



Trafikverket

Gröndalsviadukten, 2-2034-1

Kompletterande bärighetsutredning med avseende på kontroll av kapacitet i gjutfogar baserat på beräkningsmodell utvecklad av Chalmers tekniska högskola

Stockholm 2014-03-21

Gröndalsviadukten

Knr. 2-2034-1

Trafikverket

Kompletterande bärighetsutredning med
avseende på kontroll av kapacitet i gjutfogar
baserat på beräkningsmodell utvecklad av
Chalmers tekniska högskola

Datum 2014-03-21
Uppdragsnummer 61131145971
Utgåva/Status 1

Ulf Nilsson
Uppdragsledare

Ulf Nilsson
Karin Lundgren (Chalmers)
Handläggare

Ulf Nilsson
Karin Lundgren
Granskare

Ramböll Sverige AB
Box 17009, Krukmakargatan 21
104 62 Stockholm

Telefon 010-615 60 00
Fax 010-615 20 00
www.ramboll.se

Unr 61131039090

Organisationsnummer 556133-0506

Innehållsförteckning

1.	Inledning och bakgrund	1
2.	Beräkningar	5
2.1	Förutsättningar	5
2.2	Kontroll av ytterbalk i fack 1 och 3	12
2.3	Kontroll av balk över pelare i fack 1 och 3	17
2.4	Kontroll av innerbalk i fack 1 och 3	22
3.	Slutsatser	27
4.	Förslag på vidare undersökningar	27

Bilagor

1. Sammanställning av skadebilder registrerade i Batman
2. Beräkningsmodell Chalmers

1. Inledning och bakgrund

Gröndalsviadukten uppvisar systematiska skador i form av avspjälkad betong på undersidan av balkarna i anslutning till gjutfogarna vilka är placerade på ömse sidor om pelarstöden. Rambøll Sverige AB har på uppdrag av Trafikverket i en tidigare rapport *"Gröndalsviadukten, Bärighetsutredning med avseende på gjutfogar i huvudbalkar"*, daterad 2013-11-12 studerat kapaciteten för dessa gjutfogar. Denna bärighetsutredning avsåg att studera om skadorna kan anses inverka negativt på bronns bärförmåga. Det är emellertid komplicerat att definiera en kapacitet för armeringstängerna i snitt där delaminering föreligger eller där betongen har spjälkat loss så att stängerna är mer eller mindre frilagda. Beräkningarna baserades därför på ett mycket förenklat antagande om att armering som ligger skarvad inom skadezonen är verkningslös.

Kompletterande beräkningar utförs i denna rapport baserat på en beräkningsmodell utvecklad av Chalmers tekniska högskola, se bilaga 2. Chalmers beräkningsmodell beaktar inverkan på förankringskapaciteten för korrosionsskadad armering i betong och har verifierats med fysiska försök och numeriska analyser. Syftet med dessa kompletterande beräkningar är att försöka räkna upp kapaciteten i armeringsskarvarna jämfört med det tidigare antagandet om att skarvad armering inom skadezonen är att betrakta som överksam.

Förutsättningar som laster, geometrier mm beskrivs i detalj i ovan nämnda rapport och återupprepas inte här.

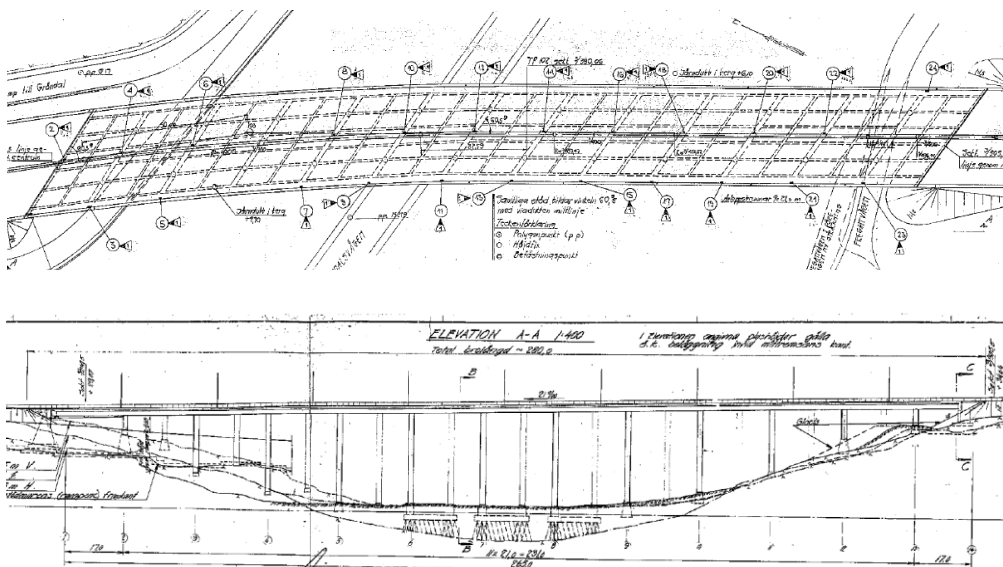
Viss övergripande information och bakgrund återges dock nedan.

Enligt ritningar har en förhållandevis stor mängd armering skarvats i underkant huvudbalkar invid gjutfogarna vilket resulterat i en i mycket tät placerad armering. Detta gör att en bristfällig gjutning kan ha uppstått samt att stängerna inte kan anses vara fullt förankrade för den kraft de är dimensionerade för att uppta.

I nedanstående figurer redovisas översiktligt bron i form av ett foto samt med utdrag ifrån ritningar i plan och elevation. Spännvidden mellan stödlinjerna är kontinuerligt 21 m förutom i ytterspannen där spännvidden är ca 17 m. Total brolängd uppgår till ca 280 m med en bredd på 29 m. De högsta pelarna ca 25 m räknat ifrån underkant balk till överkant bottenfundament.



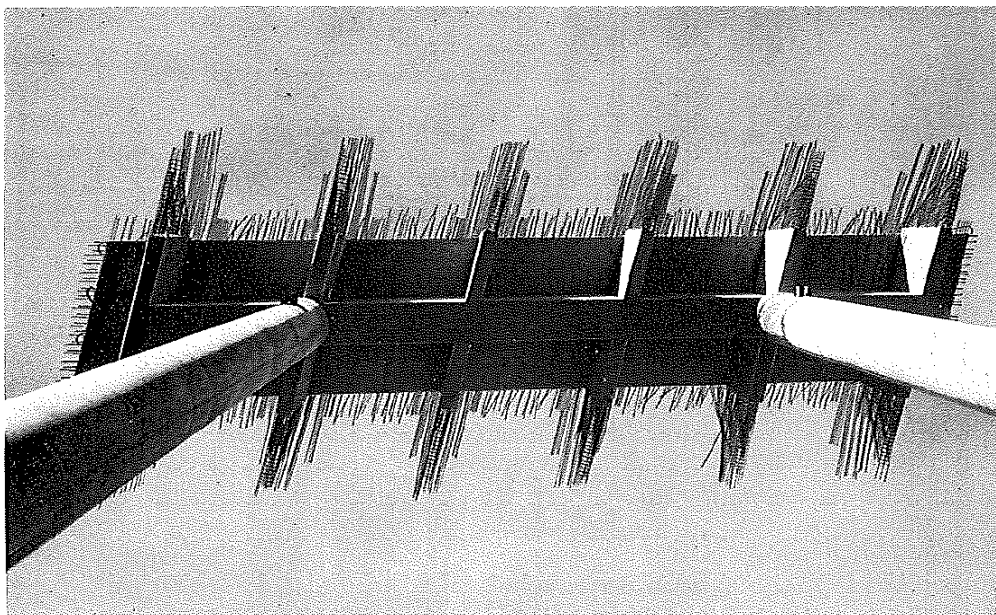
Figur 1 Foto Gröndalsviadukten



Figur 2 Gröndalsviadukten i plan och elevation

Bron är byggd etappvis där den första etappen består av pelare, tvärbalk och del av överbyggnad enligt foto nedan. Resterande del av överbyggnaden göts med hjälp av en rörlig upphängd form. Detta sätt att bygga broarna medför att det finns en gjutfog vid respektive huvudbalk på ömse sidor om varje pelarrad.

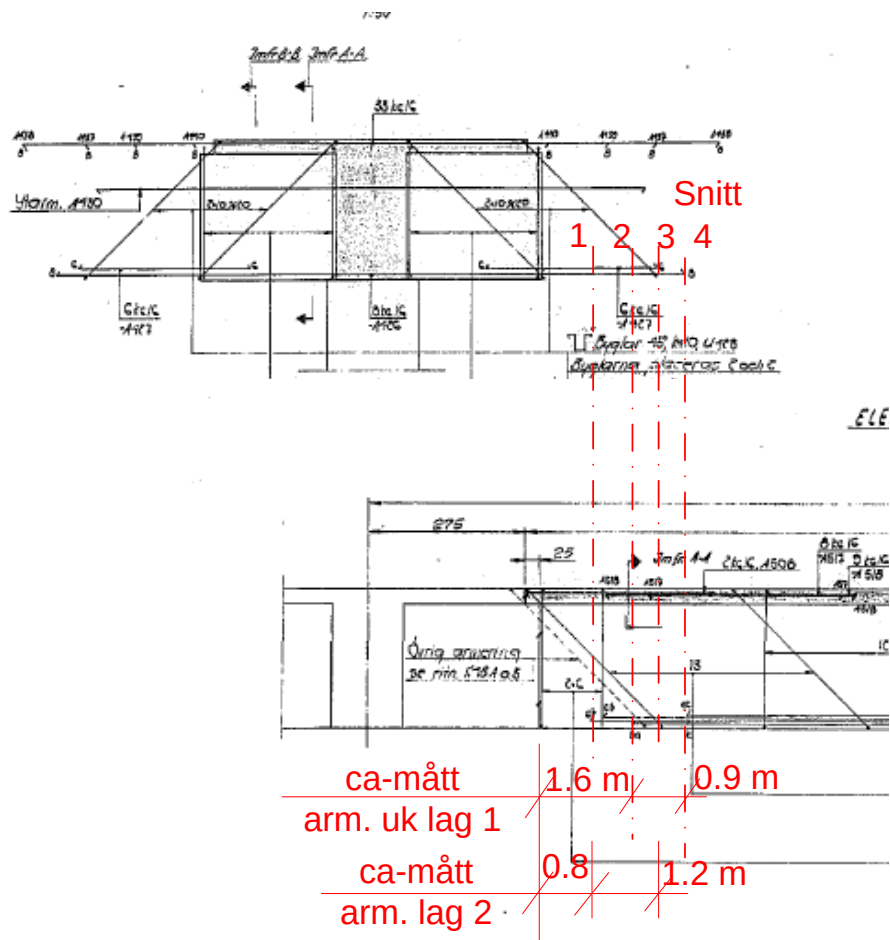
Som framgår av fotot nedan är mängden armering som skarvas till nästa gjutetapp stor.



