc} := \frac{I_c}{\alpha} + \frac{A_c \cdot \left(h_{tot} - x_{tpsc} - \frac{t_c}{2} \right)^2}{\alpha} + I_s + A_s \cdot (x_{tpsc} - x_{tps})^2 = 0.009 \text{ m}^4$$

Tröghetsmoment för samverkande tvärsnitt enligt Sören Lindgren (Föreläsning Chalmers Tekniska Högskola, 5 februari, 2016)

$$S_{sc} := b_{eff} \cdot t_c \cdot \frac{\left(h_{tot} - x_{tpsc} - \frac{t_c}{2} \right)}{\alpha} = 0.018 \text{ m}^3$$

Statiskt tröghetsmoment för samverkande tvärsnitt enligt Sören Lindgren (Föreläsning Chalmers Tekniska Högskola, 5 februari, 2016)

Kontroll tvärnittsklass liv

$$\varepsilon_w := \sqrt{\left(\frac{235 \text{ MPa}}{f_{yw}} \right)} = 0.814$$

Jämförelsevärde för liv (Al-Emrani et al., 2013, s. S68)

$$d := -a_2 \cdot 2 \cdot \sqrt{2} + h_w = 0.243 \text{ m}$$

Inre livhöjd (Al-Emrani et al., 2013, s. S68)

$$\frac{d}{t_w} = 0.138$$

$d/t_w / 72 \varepsilon_w < 1$ gör att livet är i tvärnittsklass 1

$$\varepsilon_f := \left(\frac{235 \text{ MPa}}{f_{yf}} \right)^{\frac{1}{2}} = 0.838$$

Jämförelsevärde för fläns (Al-Emrani et al., 2013, s. S69)

$$c := \frac{b_{f1} - t_w}{2} - a_2 \cdot 2^{\frac{1}{2}}$$

Avstånd mellan ytterkantfläns och början av halssvets (Al-Emrani et al., 2013, s. S69)

$$\frac{c}{t_{f1}} = 0.781$$

$c/t_{f1} / 9 \varepsilon_f < 1$ gör att flänsen är i tvärnitssklass 1
(Al-Emrani et al., 2013, s. S69)

Balken är i tvärnittsklass 1

Kontroll av momentkapacitet

enligt SS EN-1994-2 avsnitt 6.2.1

$$N_{cf} := 0.85 \cdot f_{cd} \cdot b_{eff} \cdot t_c = (2.168 \cdot 10^7) \text{ N}$$

$$N_{f2} := f_{yf} \cdot b_{f2} \cdot t_{f2} = (1.809 \cdot 10^7) \text{ N}$$

$$N_w := f_{yw} \cdot t_w \cdot h_w = (2.769 \cdot 10^6) \text{ N}$$

$$N_{f1t}(X_t) := f_{yf} \cdot b_{f1} \cdot X_t$$

$$N_{f1d}(X_t) := f_{yf} \cdot b_{f1} \cdot (t_{f1} - X_t)$$

Horisontell jämvikt ger höjd på tryckzon ner i övre fläns

$$f(X_t) := N_{cf} + N_{f1t}(X_t) - N_{f1d}(X_t) - N_w - N_{f2}$$

$$X_0 := h_w \quad \text{Startvärde för beräkning av tryckhöjd ner i fläns}$$

$$X_t := \text{root}(f(X_0), X_0) = 0.012 \text{ m} \quad \text{Tryckhöjd ner i fläns}$$

Hävarmar från krafter till kraft i nedre fläns

$$e_w := \frac{h_w}{2} - \frac{t_{f2}}{2} = 0.1 \text{ m}$$

$$e_{f1t} := \frac{t_{f2}}{2} + h_w + t_{f1} - \frac{X_t}{2} = 0.314 \text{ m}$$

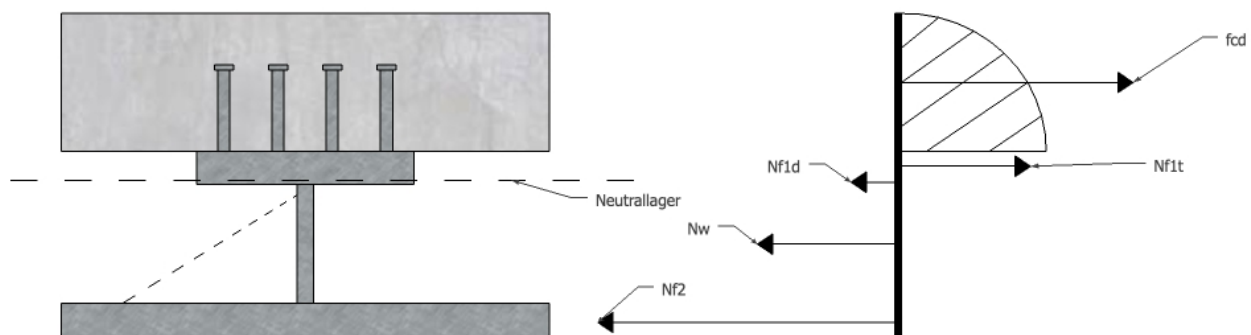
$$e_{f1d} := \frac{t_{f2}}{2} + h_w + \frac{t_{f1} - X_t}{2} = 0.299 \text{ m}$$

$$e_{fc} := h + \frac{t_c}{2} - \frac{t_{f1}}{2} = 0.463 \text{ m}$$

Momentjämvikt för att beräkna balkens momentkapacitet

$$M_{Rd} := N_{f1t}(X_t) \cdot e_{f1t} + N_{cf} \cdot e_{fc} - N_{f1d}(X_t) \cdot e_{f1d} - N_w \cdot e_w = (9.528 \cdot 10^3) \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = 0.637 \quad \text{OK}$$



Kontroll av tvärkraftskapacitet

(Al-Emrani et al., 2013, s. S83)

Kontrollerar om balken sjuvbucklar

$$\frac{\frac{h_w}{t_w}}{\left(72 \cdot \frac{\varepsilon_w}{\eta}\right)} = 0.178 \quad \text{Balken riskerar ej sjuvbuckling}$$

$$A_v := \eta \cdot h_w \cdot t_w = 0.009 \text{ m}^2$$

$$V_{plRd} := A_v \cdot \frac{f_{yw}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = (1.744 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{plRd}} = 0.798 \quad \text{OK}$$

Kontroll av interaktion mellan tvärkraft och moment

Interaktion är ej nödvändig om $V_{Ed}/V_{plRd} > 1$ eller om $M_{Ed}/M_{fRd} > 1$
(Al-Emrani et al., 2013, s. S86)

$$\frac{V_{Ed}}{0.5 \cdot V_{plRd}} = 1.595 \quad \text{EJ OK}$$

$$M_{fRd} := N_{cf} \cdot e_{fc} + N_{f1t} \langle X_t \rangle \cdot e_{f1t} - N_{f1d} \langle X_t \rangle \cdot e_{f1d} = (9.805 \cdot 10^3) \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{fRd}} = 0.619 \quad \text{OK}$$

Flänsarnas
momentkapacitet

Kontroll av interaktion behöver ej genomföras

Kontroll av svetsbult

enligt Sören Lindgren (Föreläsning Chalmers Tekniska Högskola, 5 februari, 2016)

$$f_{ubult} := 510 \text{ MPa}$$

Brotthållfasthet för S355

$$f_{umax} := 500 \text{ MPa}$$

Enligt SS-EN 1994-2 avsnitt 6.6.3.1

$$f_{ub} := \min(f_{ubult}, f_{umax}) = 500 \text{ MPa}$$

Om $f_{umax} < f_{ubult}$ ska f_{umax} användas vid beräkning enligt SS-EN 1994-2 avsnitt 6.6.3.1

$$\gamma_v := 1.25$$

Partialkoefficient

Svetsbultens bärförmåga

$$P_{RD1} := \frac{0.8 \cdot f_{ub} \cdot \pi \cdot d_{bult}^2}{4 \cdot \gamma_v} = (1.216 \cdot 10^5) \text{ N}$$

$$P_{RD2} := \frac{0.29 \cdot d_{bult}^2 \cdot \sqrt{f_{ck} \cdot E_{cm}}}{\gamma_v} = (1.527 \cdot 10^5) \text{ N}$$

$$P_{RD} := \min(P_{RD1}, P_{RD2}) = 121.642 \text{ kN}$$

Max sjuvflöde leder till avstånd mellan bultarna i längsled längs balken

$$S_1 := 4 \cdot P_{RD} \cdot \frac{I_{sc}}{V_{Ed} \cdot S_{sc}} = 0.168 \text{ m}$$

Största avstånd mellan bultarna i längsled

$$S_{max} := \min\left(800 \text{ mm}, 22 \cdot t_{f1} \cdot \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_{yf}}}, 6 \cdot h_{bult}\right) = 0.553 \text{ m}$$

Största tillåtna avstånd i längsled mellan svetsbultarna

Totalt antal svetsbultar på en balk

$$n_1 := \frac{L_1}{S_1} \cdot 4 = 405.825$$

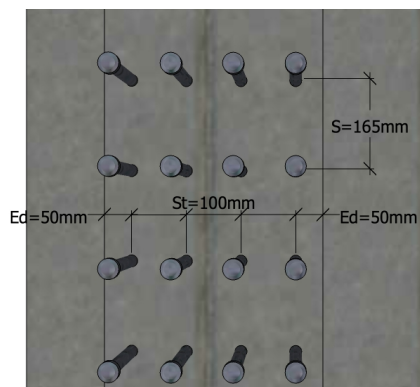
Antal svetsbultar som krävs

$$n := 412$$

Avrundat till heltal

$$S := \frac{L_1}{n} \cdot 4 = 0.165 \text{ m}$$

Avstånd som används mellan svetsbultarna i längsled



Kontroll halssvetsar

$$\gamma_{m2} := 1.25 \quad \text{Partialkoefficienten för svetsens bärförmåga (Al-Emrani et al., 2011, s. S134)}$$

$$\beta_w := 0.9 \quad \text{Korrelationsfaktor som beror på grundmaterialets hållfasthet (Al-Emrani et al., 2011, s. S134)}$$

$$f_{usvets} := \min(f_{uf}, f_{uw}) = 470 \text{ MPa} \quad \text{Brotthållfasthet halssvets}$$

$$f_{vw} := \frac{f_{usvets}}{\sqrt[2]{3} \beta_w \cdot \gamma_{m2}} = 241.204 \text{ MPa} \quad \text{Bärförmåga halssvets (Al-Emrani et al., 2011, s. S133)}$$

$$S_{hals1} := \left(\left(h + \frac{t_{f1}}{2} \right) - x_{tpsc} \right) \cdot t_{f1} \cdot b_{f1} = (2.676 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^3 \quad \text{Statiskt tröghetsmoment övre fläns}$$

$$S_{hals2} := \left(x_{tpsc} - \frac{t_{f2}}{2} \right) \cdot t_{f2} \cdot b_{f2} = 0.017 \text{ m}^3 \quad \text{Statiskt tröghetsmoment undre fläns}$$

$$a_1 := \frac{V_{Ed} \cdot S_{hals1}}{I_{sc} \cdot 2 \cdot f_{vw}} = (8.866 \cdot 10^{-5}) \text{ m} \quad \text{Övre halssvets a-mått väljs till 4mm (Al-Emrani et al., 2011, s. S133)}$$

$$a_2 := \frac{V_{Ed} \cdot S_{hals2}}{I_{sc} \cdot 2 \cdot f_{vw}} = 0.006 \text{ m} \quad \text{Undre halssvetsens a-mått väljs till 6mm (Al-Emrani et al., 2011, s. S133)}$$

Nedböjning av balken

Laster från värden från Bilaga 7

$$G_{brukf} := 31.72 \frac{kN}{m}$$

Egentyngd

$$Q_{brukf} := 405 \text{ kN}$$

Boggilast

$$q_{bruk1} := 8.64 \frac{kN}{m}$$

Utbredd trafiklast

$$EI := E_s \cdot I_{sc} = (1.828 \cdot 10^{15}) \text{ N} \cdot \text{mm}^2$$

Samverkandetvårsnittets böjstyvhets

$$p_{tot} := \frac{G_{brukf} \cdot 5 \cdot L_1^4}{384 \cdot EI} + (Q_{brukf}) \cdot \frac{L_1^3}{48 \cdot EI} + \frac{q_{bruk1} \cdot 5 \cdot 3 \text{ m}^4}{384 \cdot EI} = 0.042 \text{ m}$$

Total nedböjning av balken enligt elementarfall frittupplagdbalk

$$p_{max} := \frac{L_1}{400} = 0.043 \text{ m}$$

Gränsvärde för nedböjning broar enligt (Al-Emrani et al., 2011, s. T111)

$$\frac{p_{tot}}{p_{max}} = 0.978$$

OK

Kontroll av spänningar

$$\sigma_{ck} := 0.6 \cdot f_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

Gränsvärde tryckspänning för karakteristisk last i brukgränstillstånd för betong (Al-Emrani et al., 2011, s. B212)

$$\sigma_s := 0.8 \cdot f_{yf} = 268 \text{ MPa}$$

Gränsvärde för karakteristisk last i brukgränstillstånd för stål (Al-Emrani et al., 2011, s. B212)

Gör om tvärsnittet till betong för att kunna jämföra med betongspänning

$$A_{cs} := A_s \cdot \alpha + A_c = 1.184 \text{ m}^2$$

$$x_{tpcs} := \frac{A_s \cdot x_{tps} \cdot \alpha + A_c \cdot \left(h_{tot} - \frac{t_c}{2} \right)}{A_{cs}} = 0.343 \text{ m}$$

$$I_{cs} := I_c + A_c \cdot \left(h_{tot} - x_{tpcs} - \frac{t_c}{2} \right)^2 + I_s \cdot \alpha + \alpha \cdot A_s \cdot (x_{tpcs} - x_{tps})^2 = 0.049 \text{ m}^4$$

