Talga

Bärighetsberäkning av Bro över Torne Älv vid Jölketkurkkio, 9 km Väst Vittangi (Nunisvaaravägen)

2019-09-06

Stockholm

Bärighetsberäkning av bro över Torne Älv vid Jölketkurkkio, 9 km Väst Vittangi (Nunisvaaravägen)

Datum 2019-09-06
Uppdragsnummer 1320043470
Utgåva/Status 4

Tony Janhunen
Uppdragsledare

Patrick Parneus
Handläggare

Mudaher Ajeenah
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 Organisationsnummer 556133-0506

Innehållsförteckning

1. Sammanställning 1
2. Allmänt 2
3. Beräkningsmodell 5
4. Beräkningsunderlag och material 6
5. Säkerhetsklasser, laster och lastkombinationer 8
6. Systemskisser 11
7. Konvergensanalys 14
8. Snittkrafter huvudbalkar 17
9. Snittkrafter plattan 23
9.1 Längdled 23
9.2 Tvärled 26
10. Bärighetsberäkning LKA för huvudbalkar 31
10.1 Armering och längdmätning 31
10.2 Förankringslängder 32
10.3 Armeringsmängd 32
10.4 Moment, eget körfält 36
10.5 Tvärkraft och vridmoment, eget körfält 38
10.6 Medverkande flänsbredd 44
10.7 Sammanställning av resultat, huvudbalk 49
11. Bärighetsberäkning LKA för plattan 50
11.1 Armering och längdmätning 50
11.2 Förankringslängd 50
11.3 Armeringsmängd 50
11.4 Moment i längdled, eget körfält 54
11.5 Moment i tvärled, eget körfält 55
11.6 Tvärkraft i tvärled 64
11.7 Sammanställning av resultat, platta 74
12. Beräkning av nedböjning LKC:b 75

Bilaga 1 Indatafiler Sofistik
Bilaga 2 Numeriska snittkrafter, huvudbalk
Bilaga 3 Beräkningar, huvudbalk
Bilaga 4 Numeriska snittkrafter, platta längdled
Bilaga 5 Verifiering av systemmodell
Bilaga 6 Numeriska snittkrafter, nedböjning

\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

1. Sammanställning

Resultatet av bärighetsberäkningen visar att bro över Torne Älv's överbyggnad har en bärighet för följande trafiklaster:

Eget körfält: A/B = 496/344 kN

Sammanställning av resultatet för LKA bärighetsberäkning för bro över Torne Älv presenteras i tabellerna nedan.

LKA passage i eget körfält		
Konstruktionsdel	***A (kN)***	***B (kN)***
Huvudbalk moment underkant	2037	882
Huvudbalk moment överkant	1179	344
Huvudbalk tvärkraft	704	386
Huvudbalk Vridmoment	709	381
Platta längdled moment underkant	743	687
Platta längdled moment överkant	678	789
Platta tvärled moment underkant	700	680
Platta tvärled moment överkant	687	766
Platta tvärled tvärkraft	496	564
Dimensionernade värden	**496**	**344**

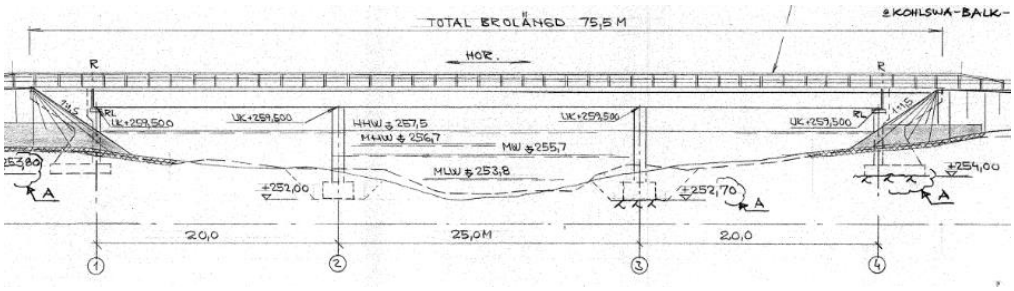
\\ramse\pub\stoi\bau\2019\1320043470\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

2. Allmänt

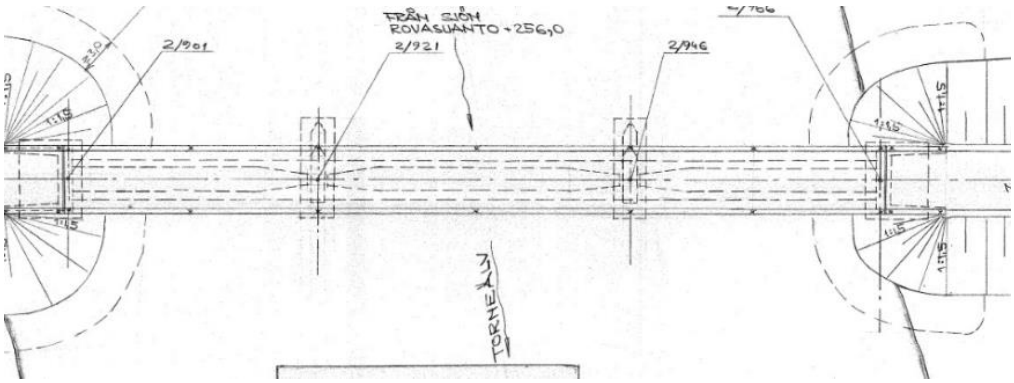
Ramboll Sverige AB har fått i uppdrag av Talga Resources att för rubricerad bro utföra en bärighetsutredning, enligt Trafikverkets standarder TDOK 2013:0267, Krav bärighetsutredning av broar samt 2013:0273, Råd bärighetsutredning av broar.

Vägbron utgör en kontinuerlig balkbro i betong med tre spann som går över Torne Älv. Överbyggnaden består av två huvudbalkar med farbaneplatta som går kontinuerligt över mellanstöden och ansluter ledat till de två landfästena på södra respektive norra sidan. Mellanstöden består av två rektangulära skivstöd med plattgrundläggning.

Bron har en total konstruktionslängd på 65 m mellan upplagen vid landfästena och har en fri brobredd på 4,5 m. Bron är enkelsymmetrisk i elevation där spännvidden för mittenspannet är 25 m och ytterspannen 20 m.

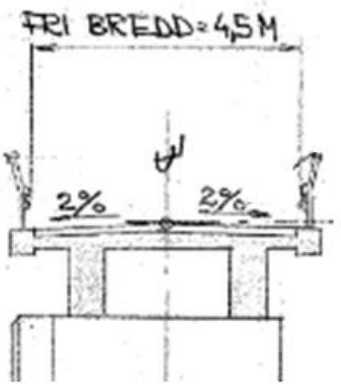


Figur 1 Elevation, urklipp från ritning 2.



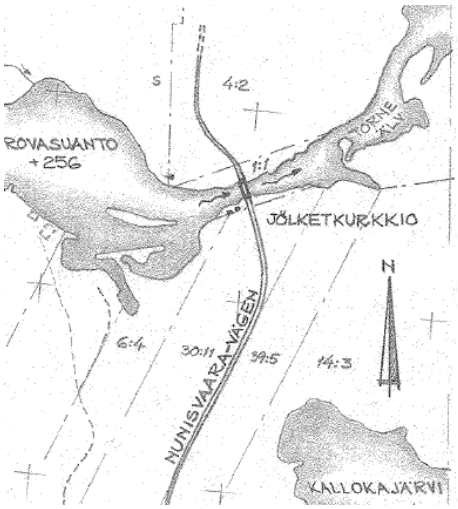
Figur 2 Plan, urklipp från ritning 1.

\\ramse\pub\stol\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx



Figur 3 Sektion, urklipp från ritning 1.

Bron är byggd omkring år 1982-1983 och är belägen över Torne Älv vid Jölketkurkkio på Nunisvaaravägen 9 km väst om Vittang.



Figur 4 Situationsplan, urklipp från ritning 1.

Den bärande konstruktionen förutsätts att vara i oskadat skick enligt en inspektionsrapport utförd av Ramboll Sverige AB, 2019-07-30, *Bro över Torne Älv vid Jöketkurkkio, 9 km Väst Vittangi (Nunisvaaravägen).*

\\ramse\pub\stoi\bau\2019\1320043470\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

Figur 5 Vy bild, urklipp från inspektionsrapporten.

Figur 6 Skivstöd, urklipp från inspektionsrapporten.

Figur 7 Huvudbalkarnas voter mot stöd, urklipp från inspektionsrapporten.

\\ramse\pub\stol\bau\2019\1320043470\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

3. Beräkningsmodell

Följande beräkningsprogram kommer att användas i bärighetsberäkningen.

- Sofistik 2018
- Mathcad och Excel för beräkning av kapaciteter.
- 2D analys utförs i Frame Analysis 6.4, för kontroll och verifiering av snittkrafter beräknade i Sofistik.

Beräkningarna baseras på oskadad bro med trafik i eget körfält, vägbanemitt blir inkluderat i eget körfält då enbart ett körfält får plats på bron. Militära fordon beräknas ej.

Beräkningsmodellerna är uppdelade i tre stycken enligt följande:

1) Huvudbalkar – Orthotrop platta med längsgående dynamiskt tillskott
2) Platta längdled – Isotropisk platta med längsgående dynamiskt tillskott
3) Platta tvärled – Isotropisk platta med tvärgående dynamiskt tillskott

Dimensionerande snittkrafter för de olika beräkningsmodellerna enligt följande:

1) Huvudbalkar – Moment, tvärkraft och vridmoment.
2) Platta längdled - Moment och vridmoment.
3) Platta tvärled – Moment, tvärkraft och vridmoment.

Nedböjning beräknas för överbyggnaden.

Bärighetsberäkning utförs genom att högsta tillåtna A/B-värde kommer att beräknas. Endast överbyggnaden kommer att beaktas i kapacitetsberäkningen.

Överbyggnaden är modellerad som rak och skivstöden som vinkelräta mot brons färdriktning. De två huvudbalkarna är modellerade som balkelement med monolitisk koppling till plattan och går kontinuerligt över skivstöden. Plattan är modellerad som isotropisk skalelement. Mot skivstöden är balkarna modellerade med voter, se Figur 13. Balkparet delar samma geometri och armeringsmängd, armeringsmängden skiljer sig däremot mellan ytterspann och innerspann. Kantbalkarna räknas som statiskt overksamma enligt [1] avsnitt 4.1.2.7.2.

\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

4. Beräkningsunderlag och material

Bärighetsberäkningen kommer att baseras på nedanstående föreskrifter och underlag:

[1] TDOK 2013:0267 ”Bärighetsberäkning av broar krav, version 4.0”
[2] TDOK 2013:0273 ”Bärighetsberäkning av broar, råd version 4.0”
[3] Betonghandboken Konstruktion
[4] Boverkets handbok om betongskonstruktioner, BBK 04

Den ursprungliga bron är dimensionerad enligt 1960 års bestämmelser (SOU 196:12) samt provisoriska trafikbestämmelser för vägbroar (TB 124) och VV bronormer 1976

Nedan redovisas de materialparametrar som kommer att användas i beräkningarna. Kapacitetsberäkningarna kommer att utföras i säkerhetsklass 3 för huvudbalkarna och säkerhetsklass 2 för plattan enligt [1] avsnitt 1.1.6.

Betong:
Enligt ritningar gäller betonghållfastheten K400 vilket motsvarar K40. För broar byggda före 1986 justeras f_{cck}-värdet enligt ekvation $f_{cck,just} = 1.15 * f_{cck} - 2$ från [1] avsnitt 1.3.2.1.2 ekvation 1-1.

$f_{cck} = 28.5\ MPa$

$f_{cck,just} = 1.15 * 28.5 - 2 = \ 30.775 MPa$

Tryckhållfasthet platta: $f_{ccd,SK2} = \frac{30.775}{1.5 \cdot 1.1} = 18.7\ MPa$

Tryckhållfasthet huvudbalk: $f_{ccd.SK3} = \frac{30.775}{1.5 \cdot 1.2} = 17.1\ MPa$

$f_{cck,just} = 30.755\ MPa$ motsvarar ett $K_{cck,just} = 43.2\ MPa$. Tryckhållfasthetsvärdet och draghållfasthetvärdet beräknas genom ett linjärt samband mellan K-värdena.

$f_{ctk}^{fcck=28.5MPa} = 1.95\ MPa \quad f_{ctk}^{fcck=32MPa} = 2.1\ MPa$

$$f_{ctk,just}^{K43.2} = 1.95 + \frac{(30.755 - 28.5)}{(32 - 28.5)} * (2.1 - \ 1.95) = \ 2.05\ MPa$$

Draghållfasthet platta: $f_{ctd.SK2}{}^{K43.2} = \frac{2.05}{1.5 \cdot 1.1} = 1.24\ MPa$

Draghållfasthet huvudbalk: $f_{ctd.SK3}{}^{K43.2} = \frac{2.05}{1.5 \cdot 1.2} = 1.14\ MPa$

\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

På samma sätt beräknas elasticitetsmodulen och resulterar i följande värde:
$E_{ck}{}^{K43.2} = 34.56\ GPa$

Elasticitetsmodulen platta: $E_{cd}{}^{K43.2} = \frac{34.56}{1.2 \cdot 1.1} = 26.2\ GPa$

Elasticitetsmodulen huvudbalk: $E_{cd}{}^{K43.2} = \frac{34.56}{1.2 \cdot 1.2} = 24\ GPa$

Armering:
Enligt ritningar har armering av kvalité Ks 40 och Ks 60 använts. Armering i överbyggnaden har antingen en diameter på (12) eller 16 mm. Nedan visas en tabell för de beräknade materialparameterar.

MATERIALVÄRDERING AV ARMERING

TDOK 2013:0267 version 4.0 [1]
BBK 04 [2]

Partialkoefficient [2] 2.3.1

$\eta\gamma_{m.hållfasthet}$ 1,15
$\eta\gamma_{m.elasticitetsmodul}$ 1,05

$f_d = \frac{f_k}{\eta\gamma_m\gamma_n}$ *ekv. (a)*

$E_d = \frac{E_k}{\eta\gamma_m\gamma_n}$ *ekv. (b)*

Dimensionerande hållfasthetsvärden
[2] 2.3.1 ekv (a) samt (b)

Armering	E_{sk} [GPa]	*Säkerhetsklass*	γ_n	f_{yk} [MPa]	f_{yd} [MPa]	E_{sd} [GPa]
Ks 40, Ks 40 S, 6-16	200	2	1,1	410	324,1	173,2
Ks 40, Ks 40 S, 6-16	200	3	1,2	410	297,1	158,7
Ks 60, Ks 60 S,6-16	200	2	1,1	620	490,1	173,2
Ks 60, Ks 60 S,6-16	200	3	1,2	620	449,3	158,7

Tabell 1 Materialparameterar för armering i överbyggnaden.

Täckande betongskikt överbyggnaden:
Täckande betongskikt för huvudbalkarna och plattan är minst 30 mm, enligt ritning 8.

\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

5. Säkerhetsklasser, laster och lastkombinationer

Beräkningarna utförs i lastkombination LK A (brottstadium) och LKB:c för beräkning av nedböjning.

Nedanstående laster kommer att beaktas i beräkningarna:

- Egentyngd
- Beläggning
- Broms
- Typfordon a-i och m-n, enligt bilaga 10.2 i [1].

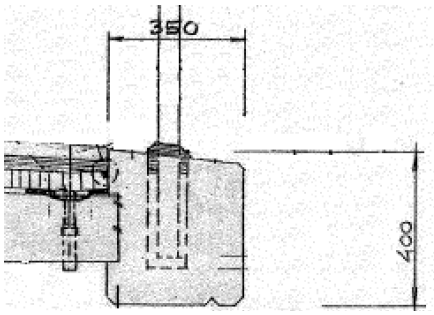
Temperaturer tas ej i bejakelse då bron ej har signifikanta effekter (varken för utmattning eller andra ordningens effekt som kan uppkomma med fastgjutna pelarstöd eller pelarstöd med fasta lager). Rotationskapaciteten anses inte påverkas av temperaturen då inga större sprickor har identifierats under bruksgränstillståndet och det statiska systemet blir ej påverkat m.h.t. duktiliteten. Enligt [1] avsnitt 2.5.2.

Egentyngd
Last av egentyngd för överbyggnaden genereras automatiskt av Sofistik baserat på givna geometrier och tunghet för huvudbalkar, platta och skivstöd. Egentyngden blir verifierade av en masskontroll i Bilaga 5.

Tunghet för armerad betong är enligt [1] tabell 2-1.
$q = 24\ kN/m^3$

I systemmodellen kommer kantbalkar modelleras med en fiktiv densitet för att inkludera räckets vikt i kantbalkens geometri.

Kantbalken har måtten $b = 0.35\ m$ och $h = 0.4\ m$, se figuren nedan.



Figur 8 Mått kantbalk, justerad urklipp från ritningsnummer 4.

Last av räcke antas till 0.6 kN/m. Total vikt på kantbalkar inklusive räcke beräknas i ekvation nedan.
$q = 0.35 \cdot 0.4 \cdot 24 + 0.6 = 3.96\ kN/m$

\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

Fiktiv densitet på kantbalkarna där vikt av räcke inkluderas med ovan angivna mått på kantbalkarna.

$$\rho = \frac{3.96}{0.35 \cdot 0.4} = 28.3\ kN/m^3$$

Beläggning

Enligt ritning 4 är beläggningstjockleken 135 mm.
Beläggningslasten är 22 kN/m^3.
$q = 0.135 \cdot 22 = 2.97\ \ kN/m^2$

Broms

Konstruktionslängden uppgår till 65 m (beaktad brolängd i systemmodellen, se kapitel 6) vilket enligt [1] avsnitt 2.3.2.3.1 ger:

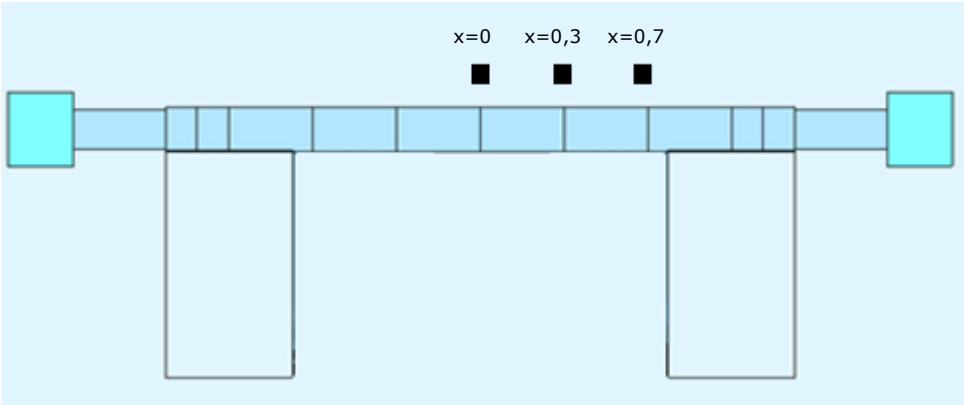
$$F_{broms} = 170 + \frac{(65-40)*(470-170)}{(170-40)} = 227.7\ kN$$

Typfordon

Körfältsbredden är 3 m och två närliggande trafiklinjer kan endast trafikeras av typfordon om dess centrumavstånd är 3 m eller större. Med en brobredd på 4,5 meter resulterar de att endast ett körfält kan belastas på bron samtidigt. Hjulavståndet inom en axel används 1,7 och 2,3 meter.

Trafik linjer

En trafiklinje placeras ut i mitten av bron (stakad linje) och två stycken längst ut mot kantbalken. På grund av symmetri i sektion behövs enbart en sida av stakad linje beaktas.



Dynamiskt tillskott

Dynamiskt tillskott beräknas enligt [1] avsnitt 2.3.2.2.2. Nedan beräknas dynamiskt tillskott i längdled, tvärled mellan balkarna och tvärled för plattans konsol. Dynamiskt tillskott får försummas vid beräkning av nedböjning (LKB:c) enligt [1] avsnitt 2.5.2.2.3, gäller broar dimensionerande för 1960 års vägtrafikbestämmelser och tidigare.