Figur 3 Foto som visar första gjutetappen och den mängd armering som ska skarvas till etapp 2

Det fria måttet mellan armeringsstängerna är utefter vissa delar av skarvarna teoretiskt sett mindre än 20 mm beroende på det stora antalet stänger som skarvas mellan gjutetapp 1 och 2 i förhållande till balkbredden. Se även armeringsritningar i bilaga 3. Största stenstorlek 32 mm har använts vilka riskerar att kilas fast mellan stängerna och förhindra betongen att fördelas ut i formen vid gjutning. Detta kan medföra dålig kvalitet och att det finns risk för s.k. delaminering.

Nedan beskrivs en typisk skarv vid gjutfogarna. Mellan snitt 1 och 3 skarvas i lag 2 åtta stycken stänger ifrån gjutetapp 1 till åtta stycken stänger i gjutetapp 2 vilket ger totalt sexton stycken på en balkbredd av 500 mm. Mellan snitt 2 och 4 i lag 1 (understa lagret) skarvas sedan åtta stycken stänger ifrån gjutetapp 1 till åtta stycken stänger ifrån etapp 2 vilket även det ger totalt sexton stycken.



Figur 4 Gröndalsviadukten, exempel på typisk skarv av armering i underkant balk,

Utförda inspektioner visar att ett flertal huvudbalkar har skador invid gjutfogarna. Skadorna kan i huvudsak uppdelas i två kategorier. Den ena består av spjälad betong med frilagd armering och beror sannolikt på ett otillräckligt täckande betongskikt. Den andra huvudsakliga skadetyper består av en spricka parallell med den längsgående armeringen. Denna spricka beror sannolikt på ett undermåligt arbetsutförande i kombination med ett förankringsbrott i det undre armeringslagret p.g.a för tätt placerad armering.

2. Beräkningar

2.1 Förutsättningar

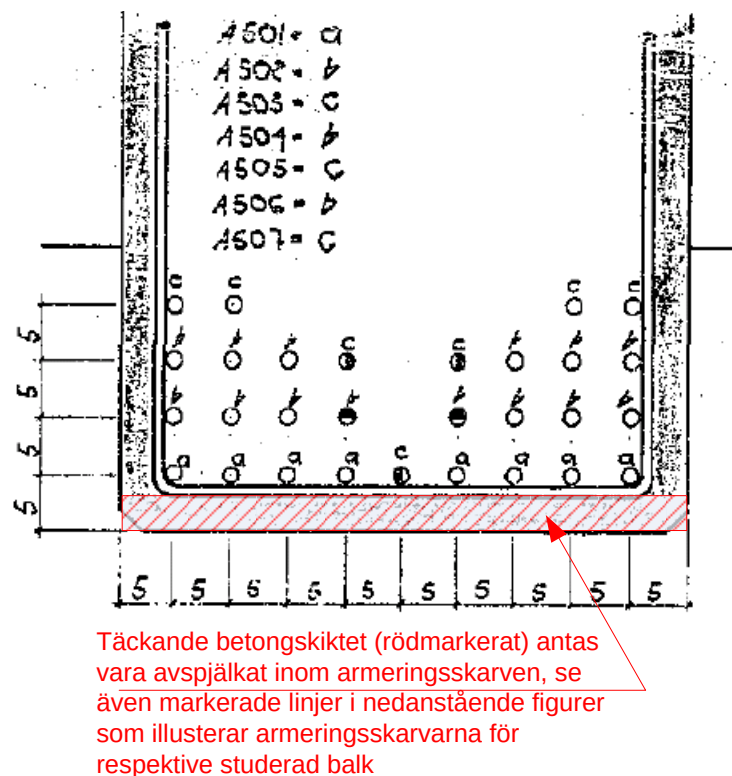
Kompletterande beräkningar utförs nedan baserat på den ovan nämnda beräkningsmodellen utvecklad av Chalmers tekniska högskola.

Beräkningsmodellen bygger på den modell för lokal vidhäftning mot glidning som finns i Fib Model Code 1990. Man väljer där mellan "good" och "all other bond conditions". I dessa analyser har det antagits "all other bond conditions", vilket innebär lägre vidhäftning. Korrosion antas påverka kurvan för vidhäftning mot glidning genom att den förskjuts. Vid stora korrosionsangrepp blir det därför enbart den kvarvarande vidhäftningen för stora glidningar som går att medräkna. Vid korrosion som är stor nog för att spjälka av täckskiktet är det dessutom enbart tvärarmeringen som bidrar till vidhäftningen, inte längre det täckande betongskiktet. Förankring av en stång räknas därefter genom att differential-ekvationen för jämvikt och deformationer löses numeriskt med hjälp av en Matlab-rutin.

Då det är okänt hur stort korrosionsangrepp den befintliga armeringen är utsatt för i detta fall, har erforderlig förankringslängd beräknats för varierande korrosionsangrepp, och den maximala förankringslängden har använts i vidare beräkningar.

I samråd med Trafikverket har det bestämts att beräkningarna ska baseras på ett fall med avspjälkad betong inom armeringsskarven vilket innebär att byglar och längsgående armering i underkant balk antas som helt frilagda, se figur 5. Den kraft som armeringsskarven kan uppta enligt Chalmers beräkningsmodell för den antagna skadan beaktas sedan i beräkningarna vid kontroll av utnyttjandegrad för en trafiklast motsvarande $B = 24$ ton. Fallet med helt avspjälkad betong anses vara ett värre fall jämfört med att delaminering i form av en genomgående spricka uppstår i balken i nivå med armeringslagret, se exempel på skadan i bilaga 1 sidan 3.

Vidare antas att 1 mm av stångdiametern på byglarna har rostet bort. För detaljer beträffande redovisade kapacitetsberäkningar hänvisas till rapport *"Gröndalsviadukten, Bärighetsutredning med avseende på gjutfogar i huvudbalkar"*, daterad 2013-11-12



Figur 5 Beräkningarna bygger på att täckande betongskikt i undersida balk antas som avspjälkat i armeringsskarven

Som indata till Chalmers beräkningsmodell har följande parametrar används

Betong: K50

$$f_{cc} = 19.7 \text{ MPa}$$

Längsgående armering: Ks60

$$\phi 16$$

$$A_s = 201 \text{ mm}^2$$

$$f_{st} = 449 \text{ MPa}$$

$$E_{sd} = 159 \text{ GPa}$$

Byglar: Ks40

2 $\phi 10$ s-avstånd 200 mm och $\phi 10$ s-avstånd 300 mm (täcker olika delar av skarvarna vilket belyses i figurerna nedan)

$$A_s = 64 \text{ mm}^2 \quad (1 \text{ st. fi } 9)$$

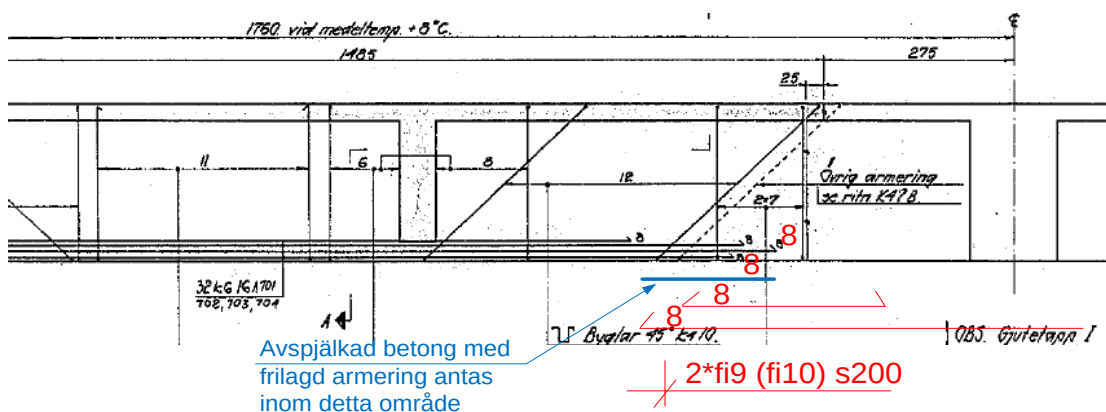
$$f_{st} = 283 \text{ MPa}$$

$$E_{sd} = 159 \text{ GPa}$$

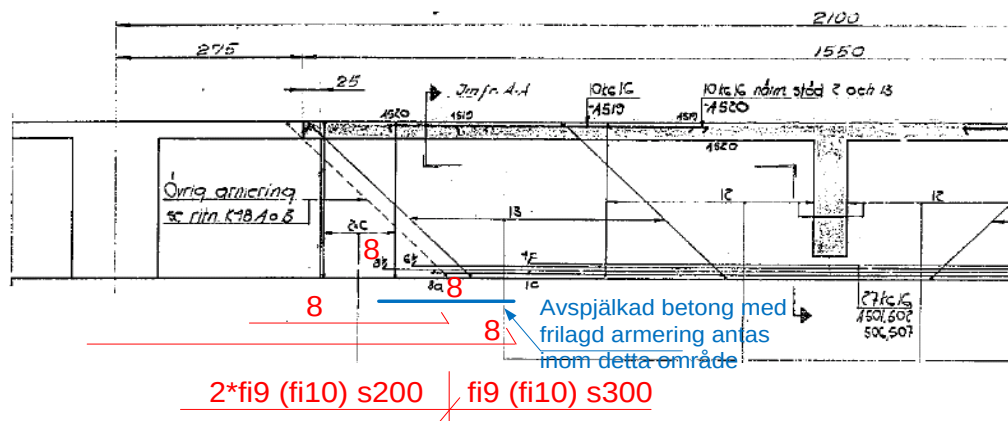
Övriga förutsättningar som laster mm gäller enligt tidigare och beskrivs i detalj i huvudrapporten.

Den antagna skadan i form av avspjälkad betong bedöms uppstå i det nedersta armeringslagret där 8 stycken stänger fi 16 ifrån etapp 1 skarvas till 8 stycken stänger fi 16 ifrån etapp 2. Spjälkning av betong antas även påverka skarven i det andra armeringslagret där samma antal stänger som i det nedre lagret skarvas, se nedanstående figur där läge för den antagna skadan är illustrerad. En förankringslängd bortom skadan antas armeringen åter vara fullt verkssam. Denna sträcka beräknas förenklat baserat på att förankringslängden sätts till $50 \cdot f_i = 50 \cdot 16 \text{ mm} = 0.8 \text{ m}$.

Det undre armeringslagret antas helt frilagt inom sträckan som markeras av den blå linjen i figuren nedan. Där det andra armeringslagret inte längre ligger skarvat så antas detta armeringslager vara opåverkad av den avspjälkade betongen och åter kunna ta full kraft 0,8 m bortom skarvens slut. Skarven täcks in av olika mängd byglar vilket beaktas i beräkningarna, se figuren nedan avseende bygelindelning. I ytterspann gäller att hela skarven i princip täcks av den större bygelmängden.