Kontroll tryckspänning i betong

$$z_{ct} := x_{tpsc} - h_{tot} = -0.262 \text{ m}$$

$$\sigma_{ct} := M_{Edb} \cdot \frac{z_{ct}}{I_{cs}} = -24.691 \text{ MPa}$$

Naviers formel

$$\frac{\sigma_{ct}}{\sigma_{ck}} = -0.823$$

OK

Kontroll tryckspänning i stål (Al-Emrani et al., 2011, s. B87)

$$z_{st} := x_{tpsc} - h = -0.007 \text{ m}$$

$$\sigma_{st} := M_{Edb} \cdot \frac{z_{st}}{I_{sc}} = -3.901 \text{ MPa} \quad \text{Naviers formel}$$

$$\frac{-\sigma_{st}}{\sigma_s} = 0.015 \quad \text{OK}$$

Kontroll dragspänningar i stål (Al-Emrani et al., 2011, s. B87)

$$z_{sd} := x_{tpsc} = 0.343 \text{ m}$$

$$\sigma_{sd} := M_{Edb} \cdot \frac{z_{sd}}{I_{sc}} = 183.096 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{sd}}{\sigma_s} = 0.683 \quad \text{OK}$$

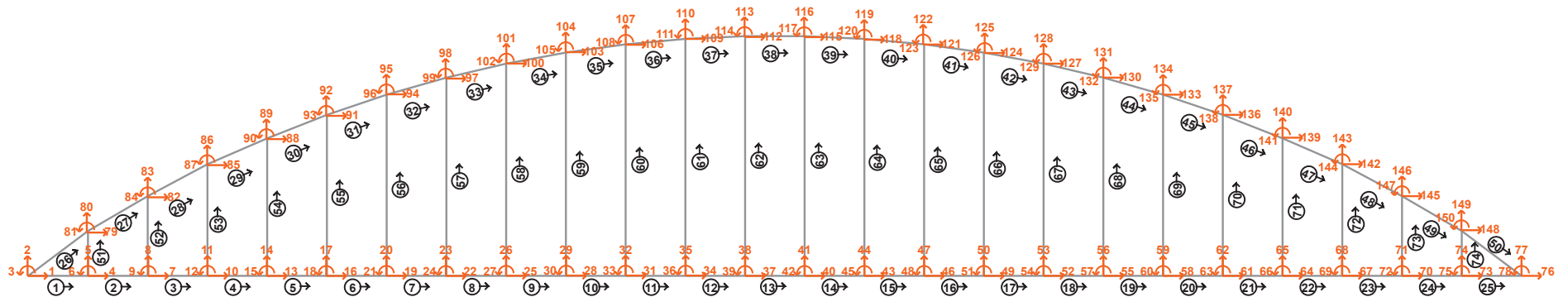
Bilaga 9

Lastframtagning och nedböjning i en global analys

Innehåll:

CALFEM-program som beräknar dimensionerade laster för båge, dragband, hängstag och landfästen samt nedböjningen för systemet i längsled.

Beräkningsmodell för CALFEM-modellering



Analys av det bärande systemet

Table of Contents

Innehåll	1
Indata	2
Bågens utformning	2
Frihetsgrader	3
Topologimatrix	3
Egentyngder	4
Lastframtagning i brottgränstillstånd	4
Lastframtagning i bruksgränstillstånd	4
Inplacering av laster vid rätt frihetsgrad	4
Skapar och assemblerar styvhetsmatrisen	5
Löser ekvationssystemet	5
Beräknar normalkraft i hängstagen	5
Beräkning av normalkraft, tvärkraft och moment	6
Nedböjning för hela systemet	8
Plottning av moment	8
Plottning av tvärkraft	9
Funktionsfil som beräknar laster i brottgränstillstånd	9
Funktionsfil som beräknar laster i bruksgränstillstånd	10

Innehåll

BMTX01 - KANDIDATGRUPP 51

I denna CALFEM-modell beräknas maximal normalkraft, tvärkraft, moment och nedböjning för dragbanden, bågen och hängstagen.

Kontroll dragband - Bilaga 10

Kontroll båge - Bilaga 11

Kontroll hängstag - Bilaga 12

%NAMN:

% Karin Andersson 940401

% Ida Björhagen 930325

% Rickard Edman 920430

% Linnéa Persson 890803

% Nils Rasmark 871012

%

% REV. DATUM: 2016 - 05 - 05

%-----

% Rensar alla variabler

clear all

clc

close all

Indata

```
% Tvärsnittsgeometri
Bd = 0.4; % Bredd på dragbands tvärsnitt [m]
Hd = 0.7; % Höjd på dragbands tvärsnitt [m]
Td = 0.028; % Tjocklek på dragbands tvärsnitt [m]

Bb = 0.6; % Bredd på bågens tvärsnitt [m]
Hb = 0.6; % Höjd på bågens tvärsnitt [m]
Tb = 0.028; % Tjocklek på bågens tvärsnitt [m]

d = 0.045; % Diameter på hängstag [m]

% Tunghet
Gstal = 78000; % Tunghet stål [N/m^3]

% Beräkning av areor och tröghetsmoment
Ad = Bd*Td*2+(Hd-2*Td)*2*Td; % Tvärsnittsarea dragband [m^2]
Ab = Bb*Tb*2+(Hb-2*Tb)*2*Tb; % Tvärsnittsarea båge [m^2]
At = 0.074; % Tvärsnittsarea tvärbalkar [m^2]
As = d^2*pi/4; % Tvärsnittsarea hängstag [m^2]

E = 210e9; % E-modul för stål [Pa]
% Ytttröghetsmoment dragband [m^4]
Id = Bd*Hd^3/12-(Bd-2*Td)*(Hd-2*Td)^3/12;
% Ytttröghetsmoment båge [m^4]
Ib = Bb*Hb^3/12-(Bb-2*Tb)*(Hb-2*Tb)^3/12;

%Elementegenskaper
epd = [E Ad Id]; % Elementegenskaper för dragband
epb = [E Ab Ib]; % Elementegenskaper för båge
eps = [E As]; % Elementegenskaper för hängstag
```

Bågens utformning

```
x=linspace(0,75,26); % indelning av punkter för
A=(-2/225); % båge-->25 element
B=2/3;
C=0;

y=@(x)A*x.^2+B*x+C ; % funktion för bågen
Y=y(x) ; % ansätter funktionen till matris

% BÅGENS KOORDINATMATRISER
ze = zeros(26,1);
Coordd=[x(1:26)' ze] ; % Koordinater för noder i dragband
Coordb=[x(1:26)' Y(1:26)'] ; % Koordinater för noder i båge

% Koordinater för hängstagens noder
Coordbs = [x(2:25)' Y(2:25)'] ; % Båge till hängstag
Coordds = [x(2:25)' ze(2:25)'] ; % Dragbandet till hängstag
```

```
Coords = [ Coordds ; Coordbs]; % Slutgiltig koordinatmatris hängstag
```

Frihetsgrader

```
% FRIHETSGRADER DRAGBAND
Dofd = [1 2 3] ; % hjälpmatris

for i = 2:26 % For-loop för konstruktion av
Dofd(i,:) = Dofd(i-1,:)+3 ; % frihetsgrader för dragbandet
end

% FRIHETSGRADER BÅGE
Dofb = [79 80 81]; % Hjälpmatriser
g1 = [1 2 3];
g2 = [76 77 78];

for i = 2:24 % For-loop för konstruktion av
Dofb(i,:) = Dofb(i-1,:)+3; % frihetsgrader för bågen
end

Dofb = [g1;Dofb;g2]; % Frihetsgrader för dragbandet

% FRIHETSGRADER HÄNGSTAG
Dofs1 = [4 5] ; % Hjälpmatris

for j = 2:24 % For-loop för konstruktion av
Dofs1(j,:) = Dofs1(j-1,:)+3; % frihetsgrader hängstag
end

Dofs2 = [79 80]; % Hjälpmatris

for j = 2:24 % For-loop för konstruktion av
Dofs2(j,:) = Dofs2(j-1,:)+3; % frihetsgrader
end

Dofs=[Dofs1 ; Dofs2] ; % Frihetsgrader för hängstag
```

Topologimatrix

```
% TOPOLOGIMATRIS DRAGBAND
b=[1 2 3 4 5 6] ; % Hjälpmatris

for k = 2:25 % For-loop för konstruktion av
b(k,:) = b(k-1,:)+3; % topologimatrix (dragband)
end
c = linspace(1,25,25)' ; % Hjälpmatris

Edofd = [c b]; % Slutlig topologimatrix
```



```
% TOPOLOGIMATRIS BÅGE
b1 = [1 2 3 79 80 81] ;           % Hjälpmatris
b2 = [79 80 81 82 83 84];
b3 = [148 149 150 76 77 78];

for k = 2:23                       % For-loop för konstruktion av
    b2(k,:) = b2(k-1,:)+3;         % topologimatrix (båge)
end
c = (26:50)';                     % Hjälpmatris
C = [b1;b2;b3];                   % Hjälpmatris
Edofb = [c C];                    % Slutlig topologimatrix båge

% TOPOLOGIMATRIS HÄNGSTAG
e = [4 5 79 80] ;                 % Hjälpmatris
c2 = linspace(51,74,24)';         % Hjälpmatris

for m = 2:24                       % for-loop för konstruktion av
    e(m,:) = e (m-1,:)+3;         % topologimatrix (hängstag)
end

Edofs = [c2 e];                   % Slutgiltig topologimatrix
                                   % hängstag

% SLUTLIGA NODKOORDINATER
[Exd,Eyd]=coordxtr(Edofd,Coordd,Dofd,2) ; % Dragband
[Exb,Eyb]=coordxtr(Edofb,Coordb,Dofb,2) ; % Båge
[Exs,Eys]=coordxtr(Edofs,Coords,Dofs,2) ; % Hängstag
```

Egentyngder

```
qd = Ad*Gstal;                    % Utbredd last, egentyngd dragband[N/m]
qb = Ab*Gstal;                    % Utbredd last, egentyngd båge [N/m]
qs = Y(2:25).*As*Gstal;           % Punktlaster, egentyngd hängstag [N]
```

Lastframtagning i brottgränstillstånd

```
%Hämtar funktionsfilen BROTT som beräknar laster i brottgränstillstånd

[eqd, eqb, Veddrag, qtraf,Qtraf, Qs] = BROTT(qd, qb, qs);
```

Lastframtagning i bruksgränstillstånd

```
%Hämtar funktionsfilen BRUKS som beräknar laster i bruksgränstillstånd
[eqd, eqb, Veddrag, qtraf,Qtraf, Qs ] = BRUKS(qd, qb, qs);
```

Inplacering av laster vid rätt frihetsgrad

```
f = zeros(150,1);                % Allokerar utrymme

% Placerar in punktlaster vid rätt frihetsgrad
```

```

i = 0;
for j=80:3:149;
    i = i+1;
    f(j) = Qs(i);
end

% Placerar in reaktionskraften från tvärbalken vid rätt frihetsgrad
i=0;
for j=2:3:77;
    i = i+1;
    f(j) = Qtraf(i);
end

% Flyttar stora reaktionskrafter mellan brons alla noder för att
% identifiera de dimensionerande värdena
VEddrag=Veddrag-qtraf;
f(38) = -VEddrag;

```

Skapar och assemblerar styvhetsmatrisen

```

K = zeros(150); % Allokerar utrymme
% Dragband
for i = 1:25
    [Ke,fe] = beam2e(Exd(i,:),Eyd(i,:),epd);
    [K,f] = assem(Edofd(i,:),K,Ke,f,fe);
end

% Båge
for i = 1:25
    [Ke,fe] = beam2e(Exb(i,:),Eyb(i,:),epb);
    [K,f] = assem(Edofb(i,:),K,Ke,f,fe);
end

% Hängstag
for i = 1:24
    Ke = bar2e(Exs(i,:),Eys(i,:),eps);
    K = assem(Edofs(i,:),K,Ke);
end

```

Löser ekvationssystemet

```

Randvillkor

bc = [1  0
      2  0 % Frihetsgrader som är låsta
      77 0];

% Löser ekvationssystemet med hänsyn till de givna randvillkoren
[a, r] = solveq(K, f, bc);

```

Beräknar normalkraft i hängstagen

```

Eds = extract(Edofs,a); % Förskjutningsmatris för stängerna

```

```

N = zeros(24,1); % Allokerar utrymme

% Beräknar normalkraft hängstagen
for i = 1:24
    N(i,:) = bar2s(Exs(i,:),Eys(i,:),eps,Eds(i,:));
end

% Plockar ut max/min ur normalkraften
MaxNHang = max(N);
MinNHang = min(N);
if abs(MaxNHang)>abs(MinNHang)
    fprintf('HÄNGSTAG\nMaximal normalkraft i hängstag är %7.2e N\n',MaxNHang)
else
    fprintf('HÄNGSTAG\nMaximal normalkraft i hängstag är %7.2e N\n',MinNHang)
end

```

Beräkning av normalkraft, tvärkraft och moment

```

Edd = extract(Edofd,a); % Förskjutningsmatris för dragbandet
Edb = extract(Edofb,a); % Förskjutningsmatris för bågen

% BERÄKNAR NORMALKRAFT, TVÄRKRAFT OCH MOMENT FÖR DRAGBANDET
Esd = zeros(625,3); % Allokerar utrymme
Es3 = zeros(25);

for i=1:25
    if i==1
        Esd = beam2s(Exd(i,:),Eyd(i,:),epd,Edd(i,:),eqd,25);
    else
        Es3= beam2s(Exd(i,:),Eyd(i,:),epd,Edd(i,:),eqd,25);
        Es4=[Esd;Es3];
        Esd=Es4;
    end
end

% BERÄKNAR DIMENSIONERANDE NORMAL- OCH TVÄRKRAFT SAMT MOMENT: DRAGBAND
fprintf('DRAGBAND\n')
MaxMdrag = max(Esd(:,3));
MinMdrag = min(Esd(:,3));
if abs(MaxMdrag)>abs(MinMdrag)
    fprintf('Dimensionerande moment är %7.2e Nm\n',MaxMdrag)
else
    fprintf('Dimensionerande negativt moment är %7.2e Nm\n',MinMdrag)
end

MaxVdrag = max(Esd(:,2));
MinVdrag = min(Esd(:,2));
if abs(MaxVdrag)>abs(MinVdrag)