\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

Längdled:

$v = 80\ km/h$

$$L = 1.3 * \frac{(20 + 25 + 20)}{3} = 28.2\ m$$

$$D_{Längdled} = \frac{180 + 8(80 - 10)}{20 + 28.2} = 15.4\ \%$$

Tvärled mellan balkarna:

$L = 2.8\ m$

$$D_{Tvärled,1} = \frac{180 + 8(80 - 10)}{20 + 2.8} = 32.5\ \%$$

Tvärled för plattans konsol:

$L = 0.5\ m$

$$D = \frac{180 + 8(80 - 10)}{20 + 0.5} = 36.1\ \%$$

Dynamiskt tillskott begränsas maximalt till 35%. Vilker ger:

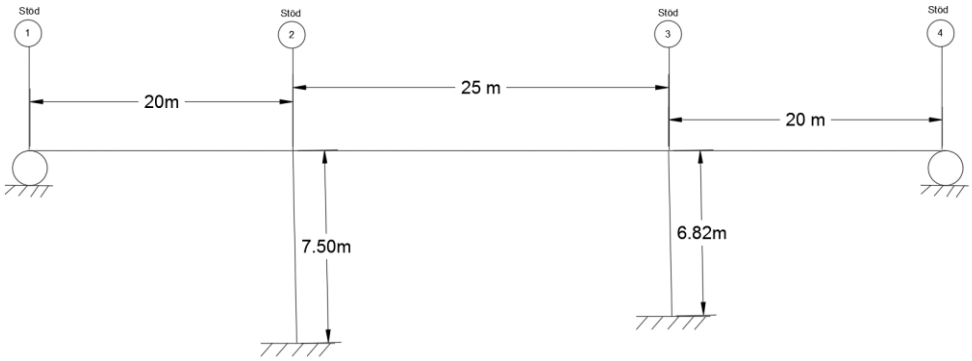
$$D_{Tvärled,2} = 35\ \%$$

Enbart en modell beräknas för ett dynamiskt tillskott på 35%, vilket inkluderar konsol och mellan huvudbalkarna för tvärled.

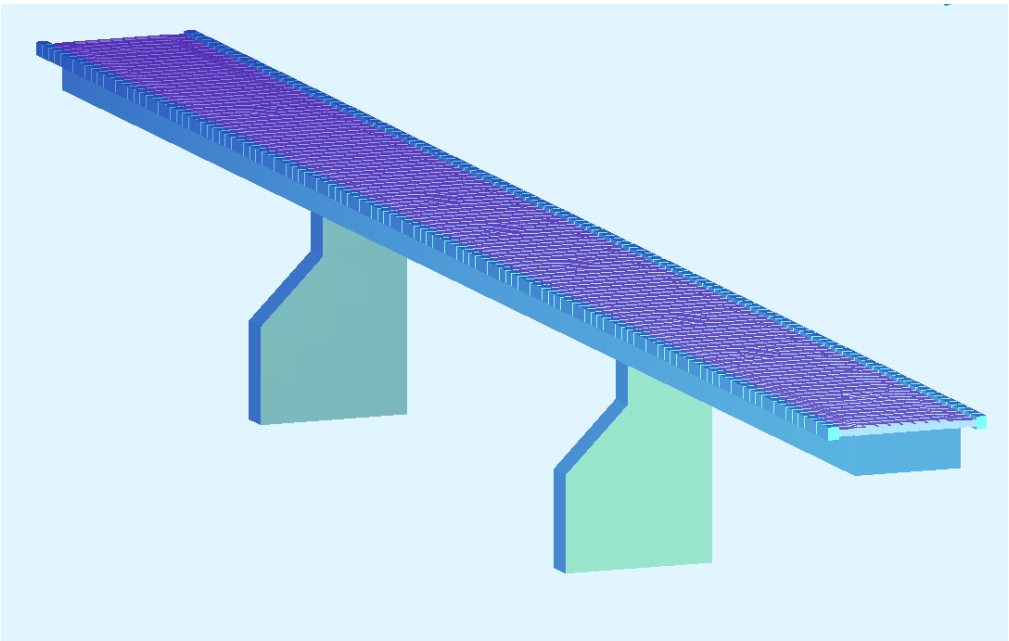
\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

6. Systemskisser

Bron modelleras med rullager vid landfästen och fast inspänd för skivstöden. Överbyggnaden är monolitisk kopplad till skivstöden. Nedan visas systemmodellen.



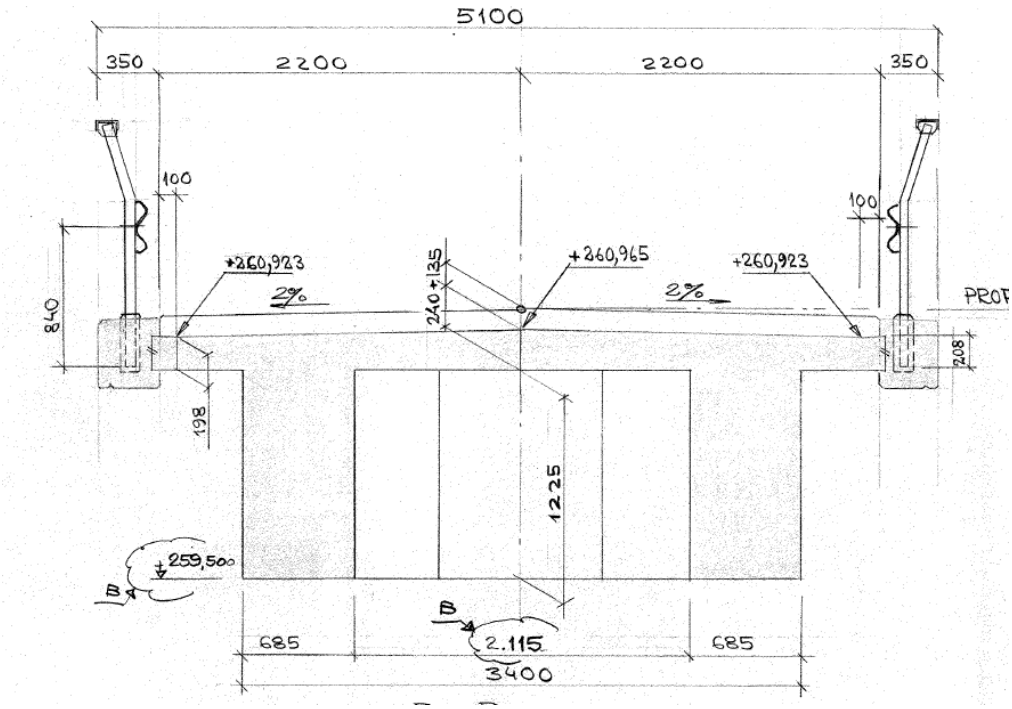
Figur 9 Systemmodell.



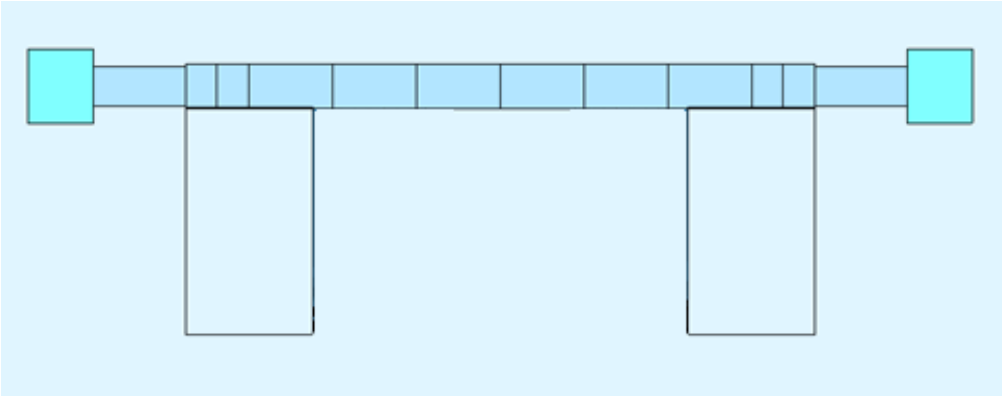
Figur 10 Bild på FE-modellen, urklipp från Sofistik.

\\ramse\pub\stol\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

Balkarna är modellerade som balkelement och plattan som isotropiska skalelement, koppling mellan balk och platta är monolitisk. Nedan visas sektionen i mått och hur den är modellerad i Sofistik.



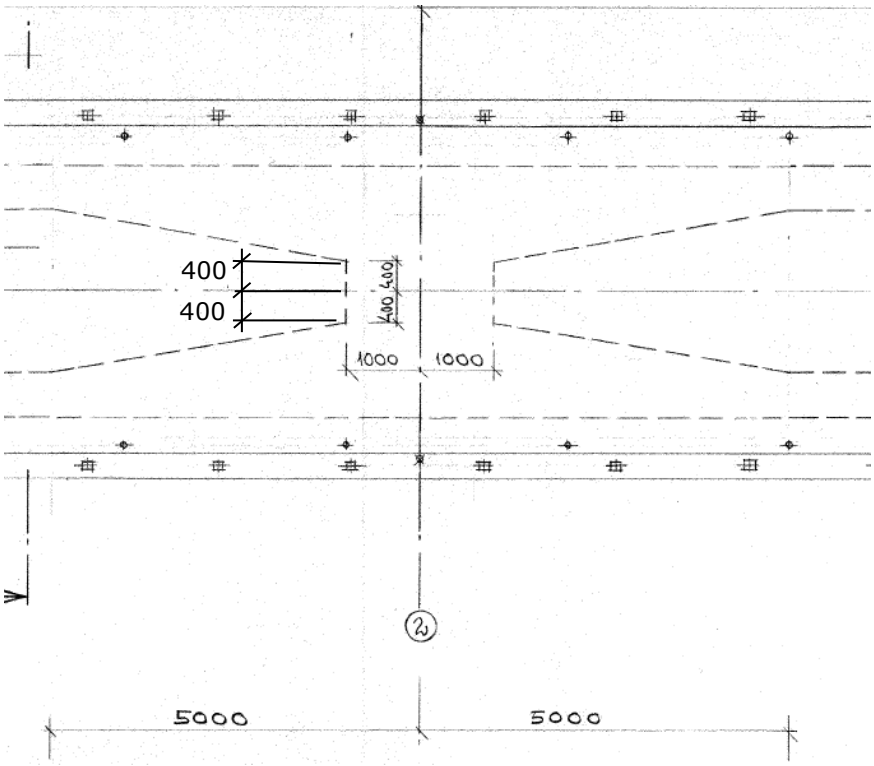
Figur 11 Section i mått, urklipp från ritning 4.



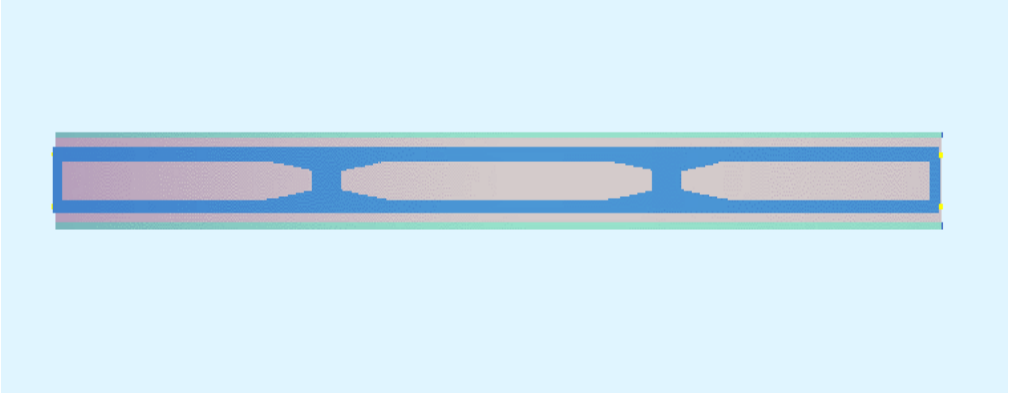
Figur 12 Section från FE-modellen, urklipp från Sofistik.

\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

Huvudbalkarnas voter är modellerade enligt måttritningen, se bilden nedan.



Figur 13 Plan över huvudbalkarnas voter, urklipp från ritning 4.



Figur 14 Bild på voterna underifrån i FE-modellen, urklipp från Sofistik.

\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

7. Konvergensanalys

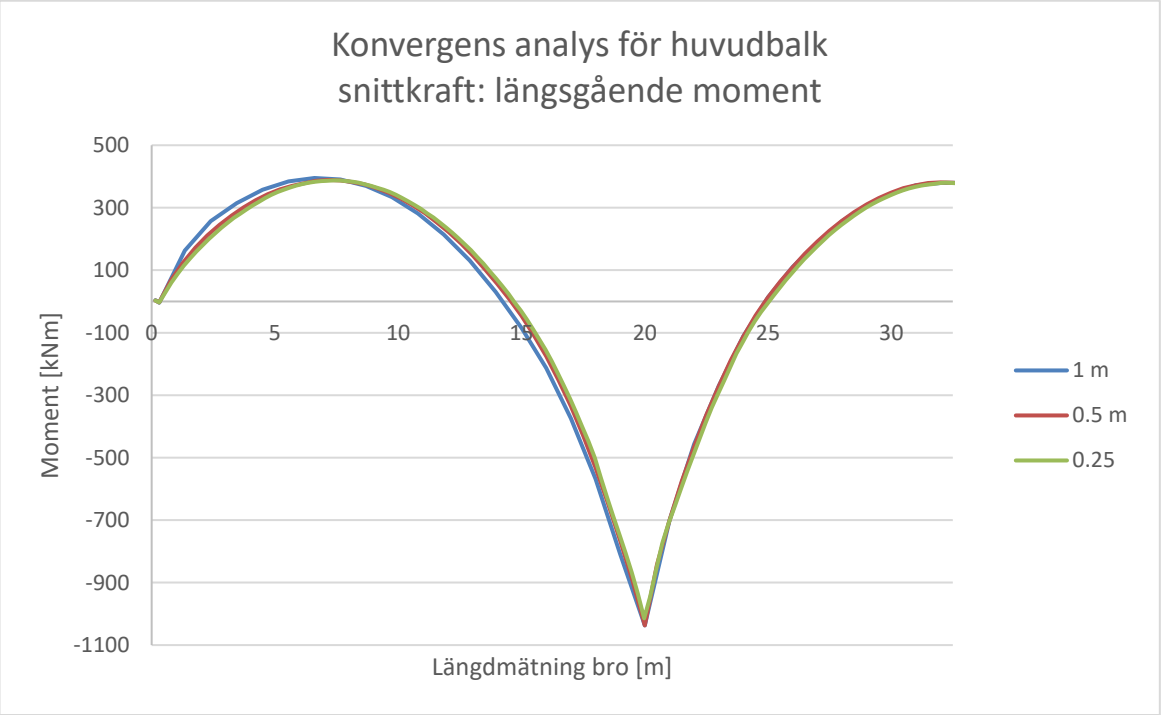
Syftet med en konvergensanalys är att bekräfta att FEM-nätets storlek inte påverkar resultat. Konvergensanalysen tillsammans med masskontrollen (se Bilaga 5) resulterar i att den använda modellen är tillförlitlig.

Konvergensanalysen utförs genom att jämföra olika storlekar för FEM-nätet där en nodlinje analyseras för snittkrafter för ett specifikt lastfall. Modellen når konvergens då differansen mellan FEM-nätets storlekar ger i en nod snittkrafter under en tilllåten differans.

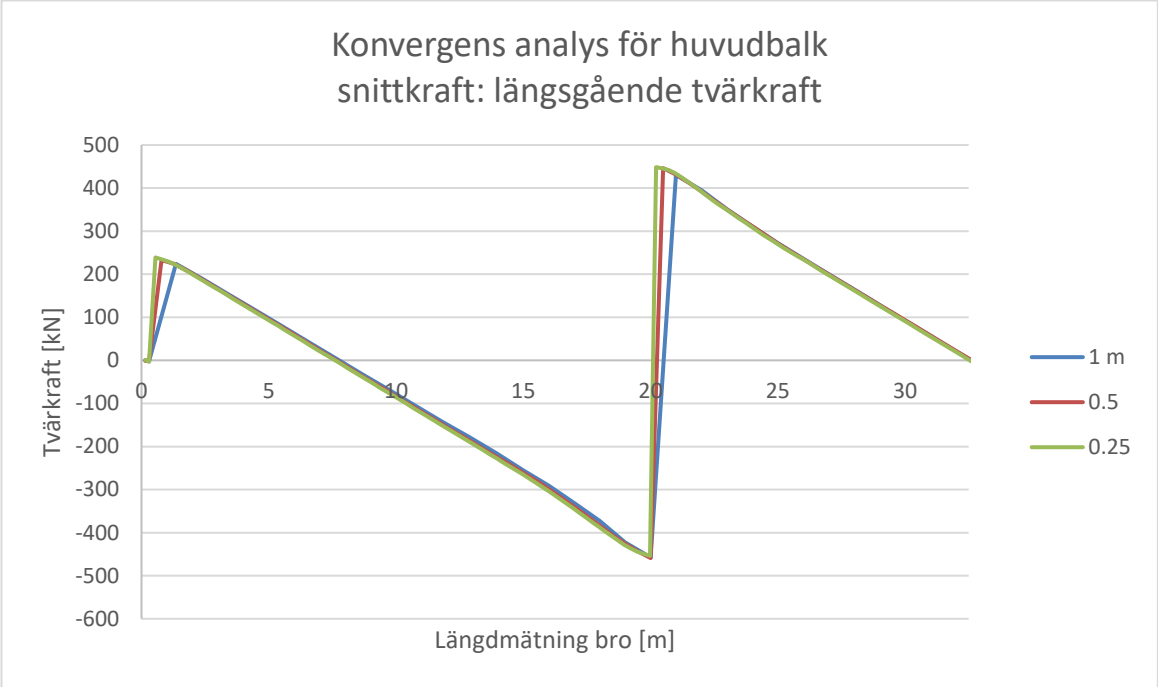
Lastfallet som används för konvergens analysen är egentyngd.

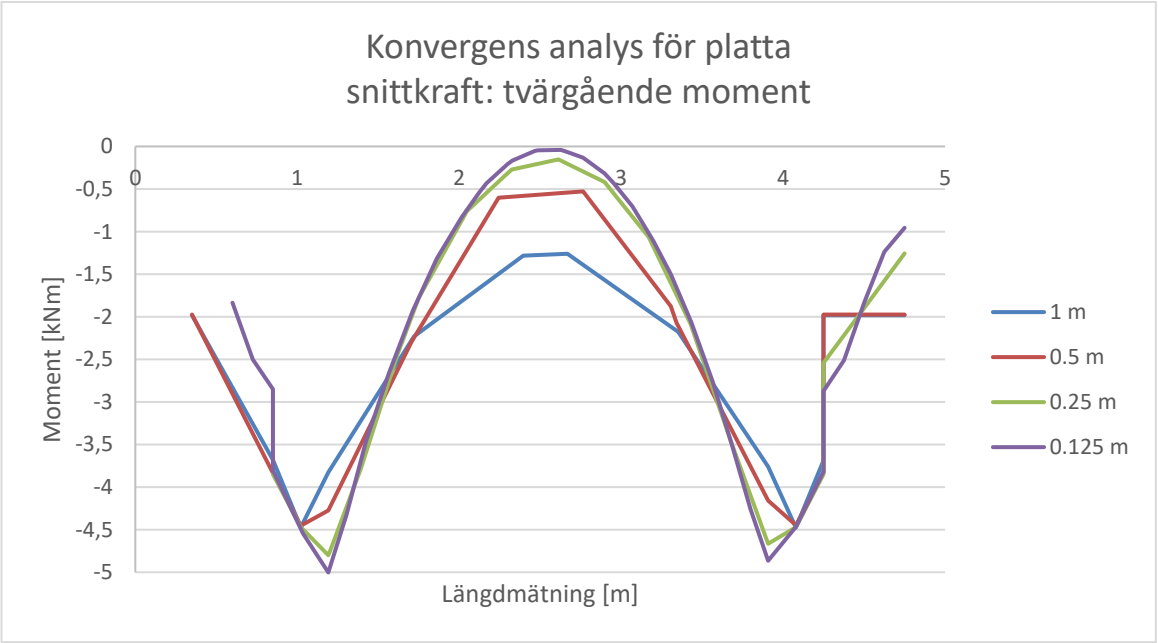
Snittkrafterna som jämförs för huvudbalkarna är moment och tvärkraft i längdled och för plattan är moment och tvärkraft i tvärled. Halva bron i längdled presenteras för att tydligare se konvergens.

Konvergens analysen resulterade i en meshstorlek på 0.5 meter för modell i längdled och 0.25 meter för modell i tvärled.