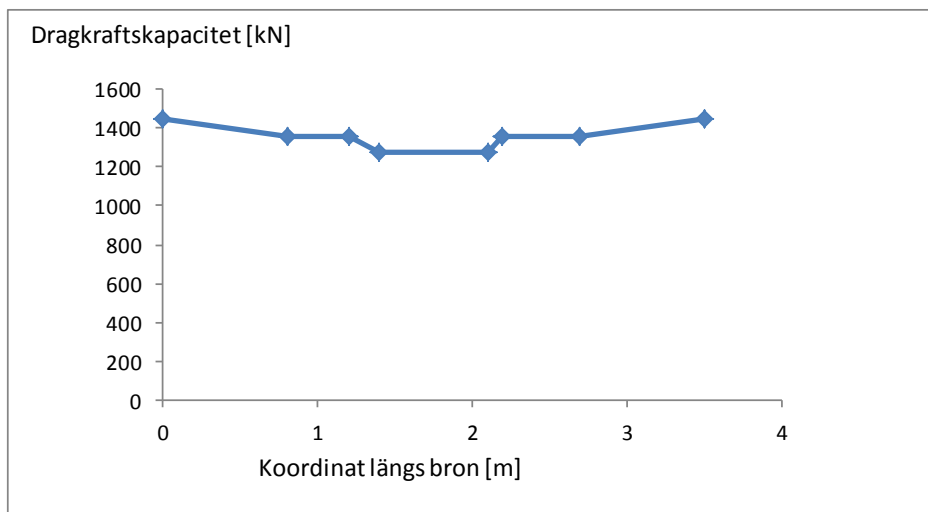
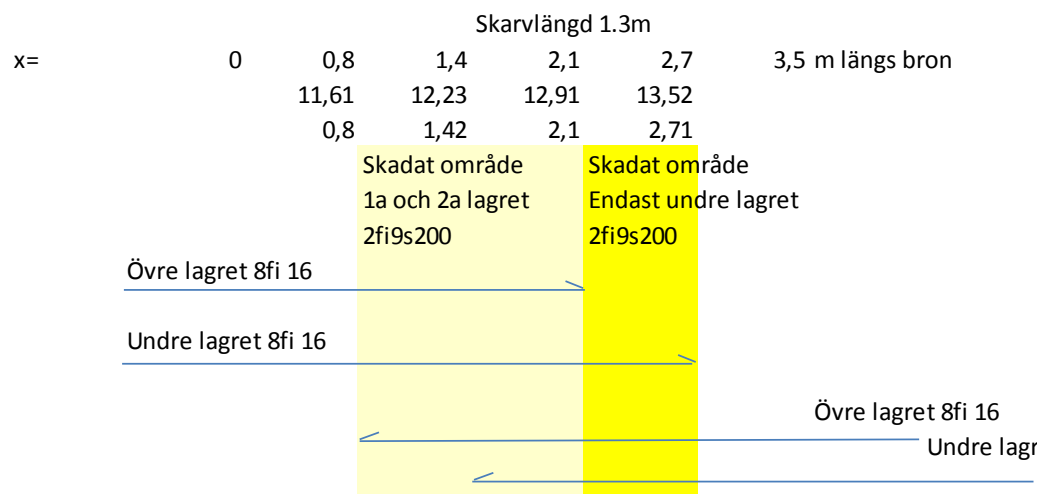


Figur 6 Typisk armeringsskarv i ytterspann (närmast landfäste). Armeringen ligger inlagd med en längre skarvlängd jämfört med innerspannen.

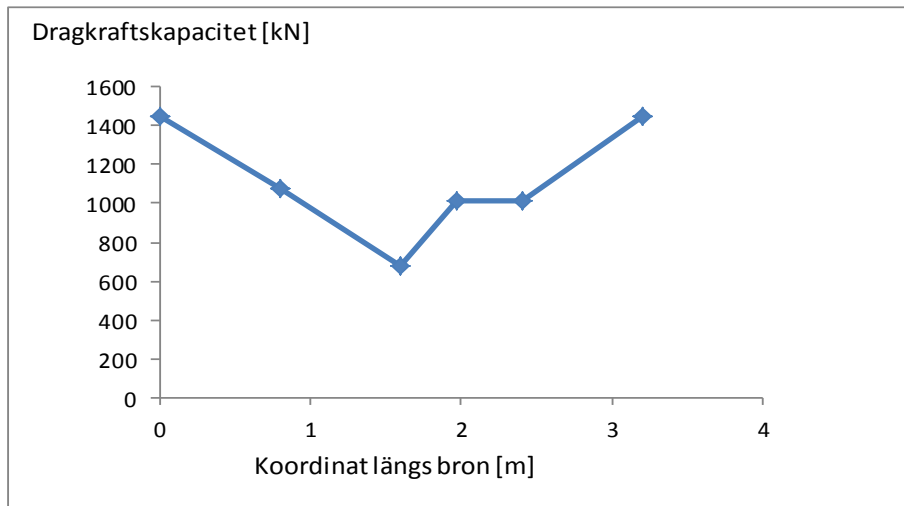
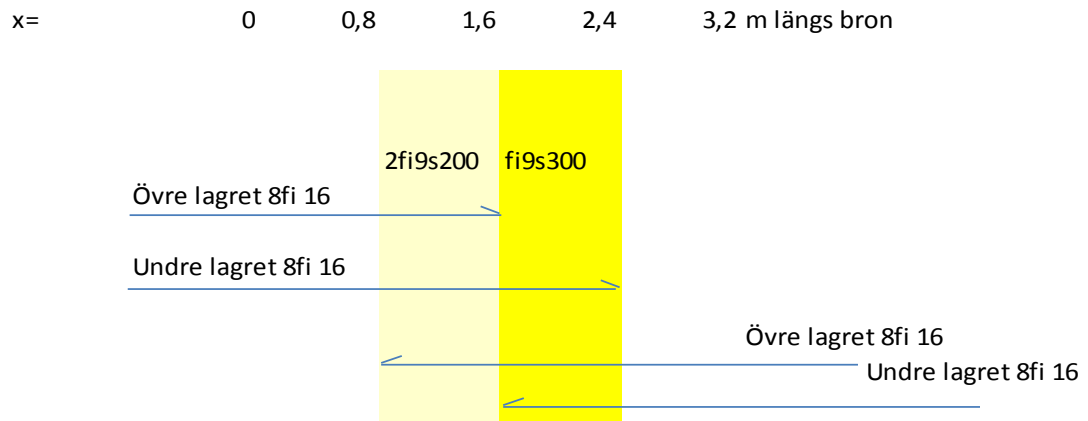


Figur 7 Typisk armeringsskarv i innerspann

Resultat ifrån Chalmers beräkningsmodell med avseende på hur dragkraftskapaciteten varierar över skarven visas i figur 8 och 9.



Figur 8 Ytterspann. Resultat ifrån beräkning av kapacitet för den skadade armeringsskarven enligt Chalmers beräkningsmodell.



Figur 9 Innerspann. Resultat ifrån beräkning av kapacitet för den skadade armeringsskarven enligt Chalmers beräkningsmodell.

En armeringsstång f16 av kvalitet Ks 60 har en dragkapacitet i säkerhetsklass 3 på
 $F_s = 201 \cdot 449 = 90.2 \text{ kN}$

Enligt figur 4 är den lägsta kraft som kan upptas inom skarven i ytterspann 1275 kN vilket ger antal effektiva stänger till

$$n_{eff} = \frac{1275}{90.2} = 14.1 \quad (\text{avser total effektiv armeringsmängd i de två undre lagren})$$

Detta ska jämföras med $8+8 = 16$ stycken aktiva stänger i de två undre armeringslagren för en oskadad skarv, d.v.s. en reduktion med ca 12 %

I innerspann gäller (se figur 9) att den minsta kraft som kan upptas inom skarven uppgår till 679 kN vilket ger antal effektiva stänger

$$n_{eff} = \frac{679}{90,2} = 7,5 \quad (\text{avser total effektiv armeringsmängd i de två undre lagren där byggelindningen är } 2 \cdot f_i \cdot 9 \cdot s200)$$

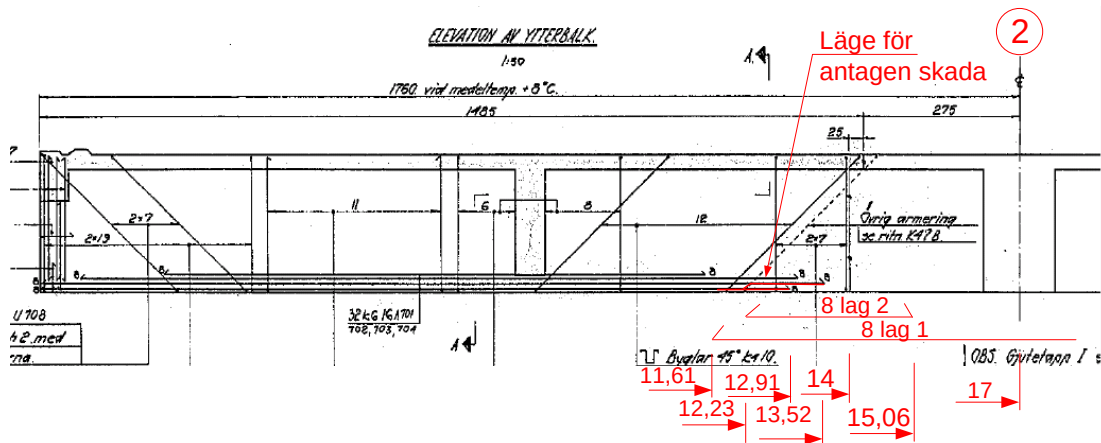
vilket motsvarar en reduktion av kapaciteten med ca 55 %.

Vidare antas som beskrivits ovan att det övre armeringslagret åter kan ta full kraft 0,8 m bortom skarvens slut (se snitt 2.4 i figuren ovan) vilket ger en total kapacitet på 1009 kN i detta snitt och avser bägge de undre armeringslagren.