```

```

fprintf('Dimensionerande tvärkraft är %7.2e N\n',MaxVdrag)
else
fprintf('Dimensionerande tvärkraft är %7.2e N\n',MinVdrag)
end

MaxNdrag = max(Esd(:,1));
MinNdrag = min(Esd(:,1));
if abs(MaxNdrag)>abs(MinNdrag)
fprintf('Dimensionerande normalkraft är %7.2e N\n',MaxNdrag)
else
fprintf('Dimensionerande normalkraft är %7.2e N\n',MinNdrag)
end

% BERÄKNAR NORMALKRAFT, TVÄRKRAFT OCH MOMENT FÖR BÅGEN
Esb=zeros(625,3);           % Allokerar utrymme
Es1 = zeros(21);
Es2 = zeros(21);

for i=1:25
    if i==1
        Esb = beam2s(Exb(i,:),Eyb(i,:),epb,Edb(i,:),eqb,25);
    else
        Es2= beam2s(Exb(i,:),Eyb(i,:),epb,Edb(i,:),eqb,25);
        Es1=[Esb;Es2];
        Esb=Es1;
    end
end

% BERÄKNAR DIMENSIONERANDE NORMAL- OCH TVÄRKRAFT SAMT MOMENT: BÅGE
fprintf('BÅGEN\n')
MaxMbage = max(Esb(:,3));
MinMbage = min(Esb(:,3));

if abs(MaxMbage)>abs(MinMbage)
fprintf('Dimensionerande moment är %7.2e Nm\n',MaxMbage)
else
fprintf('Dimensionerande negativt moment är %7.2e Nm\n',MinMbage)
end

MaxVbage = max(Esb(:,2));
MinVbage = min(Esb(:,2));
if abs(MaxVbage)>abs(MinVbage)
fprintf('Dimensionerande tvärkraft är %7.2e N\n',MaxVbage)
else
fprintf('Dimensionerande tvärkraft är %7.2e N\n',MinVbage)
end

MaxNbage = max(Esb(:,1));
MinNbage = min(Esb(:,1));
if abs(MaxNbage)>abs(MinNbage)
fprintf('Dimensionerande normalkraft är %7.2e N\n',MaxNbage)
else
fprintf('Dimensionerande normalkraft är %7.2e N\n',MinNbage)
end
end

```

Nedböjning för hela systemet

```
% Plockar ut max/min från förskjutningsvektorn a
maxned = max(a); % [m]
minned = min(a); % [m]

if abs(maxned)>abs(minned)
    fprintf('Maximal nedböjning %7.2f m', maxned)
else
    fprintf('Maximal nedböjning %7.2f m', minned)
end

% PLOTTAR NEDBÖJNINGEN
figure(1)
eldraw2(Exd,Eyd,[1 2 1]) % plottning av dragband
eldraw2(Exb,Eyb,[1 2 1]) % plottning av båge
eldraw2(Exs,Eys,[1 2 1]) % plottning av hängstag
Edb = extract(Edofb,a) ;
Edd = extract(Edofd,a) ;
[sfac]=scalfact2(Exd,Eyd,Edd,0.9);
eldisp2(Exs,Eys,Eds,[2 1 1],sfac);
eldisp2(Exb,Eyb,Edb,[2 1 1],sfac);
eldisp2(Exd,Eyd,Edd,[2 1 1],sfac);
title('Nedböjning [m]')
xlabel('Längd [m]')
```

Plottning av moment

```
figure(2)
% Plottning av element
eldraw2(Exd,Eyd,[1 2 1]) % plottning av dragband
eldraw2(Exb,Eyb,[1 2 1]) % plottning av båge
eldraw2(Exs,Eys,[1 2 1]) % plottning av hängstag

% PLOTTAR MOMENT FÖR DRAGBAND
for i=1:25
    plotpar=[3 1];
    sfac = scalfact2(Exd,Eyd,Esd(:,3),0.3);
    if i==1
        eldia2(Exd(i,:),Eyd(i,:),Esd((1:25),3),plotpar,sfac);
    else
        eldia2(Exd(i,:),Eyd(i,:),Esd(((i-1)*25):(i*25)),3),plotpar,sfac);
    end
end

% PLOTTAR MOMENT FÖR BÅGEN
for i=1:25
    plotpar=[3 1];
    sfac = scalfact2(Exb,Eyb,Esb(:,3),0.3);
    if i==1
        eldia2(Exb(i,:),Eyb(i,:),Esb((1:25),3),plotpar,sfac);
    else
        eldia2(Exb(i,:),Eyb(i,:),Esb(((i-1)*25):(i*25)),3),plotpar,sfac);
    end
end
```

```

    eldia2(Exb(i,:),Eyb(i,:),Esb((((i-1)*25):(i*25)),3),plotpar,sfac);
end
end
axis([-1 75 -3 15]);
pltscalb2(sfac,[10e3 5 14]);
title('Moment [Nm]')
xlabel('Längd [m]')

```

Plottning av tvärkraft

```

figure(3)
% Plottning av element
eldraw2(Exd,Eyd,[1 2 1])           % plottning av dragband
eldraw2(Exb,Eyb,[1 2 1])           % plottning av båge
eldraw2(Exs,Eys,[1 2 1])           % plottning av hängstag

% PLOTTNING AV TVÄRKRAFT FÖR DRAGBAND
for i=1:25
    plotpar=[3 1];
    sfac = scalfact2(Exd,Eyd,Esd(:,2),0.8);
    if i==1
        eldia2(Exd(i,:),Eyd(i,:),Esd((1:25),2),plotpar,sfac);
    else
        eldia2(Exd(i,:),Eyd(i,:),Esd((((i-1)*25):(i*25)),2),plotpar,sfac);
    end
end

% PLOTTNING AV TVÄRKRAFT FÖR BÅGEN
for i=1:25
    plotpar=[3 1];
    sfac = scalfact2(Exb,Eyb,Esb(:,2),0.8);
    if i==1
        eldia2(Exb(i,:),Eyb(i,:),Esb((1:25),2),plotpar,sfac);
    else
        eldia2(Exb(i,:),Eyb(i,:),Esb((((i-1)*25):(i*25)),2),plotpar,sfac);
    end
end

axis([-1 75 -3 15]);
pltscalb2(sfac,[10e3 6 14]);
title('Tvärkraft [N]')
xlabel('Längd [m]')

```

Funktionsfil som beräknar laster i brottgränstillstånd

```

function [eqd, eqb, Veddrag, qtraf,Qtraf, Qs ] = BROTT(qd, qb, qs)

% Denna funktionsfil beräknar dimensionerande laster i

```

```
% brottgränstillstånd för en bågbroanalys.
% Element som ingår är: bågen, hängstag och dragband.
%
% REV. DATUM 2016 - 05 - 10
%-----

% Partialkoefficienter för beräkning i brottgränstillstånd,
% enligt ekv 6.10b:
gammaGj = 1.35;           % Konstant för lastfall (ogynnsam)
tsi = 0.85;               % Konstant för lastfall (ogynnsam)

%Reaktionskraft från tvärbalk där utbredd trafiklast och egentygnd
% ingår
% Se Bilaga 7.
qtraf = 355e3 ;           % [N]

% Placerar qtraf i en vektor
Qtraf = ones(26,1)*-qtraf ;

%Reaktionskraft från tvärbalk där egentygnd, utbredd trafiklast och
% boggilast ingår, från Bilaga 7.

Veddrag = 1390e3 ;       % [N]

%EGENTYNGD I BROTTGRÄNSTILLSTÅND
Gd = qd*gammaGj*tsi;     % Egentygnd dragband
Gb = qb*gammaGj*tsi;     % Egentygnd båge
Qs = -qs'.*gammaGj.*tsi; % Egentygnd hängstag, punktl.

eqd = [0 -Gd];           % Definierar eq, dragband
eqb = [0 -Gb];           % Definierar eq för bågen

end
```

Funktionsfil som beräknar laster i bruksgränstillstånd

```
function [eqd, eqb, Veddrag, qtraf,Qtraf, Qs ] = BRUKS(qd, qb, qs)
% Denna funktionsfil beräknar dimensionerande
% laster i bruksgränstillstånd för en bågbroanalys.
% Element som ingår är: bågen, hängstag och dragband.
%
% REV. DATUM 2016 - 05 - 10
%-----

% Partialkoefficienter för beräkning i brukgränstillstånd,
% frekvent kombination enligt ekv 6.15b: egentygnd ingen
% partialkoefficient och reaktionskrafter har redan gjorts om till
% dimensionerande laster i Bilaga 7.

% Reaktionskraft från tvärbalk där utbredd trafiklast och egentygnd
% ingår,
```

```
% se Bilaga 7
qtraf = 293.2e3 ; % [N]

% Placerar qtraf i en vektor
Qtraf = ones(26,1)*-qtraf ;

% Reaktionskraft från tvärbalk där egentyngd, utbredd trafiklast och
% boggilast ingår, från Bilaga 7
Veddrag = 662.5e3 ; %[N]

% EGENTYNGD I BRUKSGRÄNSTILLSTÅND
Gd = qd ; % Egentyngd dragband
Gb = qb; % Egentyngd båge
Qs = -qs'; % Egentyngd hängstag

eqd = [0 -Gd]; % Definierar eq, dragband
eqb = [0 -Gb]; % Definierar eq för bågen

end
```

Published with MATLAB® R2016a

Bilaga 10

Preliminär dimensionering av dragbanden

Innehåll:

Mathcad-program där dragbanden preliminärdimensioneras.

Preliminär dimensionering av dragband

Dragbandets moment-, tvärkrafts- och normalkraftskapacitet samt kapacitet mot vridning kontrolleras i denna bilaga.

Tvärsnittsdata dragband

$t_f := 0.035 \text{ m}$	Flänstjocklek
$t_w := 0.035 \text{ m}$	Livtjocklek
$h_w := 0.644 \text{ m}$	Livens höjd
$b_f := 0.4 \text{ m}$	Flänsarnas bredd

Materialdata stål 355

$E := 210 \text{ GPa}$	E-modul (Al-Emrani et al., 2013, s. S32)
$f_y := 355 \text{ MPa}$	Flytspänning (Al-Emrani et al., 2013, s. S31)
$f_{yv} := \frac{f_y}{\sqrt{3}}$	Skjuvflytspänning (Al-Emrani et al., 2013, s. S31)
$f_u := 510 \text{ MPa}$	Brottspänning (Al-Emrani et al., 2013, s. S31)
$\chi_{LT} := 1$	Reduktionsfaktor med avseende på vippning (Al-Emrani et al., 2013, s. S71)
$n := 1.2$	Faktor som beaktar stålets böjningshårdnande (Al-Emrani et al., 2013, s. S83)
$\gamma_{M1} := 1.0$	Partialkoefficient m.a.p materialets hållfasthet (Al-Emrani et al., 2013, s. S71)
$\gamma_{M0} := 1.1$	Partialkoefficient m.a.p materialets hållfasthet (Al-Emrani et al., 2013, s. S83)

Dimensionerande tvärkraft från tvärbalken

Värden tagna från Bilaga 7

$$V_{Edt} := 1391 \text{ kN}$$

Dimensionerande moment, tvärkraft och normalkraft från global analys

Värden tagna från Bilaga 9

$$M_{Edg} := 2680 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{Edg} := 7450 \text{ kN}$$

$$V_{Edg} := 568 \text{ kN}$$

Dimensionerande värden underhåll.

Värden tagna från bilaga 15

$$V_{Edu} := 236 \text{ kN}$$

$$M_{Edu} := 772 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{Edu} := 5590 \text{ kN}$$

Använder de största av krafterna respektive moment för kontroller

$$V_{Ed} := \max(V_{Edg}, V_{Edu}, V_{Edt}) = (1.391 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$M_{Ed} := \max(M_{Edg}, M_{Edu}) = (2.68 \cdot 10^3) \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{Ed} := \max(N_{Edg}, N_{Edu}) = (7.45 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

Beräkning av tvärsnittkonstanter

$A := 2 \cdot h_w \cdot t_w + 2 \cdot b_f \cdot t_f = 0.073 \text{ m}^2$	Tvärsnittsarea
$A_o := (h_w \cdot t_w)^2 = 0.045 \text{ m}^2$	Medelomkrets omslutande area
$A_v := n \cdot h_w \cdot t_w = 0.027 \text{ m}^2$	Skjuvarean (Al-Emrani et al., 2013, s. S83)
$I := \frac{(b_f \cdot (h_w + 2 \cdot t_f)^3 - (b_f - 2 \cdot t_w) \cdot h_w^3)}{12} = 0.005 \text{ m}^4$	Tröghetsmoment
$W_{pl} := 2 \cdot \left(t_f \cdot b_f \cdot \left(\frac{t_f + h_w}{2} \right) + h_w \cdot t_w \cdot \frac{h_w}{4} \right) = 0.017 \text{ m}^3$	Plastiska böjmotstånd
$S := b_f \cdot t_f \cdot \left(\frac{t_f}{2} + \frac{h_w}{2} \right) + h_w \cdot t_w \cdot \frac{h_w}{4} = 0.008 \text{ m}^3$	Statiskt tröghetsmoment
$W_v := 2 \cdot A_o \cdot \min(t_f, t_w) = 0.003 \text{ m}^3$	Vridmotstånd

Beräkning av tvärsnittklass

(Al-Emrani et al., 2013, s. S67-68)

$$\varepsilon := \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_y}} = 0.814 \quad \text{Jämförelsevärde}$$

$$\begin{array}{l} \text{if } \frac{b_f}{t_f} \leq \varepsilon \cdot 33 \\ \quad \parallel \text{ "Flänsen är i tvärsnittsklass 1" } \\ \quad \parallel \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "Balken är ej i tvärsnittsklass 1" } \end{array} \quad \Bigg| \quad = \text{"Flänsen är i tvärsnittsklass 1"}$$

$$\begin{array}{l} \text{if } \frac{h_w}{t_w} \leq \varepsilon \cdot 72 \\ \quad \parallel \text{ "Livet är i tvärsnittsklass 1" } \\ \quad \parallel \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "Balken är ej i tvärsnittsklass 1" } \end{array} \quad \Bigg| \quad = \text{"Livet är i tvärsnittsklass 1"}$$