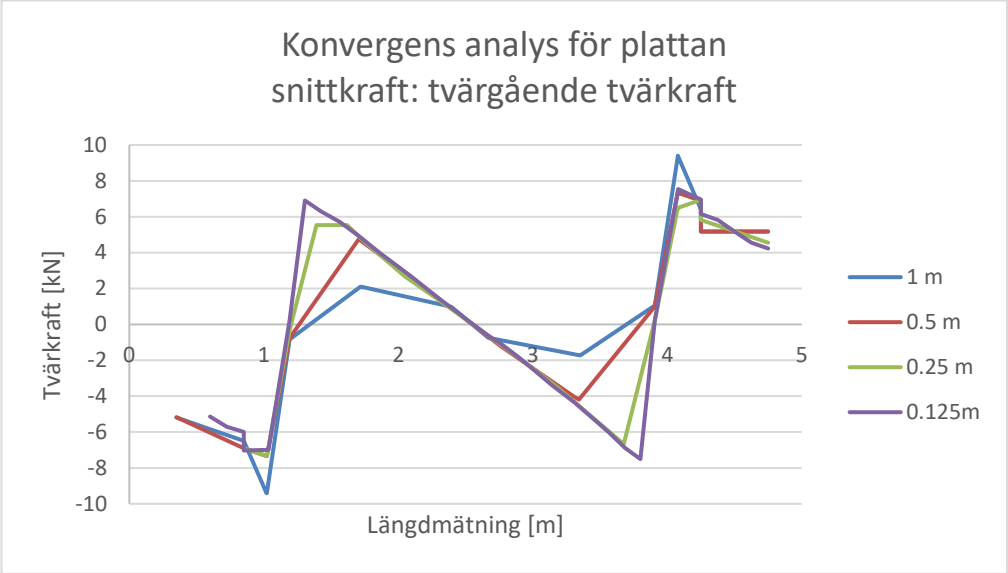


\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx





\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx



\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

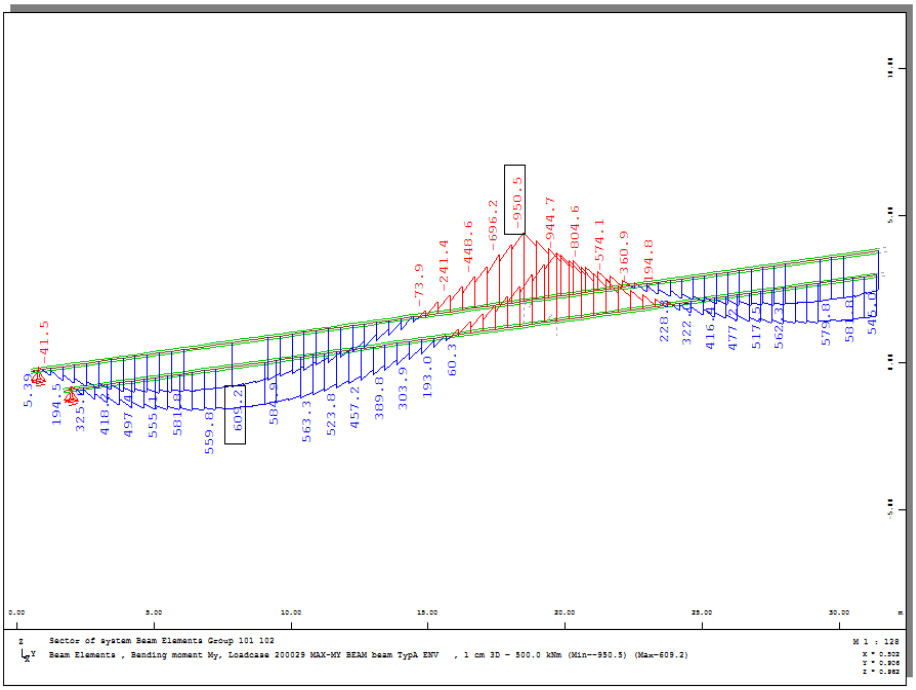
8. Snittkrafter huvudbalkar

Snittkrafter som beaktas för huvudbalkarna är moment, tvärkraft och vridmoment i längdled. Snittkrafter presenteras för halva bron då bron är i stort sätt symmetrisk (det som skiljer är stödhöjden). För själva presenteringen av snittkrafter används halva bron och vid beräkningen i LKA används de dimensionernade snittkrafterna längs hela bron.

Snittkraferna presenteras i nedan i följande ordning för A och B:

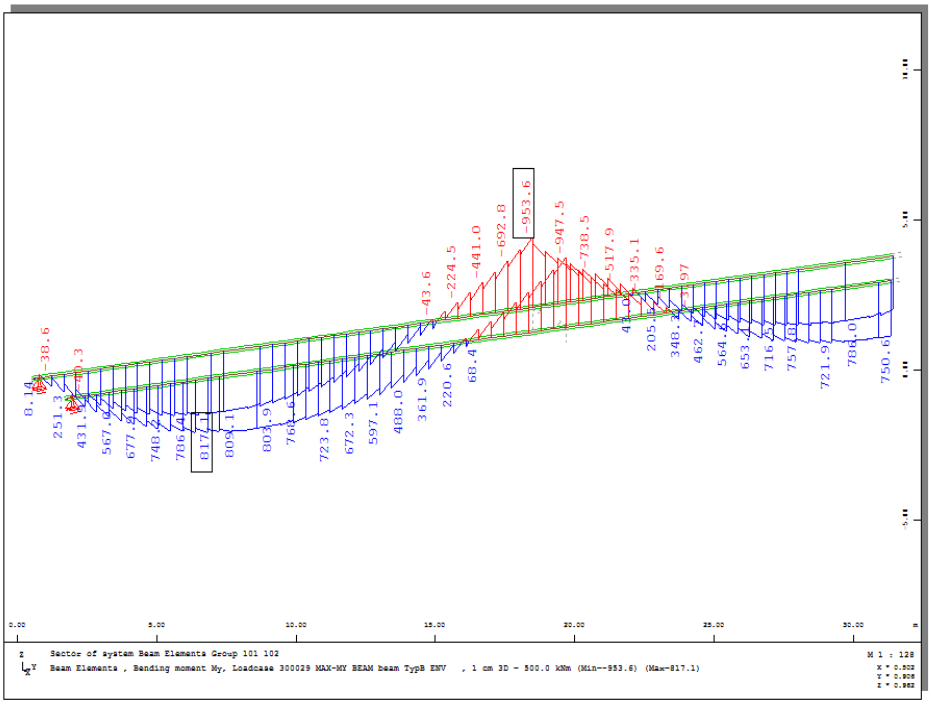
- Max längsgående moment
- Min längsgående moment
- Max tvärkraft
- Min tvärkraft
- Max vridmoment
- Min vridmoment

Max längsgående moment, typfordon A

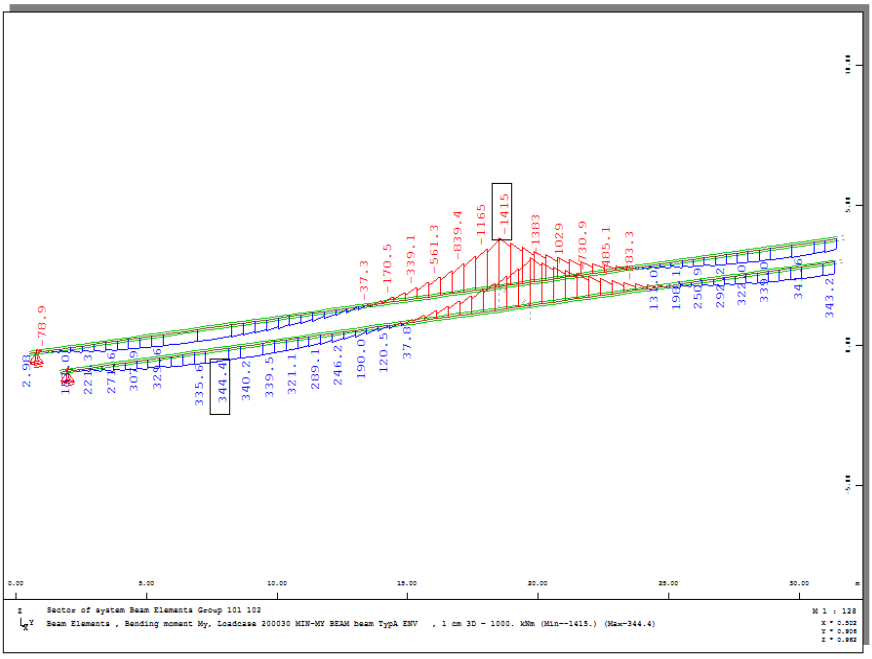


\\ramse\pub\stol\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

Max längsgående moment, typfordon B

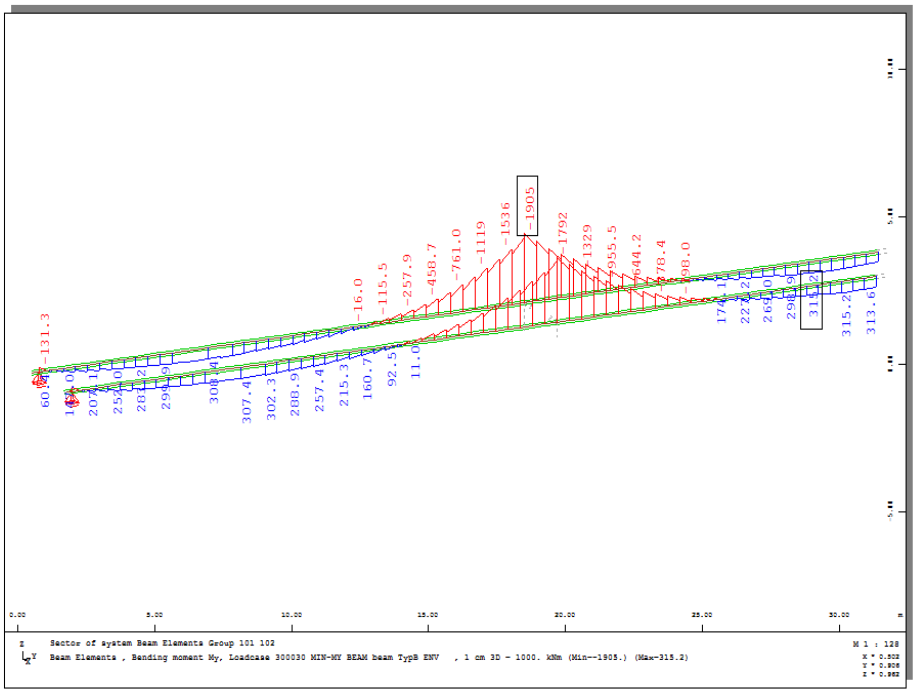


Min längsgående moment, typfordon A

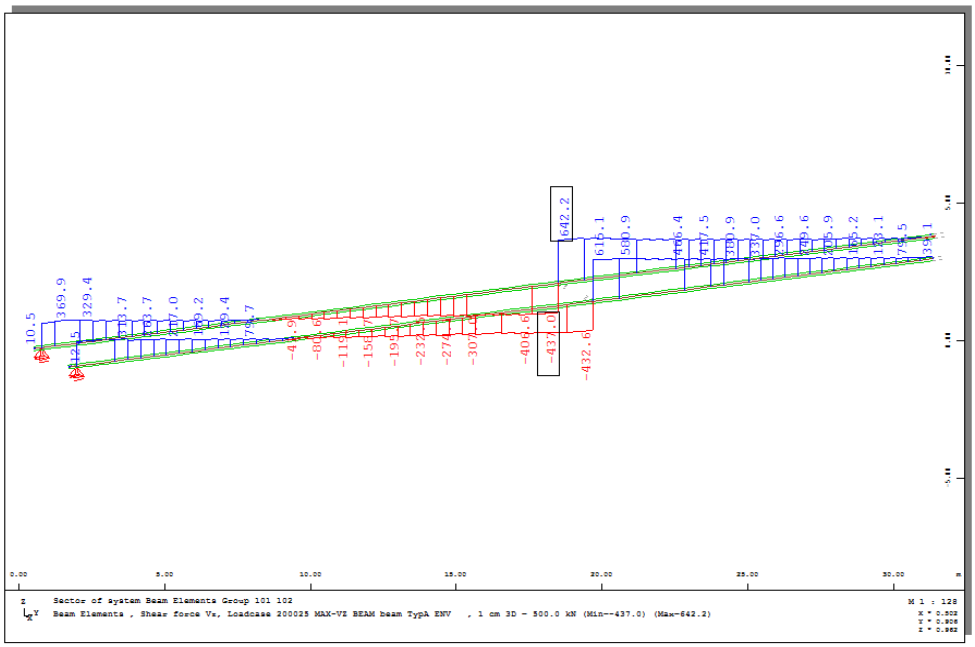


\\ramse\pub\stol\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

Min längsgående moment, typfordon B

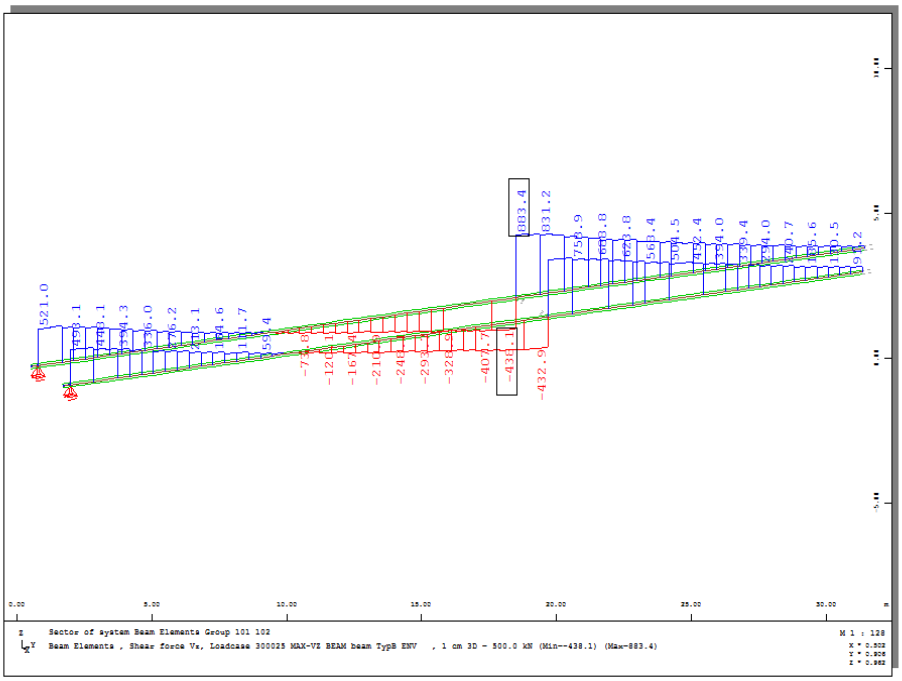


Max längsgående tvärkraft, typfordon A

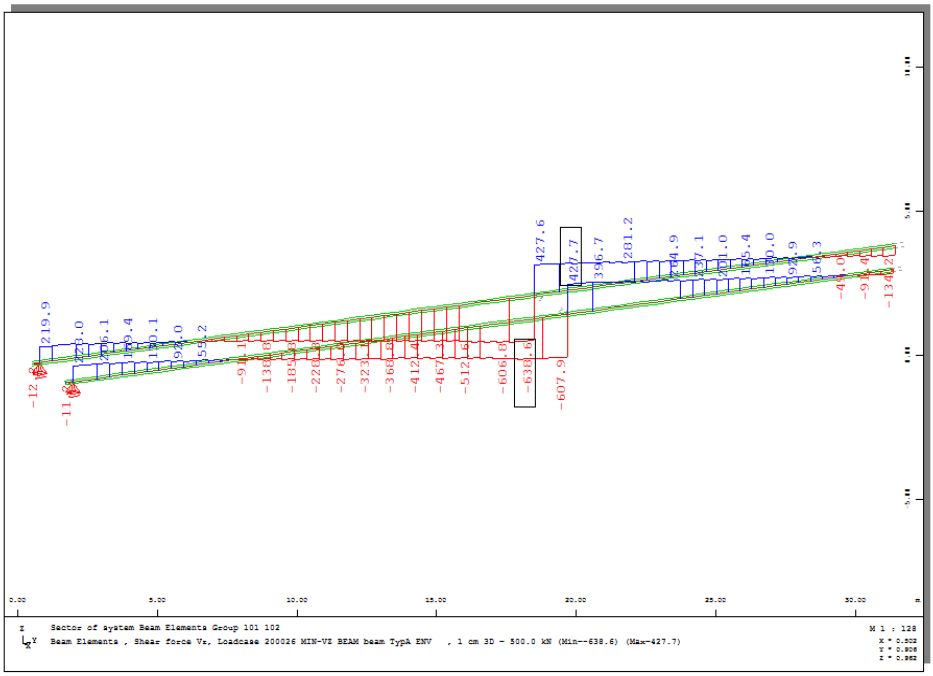


\\ramse\pub\stol\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

Max längsgående tvärkraft, typfordon B

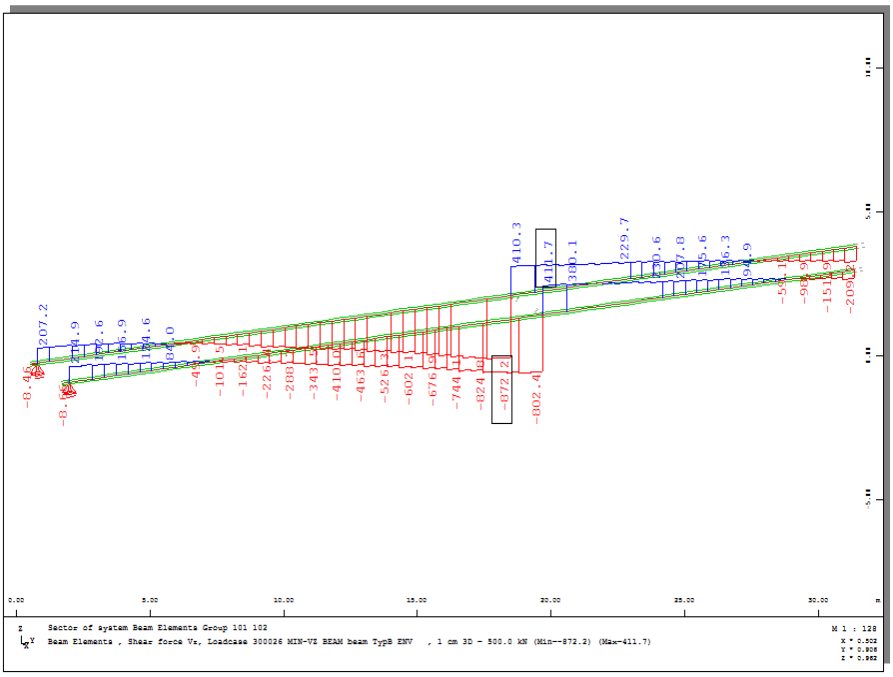


Min längsgående tvärkraft, typfordon A

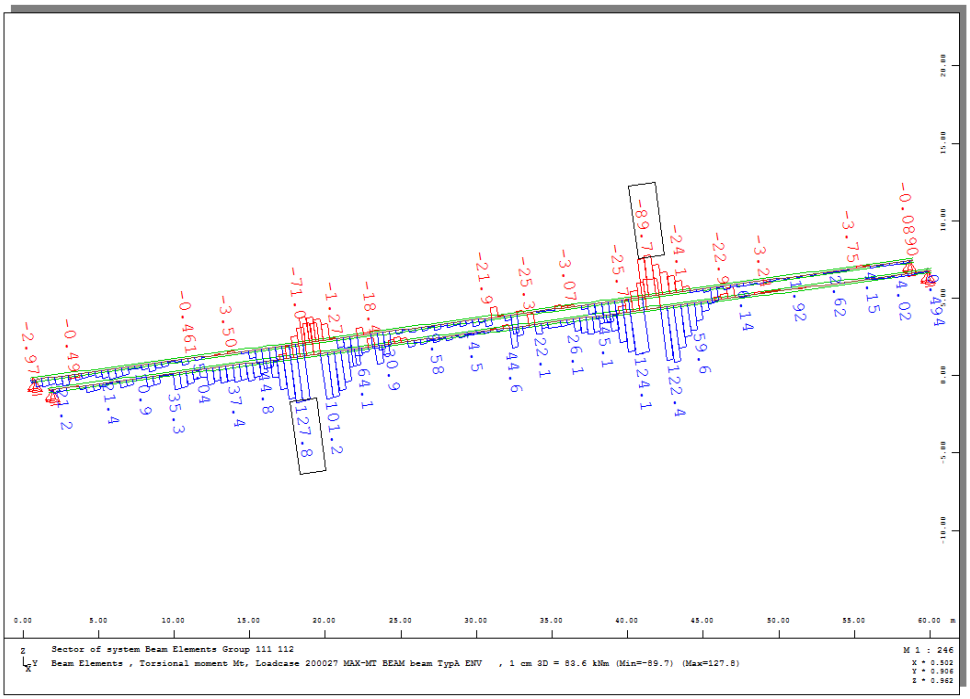


\\ramse\pub\stol\bau\2019\1320043470\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

Min längsgående tvärkraft, typfordon B

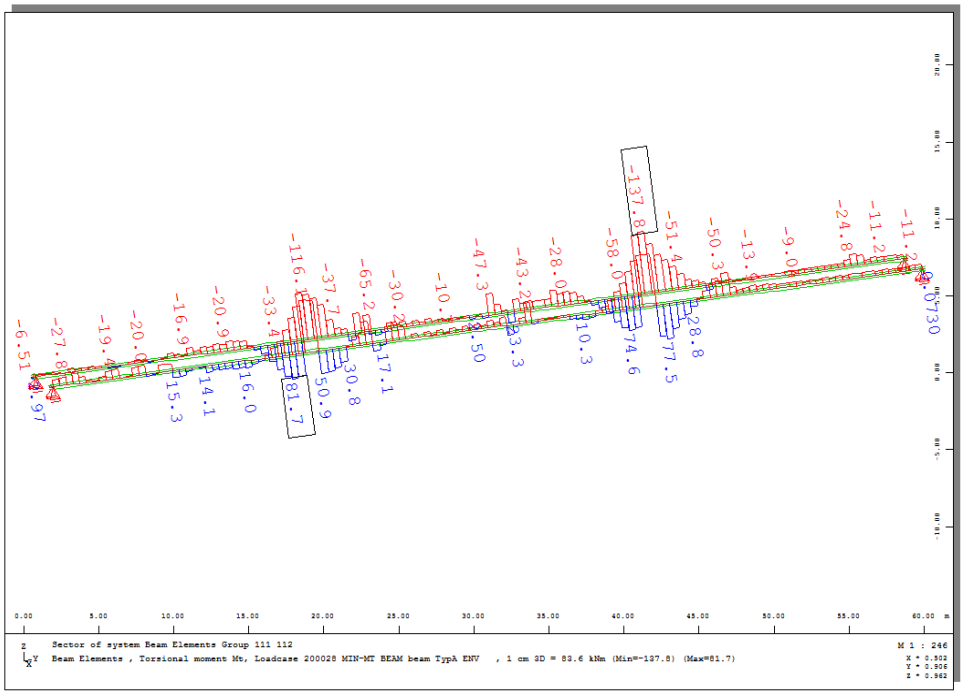


Max vridmoment, typfordon A



\\ramse\pub\stol\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

Max vridmoment, typfordon B



\\ramse\pub\stol\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

9. Snittkrafter plattan

Snittkrafter som beaktas för plattan är moment, vridmoment och tvärkraft i tvärled. Moment och vridmoment i längdled. Snitten kan variera för typ av snittkraft, likväl som snittkrafter kan dela snitt.