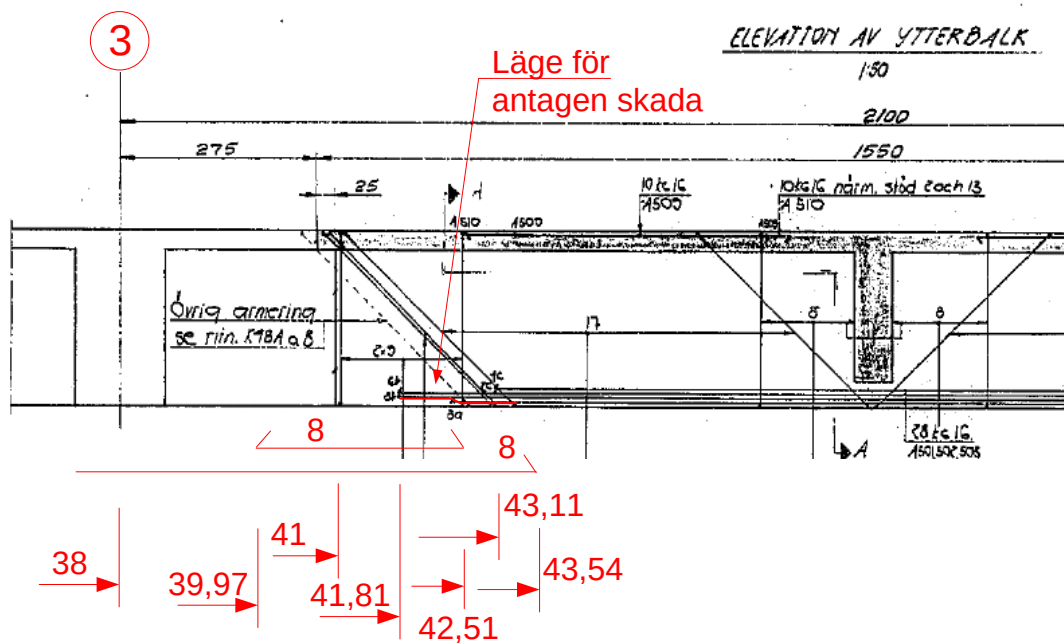
Beräkningar med avseende på momentkapacitet studeras i ett antal snitt utefter balken. Endast underkantsarmeringen kontrolleras då de rapporterade skadorna avser balkarnas undersida. Speciellt fokuseras på den armering som skarvats invid gjutfogarna. Resultatet redovisas i tabell och diagramform nedan.

Redovisningen avser fack 1 och 3 för ytterbalk, balk över pelare och innerbalk. I diagrammen nedan illustreras aktuell brodel där läget för gjutfogen och de observerade skadorna markerats. Röd linje avser envelopp för M_{max} i LKA, blå linje den förskjutna kurvan med avseende på tvärkraftens inverkan på dragarmeringen enligt MB 802 avsnitt 4.2.3.4. Svart linje visar kapaciteten för balken. Den streckade linjen redovisar moment av permanent last d.v.s. egentyngd och beläggning.

2.2 Kontroll av ytterbalk i fack 1 och 3



Figur 10 Ytterbalk i fack 1(ytterspann). Läge för antagen skada är markerad med en röd linje i figuren.



Figur 11 Ytterbalk i fack 3 (innerspann). Läge för antagen skada är markerad med en röd linje i figuren.

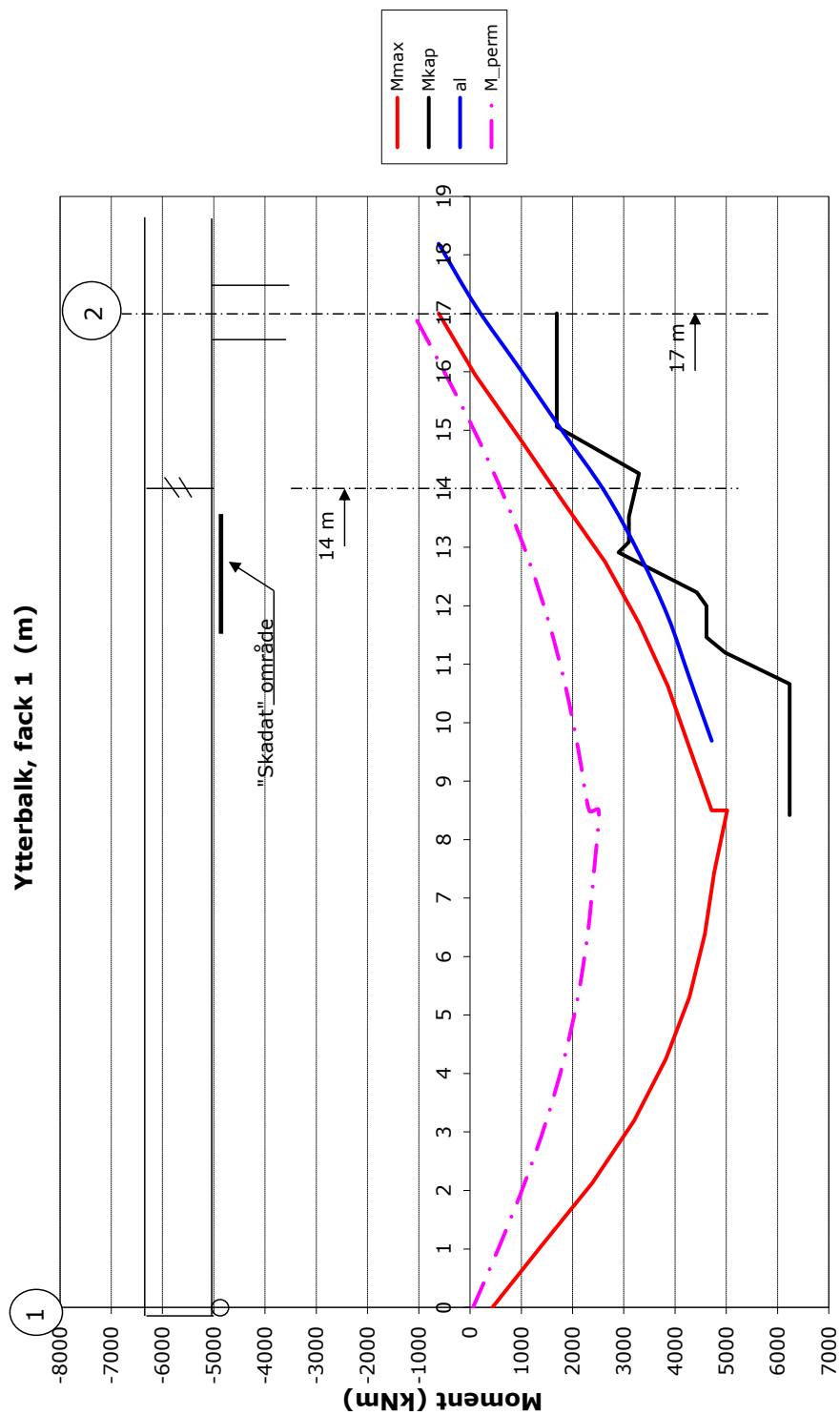


Tabell 1 Ytterbalk i fack 1. Kapacitetskontroll för skadad armeringsskarv

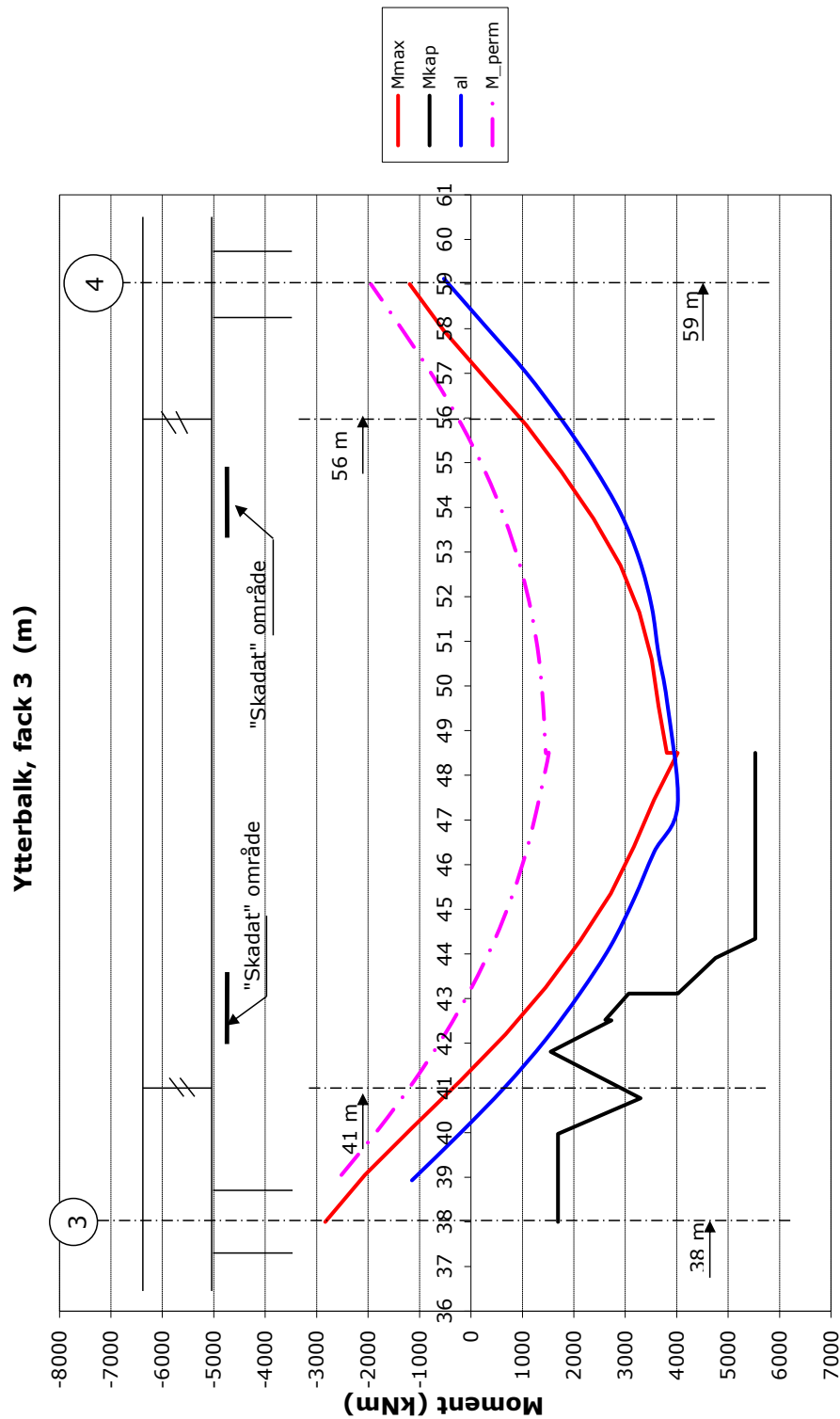
Skadad ytterbalk fack 1														
Snitt	Indata									Beräkning				
	xL [m]	h [mm]	d [mm]	b [mm]	f _{cc} [MPa]	ε _{cu}	f _{st} [MPa]	E _{sd} [GPa]	A _s [mm ²]	x [mm]	M _{Rd} [kNm]	ε _s	σ _s [MPa]	a _l [m]
1	8,42	2430	2305	500	19,7	0,0035	449	159	6432	366	6233	0,019	2944	1,15
2	10,66	2430	2305	500	19,7	0,0035	449	159	6432	366	6233	0,019	2944	1,15
3	11,20	2430	2320	500	19,7	0,0035	449	159	5025	286	4976	0,025	3953	1,16
4	11,46	2430	2328	500	19,7	0,0035	449	159	4623	263	4613	0,027	4361	1,16
5	12,00	2430	2328	500	19,7	0,0035	449	159	4623	263	4613	0,027	4361	1,16
6	12,23	2430	2328	500	19,7	0,0035	449	159	4422	252	4422	0,029	4585	1,16
7	12,91	2430	2355	500	19,7	0,0035	449	159	2814	160	2894	0,048	7617	1,18
8	13,09	2430	2357	500	19,7	0,0035	449	159	3015	172	3097	0,045	7078	1,18
9	13,52	2430	2357	500	19,7	0,0035	449	159	3015	172	3097	0,045	7078	1,18
10	14,26	2430	2355	500	19,7	0,0035	449	159	3216	183	3295	0,041	6595	1,18
11	15,06	2430	2380	500	19,7	0,0035	449	159	1608	92	1692	0,087	13899	1,19
12	17,00	2430	2380	500	19,7	0,0035	449	159	1608	92	1692	0,087	13899	1,19