Kontroll momentkapacitet

(Al-Emrani et al., 2013, s. S71)

$$M_{bRd} := \frac{(\chi_{LT} \cdot W_{pl} \cdot f_y)}{\gamma_{M1}} = (5.951 \cdot 10^6) \text{ N} \cdot \text{m}$$
$$\frac{M_{Ed}}{M_{bRd}} = 0.45 \quad \text{OK}$$

Kontroll om tvärsnittet riskerar att skjuvbuckla

(Al-Emrani et al., 2013, s. S83)

$$\begin{array}{l|l} \text{if } \frac{h_w}{t_w} < 72 \cdot \frac{\varepsilon}{n} & = \text{"Tvärsnittet riskerar inte skjuvbuckling"} \\ \parallel \text{"Tvärsnittet riskerar inte skjuvbuckling"} & \\ \text{else} & \\ \parallel \text{"Tvärsnittet riskerar skjuvbuckling"} & \end{array}$$

Kontroll tvärkraftskapacitet

(Al-Emrani et al., 2013, s. S83)

$$V_{plRd} := \frac{(A_v \cdot f_y)}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = (5.04 \cdot 10^3) \text{ kN}$$
$$\frac{V_{Ed}}{V_{plRd}} = 0.276 \quad \text{OK}$$

Kontroll interaktion mellan moment och tvärkraft

(Al-Emrani et al., 2013, s. S86)

$$\begin{array}{l|l} \text{if } 0.5 \cdot V_{plRd} > V_{Ed} & = \text{"Ingen interaktion är nödvändig"} \\ \parallel \text{"Ingen interaktion är nödvändig"} & \\ \text{else} & \\ \parallel \text{"Interaktion är nödvändig"} & \end{array}$$

Kontroll normalkraftskapacitet

(Al-Emrani et al., 2013, s. S42)

$$N_{tRd} := f_y \cdot A = (2.594 \cdot 10^4) \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{tRd}} = 0.287 \quad \text{OK}$$

Kontroll vridstyvhet

enligt Sören Lindgren (Föreläsning Chalmers Tekniska Högskola, 2 februari, 2016)

$$M_v := V_{Ed} \cdot \frac{b_f}{2} = 278.2 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\tau_{VEd} := \frac{S \cdot V_{Ed}}{I \cdot 2 \cdot t_f} = 34.786 \text{ MPa}$$

$$\tau_{MV} := \frac{M_v}{W_v} = 88.161 \text{ MPa}$$

$$\tau_{tot} := \tau_{VEd} + \tau_{MV} = 122.947 \text{ MPa}$$

$$\frac{\tau_{tot}}{f_{yv}} = 0.6 \quad \text{OK}$$

Bilaga 11

Preliminär dimensionering av bågarna

Innehåll:

Mathcad-program där bågarna preliminärdimensioneras.

Preliminär dimensionering av bågen

Moment-, tvärkrafts- och normalkraftskapacitet samt riskför knäckning kontrolleras i beräkningarna nedan.

Tvårsnittsdata båge

$$t_f := 0.028 \text{ m} \quad \text{Flänstjocklek}$$

$$t_w := 0.028 \text{ m} \quad \text{Livtjocklek}$$

$$b_f := 0.6 \text{ m} \quad \text{Flänsens höjd}$$

$$h_w := b_f - 2 \cdot t_f = 0.544 \text{ m} \quad \text{Livets höjd}$$

Materialdata stål 355

$$E := 210 \text{ GPa} \quad \text{E-modul (Al-Emrani et al., 2013, s. S32)}$$

$$f_y := 355 \text{ MPa} \quad \text{Flytspänning (Al-Emrani et al., 2013, s. S31)}$$

$$f_{yv} := \frac{f_y}{\sqrt{3}} \quad \text{Skjuvflytspänning (Al-Emrani et al., 2013, s. S31)}$$

$$\chi_{LT} := 1 \quad \text{Reduktionsfaktor med avseende på vippning (Al-Emrani et al., 2013, s. S71)}$$

$$n := 1.2 \quad \text{Faktor som beaktar stålets böjningshårdnande (Al-Emrani et al., 2013, s. S83)}$$

$$\gamma_{M1} := 1.0 \quad \text{Partialkoefficient m.a.p materialets hållfasthet (Al-Emrani et al., 2013, s. S71)}$$

$$\gamma_{M0} := 1.1 \quad \text{Partialkoefficient m.a.p materialets hållfasthet (Al-Emrani et al., 2013, s. S83)}$$

Dimensionerande moment, tvär- och normalkraft från global analys

$$V_{Edb} := 194 \text{ kN} \quad \text{Brottgränstillstånd. Värden tagna från Bilaga 9}$$

$$M_{Edb} := 1850 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{Edb} := 8740 \text{ kN}$$

$$V_{Edu} := 208 \text{ kN} \quad \text{Underhåll. Värden tagna från bilaga 15}$$

$$M_{Edu} := 525 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{Edu} := 484 \text{ kN}$$

Använder de största av krafterna respektive moment för kontroller

$$V_{Ed} := \max(V_{Edb}, V_{Edu}) = 208 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} := \max(M_{Edb}, M_{Edu}) = (1.85 \cdot 10^3) \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{Ed} := \max(N_{Edb}, N_{Edu}) = (8.74 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

Beräkning av tvärsnittkonstanter

$$A := 2 \cdot h_w \cdot t_w + 2 \cdot b_f \cdot t_f = 0.064 \text{ m}^2 \quad \text{Tvärsnittetsarea}$$

$$A_v := n \cdot h_w \cdot t_w = 0.018 \text{ m}^2 \quad \text{Skjuvarean (Al-Emrani et al., 2013, s. S83)}$$

$$I := \frac{(b_f \cdot (h_w + 2 \cdot t_f)^3 - (b_f - 2 \cdot t_w) \cdot h_w^3)}{12} = 0.004 \text{ m}^4 \quad \text{Tröghetsmoment}$$

$$W_{pl} := 2 \cdot \left(t_f \cdot b_f \cdot \left(\frac{t_f + h_w}{2} \right) + h_w \cdot t_w \cdot \frac{h_w}{4} \right) = 0.014 \text{ m}^3 \quad \text{Plastiska böjmotstånd}$$

Beräkning av tvärsnittklass

(Al-Emrani et al., 2013, s. S67-68)

$$\varepsilon := \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_y}} = 0.814 \quad \text{Jämförelsevärde}$$

$$\text{if } \frac{b_f}{t_f} \leq \varepsilon \cdot 33 \quad \left| \begin{array}{l} \text{"Flänsen är i tvärsnittsklass 1"} \\ \text{else} \\ \text{"Balken är ej i tvärsnittsklass 1"} \end{array} \right. = \text{"Flänsen är i tvärsnittsklass 1"}$$

$$\text{if } \frac{h_w}{t_w} \leq \varepsilon \cdot 72 \quad \left| \begin{array}{l} \text{"Livet är i tvärsnittsklass 1"} \\ \text{else} \\ \text{"Balken är ej i tvärsnittsklass 1"} \end{array} \right. = \text{"Livet är i tvärsnittsklass 1"}$$

Kontroll momentkapacitet

(Al-Emrani et al., 2013, s. S71)

$$M_{bRd} := \frac{(\chi_{LT} \cdot W_{pl} \cdot f_y)}{\gamma_{M1}} = (4.882 \cdot 10^3) \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{bRd}} = 0.379$$

Kontroll om tvärsnittet riskerar att skjuvbuckla

(Al-Emrani et al., 2013, s. S83)

$$\begin{array}{l|l} \text{if } \frac{h_w}{t_w} < 72 \cdot \frac{\varepsilon}{n} & = \text{"Tvärsnittet riskerar inte skjuvbuckling"} \\ \parallel \text{"Tvärsnittet riskerar inte skjuvbuckling"} & \\ \text{else} & \\ \parallel \text{"Tvärsnittet riskerar skjuvbuckling"} & \end{array}$$

Kontroll tvärkraftskapacitet

(Al-Emrani et al., 2013, s. S83)

$$V_{plRd} := \frac{(A_v \cdot f_y)}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = (3.406 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{plRd}} = 0.061 \quad \text{OK}$$

Kontroll interaktion mellan moment och tvärkraft

(Al-Emrani et al., 2013, s. S86)

$$\begin{array}{l|l} \text{if } 0.5 \cdot V_{plRd} > V_{Ed} & = \text{"Ingen interaktion är nödvändig"} \\ \parallel \text{"Ingen interaktion är nödvändig"} & \\ \text{else} & \\ \parallel \text{"Interaktion är nödvändig"} & \end{array}$$

Kontroll normalkraftskapacitet

(Al-Emrani et al., 2013, s. S42)

$$N_{tRd} := f_y \cdot A = (2.274 \cdot 10^4) \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{tRd}} = 0.384 \quad \text{OK}$$

Knäckning av bågen

Beräkning av kritisk normalkraft för knäckning

$$L := \sqrt{3^2 + 1.92^2} \text{ m} = 3.562 \text{ m} \quad \text{Längd av bågsektion}$$

$$\beta_{cd} := 0.6 \quad \text{Faktor som beror på inspänningsförhållandet för bowie fast inspänd (Al-Emrani et al., 2011, s. S89)}$$

$$l_0 := \beta_{cd} \cdot L = 2.137 \text{ m} \quad \text{Knäcklängd (Al-Emrani et al., 2011, s. S89)}$$

$$N_{cr} := \frac{(\pi \cdot E \cdot I)}{l_0^2} = (5.059 \cdot 10^8) \text{ N} \quad \text{Elastisk kritisk normalkraft för relevant instabilitetsmod baserad på bruttotvärsnittet (Al-Emrani et al., 2011, s. K3)}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{cr}} = 0.017$$

Kontroll om inverkan av instabilitet kan försummas enligt SS-EN 1993-1-1 avsnitt 6.3.1.2

if $\frac{N_{Ed}}{N_{cr}} \leq 0.04$	= “Inverkan av instabilitet försummas”
“Inverkan av instabilitet försummas”	
else	
“Inverkan av instabilitet kan ej försummas”	

Bilaga 12

Preliminär dimensionering av hängstagen

Innehåll:

Mathcad-program där hängstagen preliminärdimensioneras.

Preliminär dimensionering av hängstag

Normalkraftskapacitet för hängstagen kontrolleras i beräkningarna nedan.

Indata hängstag

$d := 45 \text{ mm}$ Diameter

$f_y := 355 \text{ MPa}$ Flytspänning (Al-Emrani et al., 2013, s. S31)

Dimensionerande normalkraft från global analys

$N_{Ed} := 513 \text{ kN}$ Brottgränstillstånd. Värden tagna från Bilaga 9

$N_{Edu} := 484 \text{ kN}$ Värde vid underhåll. Värden tagna från Bilaga 15

Beräkning av tvärsnittskonstanter

$$A := \frac{(d^2 \cdot \pi)}{4} = 0.002 \text{ m}^2$$

Kontroll normalkraftskapacitet

(Al-Emrani et al., 2013, s. S42)

$$N_{Rd} := f_y \cdot A = 564.603 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} = 0.909 \quad \text{OK Brottgränstillstånd}$$

$$\frac{N_{Edu}}{N_{Rd}} = 0.857 \quad \text{OK Underhåll}$$

Bilaga 13

Preliminär dimensionering av brodetaljer

Innehåll:

Mathcad-program där vissa av brons detaljer preliminärdimensioneras.

Preliminär dimensionering av detaljer

I denna bilaga kontrolleras anslutning mellan tvärbalk och dragband samt anslutning mellan hängstag och dragband och hängstag och båge. Längd på övergångskonstruktion kontrolleras också i denna bilaga

Kontroll anslutning mellan tvärbalk och dragband

Dimensionerande moment och tvärkraft från tvärbalkarna

Värden tagna från Bilaga 7

$$M_{Ed} := 2967 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed} := 1391 \text{ kN}$$

Tvärsnittsdata tvärbalkar

$$a_1 := 4 \text{ mm}$$

$$a_2 := 6 \text{ mm}$$

$$h := 0.35 \text{ m}$$

$$b_{f1} := 0.4 \text{ m}$$

$$b_{f2} := 0.9 \text{ m}$$

$$t_{f1} := 0.03 \text{ m}$$

$$t_{f2} := 0.06 \text{ m}$$

$$h_w := h - t_{f1} - t_{f2} = 0.26 \text{ m}$$

$$t_w := 0.03 \text{ m}$$

$$A_s := t_{f1} \cdot b_{f1} + t_{f2} \cdot b_{f2} + t_w \cdot h_w = 0.074 \text{ m}^2$$

Stål S335

$f_{yw} := 355 \text{ MPa}$	Flytspänning liv (Al-Emrani et al., 2013, s. S31)
$f_{yf} := 335 \text{ MPa}$	Flytspänning fläns (Al-Emrani et al., 2013, s. S31)
$f_{uw} := 510 \text{ MPa}$	Brottspänning liv (Al-Emrani et al., 2013, s. S31)
$f_{uf} := 470 \text{ MPa}$	Brottspänning fläns (Al-Emrani et al., 2013, s. S31)
$E_s := 210 \text{ GPa}$	E-modul stål (Al-Emrani et al., 2013, s. S32)
$\beta_w := 0.9$	Korrelationsfaktor som beror på grundmaterialets hållfasthet (Al-Emrani et al., 2011, s. S134)
$\gamma_{m2} := 1.25$	Partialkoefficienten för svetsens bärförmåga (Al-Emrani et al., 2011, s. S134)

Kontroll om svets utförs runt tvärbalken

(Al-Emrani et al., 2011, s. S130)

Gränsvärde bärförmåga svets

(Al-Emrani et al., 2011, s. S134)

$$f_{sw} := \frac{f_{uw}}{\beta_w \cdot \gamma_{m2}} = 453.333 \text{ MPa} \quad \text{Fläns}$$

$$f_{sf} := \frac{f_{uf}}{\beta_w \cdot \gamma_{m2}} = 417.778 \text{ MPa} \quad \text{Liv}$$