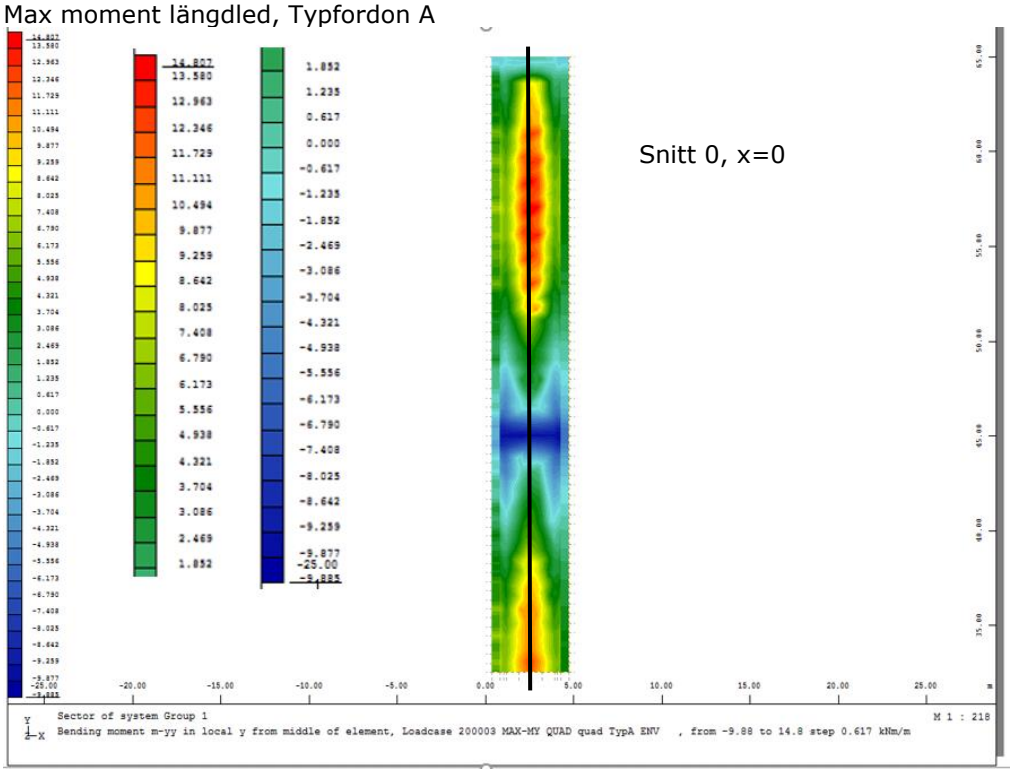
Snittkrafterna för enbart tvärgående och längsgående moment är det som presenteras för plattan eftersom det är avgörande för snittet. Dess tillhörande vridmoment beräknas sedan med i LKA bärighetsberäkningen.

9.1 Längdled

Snittkraferna presenteras i nedan i följande ordning för A och B:

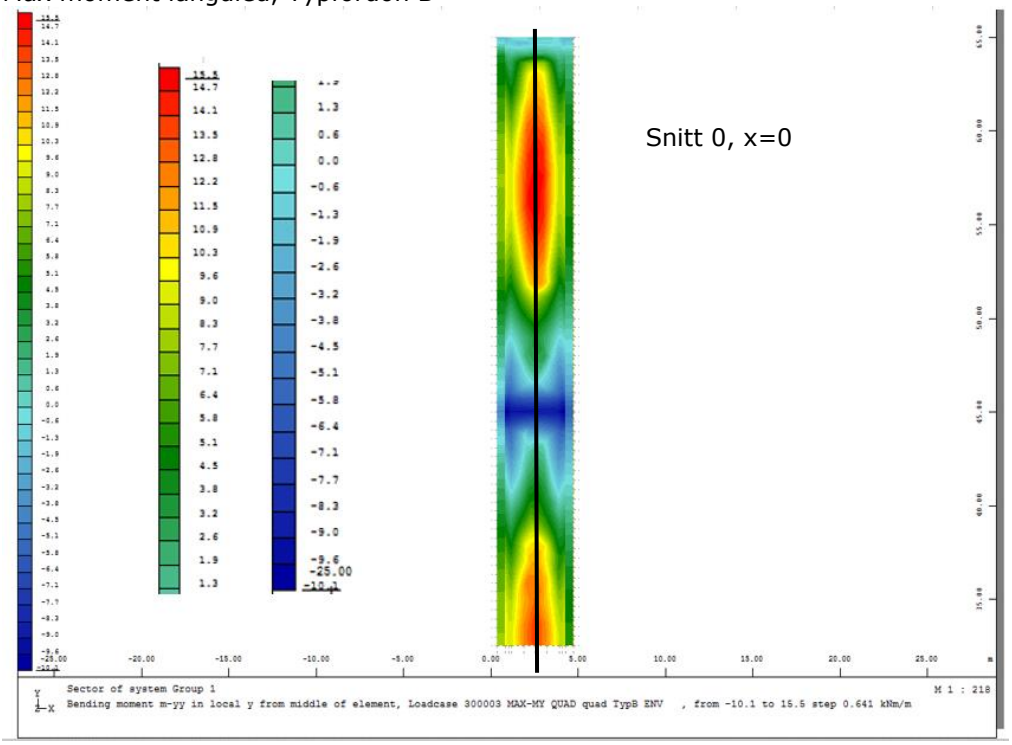
- Max tvärgående moment
- Min tvärgående moment
- Max tvärkraft
- Min tvärkraft
- Vridmoment presenteras ej då det inte ligger till grund för val av snittlinje

Max moment längdled, Typfordon A

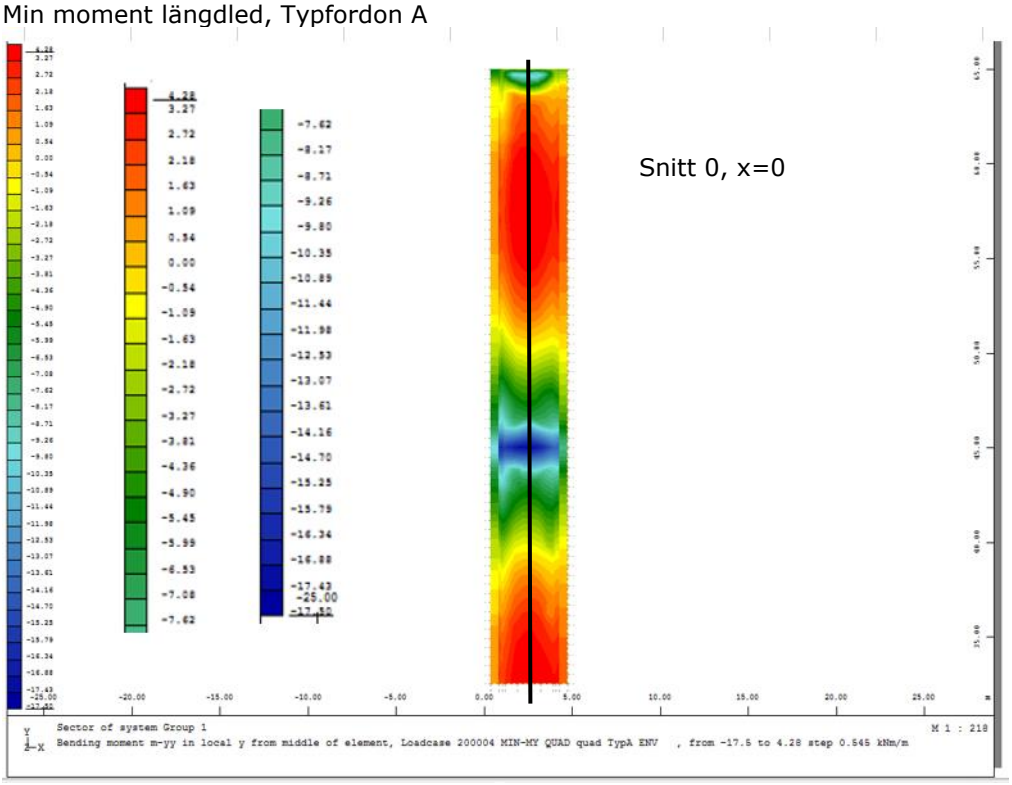


\\ramse\pub\stol\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

Max moment längdled, Typfordon B

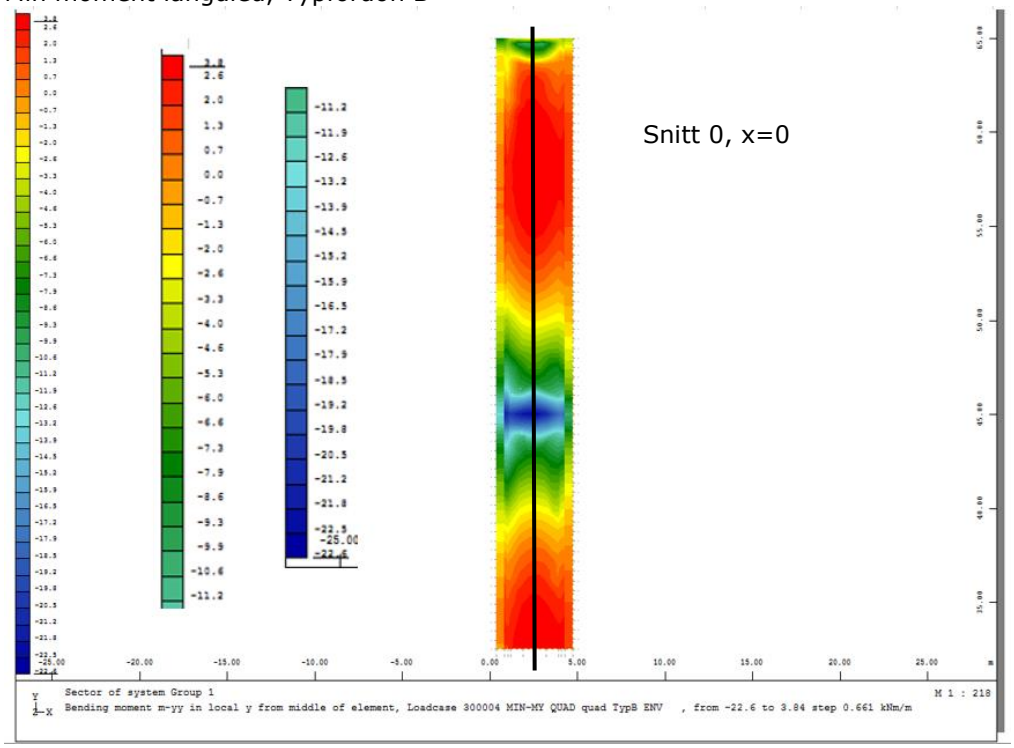


Min moment längdled, Typfordon A



\\ramse\pub\stol\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

Min moment längdled, Typfordon B



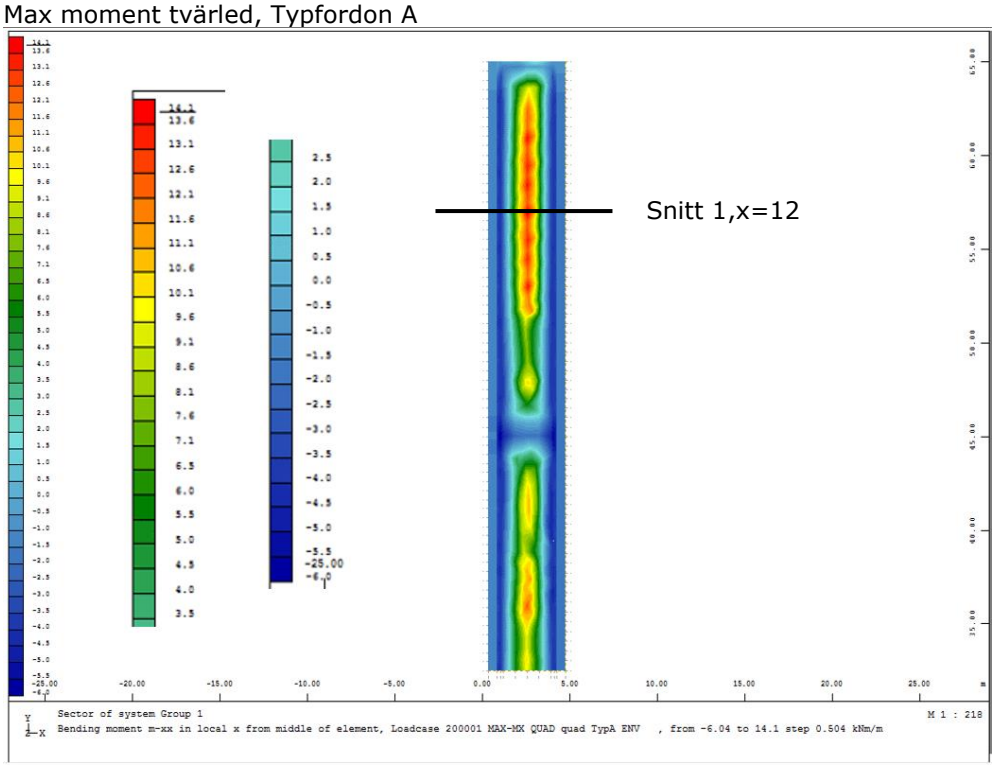
\\ramse\pub\stol\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

9.2 Tvärled

Snittkraferna presenteras i nedan i följande ordning för A och B:

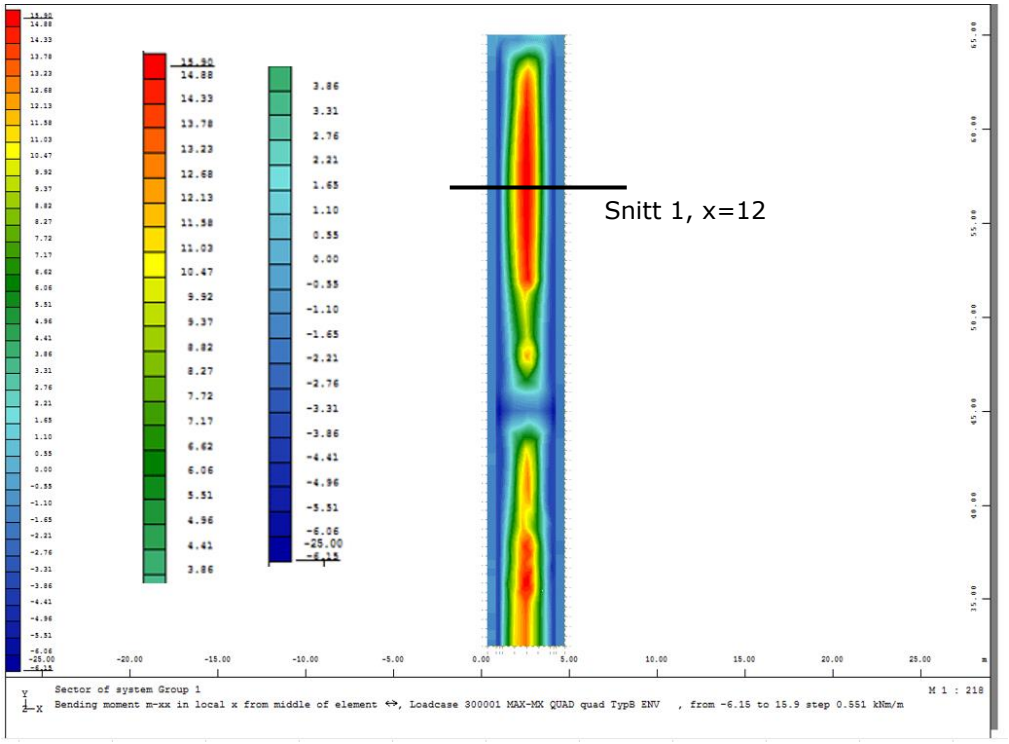
- Max tvärgående moment
- Min tvärgående moment
- Max tvärkraft
- Min tvärkraft
- Vridmoment presenteras ej då det inte ligger till grund för val av snittlinje