Tabell 2 Ytterbalk i fack 3. Kapacitetskontroll för skadad armeringsskarv

Skadad ytterbalk fack 3														
Snitt	Indata									Beräkning				
	xL [m]	h [mm]	d [mm]	b [mm]	f _{cc} [MPa]	ε _{cu}	f _{st} [MPa]	E _{sd} [GPa]	A _s [mm ²]	x [mm]	M _{Rd} [kNm]	ε _s	σ _s [MPa]	a _l [m]
1	38,00	2430	2380	500	19,7	0,0035	449	159	1608	92	1692	0,087	13899	1,19
2	39,97	2430	2380	500	19,7	0,0035	449	159	1608	92	1692	0,087	13899	1,19
3	40,77	2430	2355	500	19,7	0,0035	449	159	3216	183	3295	0,041	6595	1,18
4	40,77	2430	2355	500	19,7	0,0035	449	159	3216	183	3295	0,041	6595	1,18
5	41,81	2430	2355	500	19,7	0,0035	449	159	1487	85	1550	0,094	14907	1,18
6	42,51	2430	2321	500	19,7	0,0035	449	159	2693	153	2733	0,049	7861	1,16
7	42,52	2431	2320	500	19,7	0,0035	449	159	2573	147	2612	0,052	8249	1,16
8	43,11	2430	2320	500	19,7	0,0035	449	159	3035	173	3068	0,043	6910	1,16
9	43,11	2430	2310	500	19,7	0,0035	449	159	4040	230	4024	0,032	5029	1,16
10	43,91	2430	2305	500	19,7	0,0035	449	159	4824	275	4754	0,026	4110	1,15
11	44,34	2430	2316	500	19,7	0,0035	449	159	5628	321	5528	0,022	3462	1,16
12	48,50	2430	2316	500	19,7	0,0035	449	159	5628	321	5528	0,022	3462	1,16

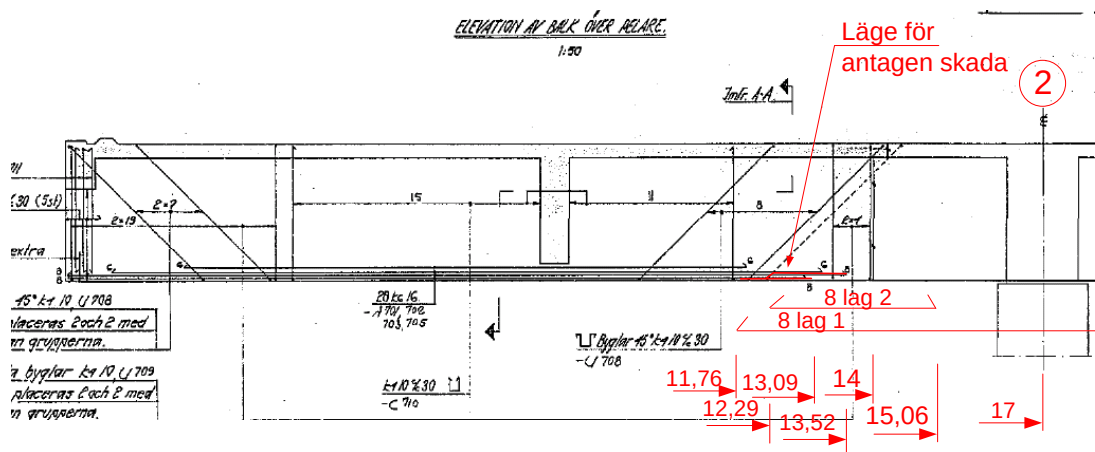


Figur 14 Ytterbalk fack 1. Kapacitetskontroll för skadad armeringsskarv.
Kapacitet ej OK

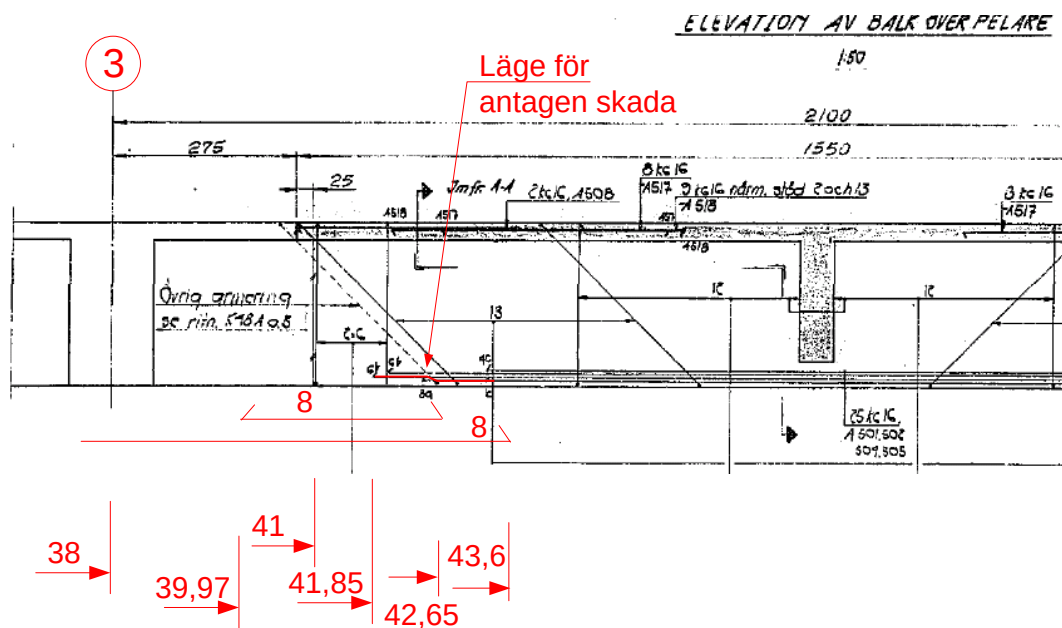


Figur 15 Ytterbalk fack 3. Kapacitetskontroll för skadad armeringsskarv.
Kapacitet OK

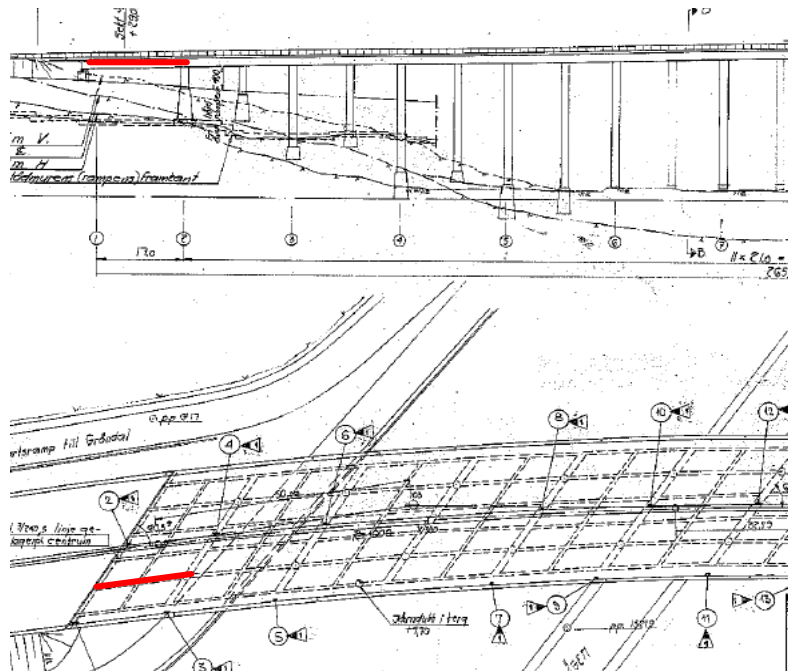
2.3 Kontroll av balk över pelare i fack 1 och 3



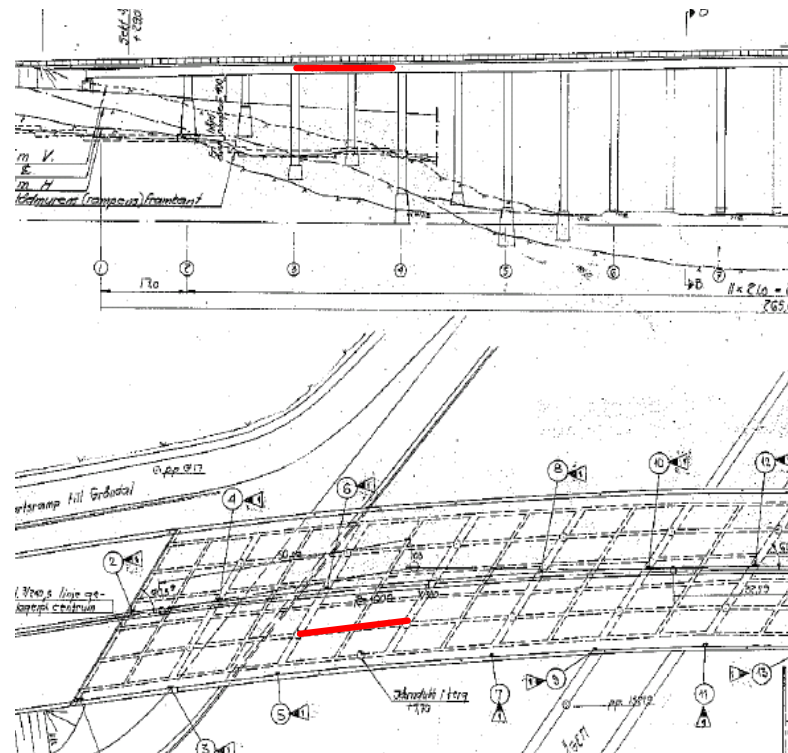
Figur 16 Balk över pelare i fack 1. Läge för antagen skada är markerad med en röd linje i figuren.