Beräkning av a-mått liv svets

$$a_w := \frac{V_{Ed} \cdot \sqrt{3}}{h_w \cdot 2 \cdot f_{sw}} = 0.01 \text{ m}$$

Beräkning av a-mått fläns svets

$$a_f := 0.013 \text{ m} \quad \text{Största tillåtna mått på svets}$$

$$\tau_v(a_f) := \frac{M_{Ed}}{2 \cdot h \cdot \sqrt{2} \cdot (b_{f2}) \cdot a_f}$$

$$\sigma_v(a_f) := \frac{M_{Ed}}{2 \cdot h \cdot \sqrt{2} \cdot (b_{f2}) \cdot a_f}$$

$$f := \left((\sigma_v(a_f))^2 + 3 \cdot (\tau_v(a_f))^2 \right)^{\frac{1}{2}} = 512.329 \text{ MPa} \quad \text{Ej Okej}$$

Kontroll om svets utförs på balksko

(Al-Emrani et al., 2011, s. S130)

Tvärsnittsdata balksko

$$t_s := 0.05 \text{ m}$$

Påttjocklek

$$h_s := 0.20 \text{ m}$$

Höjd balksko

$$b_s := 0.9 \text{ m}$$

Bredd balksko

$$a_s := 8 \text{ mm}$$

a-mått

$$f_{us} := 510 \text{ MPa}$$

Flytspänning balksko (Al-Emrani et al., 2013, s. S31)

Kontroll vertikal svets

$$\tau_{\parallel} := \frac{V_{Ed}}{4 \cdot h_s \cdot a_s} = 217.344 \text{ MPa}$$

Sjuvspänning parallell svets

$$\begin{array}{l} \text{if } \left(\sqrt{3 \cdot \tau_{\parallel}^2} < \frac{f_{us}}{\beta_w \cdot \gamma_{m2}} \right) \\ \quad \parallel \text{ "Kontroll vertikal svets OK" } \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "Kontroll ej OK" } \end{array} \quad \left| \quad = \text{ "Kontroll vertikal svets OK" } \right.$$

Kontroll horisontell svets

$$\tau_H := \frac{V_{Ed}}{2 \cdot \sqrt{2} \cdot b_s \cdot a_s} = 68.305 \text{ MPa}$$

Sjuvspänning vinkelrätt svets

$$\sigma_H := \tau_H$$

Normalspänning vinkelrätt svets

$$\begin{array}{l} \text{if } \left(\sqrt{\sigma_H^2 + 3 \cdot \tau_H^2} < \frac{f_{us}}{\beta_w \cdot \gamma_{m2}} \right) \\ \quad \parallel \text{ "Kontroll för horisontell svets OK" } \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "Kontroll ej OK" } \end{array} \quad \left| \quad = \text{ "Kontroll för horisontell svets OK" } \right.$$

Dimensionering infästning av stag i dragband och stag i båge

Staget fästs genom att en bult går igenom ett öra som sitter fast på dragbandet/bågen och en gaffel som staget avslutas i. Örat fästs i dragbandet/båge genom en kälsvets. Infästningen mellan öra och gaffel kontrolleras mot skjuvbrott i förbindaren, hålkantsbrott i gaffeln. Svetsen mellan öra och dragband/båge kontrolleras också.

Indata

$d_b := 30 \text{ mm}$	Bultens diameter
$A := \pi \cdot \frac{d_b^2}{4} = (7.069 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^2$	Bultens area
$f_{ub} := 800 \text{ MPa}$	Brotthållfastighet bult
$f_u := 510 \text{ MPa}$	Brotthållfastighet stål
$t := 35 \text{ mm}$	Örats tjocklek
$n_{skär} := 2$	Antal skär
$\gamma_{M2} := 1.25$	
$d_0 := d_b + 3 \text{ mm} = 0.033 \text{ m}$	Hålets storlek
$e_1 := 50 \text{ mm}$	Avstånd mellan hål och kant av öra i kraftens riktning
$e_2 := 50 \text{ mm}$	Avstånd mellan hål och kant av öra vinkelrätt kraftens riktning
$\alpha_v := 0.6$	Reduktionsfaktor för skjuvbrott
$a := 4 \text{ mm}$	a-mått på svets
$\beta := 0.9$	Korrelationsfaktor som beror av grundmaterialets hållfasthet
$\gamma_{M2} := 1.25$	Partialkoefficienten

Dimensionerande normalkraft från global analys

Värden tagna från Bilaga 9

$$N_{Ed} := 513 \text{ kN}$$

Skjuvbrott i skruven

(Al-Emrani et al., 2011, s. S112)

$$F_{v.RD} := \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A \cdot n_{skär}}{\gamma_{M2}} = 542.867 \text{ kN} \quad \text{Bärförmåga mot skjuvbrott}$$

Hålkansbrott i plåten

(Al-Emrani et al., 2011, s. S112)

$$\begin{array}{l|l} \text{if } e_1 \leq 3 \cdot d_0 & = \text{"Brottmod b avgörande"} \\ \parallel \text{"Brottmod b avgörande"} & \\ \text{else} & \\ \parallel \text{"Genomför kontroll"} & \end{array}$$

$$\alpha_d := \frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0.505$$

$$\alpha_b := \min\left(\alpha_d, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1\right) = 0.505$$

$$k_1 := \min\left(2.8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1.7, 2.5\right) = 2.5$$

$$F_{b.RD} := \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d_b \cdot t}{\gamma_{M2}} = 540.909 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{F_{v.RD}} = 0.945$$

$$\frac{N_{Ed}}{F_{b.RD}} = 0.948$$

Kontroll svets mellan öra och dragband

(Al-Emrani et al., 2011, s. S130)

$$L_{öramin} := d_0 + e_2 \cdot 2 = 0.133 \text{ m}$$

Minsta Längden av svets vid öra mot båge

$$L_{örad} := 0.25 \text{ m}$$

Vald längd på svets mellan dragband och öra

$$\sigma_T := \frac{N_{Ed}}{\sqrt{2} \cdot 2 \cdot L_{örad} \cdot a} = 181.373 \text{ MPa}$$

$$\tau_T := \sigma_T$$

$$\frac{\sqrt{\sigma_T^2 + 3 \cdot \tau_T^2}}{\frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}} = 0.8$$

Kontroll av svets (Al-Emrani et al., 2011, s. S134)

$$\sigma_T < 0.9 \cdot \frac{f_u}{\beta_w} = 1$$

Kontroll av svets (Al-Emrani et al., 2011, s. S135)

Kontroll svets mellan öra och båge

(Al-Emrani et al., 2011, s. S130)

$$L_{örab} := 0.25 \text{ m}$$

Längd på nederkant öra

$$\alpha_v := \tan\left(\frac{1.92}{3}\right) = 0.745$$

Största vinkel på båge av bågsektion

$$\tau_{||} := \frac{N_{Ed} \cdot \sin(\alpha_v)}{2 \cdot L_{örab} \cdot a} = 173.814 \text{ MPa}$$

Skjuvspänning parallelt med svets

$$\sigma_T := \frac{N_{Ed} \cdot \cos(\alpha_v)}{\sqrt{2} \cdot 2 \cdot L_{örab} \cdot a} = 133.381 \text{ MPa}$$

Normalspänning vinkelrätt svets

$$\tau_T := \sigma_T$$

Skjuvspänning vinkelrätt svets

$$\frac{\sqrt{\sigma_T^2 + 3 \cdot (\tau_{||}^2 + \sigma_T^2)}}{\frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}} = 0.887$$

Kontroll av svets (Al-Emrani et al., 2011, s. S134)

$$\frac{\sigma_T}{0.9 \cdot \frac{f_u}{\beta_w}} = 0.262$$

Kontroll av svets (Al-Emrani et al., 2011, s. S135)

Dimensionering av övergångskonstruktionen

$$L := 75 \text{ m}$$

Brons totalalängd

$$\alpha_T := 10 \cdot 10^{-6} \frac{1}{K}$$

Längdutvidgningskoefficient för samverkanskonstruktioner enligt:
SS EN 1991-1-5 Tabell C.1

$$T_{min} := -35 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Minsta lufttemperatur enligt:
SS EN 1991-1-5 Tabell 2.a

$$T_{max} := 35 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Maximala lufttemperatur enligt:
SS EN 1991-1-5 Tabell 2.a

$$\Delta T_1 := T_{max} - T_{min} = 70 \text{ K}$$

Förändring i temperatur som lagret utsätts för

$$T_{ex} := 40 \text{ K}$$

Extra temperaturskillnad temperatur enligt:

SS EN 1991-1-5 avsnitt 6.1.3.3

$$\Delta T := \Delta T_1 + T_{ex} = 110 \text{ K}$$

Dimensionerande temperaturskillnad för bron

$$\Delta L_{tottemp} := L \cdot \Delta T \cdot \alpha_T = 0.083 \text{ m}$$

Totala längdförändringen beroende på temereatur

$$\Delta L_{lagermin} := \Delta L_{tottemp} = 0.083 \text{ m}$$

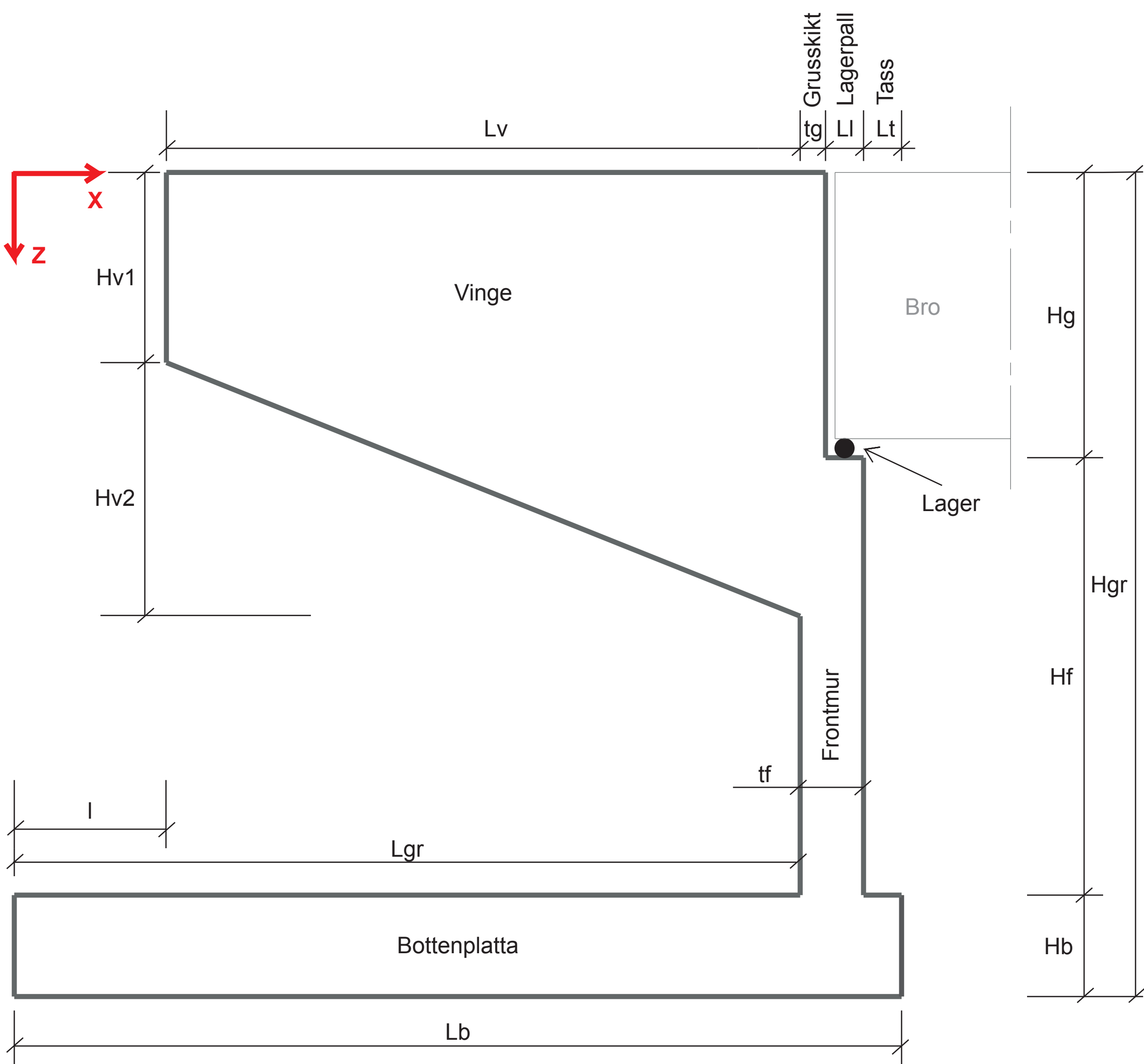
Ett lager är fixerat och ett är rörligt, det innebär att det rörliga lagret måste kunna röra sig minst 0.083m

Bilaga 14

Preliminär dimensionering av landfästen

Innehåll:

Mathcad-program där landfästen preliminärdimensioneras.