Max moment tvärled, Typfordon A

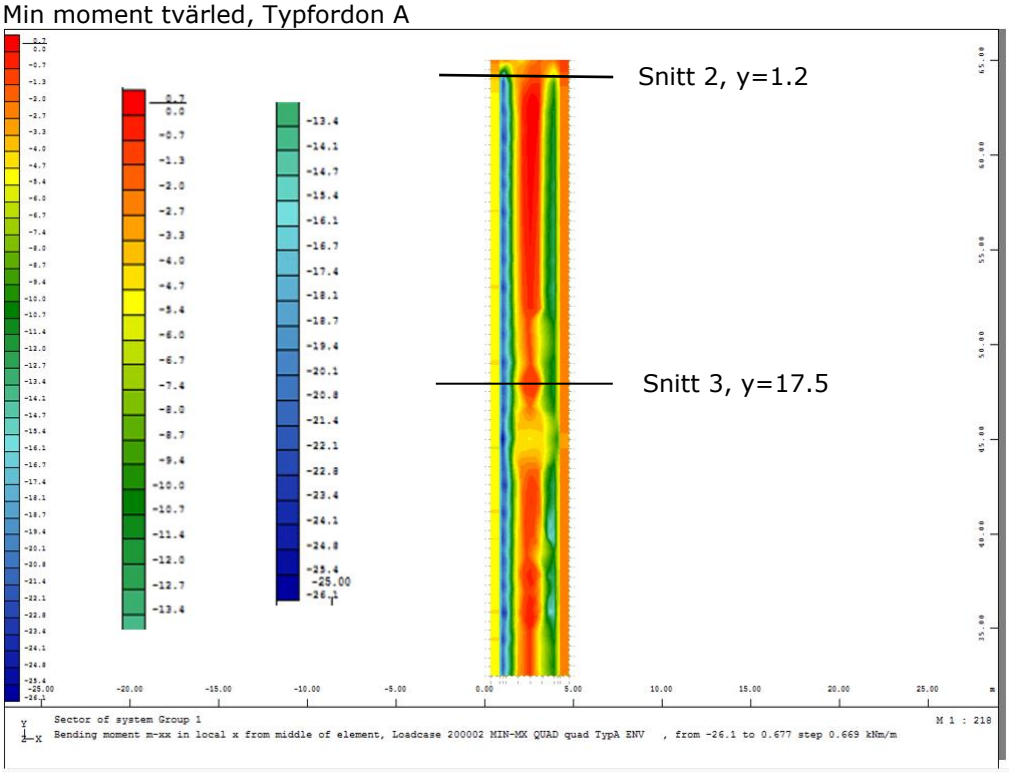


\\ramse\pub\stol\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

Max moment tvärled, Typfordon B

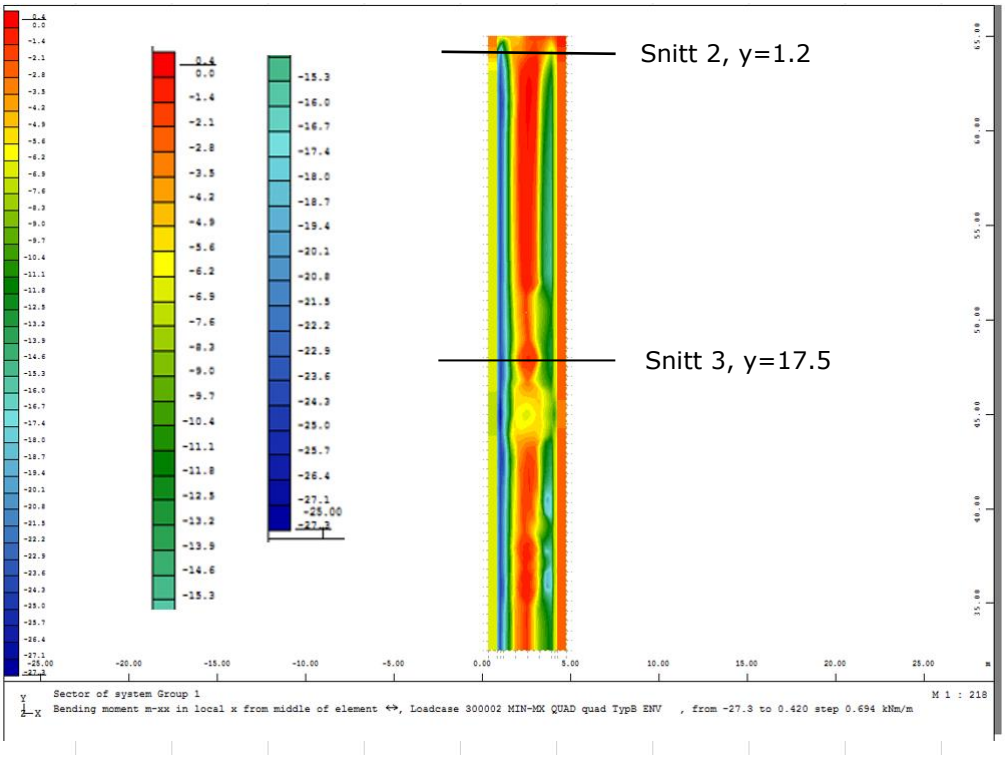


Min moment tvärled, Typfordon A

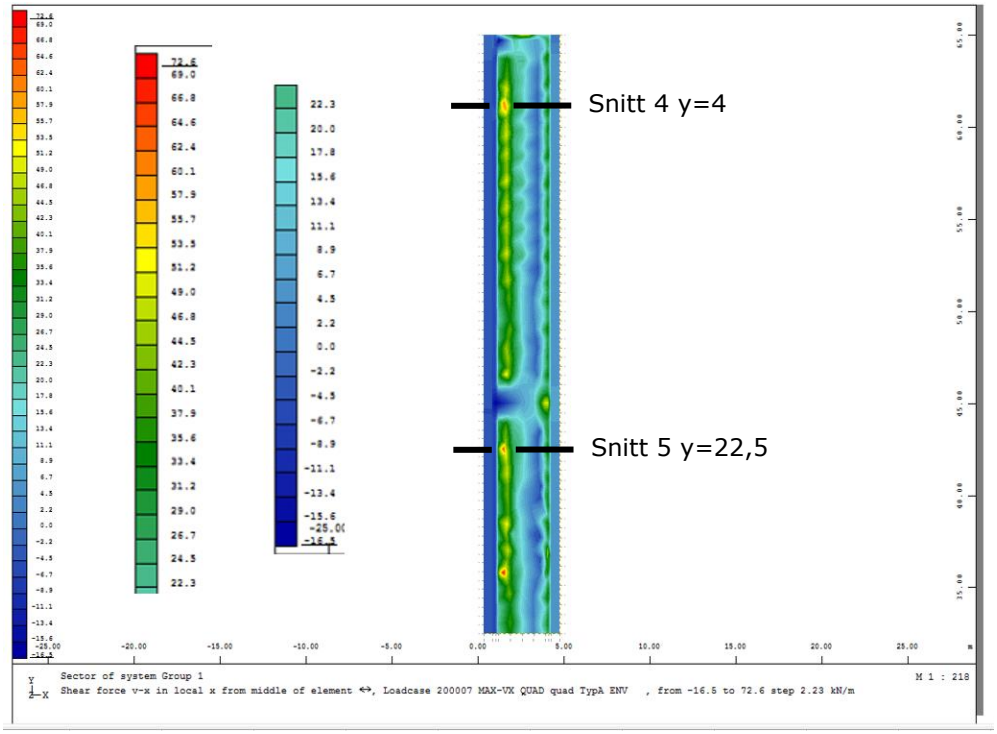


\\ramse\pub\stol\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

Min moment tvärled, Typfordon B

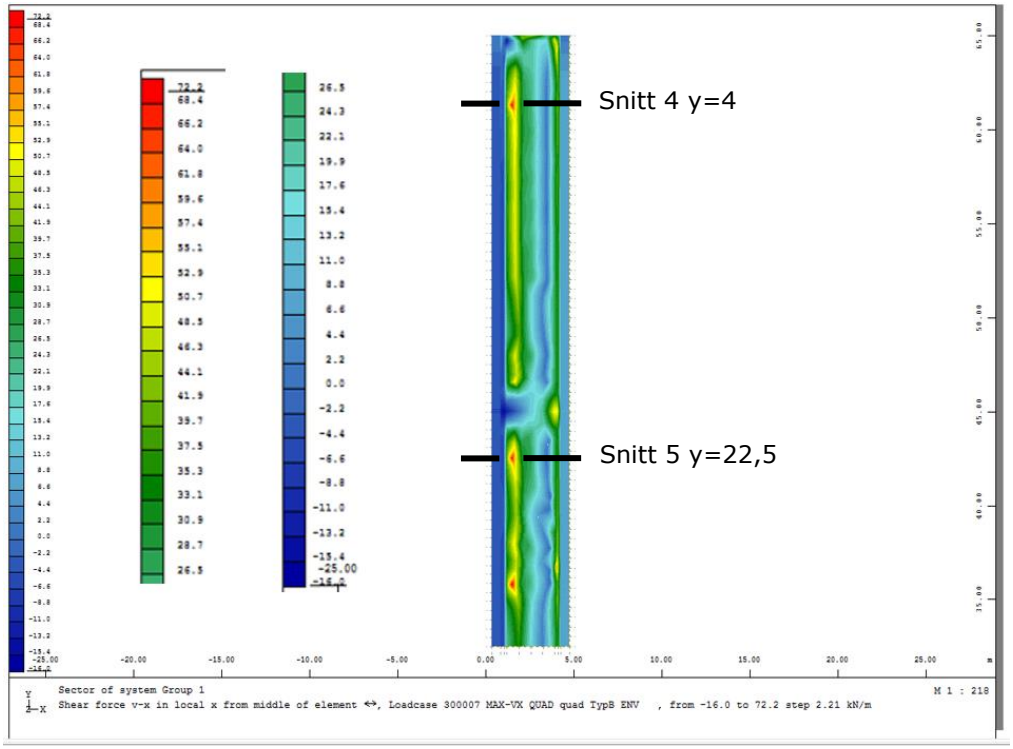


Max tvärkraft tvärled, Typfordon A

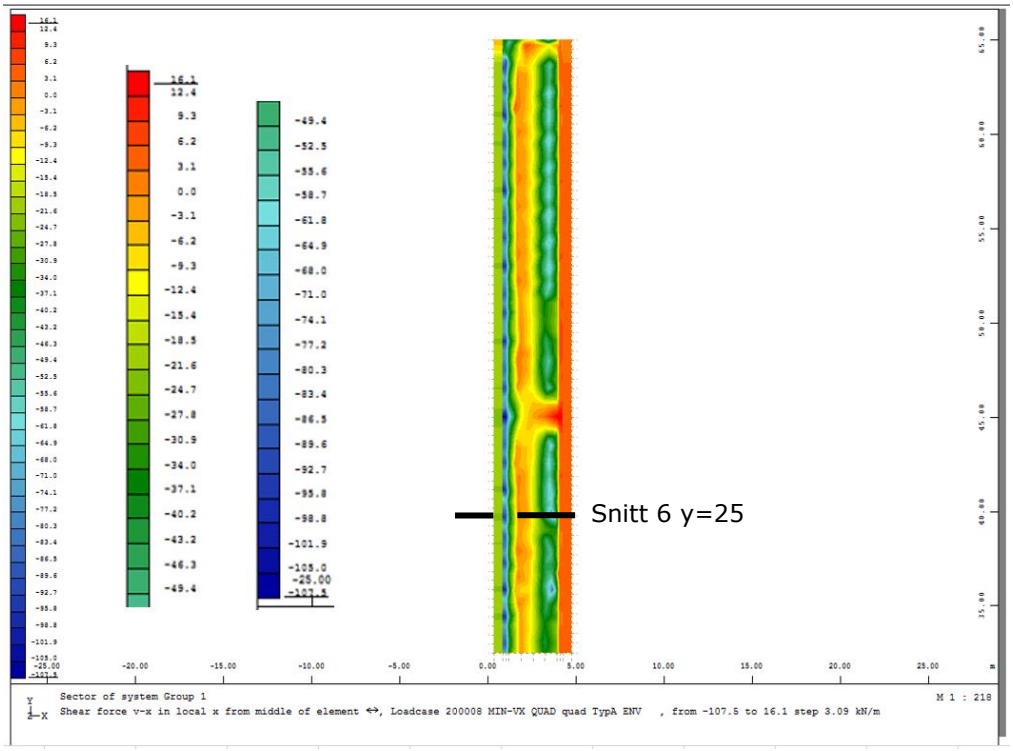


\\ramse\pub\stol\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

Max tvärkraft tvärled, Typfordon B

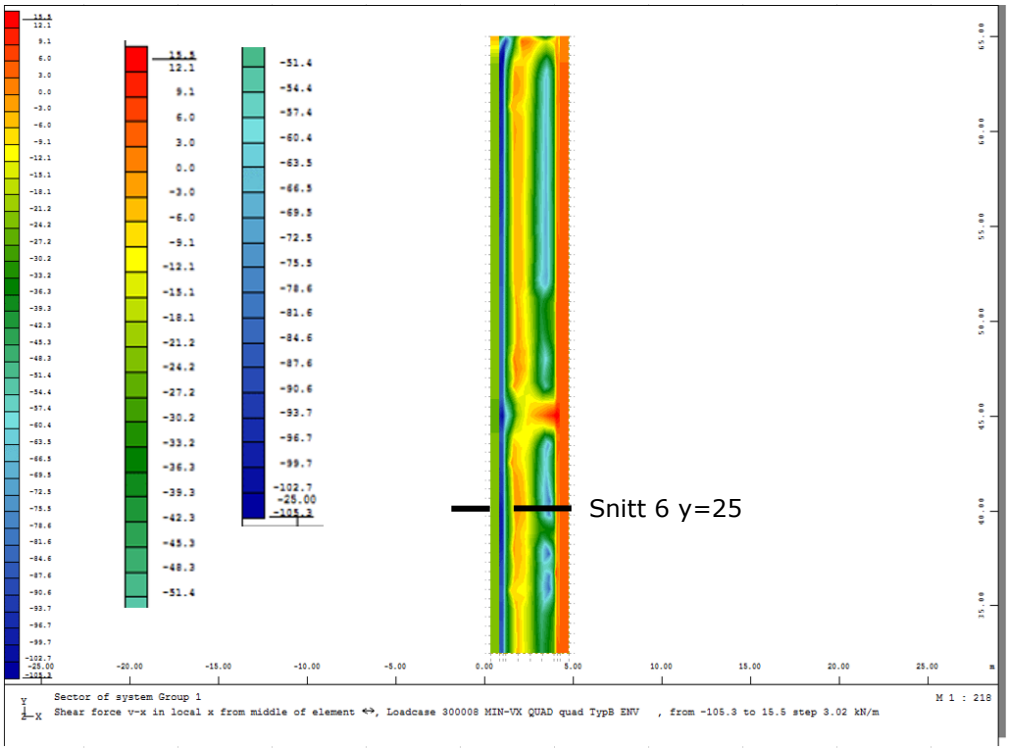


Min tvärkraft tvärled, Typfordon A



\\ramse\pub\stol\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

Min tvärkraft tvärled, Typfordon B

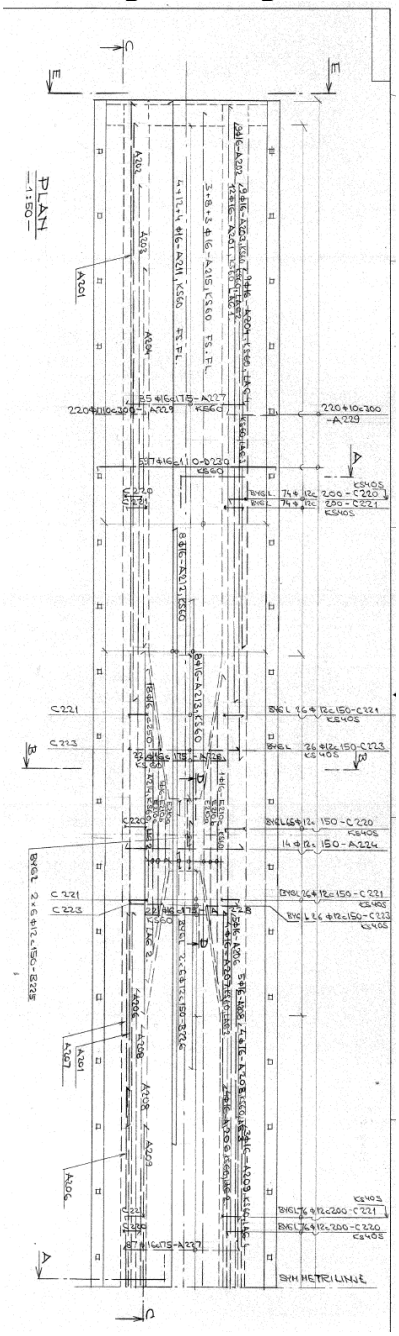


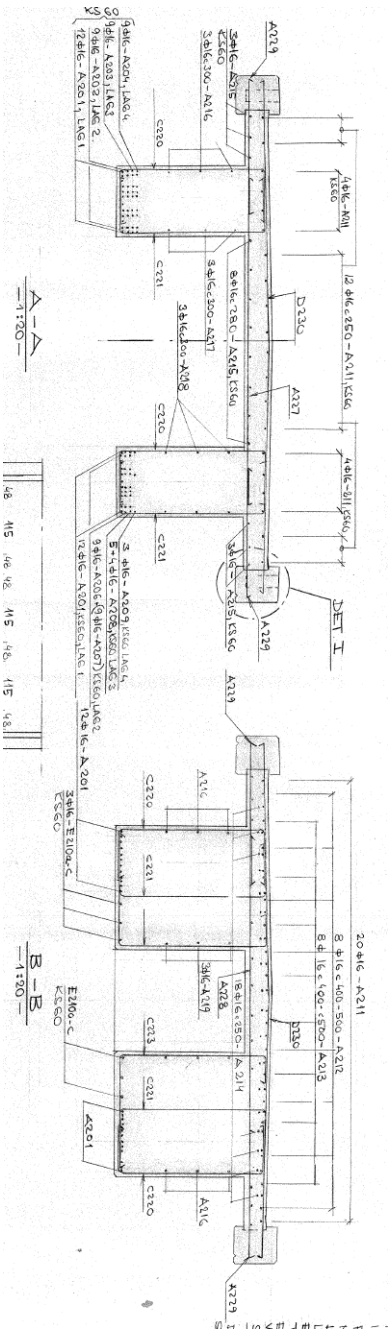
\\ramse\pub\stol\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

10. Bärighetsberäkning LKA för huvudbalkar

Beräkningen utförs hela bron med osymmetri i skivstödens längder. Stora mängder av data används för balkarna och därmed presenteras beräkningar för varje snitt i kapitel 10.4 i Bilaga 3.

10.1 Armering och längdmätning





Längdmätningen för armering mäts på ritning ovan. Längdmätningen för varje järn presenteras tillsammans med armeringsmängden i avsnitt 10.3.

\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

10.2 Förankringslängder

Förankringslängden beräknas enligt Betonghandbok konstruktion 3.9.1. Beräkningarna har resulterat till omkring 700mm. Konstruktionens armeringsjärn har ett flertal olika förankringslängder, därmed förenklas längden och har antagits till 50Ø = 800mm.

10.3 Armeringsmängd

Armeringsmängden för underkantsarmering är uppdelad i ytterspann och innerspann, se tabellerna nedan.

Framtagning av armeringsmängder
2019-08-20
Underkant huvudbalk ytterspann
LÄNGDLED
Förankringslängd l_{bd} här antaget 50Ø

Armeringslittera	A201	A202(1)	A202(2)	A203(1)	A203(2)	A204(1)	A204(2)	E210c	E210b	E210a	A206-207	A208-1	A208-2	A209
Armeringsmängd A_s [cm²/m]	20,11	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	2,01	2,01	2,01	18,1	10,1	8,0	6,0
Startpunkt [m]	-0,37	0,22	48,61	1,94	46,95	4,26	50,12	16,16	17,64	18,79	22,22	24,35	25,36	28,15
Slutpunkt [m]	65,37	16,39	64,78	18,05	63,06	14,88	60,74	23,84	22,36	20,21	42,78	40,65	39,64	36,85
Förankringslängd l_{bd} [m]	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Tyngdpunkt TP [mm]	50	90	90	130	130	170	170	50	50	50	90	130	130	170
Diameter ø [mm]	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Antal	10	9	9	9	9	9	9	1	1	1	9	5	4	3
Armeringsarea A_s [mm²]	201,1	201,1	201,1	201,1	201,1	201,1	201,1	201,1	201,1	201,1	201,1	201,1	201,1	201,1

Längdmätning	Armeringsmängder för respektive littera																
$X_{ytterstmate}$ [m]	A201	A202(1)	A202(2)	A203(1)	A203(2)	A204(1)	A204(2)	E210c	E210b	E210a	A206-207	A208-1	A208-2	A209	$A_{s,tot}$ [cm²/m]	y_p [mm]	$A_{s,tot}$ [mm²/m]
0	9,30														9,3	50	930
0,15	13,07														13,1	50	1307
0,3	16,84	1,81													18,6	54	1865
0,79	20,11	12,89													33,0	66	3300
1,28	20,11	18,10													38,2	69	3820
1,77	20,11	18,10													38,2	69	3820
2,26	20,11	18,10		7,24											45,4	79	4544
2,75	20,11	18,10		18,10											56,3	89	5630
3,24	20,11	18,10		18,10											56,3	89	5630
3,73	20,11	18,10		18,10											56,3	89	5630
4,22	20,11	18,10		18,10											56,3	89	5630
4,71	20,11	18,10		18,10		10,18									66,5	101	6648
5,2	20,11	18,10		18,10		18,10									74,4	108	7439
5,69	20,11	18,10		18,10		18,10									74,4	108	7439
6,18	20,11	18,10		18,10		18,10									74,4	108	7439
6,67	20,11	18,10		18,10		18,10									74,4	108	7439
7,16	20,11	18,10		18,10		18,10									74,4	108	7439
7,65	20,11	18,10		18,10		18,10									74,4	108	7439
8,14	20,11	18,10		18,10		18,10									74,4	108	7439
8,63	20,11	18,10		18,10		18,10									74,4	108	7439
9,12	20,11	18,10		18,10		18,10									74,4	108	7439
9,61	20,11	18,10		18,10		18,10									74,4	108	7439
10,1	20,11	18,10		18,10		18,10									74,4	108	7439
10,59	20,11	18,10		18,10		18,10									74,4	108	7439
11,08	20,11	18,10		18,10		18,10									74,4	108	7439
11,57	20,11	18,10		18,10		18,10									74,4	108	7439
12,06	20,11	18,10		18,10		18,10									74,4	108	7439
12,55	20,11	18,10		18,10		18,10									74,4	108	7439
13,04	20,11	18,10		18,10		18,10									74,4	108	7439
13,53	20,11	18,10		18,10		18,10									74,4	108	7439
14,02	20,11	18,10		18,10		18,10									74,4	108	7439
14,51	20,11	18,10		18,10		8,37									64,7	99	6467
15	20,11	18,10		18,10											56,3	89	5630
15,5	20,11	18,10		18,10											56,3	89	5630
16	20,11	8,82		18,10											47,0	88	4702
16,5	20,11			18,10				0,85							39,1	87	3906
17	20,11			18,10				2,01							40,2	86	4021
17,5	20,11			12,44				2,01							34,6	79	3456
18	20,11			1,13				2,01	0,90						24,2	54	2415
18,5	20,11							2,01	2,01						24,1	50	2413
19	20,11							2,01	2,01	0,53					24,7	50	2466
19,5	20,11							2,01	2,01	1,78					25,9	50	2591
20	20,11							2,01	2,01	0,53					24,7	50	2466
20,5	20,11							2,01	2,01						24,1	50	2413
21	20,11							2,01	2,01						24,1	50	2413
21,5	20,11							2,01	2,01						24,1	50	2413
22	20,11							2,01	0,90						23,0	50	2302
22,5	20,11							2,01			6,33				28,5	59	2845
23	20,11							2,01			17,64				39,8	68	3976
23,5	20,11							0,85			18,10				39,1	69	3906
24	20,11										18,10				38,2	69	3820
24,5	20,11										18,10	1,88			40,1	72	4009
25	20,11										18,10	8,17			46,4	80	4637
25,469	20,11										18,10	10,05	1,10		49,4	83	4935
25,938	20,11										18,10	10,05	5,81		54,1	87	5407
26,407	20,11										18,10	10,05	8,04		56,3	89	5630
26,876	20,11										18,10	10,05	8,04		56,3	89	5630
27,345	20,11										18,10	10,05	8,04		56,3	89	5630
27,814	20,11										18,10	10,05	8,04		56,3	89	5630
28,283	20,11										18,10	10,05	8,04	1,00	57,3	90	5730
28,752	20,11										18,10	10,05	8,04	4,54	60,8	95	6084
29,221	20,11										18,10	10,05	8,04	6,03	62,3	96	6233
29,69	20,11										18,10	10,05	8,04	6,03	62,3	96	6233
30,159	20,11										18,10	10,05	8,04	6,03	62,3	96	6233
30,628	20,11										18,10	10,05	8,04	6,03	62,3	96	6233
31,097	20,11										18,10	10,05	8,04	6,03	62,3	96	6233
31,566	20,11										18,10	10,05	8,04	6,03	62,3	96	6233
32,035	20,11										18,10	10,05	8,04	6,03	62,3	96	6233
32,504	20,11										18,10	10,05	8,04	6,03	62,3	96	6233