Figur 17 Balk över pelare i fack 3. Läge för antagen skada är markerad med en röd linje i figuren.



Figur 18 Balk över pelare i fack 3



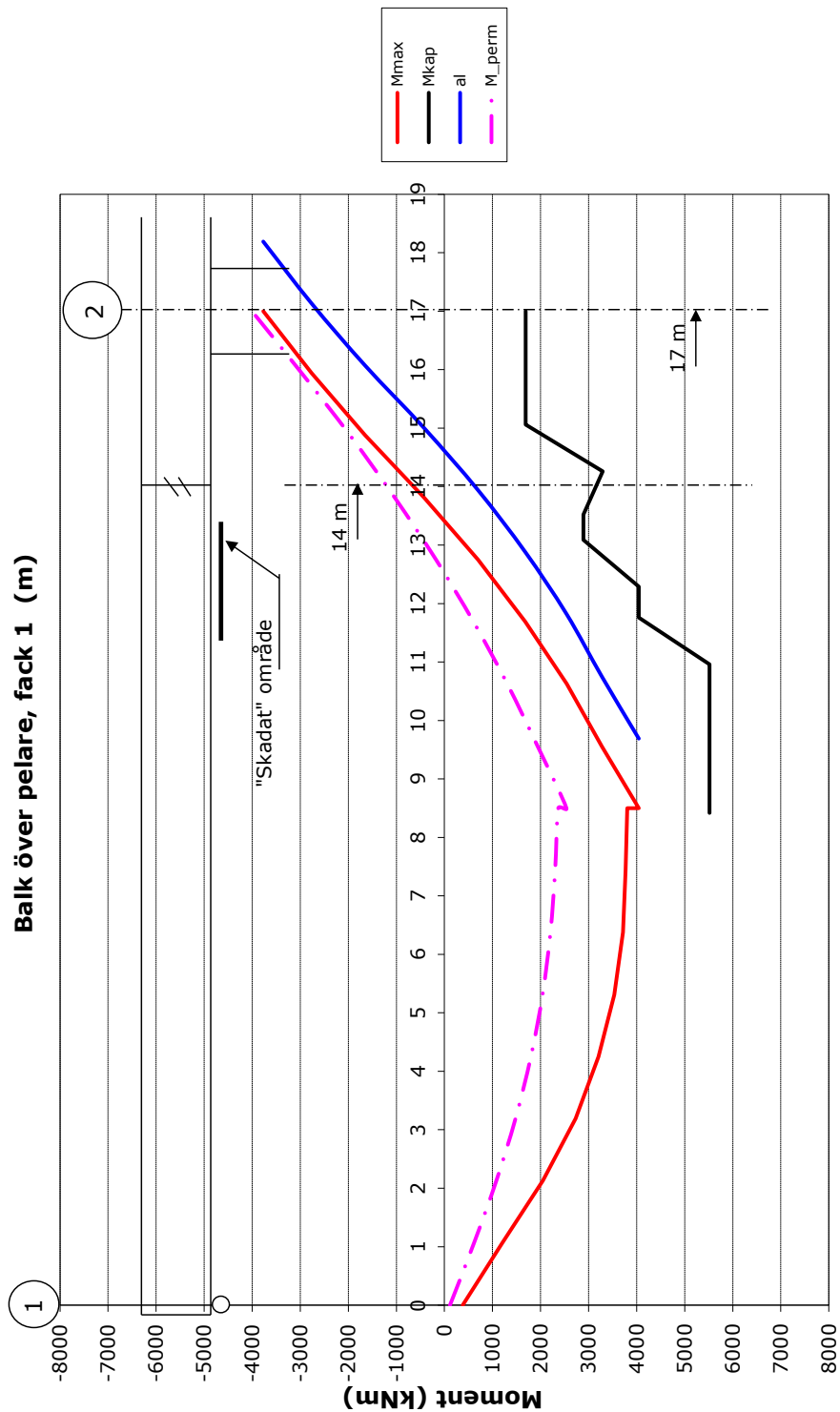
Figur 19 Balk över pelare i fack 3

Tabell 3 Balk över pelare i fack 1. Kapacitetskontroll för skadad armeringsskarv

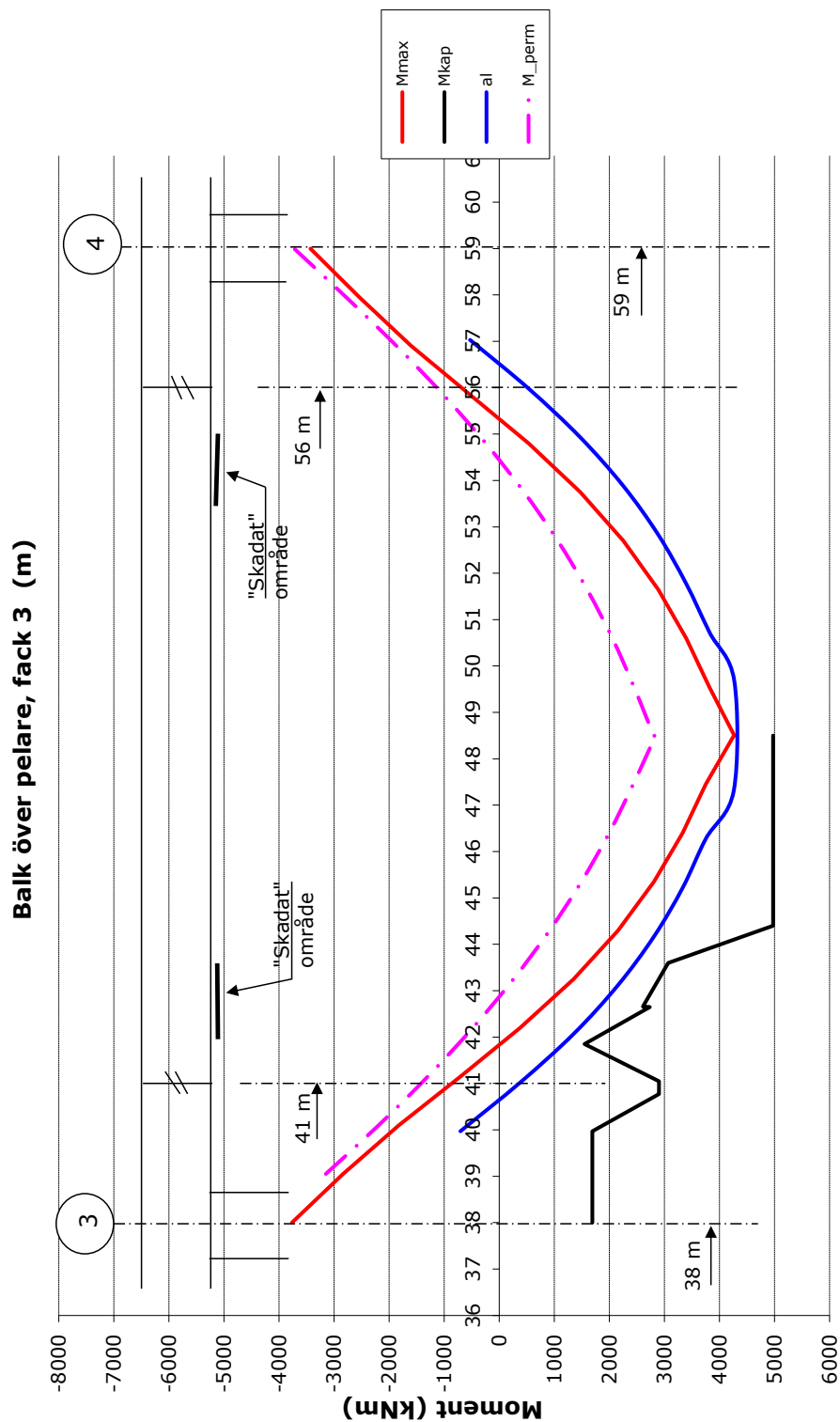
Skadad balk över pelare fack 1														
Snitt	Indata									Beräkning				
	xL [m]	h [mm]	d [mm]	b [mm]	f _{cc} [MPa]	ε _{cu}	f _{st} [MPa]	E _{sd} [GPa]	A _s [mm ²]	x [mm]	M _{Rd} [kNm]	ε _s	σ _s [MPa]	a _l [m]
1	8,42	2430	2312	500	19,7	0,0035	449	159	5628	321	5519	0,022	3456	1,16
2	10,96	2430	2312	500	19,7	0,0035	449	159	5628	321	5519	0,022	3456	1,16
3	11,76	2430	2333	500	19,7	0,0035	449	159	4020	229	4045	0,032	5110	1,17
4	12,29	2430	2333	500	19,7	0,0035	449	159	4020	229	4045	0,032	5110	1,17
5	13,09	2430	2355	500	19,7	0,0035	449	159	2814	160	2894	0,048	7617	1,18
6	13,52	2430	2355	500	19,7	0,0035	449	159	2814	160	2894	0,048	7617	1,18
7	14,26	2430	2355	500	19,7	0,0035	449	159	3216	183	3295	0,041	6595	1,18
8	15,06	2430	2380	500	19,7	0,0035	449	159	1608	92	1692	0,087	13899	1,19
9	17,00	2430	2380	500	19,7	0,0035	449	159	1608	92	1692	0,087	13899	1,19