Grusskikt
Lagerpall

L | t_g

Vinge

Bl - bredd mellan lager

Bottenplatta

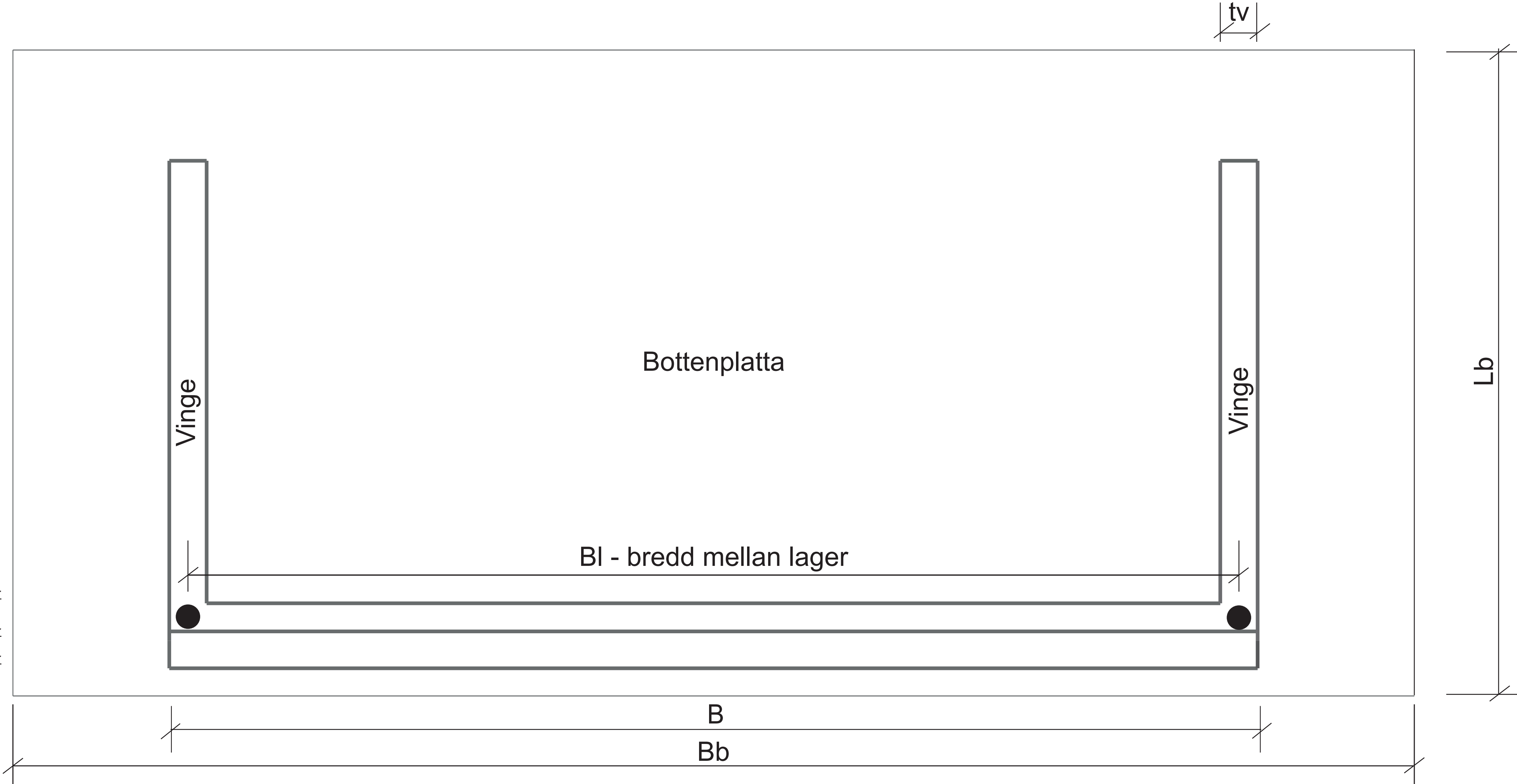
Vinge

t_v

L_b

B

B_b



Landfäste

Beräkning enligt Sören Lindgren (Föreläsning Chalmers Tekniska Högskola, 5 februari, 2016)
Landfästet dimensioneras för stödreaktioner från båda bågarna, sin egen vikt och en överlast.
Kontroll av landfästets kapacitet görs med jämförelse till grus bärförmåga.

Dimensionerande stödreaktioner

Värden från Bilaga 9

$$R_A := 5306 \text{ kN}$$

$$R_B := 3435 \text{ kN}$$

Dimensioner landfäste

$$L_v := 5 \text{ m}$$

$$H_{v1} := 1 \text{ m}$$

$$H_{v2} := 0.8 \text{ m}$$

$$t_v := 0.4 \text{ m}$$

$$B := 17 \text{ m}$$

$$H_g := 0.8 \text{ m}$$

$$t_g := 0.2 \text{ m}$$

$$H_f := 2 \text{ m}$$

$$B_b := 20 \text{ m}$$

$$H_b := 0.2 \text{ m}$$

$$L_b := 20 \text{ m}$$

$$L_t := 500 \text{ mm}$$

$$L_l := (660 + 83) \text{ mm} = 0.743 \text{ m}$$

$$t_f := t_g + L_l = 0.943 \text{ m}$$

$$l := L_b - L_t - t_f - L_v = 13.557 \text{ m}$$

$$H_{gr} := H_g + H_f + H_b = 3 \text{ m}$$

$$L_{gr} := L_v + l = 18.557 \text{ m}$$

Tungheter

$$\gamma_{btg} := 25 \frac{kN}{m^3} \quad \text{Tunghet betong}$$

$$\gamma_{grus} := 20 \frac{kN}{m^3} \quad \text{Tunghet grus}$$

Egenvikt och tyngdpunkt för landfäste

$$T_v := \left(H_{v1} \cdot L_v + \frac{H_{v2} \cdot L_v}{2} \right) \cdot t_v \cdot \gamma_{btg} \cdot 2 = 140 \text{ kN} \quad \text{Egenvikt vingmur}$$

$$T_g := B \cdot H_g \cdot t_g \cdot \gamma_{btg} = 68 \text{ kN} \quad \text{Egenvikt grusskift}$$

$$T_f := B \cdot H_f \cdot t_f \cdot \gamma_{btg} = 801.55 \text{ kN} \quad \text{Egenvikt frontmur}$$

$$T_b := L_b \cdot H_b \cdot B_b \cdot \gamma_{btg} = (2 \cdot 10^3) \text{ kN} \quad \text{Egenvikt bottenplatta}$$

$$T_{tot} := T_v + T_g + T_f + T_b = (3.01 \cdot 10^3) \text{ kN} \quad \text{Total egenvikt}$$

Tyngd*tyngdpunkt i x-led

$$TP_v := \left(L_v \cdot H_{v1} \cdot \left(l + \frac{L_v}{2} \right) + \frac{L_v \cdot H_{v2}}{2} \left(l + \frac{2 \cdot L_v}{3} \right) \right) \cdot t_v \cdot \gamma_{btg} \cdot 2 = (2.281 \cdot 10^3) \text{ kN} \cdot m$$

Tyngd*tyngdpunkt i x-led för vingmur

$$TP_g := T_g \cdot \left(l + L_v + \frac{t_g}{2} \right) = (1.269 \cdot 10^3) \text{ kN} \cdot m \quad \text{Tyngd*tyngdpunkt i x-led för grusskift}$$

$$TP_f := T_f \cdot \left(l + L_v + \frac{t_f}{2} \right) = (1.525 \cdot 10^4) \text{ kN} \cdot m \quad \text{Tyngd*tyngdpunkt i x-led för frontmur}$$

$$TP_b := T_b \cdot \frac{L_b}{2} = (2 \cdot 10^4) \text{ kN} \cdot m \quad \text{Tyngd*tyngdpunkt i x-led för bottenplatta}$$

$$TP_{tot} := TP_v + TP_g + TP_f + TP_b = (3.88 \cdot 10^4) \text{ kN} \cdot m \quad \text{Total tyngd*tyngdpunkt i x-led}$$

Tyngdpunkt för landfäste från bottenplattans bakkant

$$X_{tp} := \frac{TP_{tot}}{T_{tot}} = 12.893 \text{ m}$$

Vertikalkraft av grus

$$G_{gr} := B \cdot L_{gr} \cdot H_{gr} \cdot \gamma_{grus} = (1.893 \cdot 10^4) \text{ kN}$$

Vertikal överlast

$$q_{eq1} := 20 \frac{kN}{m^2}$$

Överlast för 6m

$$q_{eq2} := 10 \frac{kN}{m^2}$$

Överlast på resterande bredd

$$B_6 := 6 \text{ m}$$

$$G_{öl} := \frac{q_{eq1} \cdot B_6 + (B - B_6) \cdot q_{eq2}}{B} = 15.085 \frac{kN}{m^2}$$

Utbreddlast från överlasten



Resultant överlast

$$R_{olv} := (L_b - L_t - L_l) \cdot B \cdot G_{ol} = (4.314 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

Grundtryck

$$\gamma_g := 1.35 \quad \text{Partialkoefficient för egenvikt}$$

$$\xi := 0.85 \quad \text{Partialkoefficient för egenvikt}$$

$$\gamma_Q := 1.5 \quad \text{Partialkoefficient för variabel last}$$

$$R_{tot} := G_{gr} \cdot \gamma_g \cdot \xi + T_{tot} \cdot \gamma_g \cdot \xi + R_{olv} \cdot \gamma_Q + R_A + R_B = (4.039 \cdot 10^4) \text{ kN}$$

$$X := \frac{G_{gr} \cdot \gamma_g \cdot \xi \cdot \frac{L_{gr}}{2} + T_{tot} \cdot \gamma_g \cdot \xi \cdot X_{tp} + R_{olv} \cdot \gamma_Q \cdot \left(L_b - L_t - \frac{L_l}{2} \right) + (R_A + R_B) \cdot \left(L_{gr} + t_g + \frac{L_l}{2} \right)}{R_{tot}} = 13.298 \text{ m}$$

$$Y := \frac{(R_A - R_B) \cdot \frac{B}{2}}{R_{tot}} = 0.394 \text{ m}$$

Grundtryck

$$G_T := \frac{R_{tot}}{(B_b - Y) \cdot (L_b - X)} = 307.338 \text{ kPa} \quad \text{Jämför med grus 150 kPa}$$

Ej Ok

Bilaga 15

Lastframtagning för bågsystemet vid underhåll

Innehåll:

CALFEM-program för beräkning av laster när ett hängstag på bron saknas.

Kontroll för utbyte av hängstag under brons livslängd

Table of Contents

Innehåll	1
Indata	1
Bågens utformning	2
Frihetsgrader	2
Topologimatrix	3
Egentyngder	4
LASTFRAMTAGNING	4
Styvhetmatriser och lastplacering	4
Skapar och assemblerar styvhetsmatrisen	5
Löser ekvationssystemet	5
Beräknar normalspänningen i hängstagen	5
Beräkning av normalkraft, tvärkraft och moment	6
Nedböjning	7
Plottning av moment	8
Plottning av tvärkraft	9
Funktionsfil som beräknar laster i brottgränstillstånd	9
Funktionsfil som beräknar laster i bruksgränstillstånd	10

Innehåll

BMTX01 - KANDIDATGRUPP 51

En CALFEM analys av en bågbro, global analys

Under en bågbros livslängd (80 år) ska alla hängstag under minst ett tillfälle kunna bytas ut. Detta innebär att bågsystemet ska kunna bära upp de laster den utsätts för (i bruksgränstillstånd) utan ett hängstag. Denna CALFEM-fil modellerar bron utan ett hängstag. Vilket hängstag som tas bort ändras manuellt för att hitta de värsta fallen. Kontrollen för de värsta fallen utförs i Bilaga 12.

NAMN: Karin Andersson 940401, Ida Björhagen 930325, Rickard Edman 920430 Linnéa Persson 890803 och Nils Rasmark 871012

REV. DATUM: 2016 - 05 - 05

```
%-----  
% Rensar alla variabler  
clear all  
clc  
close all
```

Indata

```
% Tvärsnittsgeometri
```



```
Bd = 0.4; % Bredd på dragbands tvärsnitt [m]
Hd = 0.7; % Höjd på dragbands tvärsnitt [m]
Td = 0.028; % Tjocklek på dragbands tvärsnitt [m]

Bb = 0.6; % Bredd på bågens tvärsnitt [m]
Hb = 0.6; % Höjd på bågens tvärsnitt [m]
Tb = 0.028; % Tjocklek på bågens tvärsnitt [m]

d = 0.045; % Diameter på hängstag [m]

% Beräkning av areor och tröghetsmoment
Ad = Bd*Td*2+(Hd-2*Td)*2*Td; % Tvärsnittsarea dragband [m^2]
Ab = Bb*Tb*2+(Hb-2*Tb)*2*Tb; % Tvärsnittsarea båge [m^2]
At = 0.074; % Tvärsnittsarea tvärbalkar [m^2]
As = d^2*pi/4; % Tvärsnittsarea hängstag [m^2]

E = 210e9; % E-modul för [Pa]
Id = Bd*Hd^3/12-(Bd-2*Td)*(Hd-2*Td)^3/12; % Ytttröghetsmoment dragband [m^4]
Ib = Bb*Hb^3/12-(Bb-2*Tb)*(Hb-2*Tb)^3/12; % Ytttröghetsmoment båge [m^4]

% Tunghet
Gstal=78000 ; % Tunghet stål [N/m^3]

%Elementegenskaper
epd = [E Ad Id]; % Elementegenskaper för dragband
epb = [E Ab Ib]; % Elementegenskaper för båge
eps = [E As]; % Elementegenskaper för hängstag
```

Bågens utformning

```
x=linspace(0,75,26); % indelning av punkter för
A=(-2/225); % båge-->25 element
B=2/3;
C=0;

y=@(x)A*x.^2+B*x+C ; % funktion för bågen
Y=y(x) ; % ansätter funktionen till matris

% Koordinatmatriser
ze = zeros(26,1);
Coordd=[x(1:26)' ze] ; % Koordinater för noder i dragband
Coordb=[x(1:26)' Y(1:26)'] ; % Koordinater för noder i båge

% Koordinater för hängstagens noder
Coordbs = [x(2:25)' Y(2:25)']; % Båge till hängstag
Coordds = [x(2:25)' ze(2:25)]; % Dragbandet till hängstag
Coordbs(12,:) = [] ; % Tar bort ett hängstag
Coordds(12,:) = [] ; % Tar bort ett hängstag
Coords = [ Coordds ; Coordbs]; % Slutgiltig koordinatmatris hängstag
```