\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

32,973	20,11										18,10	10,05	8,04	6,03	62,3	96	6233
33,442	20,11										18,10	10,05	8,04	6,03	62,3	96	6233
33,911	20,11										18,10	10,05	8,04	6,03	62,3	96	6233
34,38	20,11										18,10	10,05	8,04	6,03	62,3	96	6233
34,849	20,11										18,10	10,05	8,04	6,03	62,3	96	6233
35,318	20,11										18,10	10,05	8,04	6,03	62,3	96	6233
35,787	20,11										18,10	10,05	8,04	6,03	62,3	96	6233
36,256	20,11										18,10	10,05	8,04	4,48	60,8	95	6078
36,725	20,11										18,10	10,05	8,04	0,94	57,2	90	5724
37,194	20,11										18,10	10,05	8,04		56,3	89	5630
37,663	20,11										18,10	10,05	8,04		56,3	89	5630
38,132	20,11										18,10	10,05	8,04		56,3	89	5630
38,601	20,11										18,10	10,05	8,04		56,3	89	5630
39,07	20,11										18,10	10,05	5,73		54,0	87	5399
39,539	20,11										18,10	10,05	1,02		49,3	83	4927
40,008	20,11										18,10	8,07			46,3	80	4627
40,508	20,11										18,10	1,78			40,0	72	3999
41,008	20,11										18,10				38,2	69	3820
41,508	20,11										18,10				38,2	69	3820
42,008	20,11										17,46				37,6	69	3757
42,508	20,11										6,15				26,3	59	2626
43,008	20,11														20,1	50	2011
43,508	20,11														20,1	50	2011
44,008	20,11														20,1	50	2011
44,508	20,11														20,1	50	2011
45,008	20,11														20,1	50	2011
45,508	20,11														20,1	50	2011
46,008	20,11														20,1	50	2011
46,508	20,11														20,1	50	2011
47,008	20,11				1,31										21,4	55	2142
47,508	20,11				12,62										32,7	81	3273
48,008	20,11				18,10										38,2	88	3820
48,508	20,11				18,10										38,2	88	3820
49,008	20,11		9,00		18,10										47,2	88	4720
49,508	20,11		18,10		18,10										56,3	89	5630
50,008	20,11		18,10		18,10										56,3	89	5630
50,498	20,11		18,10		18,10		8,55								64,8	99	6485
50,988	20,11		18,10		18,10		18,10								74,4	108	7439
51,478	20,11		18,10		18,10		18,10								74,4	108	7439
51,968	20,11		18,10		18,10		18,10								74,4	108	7439
52,458	20,11		18,10		18,10		18,10								74,4	108	7439
52,948	20,11		18,10		18,10		18,10								74,4	108	7439
53,438	20,11		18,10		18,10		18,10								74,4	108	7439
53,928	20,11		18,10		18,10		18,10								74,4	108	7439
54,418	20,11		18,10		18,10		18,10								74,4	108	7439
54,908	20,11		18,10		18,10		18,10								74,4	108	7439
55,398	20,11		18,10		18,10		18,10								74,4	108	7439
55,888	20,11		18,10		18,10		18,10								74,4	108	7439
56,378	20,11		18,10		18,10		18,10								74,4	108	7439
56,868	20,11		18,10		18,10		18,10								74,4	108	7439
57,358	20,11		18,10		18,10		18,10								74,4	108	7439
57,848	20,11		18,10		18,10		18,10								74,4	108	7439
58,338	20,11		18,10		18,10		18,10								74,4	108	7439
58,828	20,11		18,10		18,10		18,10								74,4	108	7439
59,318	20,11		18,10		18,10		18,10								74,4	108	7439
59,808	20,11		18,10		18,10		18,10								74,4	108	7439
60,298	20,11		18,10		18,10		10,00								66,3	101	6630
60,788	20,11		18,10		18,10										56,3	89	5630
61,278	20,11		18,10		18,10										56,3	89	5630
61,768	20,11		18,10		18,10										56,3	89	5630
62,258	20,11		18,10		18,10										56,3	89	5630
62,748	20,11		18,10		7,06										45,3	78	4526
63,238	20,11		18,10												38,2	69	3820
63,728	20,11		18,10												38,2	69	3820
64,218	20,11		12,71												32,8	65	3282
64,708	16,64		1,63												18,3	54	1827
64,858	12,87														12,9	50	1287
65	9,30														9,3	50	930

Armeringsmängden för överkantsarmering presenteras i tabellen nedan. Huvudbalkarnas armeringsmängd inkluderar medverkande flänsbredd som är beräknad i kapitel 10.6. Det markerade området i tabellen, vilket är området omkring stödet, är den data som används vid beräkning av medverkande bredd.

\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

Framtagning av armeringsmängder
2019-09-02
Överkant huvudbalk och medverkande fläns
LÄNGDLED
Förankringslängd l_{bd} här antaget 50Ø

Armeringslittera	**A211**	**A212-1(1)**	**A212-1(2)**	**A213-1(1)**	**A213-1(2)**	**A214-1(1)**	**A214-1(2)**	**A215**
Armeringsmängd A_s [cm²/m]	14,1	8,0	8,0	8,0	8,0	18,1	18,1	12,06
Startpunkt [m]	-0,4	11,56	36,20	13,55	38,32	15	40	-0,40
Slutpunkt [m]	65,40	28,80	53,44	26,68	51,45	25,00	50,00	65,40
Förankringslängd l_{bd} [m]	**0,80**	**0,80**	**0,80**	**0,80**	**0,80**	**0,80**	**0,80**	**0,80**
Tyngdpunkt TP [mm]	50	50	50	50	50	90	90	192
Diameter Ø [mm]	16	16	16	16	16	16	16	16
Antal	7	4	4	4	4	9	9	6
Armeringsarea $A_\varnothing$ [mm²]	201,1	201,1	201,1	201,1	201,1	201,1	201,1	201,1

Längdmätning	Armeringsmängder för respektive littera										
$X_{systemanalys}$ [m]	**A211**	**A212-1(1)**	**A212-1(2)**	**A213-1(1)**	**A213-1(2)**	**A214-1(1)**	**A214-1(2)**	**A215**	**$A_{s,tot}$ [cm²/m]**	**y_0 [mm]**	**$A_{s,tot}$ [mm²/m]**
0	7,0							6,0	13,1	116	1307
0,15	9,7							8,3	18,0	116	1797
0,3	12,3							10,6	22,9	116	2287
0,79	14,1							12,1	26,1	116	2614
1,28	14,1							12,1	26,1	116	2614
1,77	14,1							12,1	26,1	116	2614
2,26	14,1							12,1	26,1	116	2614
2,75	14,1							12,1	26,1	116	2614
3,24	14,1							12,1	26,1	116	2614
3,73	14,1							12,1	26,1	116	2614
4,22	14,1							12,1	26,1	116	2614
4,71	14,1							12,1	26,1	116	2614
5,2	14,1							12,1	26,1	116	2614
5,69	14,1							12,1	26,1	116	2614
6,18	14,1							12,1	26,1	116	2614
6,67	14,1							12,1	26,1	116	2614
7,16	14,1							12,1	26,1	116	2614
7,65	14,1							12,1	26,1	116	2614
8,14	14,1							12,1	26,1	116	2614
8,63	14,1							12,1	26,1	116	2614
9,12	14,1							12,1	26,1	116	2614
9,61	14,1							12,1	26,1	116	2614
10,1	14,1							12,1	26,1	116	2614
10,59	14,1							12,1	26,1	116	2614
11,08	14,1							12,1	26,1	116	2614
11,57	14,1	0,1						12,1	26,2	115	2624
12,06	14,1	5,0						12,1	31,2	105	3116
12,55	14,1	8,0						12,1	34,2	100	3418
13,04	14,1	8,0						12,1	34,2	100	3418
13,53	14,1	8,0						12,1	34,2	100	3418
14,02	14,1	8,0		4,7				12,1	38,9	94	3891
14,51	14,1	8,0		8,0				12,1	42,2	91	4222
15	14,1	8,0		8,0		0,0		12,1	42,2	91	4222
15,5	14,1	8,0		8,0		11,3		12,1	53,5	90	5353
16	14,1	8,0		8,0		18,1		12,1	60,3	90	6032
16,5	14,1	8,0		8,0		18,1		12,1	60,3	90	6032
17	14,1	8,0		8,0		18,1		12,1	60,3	90	6032
17,5	14,1	8,0		8,0		18,1		12,1	60,3	90	6032
18	**14,1**	**8,0**		**8,0**		**18,1**		**12,1**	**60,3**	**90**	**6032**
18,5	**14,1**	**8,0**		**8,0**		**18,1**		**12,1**	**60,3**	**90**	**6032**
19	**14,1**	**8,0**		**8,0**		**18,1**		**12,1**	**60,3**	**90**	**6032**
19,5	**14,1**	**8,0**		**8,0**		**18,1**		**12,1**	**60,3**	**90**	**6032**
20	**14,1**	**8,0**		**8,0**		**18,1**		**12,1**	**60,3**	**90**	**6032**
20,5	**14,1**	**8,0**		**8,0**		**18,1**		**12,1**	**60,3**	**90**	**6032**
21	**14,1**	**8,0**		**8,0**		**18,1**		**12,1**	**60,3**	**90**	**6032**
21,5	**14,1**	**8,0**		**8,0**		**18,1**		**12,1**	**60,3**	**90**	**6032**
22	**14,1**	**8,0**		**8,0**		**18,1**		**12,1**	**60,3**	**90**	**6032**
22,5	14,1	8,0		8,0		18,1		12,1	60,3	90	6032
23	14,1	8,0		8,0		18,1		12,1	60,3	90	6032
23,5	14,1	8,0		8,0		18,1		12,1	60,3	90	6032
24	14,1	8,0		8,0		18,1		12,1	60,3	90	6032
24,5	14,1	8,0		8,0		11,3		12,1	53,5	90	5353
25	14,1	8,0		8,0		0,0		12,1	42,2	91	4222
25,469	14,1	8,0		8,0				12,1	42,2	91	4222
25,938	14,1	8,0		7,5				12,1	41,6	91	4164
26,407	14,1	8,0		2,7				12,1	36,9	96	3693
26,876	14,1	8,0						12,1	34,2	100	3418
27,345	14,1	8,0						12,1	34,2	100	3418
27,814	14,1	8,0						12,1	34,2	100	3418
28,283	14,1	5,2						12,1	31,3	105	3134
28,752	14,1	0,5						12,1	26,6	114	2662
29,221	14,1							12,1	26,1	116	2614
29,69	14,1							12,1	26,1	116	2614
30,159	14,1							12,1	26,1	116	2614
30,628	14,1							12,1	26,1	116	2614
31,097	14,1							12,1	26,1	116	2614
31,566	14,1							12,1	26,1	116	2614
32,035	14,1							12,1	26,1	116	2614
32,504	14,1							12,1	26,1	116	2614

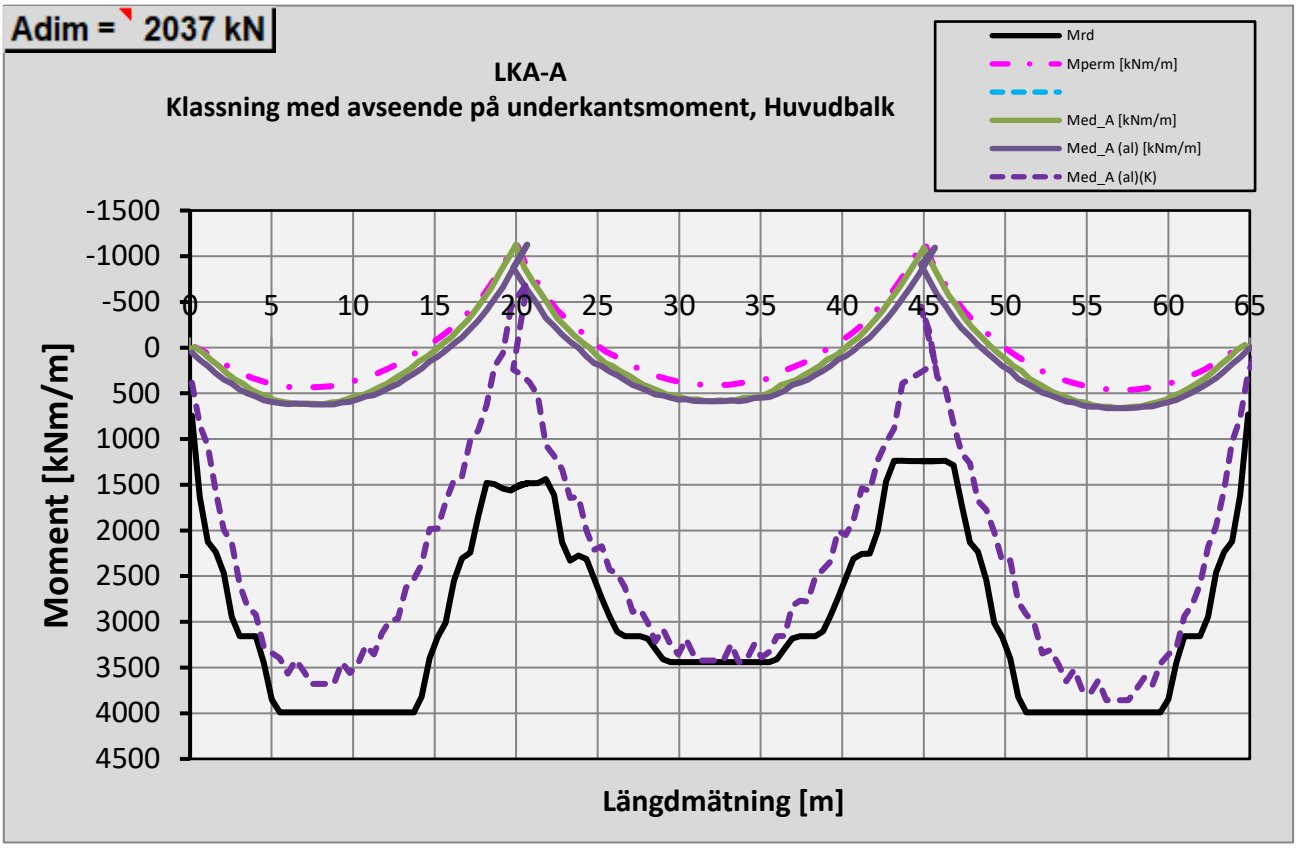
\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

32,973	14,1							12,1	26,1	116	2614
33,442	14,1							12,1	26,1	116	2614
33,911	14,1							12,1	26,1	116	2614
34,38	14,1							12,1	26,1	116	2614
34,849	14,1							12,1	26,1	116	2614
35,318	14,1							12,1	26,1	116	2614
35,787	14,1							12,1	26,1	116	2614
36,256	14,1		0,6					12,1	26,7	114	2670
36,725	14,1		5,3					12,1	31,4	105	3142
37,194	14,1		8,0					12,1	34,2	100	3418
37,663	14,1		8,0					12,1	34,2	100	3418
38,132	14,1		8,0					12,1	34,2	100	3418
38,601	14,1		8,0		2,8			12,1	37,0	96	3701
39,07	14,1		8,0		7,5			12,1	41,7	91	4172
39,539	14,1		8,0		8,0			12,1	42,2	91	4222
40,008	14,1		8,0		8,0		0,2	12,1	42,4	91	4240
40,508	14,1		8,0		8,0		11,5	12,1	53,7	90	5371
41,008	14,1		8,0		8,0		18,1	12,1	60,3	90	6032
41,508	14,1		8,0		8,0		18,1	12,1	60,3	90	6032
42,008	14,1		8,0		8,0		18,1	12,1	60,3	90	6032
42,508	14,1		8,0		8,0		18,1	12,1	60,3	90	6032
43,008	**14,1**		**8,0**		**8,0**		**18,1**	**12,1**	**60,3**	**90**	**6032**
43,508	**14,1**		**8,0**		**8,0**		**18,1**	**12,1**	**60,3**	**90**	**6032**
44,008	**14,1**		**8,0**		**8,0**		**18,1**	**12,1**	**60,3**	**90**	**6032**
44,508	**14,1**		**8,0**		**8,0**		**18,1**	**12,1**	**60,3**	**90**	**6032**
45,008	**14,1**		**8,0**		**8,0**		**18,1**	**12,1**	**60,3**	**90**	**6032**
45,508	**14,1**		**8,0**		**8,0**		**18,1**	**12,1**	**60,3**	**90**	**6032**
46,008	**14,1**		**8,0**		**8,0**		**18,1**	**12,1**	**60,3**	**90**	**6032**
46,508	**14,1**		**8,0**		**8,0**		**18,1**	**12,1**	**60,3**	**90**	**6032**
47,008	**14,1**		**8,0**		**8,0**		**18,1**	**12,1**	**60,3**	**90**	**6032**
47,508	**14,1**		**8,0**		**8,0**		**18,1**	**12,1**	**60,3**	**90**	**6032**
48,008	**14,1**		**8,0**		**8,0**		**18,1**	**12,1**	**60,3**	**90**	**6032**
48,508	14,1		8,0		8,0		18,1	12,1	60,3	90	6032
49,008	14,1		8,0		8,0		18,1	12,1	60,3	90	6032
49,508	14,1		8,0		8,0		11,1	12,1	53,4	90	5335
50,008	14,1		8,0		8,0			12,1	42,2	91	4222
50,498	14,1		8,0		8,0			12,1	42,2	91	4222
50,988	14,1		8,0		4,6			12,1	38,8	94	3883
51,478	14,1		8,0					12,1	34,2	100	3418
51,968	14,1		8,0					12,1	34,2	100	3418
52,458	14,1		8,0					12,1	34,2	100	3418
52,948	14,1		4,9					12,1	31,1	105	3108
53,438	14,1		0,0					12,1	26,2	115	2616
53,928	14,1							12,1	26,1	116	2614
54,418	14,1							12,1	26,1	116	2614
54,908	14,1							12,1	26,1	116	2614
55,398	14,1							12,1	26,1	116	2614
55,888	14,1							12,1	26,1	116	2614
56,378	14,1							12,1	26,1	116	2614
56,868	14,1							12,1	26,1	116	2614
57,358	14,1							12,1	26,1	116	2614
57,848	14,1							12,1	26,1	116	2614
58,338	14,1							12,1	26,1	116	2614
58,828	14,1							12,1	26,1	116	2614
59,318	14,1							12,1	26,1	116	2614
59,808	14,1							12,1	26,1	116	2614
60,298	14,1							12,1	26,1	116	2614
60,788	14,1							12,1	26,1	116	2614
61,278	14,1							12,1	26,1	116	2614
61,768	14,1							12,1	26,1	116	2614
62,258	14,1							12,1	26,1	116	2614
62,748	14,1							12,1	26,1	116	2614
63,238	14,1							12,1	26,1	116	2614
63,728	14,1							12,1	26,1	116	2614
64,218	14,1							12,1	26,1	116	2614
64,708	12,2							10,4	22,6	116	2261
64,858	9,5							8,2	17,7	116	1771
64,998	7,1							6,1	13,1	116	1313