Tabell 4 Balk över pelare i fack 3. Kapacitetskontroll för skadad armeringsskarv

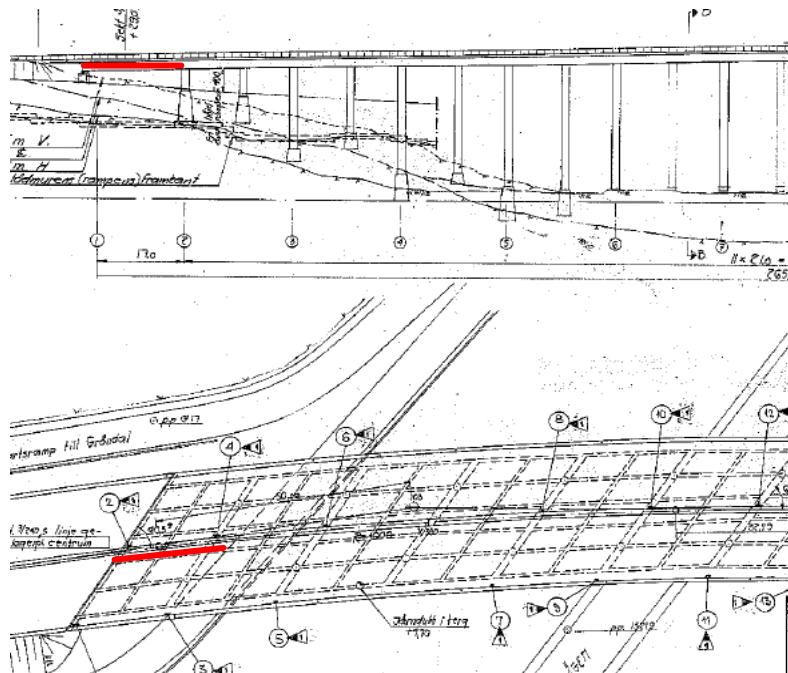
Skadad balk över pelare fack 3														
Snitt	Indata									Beräkning				
	xL [m]	h [mm]	d [mm]	b [mm]	f _{cc} [MPa]	ε _{cu}	f _{st} [MPa]	E _{sd} [GPa]	A _s [mm ²]	x [mm]	M _{Rd} [kNm]	ε _s	σ _s [MPa]	a _l [m]
1	38,00	2430	2380	500	19,7	0,0035	449	159	1608	92	1692	0,087	13899	1,19
2	39,97	2430	2380	500	19,7	0,0035	449	159	1608	92	1692	0,087	13899	1,19
3	40,77	2430	2359	500	19,7	0,0035	449	159	2814	160	2899	0,048	7629	1,18
4	41,05	2430	2359	500	19,7	0,0035	449	159	2814	160	2899	0,048	7629	1,18
5	41,85	2430	2355	500	19,7	0,0035	449	159	1487	85	1550	0,094	14907	1,18
6	42,65	2430	2321	500	19,7	0,0035	449	159	2693	153	2733	0,049	7861	1,16
7	42,66	2430	2319	500	19,7	0,0035	449	159	2573	147	2611	0,052	8245	1,16
8	43,60	2430	2320	500	19,7	0,0035	449	159	3035	173	3068	0,043	6910	1,16
9	44,40	2430	2320	500	19,7	0,0035	449	159	5025	286	4976	0,025	3953	1,16
10	48,50	2430	2320	500	19,7	0,0035	449	159	5025	286	4976	0,025	3953	1,16



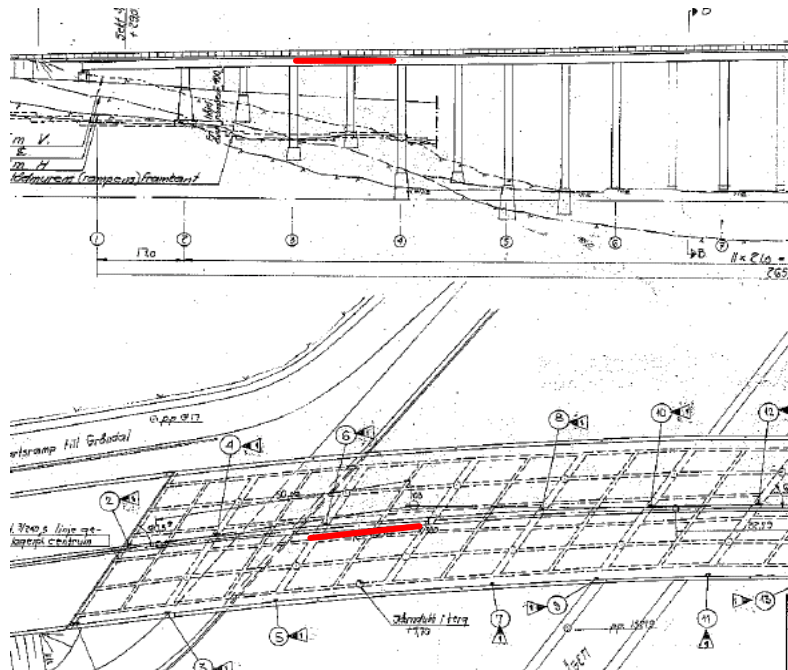
Figur 20 Balk över pelare fack 1. Kapacitetskontroll för skadad armeringsskarv.
Kapacitet OK



Figur 21 Balk över pelare fack 3. Kapacitetskontroll för skadad armeringsskarv.
Kapacitet OK



Figur 24 Innerbalk i fack 1



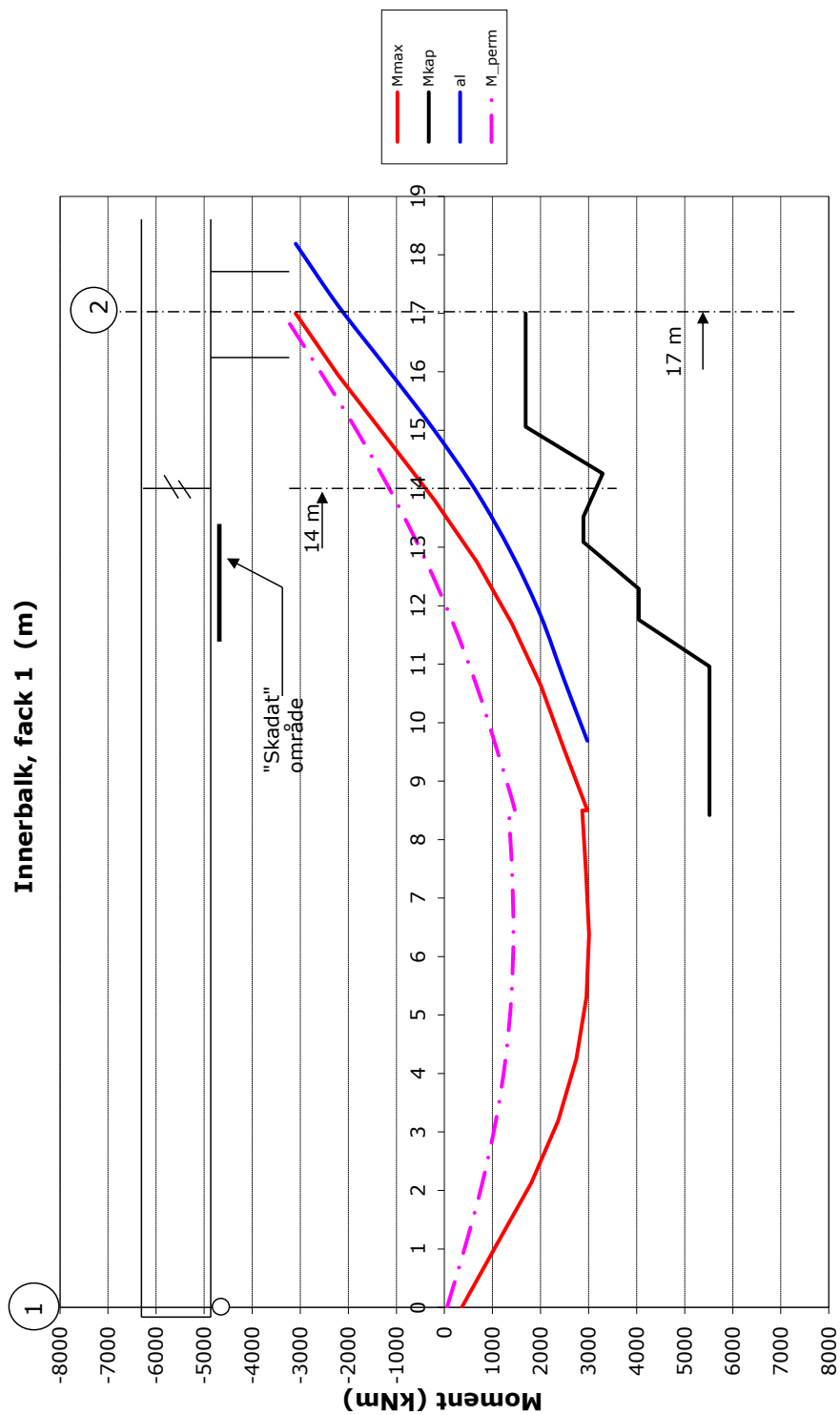
Figur 25 Innerbalk i fack3

Tabell 5 Innerbalk i fack 1. Kapacitetskontroll för skadad armeringsskarv

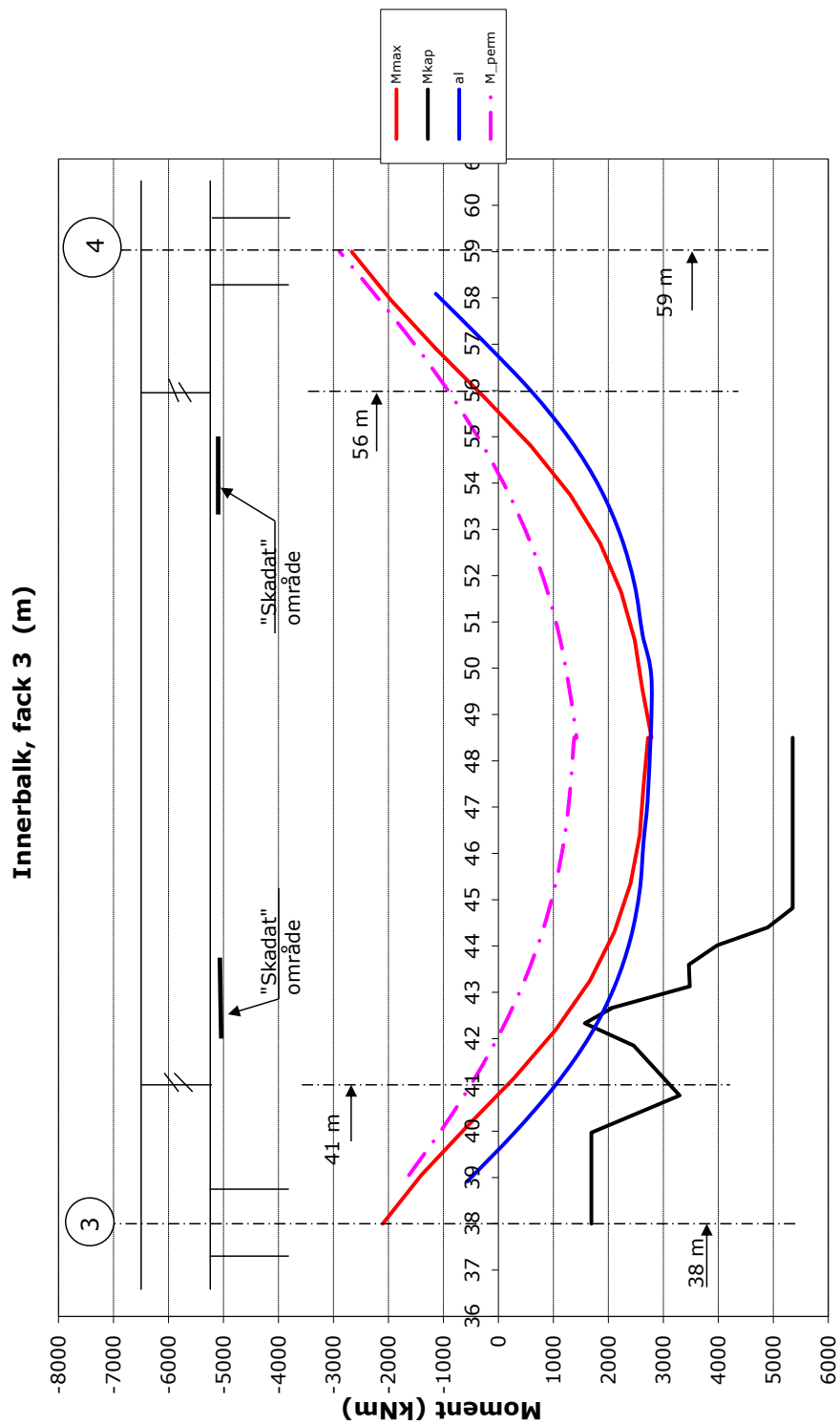
Skadad innerbalk fack 1														
Snitt	Indata									Beräkning				
	xL [m]	h [mm]	d [mm]	b [mm]	f _{cc} [MPa]	ε _{cu}	f _{st} [MPa]	E _{sd} [GPa]	A _s [mm ²]	x [mm]	M _{Rd} [kNm]	ε _s	σ _s [MPa]	a _l [m]
1	8,42	2430	2312	500	19,7	0,0035	449	159	5628	321	5519	0,022	3456	1,16
2	10,96	2430	2312	500	19,7	0,0035	449	159	5628	321	5519	0,022	3456	1,16
3	11,76	2430	2333	500	19,7	0,0035	449	159	4020	229	4045	0,032	5110	1,17
4	12,29	2430	2333	500	19,7	0,0035	449	159	4020	229	4045	0,032	5110	1,17
5	13,09	2430	2355	500	19,7	0,0035	449	159	2814	160	2894	0,048	7617	1,18
6	13,52	2430	2355	500	19,7	0,0035	449	159	2814	160	2894	0,048	7617	1,18
7	14,26	2430	2355	500	19,7	0,0035	449	159	3216	183	3295	0,041	6595	1,18
8	15,06	2430	2380	500	19,7	0,0035	449	159	1608	92	1692	0,087	13899	1,19
9	17,00	2430	2380	500	19,7	0,0035	449	159	1608	92	1692	0,087	13899	1,19