Frihetsgrader

```
% Frihetsgrader för dragband
```

```
Dofd = [1 2 3] ; % hjälpmatrix

for i = 2:26 % For-loop för konstruktion av
Dofd(i,:) = Dofd(i-1,:)+3 ; % frihetsgrader för dragbandet
end

% Frihetsgrader för båge
Dofb = [79 80 81]; % Hjälpmatriser
g1 = [1 2 3];
g2 = [76 77 78];

for i = 2:24 % For-loop för konstruktion av
Dofb(i,:) = Dofb(i-1,:)+3; % frihetsgrader för bågen
end

Dofb = [g1;Dofb;g2]; % Frihetsgrader för dragbandet

% Frihetsgrader för hängstag
Dofs1 = [4 5] ; % Hjälpmatrix

for j = 2:24 % For-loop för konstruktion av
Dofs1(j,:) = Dofs1(j-1,:)+3; % frihetsgrader hängstag
end

Dofs2 = [79 80]; % Hjälpmatrix

for j = 2:24 % For-loop för konstruktion av
Dofs2(j,:) = Dofs2(j-1,:)+3; % frihetsgrader
end

Dofs1(12,:)=[] ; % Tar bort ett hängstag
Dofs2(12,:)=[] ; % Tar bort ett hängstag
Dofs=[Dofs1 ; Dofs2] ; % Frihetsgrader för hängstag
```

Topologimatrix

```
% Topologimatrix för dragband
b=[1 2 3 4 5 6] ; % Hjälpmatrix

for k = 2:25 % For-loop för konstruktion av
b(k,:) = b(k-1,:)+3; % topologimatrix (dragband)
end

c = linspace(1,25,25)' ; % Hjälpmatrix

Edofd = [c b]; % Slutlig topologimatrix

% Topologimatrix för båge
b1 = [1 2 3 79 80 81] ; % Hjälpmatrix
b2 = [79 80 81 82 83 84];
b3 = [148 149 150 76 77 78];

for k = 2:23 % For-loop för konstruktion av
b2(k,:) = b2(k-1,:)+3; % topologimatrix (båge)
```

```
end
c = (26:50)'; % Hjälpmatris
C = [b1;b2;b3]; % Hjälpmatris
Edofb = [c C]; % Slutlig topologimatrix båge

% Topologimatrix för hängstag
e = [4 5 79 80] ; % Hjälpmatris
c2 = linspace(51,74,24)'; % Hjälpmatris

for m = 2:24 % for-loop för konstruktion av
    e(m,:) = e (m-1,:)+3; % topologimatrix (hängstag)
end

Edofs = [c2 e]; % Slutgiltig topologimatrix
% hängstag
Edofs(12,:)=[] ; % Tar bort ett hängstag

% Nodkoordinater mha coordxtr
[Exd,Eyd]=coordxtr(Edofd,Coordd,Dofd,2) ; % Dragband
[Exb,Eyb]=coordxtr(Edofb,Coordb,Dofb,2) ; % Båge
[Exs,Eys]=coordxtr(Edofs,Coords,Dofs,2) ; % Hängstag
```

Egentyngder

```
qd = Ad*Gstal; % Utbredd last, egentyngd dragband[N/m]
qb = Ab*Gstal; % Utbredd last, egentyngd båge [N/m]
qs = Y(2:25).*As*Gstal; % Punktlaster, egentyngd hängstag [N]
```

LASTFRAMTAGNING

```
% Laster i brottgränstillstånd
% Hämtar funktionsfilen BROTT som beräknar laster i brottgränstillstånd
% [eqd, eqb, Veddrag, qtraf,Qtraf, Qs ] = BROTT(qd, qb, qs);
```

```
% Laster i bruksgränstillstånd
% Hämtar funktionsfilen BRUKS som beräknar laster i bruksgränstillstånd
[eqd, eqb, Veddrag, qtraf,Qtraf, Qs ] = BRUKS(qd, qb, qs);
```

Styvhetmatriser och lastplacering

```
K = zeros(150); f = zeros(150,1); % Allokerar utrymme

% Placerar in punktlaster vid rätt frihetsgrad
i = 0;
for j=80:3:149;
    i = i+1;
    f(j) = Qs(i);
end

% Axellasten placeras i önskad nod
```

```
% Placerar in reaktionskraften från tvärbalken vid rätt frihetsgrad
i=0;
for j=2:3:77;
    i = i+1;
    f(j) = Qtraf(i);
end

% Flyttar stora reaktionskrafter mellan brons alla noder för att
% identifiera de dimensionerande värdena

VEddrag=Veddrag-qtraf;
f(38) = -VEddrag;
```

Skapar och assemblerar styvhetsmatrisen

Dragband

```
for i = 1:25
    [Ke,fe] = beam2e(Exd(i,:),Eyd(i,:),epd);
    [K,f] = assem(Edofd(i,:),K,Ke,f,fe);
end

% Båge
for i = 1:25
    [Ke,fe] = beam2e(Exb(i,:),Eyb(i,:),epb);
    [K,f] = assem(Edofb(i,:),K,Ke,f,fe);
end

% Hängstag
for i = 1:22

    Ke = bar2e(Exs(i,:),Eys(i,:),eps);
    K = assem(Edofs(i,:),K,Ke);

end
```

Löser ekvationssystemet

Randvillkor

```
bc = [1  0
      2  0      % Frihetsgrader som är låsta
      77 0];

% Löser ekvationssystemet med hänsyn till de givna randvillkoren
[a, r] = solveq(K, f, bc);
```

Beräknar normalspänningen i hängstagen

```
Eds = extract(Edofs,a);          % Förskjutningsmatris för systemet

% Beräknar normalkraft hängstagen
```

```
for i=1:22
    N(i,:)=bar2s(Exs(i,:),Eys(i,:),eps,Eds(i,:));
end

MaxNHang = max(N);
MinNHang = min(N);
if abs(MaxNHang)>abs(MinNHang)
    fprintf('HÄNGSTAG\nMaxmial normalkraft i hängstag är %7.2e N\n',MaxNHang)
else
    fprintf('HÄNGSTAG\nMaxmial normalkraft i hängstag är %7.2e N\n',MinNHang)
end
```

Beräkning av normalkraft, tvärkraft och moment

```
Edd = extract(Edofd,a); % Förskjutningsmatris för dragbandet
Edb = extract(Edofb,a); % Förskjutningsmatris för bågen

% Beräknar normalkraft, tvärkraft och moment för dragbandet
Esd=zeros(625,3);
Es3 = zeros(25);

for i=1:25
    if i==1
        Esd = beam2s(Exd(i,:),Eyd(i,:),epd,Edd(i,:),eqd,25);
    else
        Es3= beam2s(Exd(i,:),Eyd(i,:),epd,Edd(i,:),eqd,25);
        Es4=[Esd;Es3];
        Esd=Es4;
    end
end

% Beräknar dimensionerade normalkraft, tvärkraft och moment för dragbandet
fprintf('DRAGBAND\n')
MaxMdrag = max(Esd(:,3));
MinMdrag = min(Esd(:,3));
if abs(MaxMdrag)>abs(MinMdrag)
    fprintf('Dimensionerande moment är %7.2e Nm\n',MaxMdrag)
else
    fprintf('Dimensionerande negativt moment är %7.2e Nm\n',MinMdrag)
end

MaxVdrag = max(Esd(:,2));
MinVdrag = min(Esd(:,2));
if abs(MaxVdrag)>abs(MinVdrag)
    fprintf('Dimensionerande tvärkraft är %7.2e N\n',MaxVdrag)
else
    fprintf('Dimensionerande tvärkraft är %7.2e N\n',MinVdrag)
end

MaxNdrag = max(Esd(:,1));
```

```
MinNdrag = min(Esd(:,1));
if abs(MaxNdrag)>abs(MinNdrag)
fprintf('Dimensionerande normalkraft är %7.2e N\n',MaxNdrag)
else
    fprintf('Dimensionerande normalkraft är %7.2e N\n',MinNdrag)
end

% Beräknar normalkraft, tvärkraft och moment för bågen
Esb=zeros(625,3);
Es1 = zeros(21);
Es2 = zeros(21);

for i=1:25
    if i==1
        Esb = beam2s(Exb(i,:),Eyb(i,:),epb,Edb(i,:),eqb,25);
    else
        Es2= beam2s(Exb(i,:),Eyb(i,:),epb,Edb(i,:),eqb,25);
        Es1=[Esb;Es2];
        Esb=Es1;
    end
end

% Beräknar dimensionerande normalkraft, tvärkraft och moment för bågen
fprintf('BÅGEN\n')
MaxMbage = max(Esb(:,3));
MinMbage = min(Esb(:,3));

if abs(MaxMbage)>abs(MinMbage)
fprintf('Dimensionerande moment är %7.2e Nm\n',MaxMbage)
else
    fprintf('Dimensionerande negativt moment är %7.2e Nm\n',MinMbage)
end

MaxVbage = max(Esb(:,2));
MinVbage = min(Esb(:,2));
if abs(MaxVbage)>abs(MinVbage)
fprintf('Dimensionerande tvärkraft är %7.2e N\n',MaxVbage)
else
    fprintf('Dimensionerande tvärkraft är %7.2e N\n',MinVbage)
end

MaxNbage = max(Esb(:,1));
MinNbage = min(Esb(:,1));
if abs(MaxNbage)>abs(MinNbage)
fprintf('Dimensionerande normalkraft är %7.2e N\n',MaxNbage)
else
    fprintf('Dimensionerande normalkraft är %7.2e N\n',MinNbage)
end
```

Nedböjning

```
% Beräkning av maximal nedböjning
maxned = max(a);
```

```
minned = min(a);

if abs(maxned)>abs(minned)
    fprintf('Maximal nedböjning %7.2f m', maxned)
else
    fprintf('Maximal nedböjning %7.2f m', minned)
end

% Plottning av nedböjning
figure(1)
eldraw2(Exd,Eyd,[1 2 1]) % plottning av dragband
eldraw2(Exb,Eyb,[1 2 1]) % plottning av båge
eldraw2(Exs,Eys,[1 2 1]) % plottning av hängstag
Edb=extract(Edofb,a) ;
Edd=extract(Edofd,a) ;
[sfac]=scalfact2(Exd,Eyd,Edd,0.9);
eldisp2(Exs,Eys,Eds,[2 1 1],sfac);
eldisp2(Exb,Eyb,Edb,[2 1 1],sfac);
eldisp2(Exd,Eyd,Edd,[2 1 1],sfac);
title('Nedböjning [m]')
xlabel('Längd [m]')
```

Plottning av moment

```
figure(2)
% Plottning av element
eldraw2(Exd,Eyd,[1 2 1]) % plottning av dragband
eldraw2(Exb,Eyb,[1 2 1]) % plottning av båge
eldraw2(Exs,Eys,[1 2 1]) % plottning av hängstag

% Plottar moment för dragbandet

for i=1:25
    plotpar=[3 1];
    sfac = scalfact2(Exd,Eyd,Esd(:,3),0.3);
    if i==1
        eldia2(Exd(i,:),Eyd(i,:),Esd((1:25),3),plotpar,sfac);
    else
        eldia2(Exd(i,:),Eyd(i,:),Esd(((i-1)*25):(i*25)),3),plotpar,sfac);
    end
end

% Plottar moment för bågen
for i=1:25
    plotpar=[3 1];
    sfac = scalfact2(Exb,Eyb,Esb(:,3),0.3);
    if i==1
        eldia2(Exb(i,:),Eyb(i,:),Esb((1:25),3),plotpar,sfac);
    else
        eldia2(Exb(i,:),Eyb(i,:),Esb(((i-1)*25):(i*25)),3),plotpar,sfac);
    end
end
axis([-1 75 -3 15]);
```

```
pltscalb2(sfac,[10e3 5 14]);  
title('Moment [Nm]')  
xlabel('Längd [m]')
```

Plottning av tvärkraft

```
% Plottar tvärkraft för dragbandet  
figure(3)  
eldraw2(Exd,Eyd,[1 2 1]) % plottning av dragband  
eldraw2(Exb,Eyb,[1 2 1]) % plottning av båge  
eldraw2(Exs,Eys,[1 2 1]) % plottning av hängstag  
  
for i=1:25  
plotpar=[3 1];  
sfac = scalfact2(Exd,Eyd,Esd(:,2),0.8);  
if i==1  
eldia2(Exd(i,:),Eyd(i,:),Esd((1:25),2),plotpar,sfac);  
else  
eldia2(Exd(i,:),Eyd(i,:),Esd(((i-1)*25):(i*25)),2),plotpar,sfac);  
end  
end  
  
% Plottar tvärkraftsdiagram för bågen  
for i=1:25  
plotpar=[3 1];  
sfac = scalfact2(Exb,Eyb,Esb(:,2),0.8);  
if i==1  
eldia2(Exb(i,:),Eyb(i,:),Esb((1:25),2),plotpar,sfac);  
  
else  
eldia2(Exb(i,:),Eyb(i,:),Esb(((i-1)*25):(i*25)),2),plotpar,sfac);  
end  
  
end  
axis([-1 75 -3 15]);  
pltscalb2(sfac,[10e3 6 14]);  
title('Tvärkraft [N]')  
xlabel('Längd [m]')
```

Funktionsfil som beräknar laster i brottgränstillstånd

```
function [eqd, eqb, Veddrag, qtraf,Qtraf, Qs ] = BROTT(qd, qb, qs)  
% Denna funktionsfil beräknar dimensionerande laster i brottgränstillstånd  
% för en bågbroanalys. Element som ingår är: bågen, hängstag och dragband.  
%  
% NAMN:  
% Karin Andersson 940401, Ida Björhagen 930325, Rickard Edman 920430,  
% Linnéa Persson 890803 och Nils Rasmak 871012  
%
```



```
% REV. DATUM 2016 - 05 - 10
%-----

% Partialkoefficienter för beräkning i brottgränstillstånd,
% enligt ekv 6.10b:
gammaGj = 1.35; % Konstant för lastfall (ogynnsam)
tsi = 0.85; % Konstant för lastfall (ogynnsam)

% Reaktionskraft från tvärbalk där utbredd trafiklast och egentyingd ingår
% Se Bilaga 7.
qtraf = 355e3 ; % [N]
% Placerar qtraf i en vektor
Qtraf = ones(26,1)*-qtraf ;

% Reaktionskraft från tvärbalk där egentyingd, utbredd trafiklast och
% boggilast ingår, från Bilaga 7.
Veddrag = 1390e3 ; % [N]

%EGENTYNGD I BROTTGRÄNSTILLSTÅND
Gd = qd*gammaGj*tsi; % Egentyingd dragband
Gb = qb*gammaGj*tsi; % Egentyingd båge
Qs = -qs'.*gammaGj.*tsi; % Egentyingd hängstag, punktl.

eqd = [0 -Gd]; % Definierar eq, dragband
eqb = [0 -Gb]; % Definierar eq för bågen

end
```