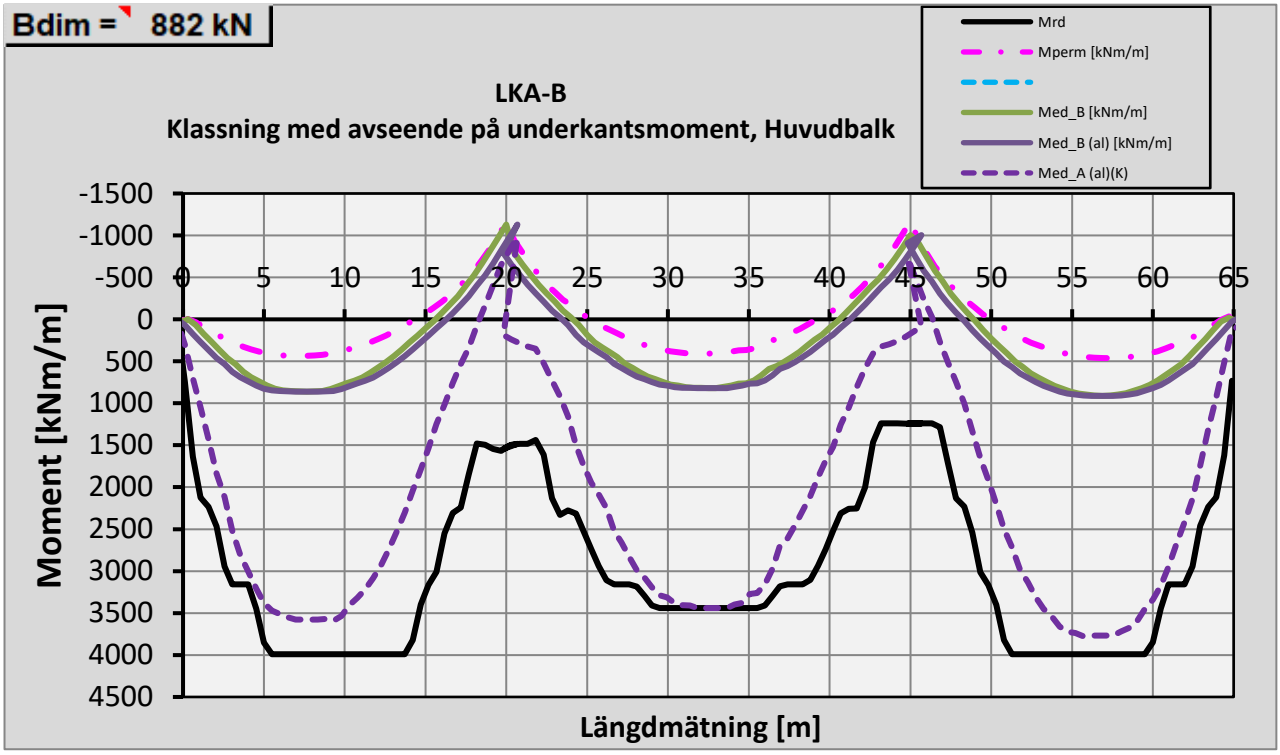
\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

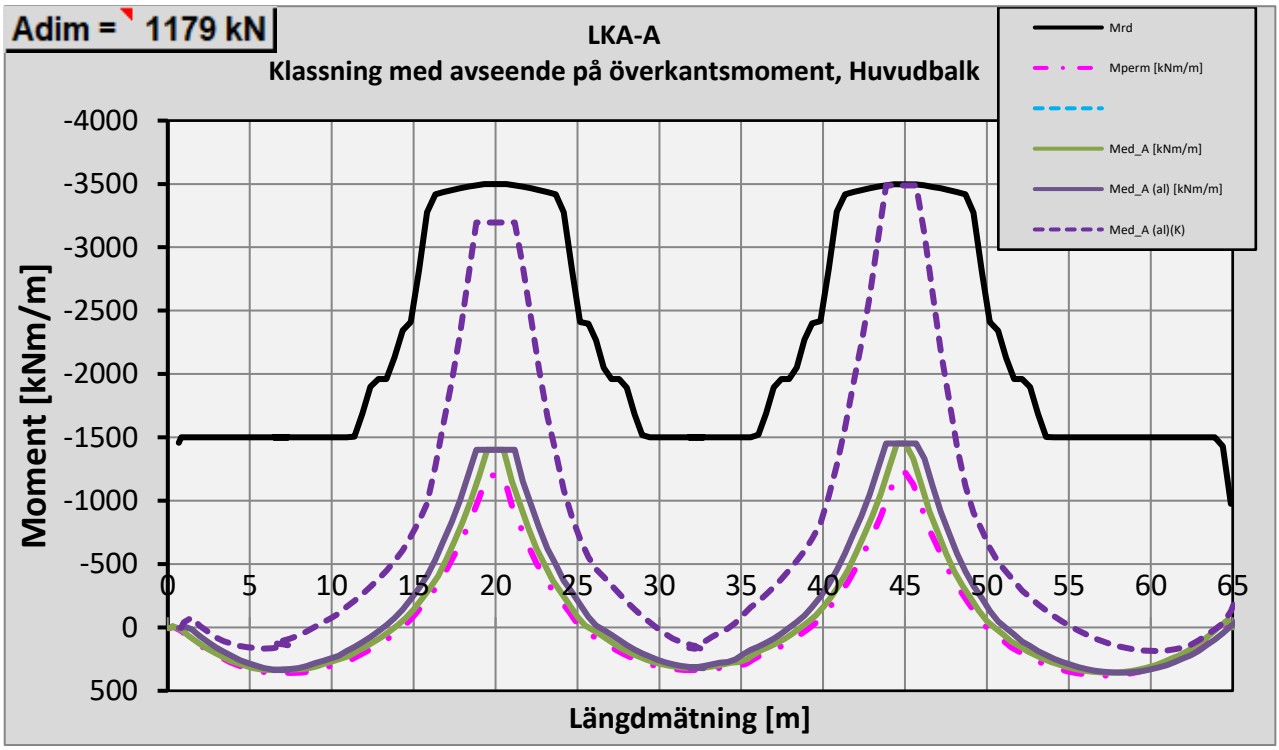
10.4 Moment, eget körfält

Momentkapacitet och klassningsberäkning för varje snitt presenteras i Bilaga 3. Nedan presenteras diagrammen för A/B värde för huvudbalken.

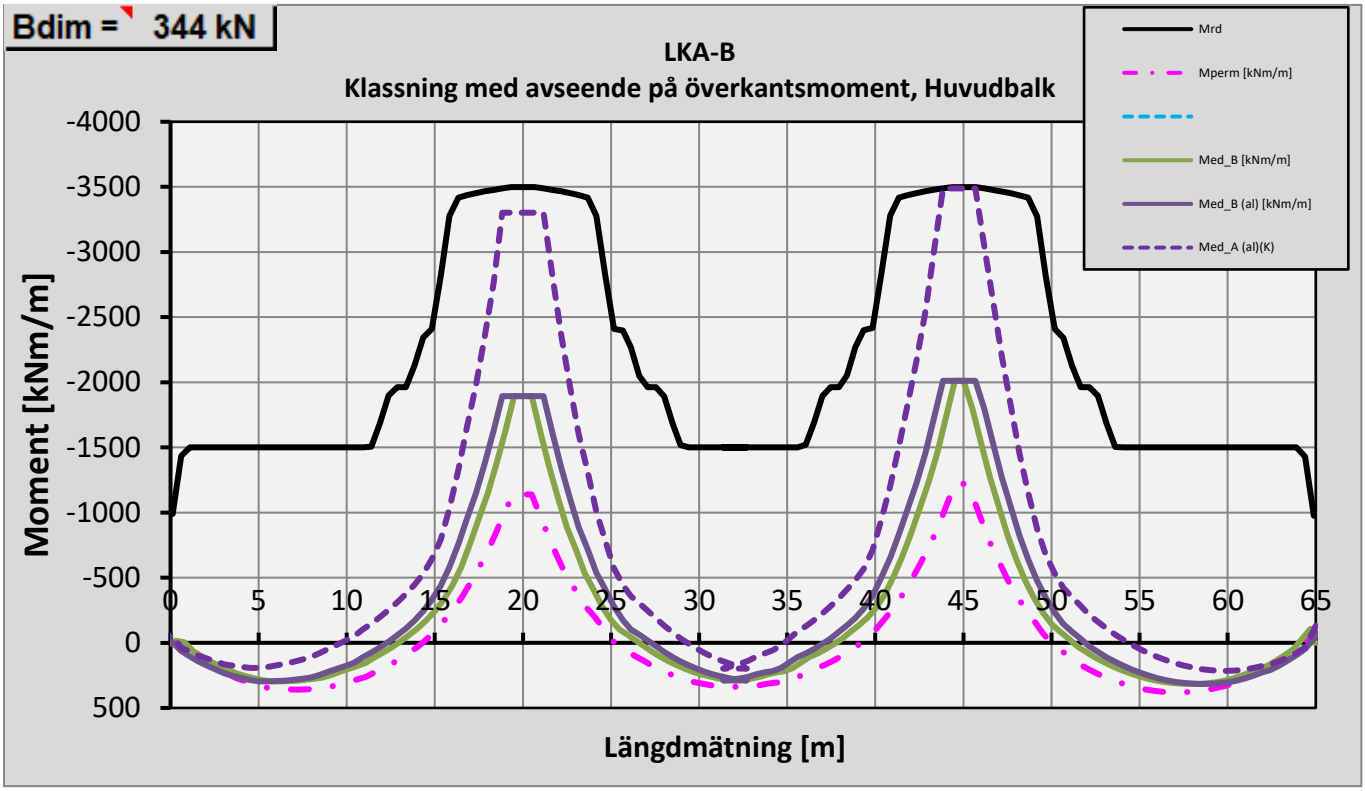


\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx





\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx



10.5 Tvärkraft och vridmoment, eget körfält

Tvärkraft och vridmoment delar på kapaciteten för byglar och tilldelas därmed en kapacitetskvot som optimeras för att beräkna högsta A/B – värde.

Den dimensionerande bygelkvoten/kapacitetskvoten resulterade i 81% till tvärkraft och 19% till vridmoment. Tvärkraften resulterar i ett B-värde på 386 kN och vridmoment på 381 kN.

Nedan beräknas snittet som ger högst A/B – värde. Beräkningar längs med hela bron presenteras i Bilaga 3.

\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

Beräkning av tvärkraftskapacitet i brott

1.1 Tvärsnitt

$x_L := 50.5m$ *Längdmätning*

$h := 1425mm$ *Höjd*

$d := 1366mm$ *Effektiv höjd*

$b_w := 685mm$ *Bredd*

1.2 Armeringsinnehåll

$A_{s0} := 7691mm^2$ *Längsgående armering (armering i ök och uk medräknas)*

$A_{sv.tot} := 226mm^2$ *Total bygelarmering*

$A_{sv} := 0.81 \cdot A_{sv.tot} = 183.06 \cdot mm^2$ Bygelarmering som används som tvärkraftsarmering (84% av total armeringsarea), kvarvarande 16 % används som vridarmering.

$s := 200mm$ *s-avstånd byglar*

$\beta_1 := 90°$ *Lutning byglar*

1.3 Snittkrafter

$V_{LKA} := 561.18kN$ *Absolutbelopp av dimensionerande tvärkraft (B-fordon)*

$V_{perm} := 326.43 \cdot kN$ *Absolutbelopp av dimensionernade tvärkraft exkl.typfordon (B-fordon)*

2. Material

$\gamma_n := 1.2$ *Säkerhetsklass 3*

Betong

$f_{cc} := 17.1MPa$ *Dimensionerande tryckhållfasthet*

$f_{ct} := 1.14MPa$ *Dimensionerande draghållfasthet*

Byglar

$f_{st1} := 449MPa$ *Dimensionerande sträckgräns*

$f_{sv1} := \min\left(f_{st1}, \frac{520MPa}{1.15 \cdot \gamma_n}\right) = 376.812 \cdot MPa$ *Dimensionerande draghållfasthet, se BBK 3.7.4.2.*

\\ramse\pub\sto1\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

3.1 Tvärkraftskapacitet

Parametrar

Enligt BBK 04 avsnitt 3.7.3

$$\zeta := \begin{cases} 1.4 & \text{if } d \le 0.2m \\ \left[1.6 - \frac{d}{(m)}\right] & \text{if } 0.2m < d \le 0.5m \\ \left[1.3 - 0.4 \cdot \frac{d}{(m)}\right] & \text{if } 0.5m < d \le 1m \\ 0.9 & \text{if } d > 1m \end{cases} \qquad \zeta = 0.9$$

$\theta := 45deg$ *Antagen lutning på skjuvspricka*

Beräknade värden

Armeringsinnehåll

$$\rho := \frac{A_{s0}}{b_w \cdot d} \qquad \rho = 0.00822$$

Betongens formella skjuvhållfasthet

$$f_v := 0.3 \cdot \zeta \cdot (1 + 50 \cdot \rho) \cdot f_{ct} \qquad f_v = 0.434 \cdot MPa$$

Betongens tvärkraftkapacitet V_c enligt BBK 2.7.3.2

$$V_c := b_w \cdot d \cdot f_v \qquad V_c = 406.4 \cdot kN$$

Tvärkraftsarmeringens bidrag V_s enligt BBK 2.7.4.2

$$V_s := A_{sv} \cdot f_{sv1} \cdot \frac{0.9 \cdot d}{s}$$

$$V_s = 424 \cdot kN$$

För att tvärkraftsarmeringen skall få räknas som statiskt verksam krävs att V_s överstiger:

$0.2 \cdot b_w \cdot d \cdot f_{ct} = 213 \cdot kN$ *Ok!*

Total tvärkraftskapacitet

$$V_{Rd} := V_c + V_s \qquad \boxed{V_{Rd} = 830 \cdot kN}$$

\\ramse\pub\stol\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

Övre gräns med avseende på tryckbrott

$V_{d_max} := 0.25 \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cc} = 4000 \cdot kN$ *Ok!*

3.2 Klassning m.a.p tvärkraft

Proportionsfaktor, k $k := \frac{V_{Rd} - V_{perm}}{V_{LKA} - V_{perm}} = 2.15$

Dimensionerande B-värde $B_{dim} := k \cdot 180kN$ $\boxed{B_{dim} = 386 \cdot kN}$

\\ramse\pub\stol\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

Beräkning av vridningskapacitet i brott

1. Dimensionerande snittkrafter xL = 50.5 m

Typfordon B

$T_{sd_B} := 56.54kNm$ (absolutbelopp)

$V_{sd_B} := 561.18kN$ (absolutbelopp)

Eklusive trafik

$T_{sd_exkl_trafik} := 15.93kNm$ (absolutbelopp)

2. Geometri

$b := 685mm$ Bredd

$h := 1465mm$ Höjd

$d := 1366mm$ Effektiv höjd

$c := 30mm$ Täckande betongskikt

$\Phi_b := 12mm$ Bygelarmerings dimension

$\Phi_l := 16mm$ Längsgående armerings dimension

$$t := \left(c + \Phi_b + \frac{\Phi_l}{2}\right)\cdot 2 = 100\cdot mm$$

$A_{ef} := (b - t)\cdot(h - t) = 0.799\,m^2$ Beräknad enligt BBK 04 avsnitt 3.8.4

$u_{ef} := 2\cdot(b - t) + 2\cdot(h - t) = 3.9\,m$ Beräknad enligt BBK 04 avsnitt 3.8.4

$d_{ef} := b - t = 585\cdot mm$

$h_{ef} := 0.2d_{ef} = 117\cdot mm$

$\theta := 45deg$ Antagen sprickklutning

3. Material

Betong

$f_{ctk} := 2.05MPa$ $f_{ct} := \frac{f_{ctk}}{1.5\cdot 1.2} = 1.14\cdot MPa$

$f_{ck} := 30.8MPa$ $f_{cc} := \frac{f_{ck}}{1.5\cdot 1.2} = 17.11\cdot MPa$

Armering

Längsgående armering:

Hållfasthet

$f_{yk_1} := 620MPa$ $f_{st_1} := \frac{f_{yk_1}}{1.15\cdot 1.2} = 449\cdot MPa$

\\ramse\pub\stol\bau\2019\132004370\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

Medräknat armeringsinnehåll: 10 fi 16 (järn i balkens hörn närmast bygel - två i ök och två i uk och A216/218) medräknas 34*113+4*201=4650

Den längsgående armering som medräknas i vridkapaciteten medräknats inte som böjarmering för moment i samma snitt.

$A_{sl} := 2011mm^2$

Tvärgående armering, (byglar)

Hållfasthet

$f_{yk_t} := 410MPa$ $\qquad f_{st_t} := \frac{f_{yk_t}}{1.15 \cdot 1.2} = 297 \cdot MPa$ *Dimensionerande draghållfasthet, se BBK 3.7.4.2.*

Tvärsnittsarea , 1 st. skär

$A_{st} := 42.98mm^2$

Bygelarmering, avser 2 stycken skär 2 Ø 12 * (1-0,81)=42.98 mm², dvs. den kvarvarande bygelarmeringen efter att 81 % använts till tvärkraftsarmering

s-avstånd

$s := 200mm$

4. Beräkning

Vridmomentkapacitet med avseende på längsgående armering

$$T_{Rd1} := \frac{A_{sl} \cdot f_{st_1} \cdot 2 \cdot A_{ef} \cdot \tan(\theta)}{u_{ef}} = 370 \cdot kNm$$

Vridmomentkapacitet med avseende på bygelarmering

$$T_{Rd2} := \frac{f_{st_t} \cdot A_{st} \cdot 2 \cdot A_{ef}}{s \cdot \tan(\theta)} = 102 \cdot kNm$$

Vridmomentkapacitet med avseende på tryckbrott

$$T_{Rd_max} := 2 \cdot A_{ef} \cdot h_{ef} \left(0.25 \cdot f_{cc} - \frac{V_{sd_B}}{b \cdot d} \right) = 687.26 \cdot kNm$$

Dimensionerande vridmomentkapacitet

$$T_{Rd_dim} := \min\left(T_{Rd1}, T_{Rd2}, T_{Rd_max}\right) = 102 \cdot kNm$$

Betongtvärsnittets vridmomentkapacitet exklusive armering

Enligt avsnitt 4.2.2.1.1 i TDOK 2013:0267

$$Z := \frac{b^2}{2} \cdot \left(h - \frac{b}{3} \right) = 0.29 \cdot m^3$$

$$T_{RD_exkl_arm} := 0.3 \cdot Z \cdot f_{ct} = 99 \cdot kNm$$

\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004370\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

5. Dimensionerande boggielast

Typfordon B

$$k_B := \frac{T_{Rd_dim} - T_{sd_exkl_trafik}}{T_{sd_B} - T_{sd_exkl_trafik}} = 2.119$$

$$\boxed{B := 180kN \cdot k_B = 381 \cdot kN}$$

Beräkning för dimensionerande A-värde presenteras i Bilaga 3. De dimensionerande värdena är 704 kN för tvärkraft och 709 kN för vridmoment.

10.6 Medverkande flänsbredd

Klassningsberäkningen för balken i längdled för stödmoment resulterade i ett B-värde på omkring 60 kN där en rektangulär balk beaktades. Resultatet anses orimligt låg och med en hög tvärgående armeringskapacitet utfördes följande beräkningen av medverkande flänsbredd.

För att få använda armeringen i T-balkens flänsar krävs dock att kontroll görs för så kallad flänsavskjuvning i enlighet med [4] 6.2.4.2 – det vill säga att en viss mängd tvärgående armering beräknas användas för att förhindra flänsavskjuvning för T-tvärsnittet.

Den mängd tvärgående armering (”A_t”) som beräknas användas för att förhindra flänsavskjuvning för T-tvärsnittet och kommer därmed inte kunna utnyttjas till kapacitet för tvärgående böjande moment i farbaneplattan. Formeln för erforderlig tvärarmering redovisas nedan. Formeln är hämtad ur [4] 6.2.4.2.