Tabell 6 Innerbalk i fack 3. Kapacitetskontroll för skadad armeringsskarv

Skadad innerbalk fack 3														
Snitt	Indata									Beräkning				
	xL [m]	h [mm]	d [mm]	b [mm]	f _{cc} [MPa]	ε _{cu}	f _{st} [MPa]	E _{sd} [GPa]	A _s [mm ²]	x [mm]	M _{Rd} [kNm]	ε _s	σ _s [MPa]	a _l [m]
1	38,00	2430	2380	500	19,7	0,0035	449	159	1608	92	1692	0,087	13899	1,19
2	39,97	2430	2380	500	19,7	0,0035	449	159	1608	92	1692	0,087	13899	1,19
3	40,77	2430	2355	500	19,7	0,0035	449	159	3216	183	3295	0,041	6595	1,18
4	40,77	2430	2355	500	19,7	0,0035	449	159	3216	183	3295	0,041	6595	1,18
5	41,85	2430	2362	500	19,7	0,0035	449	159	2372	135	2458	0,058	9169	1,18
6	42,33	2430	2351	500	19,7	0,0035	449	159	1508	86	1568	0,092	14677	1,18
7	42,65	2430	2334	500	19,7	0,0035	449	159	1990	113	2045	0,069	10899	1,17
8	42,66	2431	2335	500	19,7	0,0035	449	159	1990	113	2046	0,069	10904	1,17
9	43,13	2430	2322	500	19,7	0,0035	449	159	3457	197	3482	0,038	6003	1,16
10	43,60	2430	2322	500	19,7	0,0035	449	159	3437	196	3462	0,038	6040	1,16
11	44,02	2430	2329	500	19,7	0,0035	449	159	3960	226	3981	0,033	5189	1,16
12	44,40	2430	2327	500	19,7	0,0035	449	159	4925	281	4897	0,026	4058	1,16
13	44,82	2430	2321	500	19,7	0,0035	449	159	5427	309	5354	0,023	3620	1,16
14	48,50	2430	2321	500	19,7	0,0035	449	159	5427	309	5354	0,023	3620	1,16



Figur 26 Innerbalk fack 1. Kapacitetskontroll för skadad armeringsskarv.
Kapacitet OK



Figur 27 Innerbalk fack 3. Kapacitetskontroll för skadad armeringsskarv.
Kapacitet OK

3. Slutsatser

Utförda beräkningar som baserats på den av Chalmers utvecklade modellen för förankring av korrosionsskadad armering visar att samtliga armeringsskarvar förutom ytterbalkar i ytterspann kan anses ha en tillräcklig bärighet för en trafiklast motsvarande $B = 24$ ton. Överskridandet i fack 1 för ytterspann (se figur 14) är litet och anses kunna försummas om inga skador finns på dessa balkar.

4. Förslag på vidare undersökningar

Fältarbete:

En ny skadekartering baserad på ett inspektionsprogram bör utföras invid samtliga gjutfogar. Detta inspektionsprogram bör bl.a. innefatta nedanstående

- Inmätning av skadornas placering i förhållande till armeringsskarvarna i längdled och i höjdled
- Kontroll av vilka armeringslager som påverkas av skadan
- På ett antal ställen där armeringen är blottlagd mäta korrosionsdjupet på byglar och den längsgående armeringen.
- Mäta täckande betongskikt och karbonatiseringsdjup på utvalda delar av balkarna
- Kontrollera inslag av klorider i betongen i nedre delen på ytterbalkarna

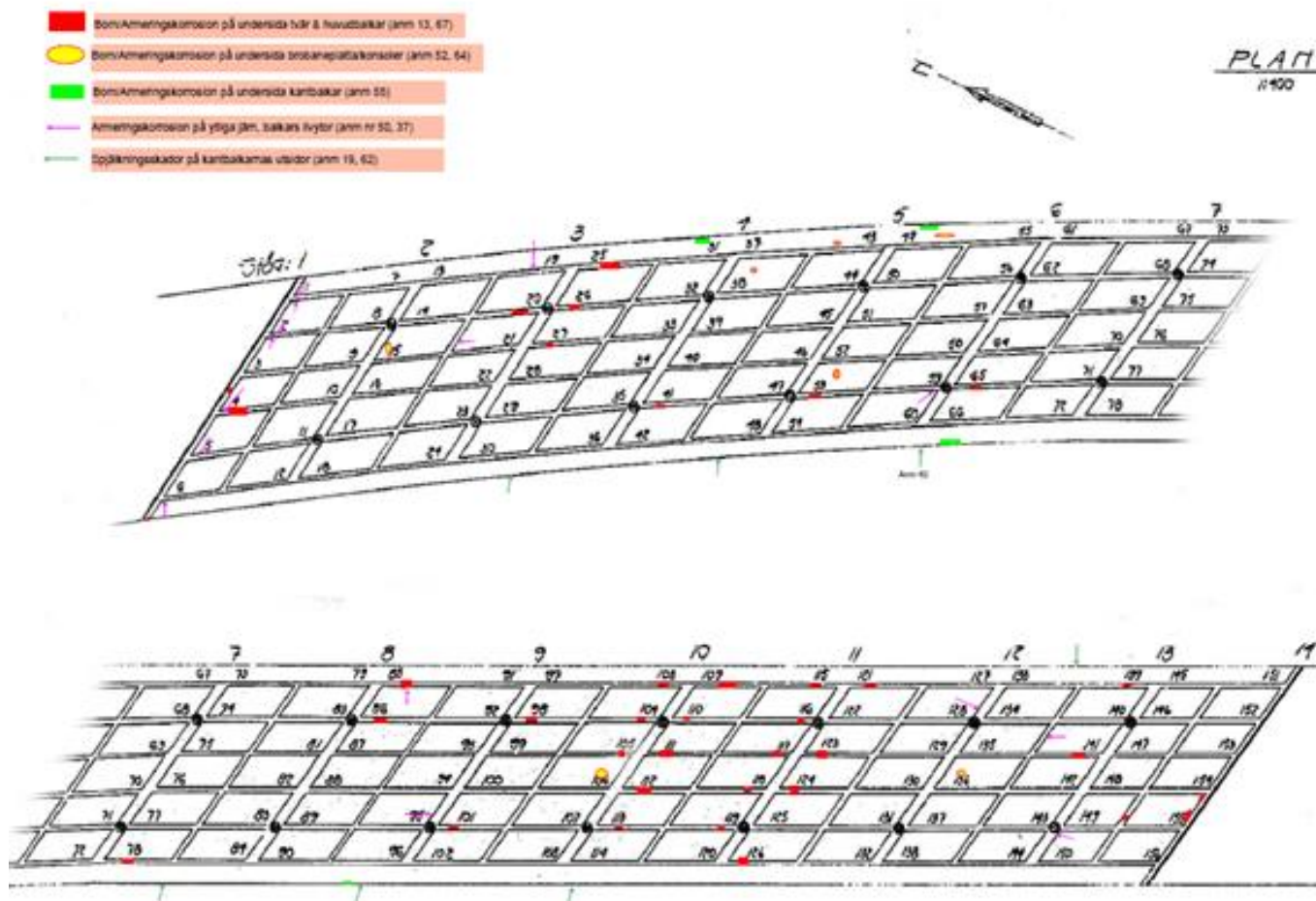
Beräkningsmodell, Chalmers Tekniska Högskola:

- Effekten av tvärarmeringen på den längsgående armeringens placering (hörn – kant – mitt i) bör studeras mer ingående
- Inverkan av att stängerna ligger tätt placerade beaktas inte i beräkningsmodellen och bör därför utvärderas vidare.

Bilaga 1

Gröndalsviadukten

Befintlig skadekartering invid gjutfogar och aktuella skadebilder i Batman



Gröndalsviadukten



[öppna bild i eget fönster](#)

28 - Brobanaplatta - Armerad betong -	29 - El. inst. elskåp - Stål - Korrosion	13 - Balk - Armeringsstål - Korrosion	30 - Pelare - Armeringsstål - Korrosion	30 - Pelare - Arm
---------------------------------------	--	---------------------------------------	---	-------------------

Gröndalsviadukten



[öppna bild i eget fönster](#)

Gröndalsviadukten



[öppna bild i eget fönster](#)

28 - Brobanaplatta - Armerad betong -	29 - El. inst. elskåp - Stål - Korrosion	13 - Balk - Armeringsstål - Korrosion	30 - Pelare - Arm
---------------------------------------	--	---------------------------------------	-------------------

Gröndalsviadukten



[Öppna bild i eget fönster](#)

28 - Brobanaplatta - Armerad betong -

29 - El. inst. elskåp - Stål - Korrosion

13 - Balk - Armeringsstål - Korrosion

31 - Pelare - Armeringsstål - Korrosion

30 - Pelare - Armer