Funktionsfil som beräknar laster i bruksgränstillstånd

```
function [eqd, eqb, Veddrag, qtraf,Qtraf, Qs ] = BRUKS(qd, qb, qs)
% Denna funktionsfil beräknar dimensionerande laster i bruksgränstillstånd
% för en bågbroanalys. Element som ingår är: bågen, hängstag och dragband.
%
% NAMN:
% Karin Andersson 940401, Ida Björhagen 930325, Rickard Edman 920430
% Linnéa Persson 890803 och Nils Rasmark 871012
%
% REV. DATUM 2016 - 05 - 10
%-----

% Partialkoefficienter för beräkning i brukgränstillstånd,
% frekvent kombination enligt ekv 6.15b: egentyingd ingen
% partialkoefficient och reaktionskrafter har redan gjorts om till
% dimensionerande laster i Bilaga 7.

% Reaktionskraft från tvärbalk där utbredd trafiklast och egentyingd ingår,
% se Bilaga 7
qtraf = 293.2e3 ; % [N]
% Placerar qtraf i en vektor
Qtraf = ones(26,1)*-qtraf ;
```

```
% Reaktionskraft från tvärbalk där egentyngd, utbredd trafiklast och  
% boggilast ingår, från Bilaga 7  
Veddrag = 662.5e3 ; % [N]  
  
% EGENTYNGD I BRUKSGRÄNSTILLSTÅND  
Gd = qd ; % Egentyngd dragband  
Gb = qb; % Egentyngd båge  
Qs = -qs'; % Egentyngd hängstag  
  
eqd = [0 -Gd]; % Definierar eq, dragband  
eqb = [0 -Gb]; % Definierar eq för bågen
```

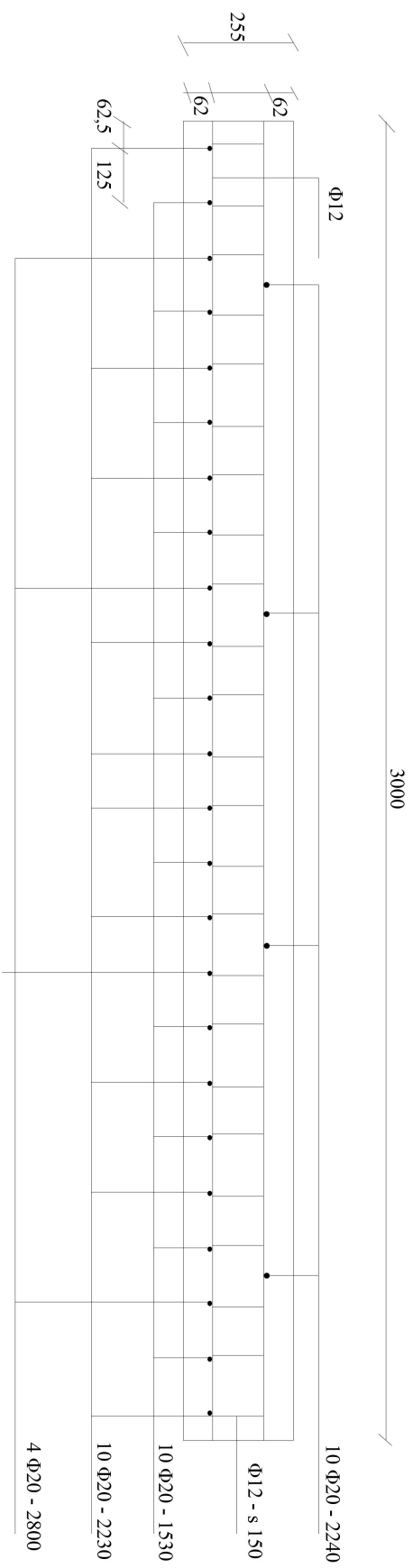
Published with MATLAB® R2013b

Bilaga 16

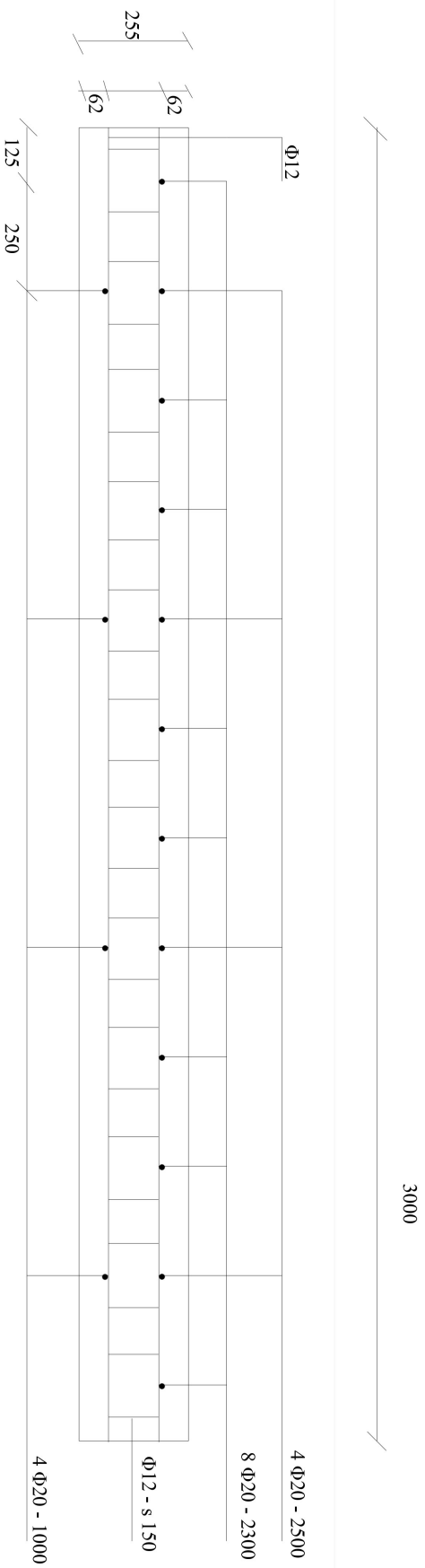
Armeringsritningar för betongplattan

Innehåll:

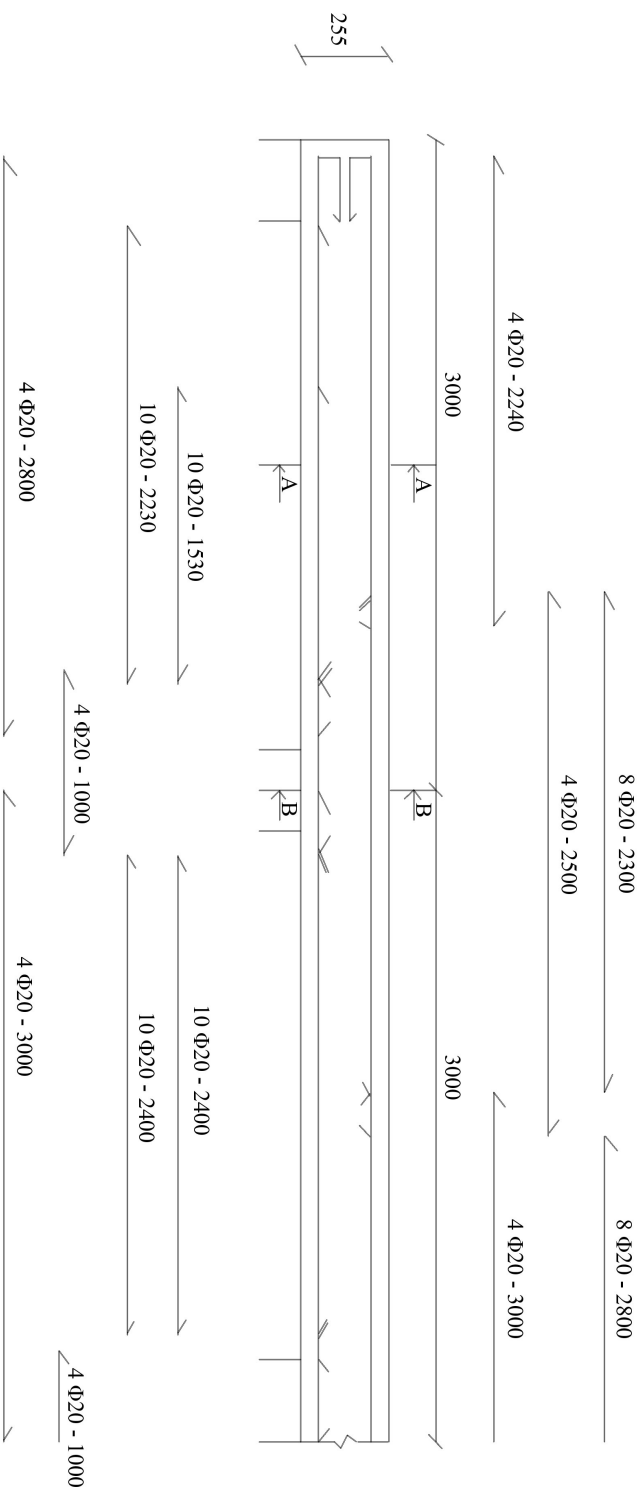
Armeringsritningar för betongplattan i längdriktningen med avkortning och inlagd armering i fält samt över stöd.



Sektion A-A



Sektion B-B



Föreskrifter

Betong N C50/60

Minsta tillåtna täckande betongskikt:

$t_0 = 40 \text{ mm}$

HUVUDARMERING
Ks600s

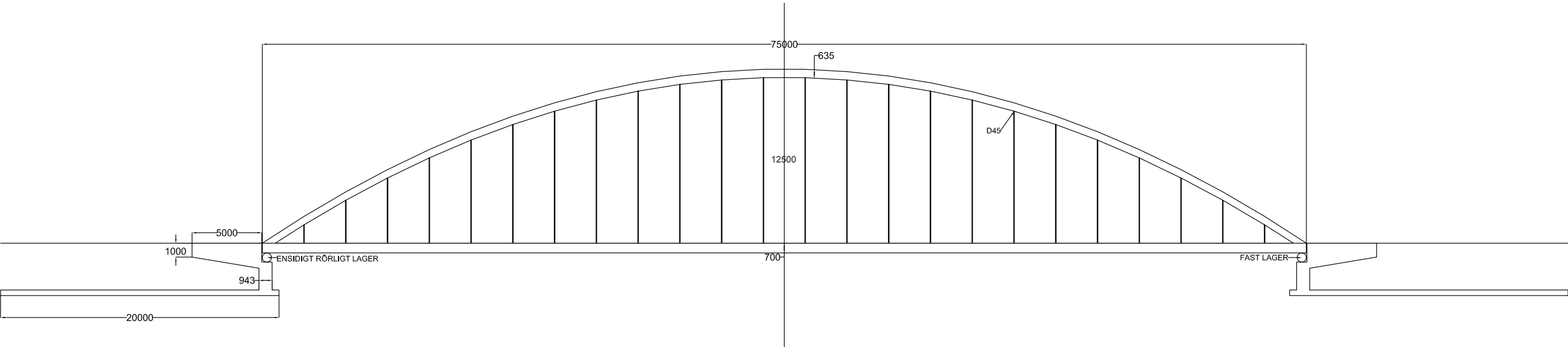
BYGELARMERING
Ks600s

Bilaga 17

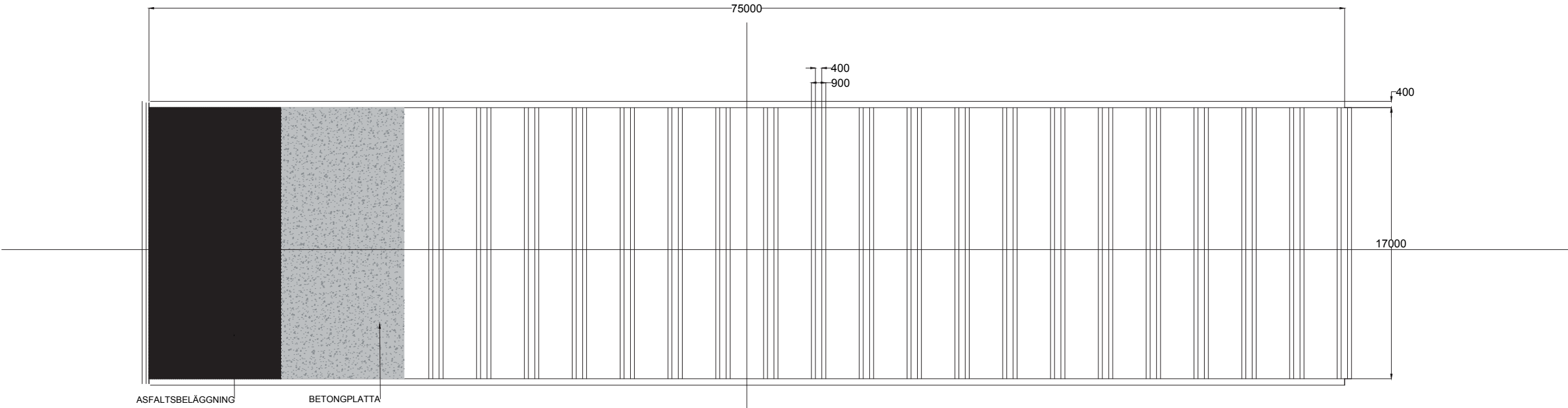
Preliminär profil- och planritning över bron

Innehåll:

Ritningar på brons preliminära utformning i profil och plan (ovanifrån).



PROFIL



PLAN