\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

$$A_t = \left(\frac{A_f}{A} \cdot \frac{V_d}{z} - h_f f_v \right) \frac{1}{f_{st}} \qquad (6.2.4.2)$$

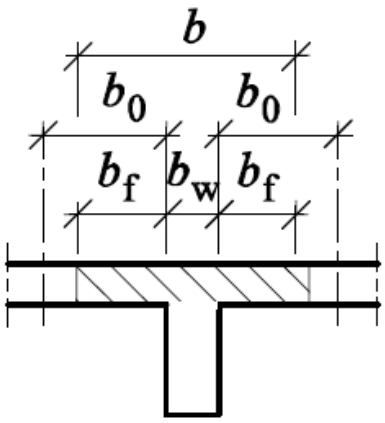
där

A	är total tryckzonsarea om den studerade flänsen är tryckt och total böjarmeringsarea om den är dragen
A_f	är den del av tryckzonsarea respektive böjarmeringsarea som befinner sig inom bredden b_f enligt figur 6.2.4.1a – c
f_v	$= 0{,}35 f_{ct}$
h_f	är flänstjocklek
z	är tvärsnittets inre hävarm som kan sättas till 0,9 gånger balkens effektiva höjd d

Innan kontroll för flänsavskjuvning kan utföras måste medverkande flänsbredd, b_f, väljas för tvärsnittet. Den medverkande flänsbredden måste enligt [4] 6.2.4.1 vara lägre än b_0 som enligt [1] 4.1.2.7.2 får bestämmas som

1. halva avståndet mellan två närliggande balkliv (= 400 mm), eller
2. som konsolbredd exklusive kantbalk (= 500 mm)

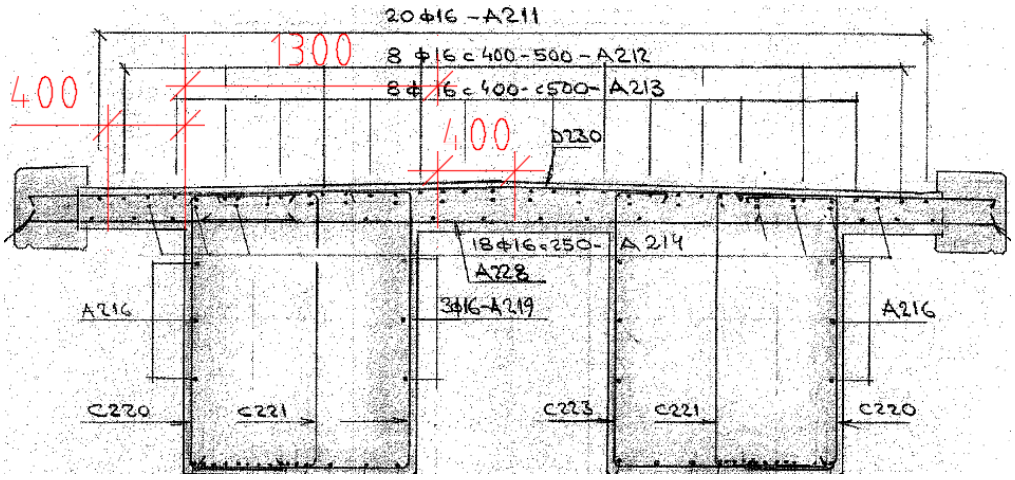
b_0 väljs till 400 mm. Figuren nedan redovisar begreppen b_0 och b_f.



Bilden är tagen från [4] 6.2.4.1

\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

Medverkande flänsbredd väljs till full bredd (b_f = 400 mm) från balk. Bredden b_f visas i figuren nedan där A beräknas i området 1300mm och A_f inom området b_f=400mm.



Medverkande flänsbredd behövs endast vid stöd och därmed kommer följande beräkning av A_t endast beakta området kring stöd.

Först presenteras en handberäkning för medverkande flänsbredd och sedan presenteras tabeller över området kring stöden.

\\ramse\pub\stoi\bau\2019\1320043470\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

KONTROLL AV ARMERINGSBEHOVET AV TVÄRARMERING FÖR ATT BERÄKNA LÄNGSGÅENDE ARMERINGKAPACITET I MEDVERKANDE FLÄNSBREDD

Om fläns förutsätts medverka i brottgränstillstånd för att ge plats åt erforderlig dragarmering kan tvärarmering, A_t, krävas i flänsen inom effektiva bredden b_f

Kontrollen nedan utförs vid xL = 19 m.

$b_{1f} := 400mm$ $\quad b_f < 500mm$ $\quad$ Halva avståndet mellan balkliv

Längdmätning $\quad x_L := 19m$

Höjd $\quad h := 2465mm$

Effektiv höjd $\quad d := 1351mm$

Bredd $\quad b := 1231mm$

Armering Ks60

$f_{yk} := 620MPa$ $\quad f_{st} := \frac{f_{yk}}{1.15 \cdot 1.2} = 449 \cdot MPa$

$f_{ct} := 1.14MPa$ // Betongens dimensionerande draghållfasthet

$A := 6434 \cdot mm^2$ // Total armeringsmängd för balk och medverkande flänsbredd

$A_f := 2615.9 \cdot mm^2$ // Armeringsmängd tillhörande flänsområdet bf

$Z := 0.9 \cdot d = 1.216 \times 10^3 \cdot mm$ // Tvärsnittets inre hävarm

$h_f := 220mm$ // Tjocklek av fläns

$f_v := 0.35 \cdot f_{ct} = 0.399 \cdot MPa$

$f_{st} = 449.275 \cdot MPa$ // Armering Ks60, säkerhetsklass 3

$V_d := 147kN$ // Tillhörande tvärkraft till Mmin

$$A_t := \left[\left(\frac{V_d}{Z} \cdot \frac{A_f}{A}\right) - h_f \cdot f_v\right] \cdot \frac{1}{f_{st}} = -85.974 \cdot \frac{mm^2}{m}$$

Beräkning av momentkapacitet i brottgränstillstånd

α	0,8
β	0,4

Momentkapacitet överkant längsled

INDATA												BERÄKNING					
Snitt	xL [m]	h [mm]	b [mm]	y_0 [mm]	d [mm]	f_{cc} [MPa]	f_{ct} [MPa]	ε_{cu}	f_{st} [MPa]	E_{sd} [GPa]	A_s [mm²]	x [mm]	ε_s	σ_s [MPa]	$\sigma_s > f_{st,min}$?	a_l [m]	**M_{Rd} [kNm]**

\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

39	18	1445	1095	92	1353	17,1	1,14	0,0035	449,3	173,2	6434	193	0,021	3643	JA	0,676	3687
40	18,5	1445	1163	92	1353	17,1	1,14	0,0035	449,3	173,2	6434	182	0,023	3908	JA	0,676	3700
41	19	1445	1232	92	1353	17,1	1,14	0,0035	449,3	173,2	6434	172	0,024	4173	JA	0,676	3712
42	19,5	1445	1300	92	1353	17,1	1,14	0,0035	449,3	173,2	6434	163	0,026	4438	JA	0,676	3722
43	20	1445	1300	92	1353	17,1	1,14	0,0035	449,3	173,2	6434	163	0,026	4438	JA	0,676	3722
44	20,5	1445	1300	92	1353	17,1	1,14	0,0035	449,3	173,2	6434	163	0,026	4438	JA	0,676	3722
45	21	1445	1232	92	1353	17,1	1,14	0,0035	449,3	173,2	6434	172	0,024	4173	JA	0,676	3712
46	21,5	1445	1163	92	1353	17,1	1,14	0,0035	449,3	173,2	6434	182	0,023	3908	JA	0,676	3700
47	22	1445	1095	92	1353	17,1	1,14	0,0035	449,3	173,2	6434	193	0,021	3643	JA	0,676	3687

91	43,008	1445	1096	92	1353	17,1	1,14	0,0035	449,3	173,2	6434	193	0,021	3647	JA	0,676	3687
92	43,508	1445	1164	92	1353	17,1	1,14	0,0035	449,3	173,2	6434	181	0,023	3912	JA	0,676	3700
93	44,008	1445	1233	92	1353	17,1	1,14	0,0035	449,3	173,2	6434	171	0,024	4178	JA	0,676	3712
94	44,508	1445	1300	92	1353	17,1	1,14	0,0035	449,3	173,2	6434	163	0,026	4438	JA	0,676	3722
95	45,008	1445	1300	92	1353	17,1	1,14	0,0035	449,3	173,2	6434	163	0,026	4438	JA	0,676	3722
96	45,508	1445	1299	92	1353	17,1	1,14	0,0035	449,3	173,2	6434	163	0,026	4434	JA	0,676	3722
97	46,008	1445	1231	92	1353	17,1	1,14	0,0035	449,3	173,2	6434	172	0,024	4169	JA	0,676	3712
98	46,508	1445	1162	92	1353	17,1	1,14	0,0035	449,3	173,2	6434	182	0,023	3904	JA	0,676	3700
99	47,008	1445	1094	92	1353	17,1	1,14	0,0035	449,3	173,2	6434	193	0,021	3639	JA	0,676	3687
100	47,508	1445	1026	92	1353	17,1	1,14	0,0035	449,3	173,2	6434	206	0,019	3373	JA	0,676	3672
101	48,008	1445	957,2	92	1353	17,1	1,14	0,0035	449,3	173,2	6434	221	0,018	3108	JA	0,676	3655

Bro över Torne Älv

Beräkning av flänsavskjuvningsarmering [A_t]

Ingångs värde		
A		120 kN
B		180 kN

Utdata Sofistik — ÖVERKANT

xL [m]	$V_{d_till_ök}$ [kN/m]	$V_{perm_ök}$ [kN/m]	$\lvert V_{d_till_ök} \rvert$ [kN/m]	A_f [mm^2]	K [-]	V_d	A_t [mm^2]
18	-103,6	-63,4	103,6	3017,0	2,11	148	-94,825771
18,5	-99,0	-61,2	99,0	2817,0	2,11	141	-109,151468
19	-103,5	-64,1	103,5	2615,9	2,11	147	-112,555896
19,5	-110,2	-67,9	110,2	2614,9	2,11	157	-105,283263
20	-126,6	-73,1	126,6	2613,8	2,11	186	-83,941699
20,5	143,4	76,5	143,4	2614,9	2,11	218	-60,257510
21	142,5	77,9	142,5	2615,9	2,11	214	-62,845137
21,5	133,5	72,7	133,5	2817,0	2,11	201	-61,082358
22	107,5	63,6	107,5	3018,1	2,11	156	-88,041088
43,008	-105,6	-61,5	105,6	3018,1	2,11	155	-89,480094
43,508	-111,3	-58,5	111,3	3019,1	2,11	170	-76,223835
44,008	-116,8	-61,7	116,8	2818,1	2,11	178	-79,460390
44,508	-123,9	-65,7	123,9	2614,9	2,11	188	-82,056690
45,008	-133,7	-71,4	133,7	2613,8	2,11	203	-71,413733
45,508	105,7	65,1	105,7	2614,9	2,11	151	-110,005746
46,008	93,6	55,4	93,6	2818,1	2,11	136	-113,085411
46,508	118,2	73,7	118,2	3019,1	2,11	168	-78,182361
47,008	112,1	70,4	112,1	3017,0	2,11	158	-86,240124

Negativa A_t värden betyder att ingen tvärgående armering behövs, dvs medverkande flänsbredd på 400mm kan tillgodoses i längsgående överkantsarmering utan att reducera tvärgående armering.

\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

10.7 Sammanställning av resultat, huvudbalk

Sammanställning av A/B – värde för huvudbalk presenteras i tabellen nedan.

LKA Huvudbalk		
Eget körfält	***A (kN)***	***B (kN)***
Moment underkant	2037	882
Moment överkant	1179	344
Tvärkraft	704	386
Vridmoment	709	381
Dimensionernade värden	**704**	**344**

\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

11. Bärighetsberäkning LKA för plattan

Plattans konsol beräknas ej för moment i tvärled då kapaciteten konstant och snittkrafterna är betydligt högre mellan balkarna. Vilket även gäller för moment i längdled då snittkrafterna är betydligt högre och kapaciteten är lika/ högre för konsolen.

11.1 Armering och längdmätning

Armering för plattan presenteras i avsnitt 10.1. Längdmätningen för varje järn presenteras tillsammans med armeringsmängden i avsnitt 11.3.

11.2 Förankringslängd

Förankringslängden beräknas enligt Betonghandbok konstruktion 3.9.1. Beräkningarna har resulterat till omkring 700mm. Konstruktionens armeringsjärn har ett flertal olika förankringslängder, därmed förenklas längden och har antagits till 50Ø = 800mm.

11.3 Armeringsmängd

I tabellerna nedan presenteras armeringsmängderna för underkant och överkant i längdled och tvärled för plattan.

Armeringsmängden för underkant platta i längdled presenteras inte för varje snitt eftersom armering ej varierar i längdled.

Framtagning av armeringsmängder
2019-08-21
Underkant platta
LÄNGDLED
Förankringslängd l_{bd} här antaget 50Ø

g	A215
Armeringsmängd A_s [cm^2/m]	7,2
Startpunkt [m]	0
Slutpunkt [m]	65,00
Förankringslängd l_{bd} [m]	**0,80**
Tyngdpunkt TP [mm]	50
Diameter Ø [mm]	16
S -avstånd c/c [mm]	280
Bredd b [mm]	1000
Armeringsarea $A_Ø$ [mm^2]	201,1

\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

Framtagning av armeringsmängder
2019-08-21
Överkant platta
LÄNGDLED
Förankringslängd l_{bd} här antaget 50ø

Armeringslittera	**A211**	**A212(1)**	**A212(2)**	**A213(1)**	**A213(2)**	**A214(1)**	**A214(2)**
Armeringsmängd A_s [cm²/m]	8,0	4,0	4,0	4,0	4,0	8,0	8,0
Startpunkt [m]	-0,4	11,56	36,2	13,55	38,32	15	40,00
Slutpunkt [m]	65,40	28,80	53,44	26,68	51,45	25,00	50,00
Förankringslängd l_{bd} [m]	**0,80**	**0,80**	**0,80**	**0,80**	**0,80**	**0,80**	**0,80**
Tyngdpunkt TP [mm]	54	54	54	54	54	90	90
Diameter ø [mm]	16	16	16	16	16	16	16
S -avstånd c/c [mm]	250	500	500	500	500	250	250
Bredd b [mm]	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Armeringsarea A_0 [mm²]	201,1	201,1	201,1	201,1	201,1	201,1	201,1

Längdmätning	Armeringsmängder för respektive littera									
$X_{systemanalys}$ [m]	**A211**	**A212(1)**	**A212(2)**	**A213(1)**	**A213(2)**	**A214(1)**	**A214(2)**	**$A_{s,tot}$ [cm²/m]**	**y_0 [mm]**	**$A_{s,tot}$ [mm²/m]**
0,00	**4,0**							**4,0**	**54**	**402**
0,15	**5,5**							**5,5**	**54**	**553**
0,30	**7,0**							**7,0**	**54**	**704**
0,38	**7,8**							**7,8**	**54**	**784**
0,92	**8,0**							**8,0**	**54**	**804**
1,49	**8,0**							**8,0**	**54**	**804**
1,88	**8,0**							**8,0**	**54**	**804**
2,33	**8,0**							**8,0**	**54**	**804**
2,46	**8,0**							**8,0**	**54**	**804**
2,98	**8,0**							**8,0**	**54**	**804**
3,52	**8,0**							**8,0**	**54**	**804**
3,61	**8,0**							**8,0**	**54**	**804**
4,13	**8,0**							**8,0**	**54**	**804**
4,63	**8,0**							**8,0**	**54**	**804**
5,04	**8,0**							**8,0**	**54**	**804**
5,66	**8,0**							**8,0**	**54**	**804**
5,94	**8,0**							**8,0**	**54**	**804**
6,60	**8,0**							**8,0**	**54**	**804**
7,08	**8,0**							**8,0**	**54**	**804**
7,67	**8,0**							**8,0**	**54**	**804**
7,91	**8,0**							**8,0**	**54**	**804**
8,43	**8,0**							**8,0**	**54**	**804**
9,05	**8,0**							**8,0**	**54**	**804**
9,59	**8,0**							**8,0**	**54**	**804**
10,10	**8,0**							**8,0**	**54**	**804**
10,23	**8,0**							**8,0**	**54**	**804**
10,68	**8,0**							**8,0**	**54**	**804**
11,17	**8,0**							**8,0**	**54**	**804**
11,22	**8,0**							**8,0**	**54**	**804**
11,74	**8,0**	**0,9**						**9,0**	**54**	**896**
12,22	**8,0**	**3,3**						**11,4**	**54**	**1137**
12,74	**8,0**	**4,0**						**12,1**	**54**	**1206**
13,24	**8,0**	**4,0**						**12,1**	**54**	**1206**
13,79	**8,0**	**4,0**		**1,2**				**13,3**	**54**	**1325**
13,84	**8,0**	**4,0**		**1,5**				**13,5**	**54**	**1354**
14,34	**8,0**	**4,0**		**4,0**				**16,1**	**54**	**1606**
14,94	**8,0**	**4,0**		**4,0**				**16,1**	**54**	**1608**
15,57	**8,0**	**4,0**		**4,0**		**5,7**		**21,8**	**63**	**2180**
16,32	**8,0**	**4,0**		**4,0**		**8,0**		**24,1**	**66**	**2413**
16,40	**8,0**	**4,0**		**4,0**		**8,0**		**24,1**	**66**	**2413**
17,35	**8,0**	**4,0**		**4,0**		**8,0**		**24,1**	**66**	**2413**
17,94	**8,0**	**4,0**		**4,0**		**8,0**		**24,1**	**66**	**2413**
18,10	**8,0**	**4,0**		**4,0**		**8,0**		**24,1**	**66**	**2413**
18,89	**8,0**	**4,0**		**4,0**		**8,0**		**24,1**	**66**	**2413**
19,97	**8,0**	**4,0**		**4,0**		**8,0**		**24,1**	**66**	**2413**
20,00	**8,0**	**4,0**		**4,0**		**8,0**		**24,1**	**66**	**2413**
20,64	**8,0**	**4,0**		**4,0**		**8,0**		**24,1**	**66**	**2413**
21,27	**8,0**	**4,0**		**4,0**		**8,0**		**24,1**	**66**	**2413**
21,85	**8,0**	**4,0**		**4,0**		**8,0**		**24,1**	**66**	**2413**
22,49	**8,0**	**4,0**		**4,0**		**8,0**		**24,1**	**66**	**2413**
22,50	**8,0**	**4,0**		**4,0**		**8,0**		**24,1**	**66**	**2413**
23,10	**8,0**	**4,0**		**4,0**		**8,0**		**24,1**	**66**	**2413**
23,48	**8,0**	**4,0**		**4,0**		**8,0**		**24,1**	**66**	**2413**
23,99	**8,0**	**4,0**		**4,0**		**8,0**		**24,1**	**66**	**2413**
24,00	**8,0**	**4,0**		**4,0**		**8,0**		**24,1**	**66**	**2413**
24,50	**8,0**	**4,0**		**4,0**		**5,0**		**21,1**	**63**	**2109**
24,88	**8,0**	**4,0**		**4,0**		**1,2**		**17,3**	**56**	**1728**
25,46	**8,0**	**4,0**		**4,0**				**16,1**	**54**	**1608**
25,47	**8,0**	**4,0**		**4,0**				**16,1**	**54**	**1608**
26,06	**8,0**	**4,0**		**3,1**				**15,2**	**54**	**1518**
26,56	**8,0**	**4,0**		**0,6**				**12,7**	**54**	**1267**
27,02	**8,0**	**4,0**						**12,1**	**54**	**1206**
27,51	**8,0**	**4,0**						**12,1**	**54**	**1206**
27,96	**8,0**	**4,0**						**12,1**	**54**	**1206**
28,45	**8,0**	**1,7**						**9,8**	**54**	**978**
28,91	**8,0**							**8,0**	**54**	**804**
29,41	**8,0**							**8,0**	**54**	**804**
29,87	**8,0**							**8,0**	**54**	**804**
30,37	**8,0**							**8,0**	**54**	**804**
30,87	**8,0**							**8,0**	**54**	**804**
31,40	**8,0**							**8,0**	**54**	**804**
31,94	**8,0**							**8,0**	**54**	**804**
32,50	**8,0**							**8,0**	**54**	**804**

\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004370\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

33,09	8,0							8,0	54	804
33,66	8,0							8,0	54	804
34,20	8,0							8,0	54	804
34,82	8,0							8,0	54	804
34,84	8,0							8,0	54	804
35,45	8,0							8,0	54	804
35,98	8,0							8,0	54	804
36,29	8,0		0,4					8,5	54	847
36,50	8,0		1,5					9,5	54	953
37,05	8,0		4,0					12,1	54	1206
37,59	8,0		4,0					12,1	54	1206
38,15	8,0		4,0					12,1	54	1206
38,72	8,0		4,0		2,0			14,1	54	1405
39,32	8,0		4,0		4,0			16,1	54	1608
39,34	8,0		4,0		4,0			16,1	54	1608
39,91	8,0		4,0		4,0			16,1	54	1608
40,34	8,0		4,0		4,0		3,4	19,5	60	1946
40,86	8,0		4,0		4,0		8,0	24,1	66	2413
41,47	8,0		4,0		4,0		8,0	24,1	66	2413
41,59	8,0		4,0		4,0		8,0	24,1	66	2413
42,35	8,0		4,0		4,0		8,0	24,1	66	2413
43,04	8,0		4,0		4,0		8,0	24,1	66	2413
43,26	8,0		4,0		4,0		8,0	24,1	66	2413
43,82	8,0		4,0		4,0		8,0	24,1	66	2413
44,92	8,0		4,0		4,0		8,0	24,1	66	2413
45,00	8,0		4,0		4,0		8,0	24,1	66	2413
45,74	8,0		4,0		4,0		8,0	24,1	66	2413
46,67	8,0		4,0		4,0		8,0	24,1	66	2413
46,70	8,0		4,0		4,0		8,0	24,1	66	2413
46,80	8,0		4,0		4,0		8,0	24,1	66	2413
47,79	8,0		4,0		4,0		8,0	24,1	66	2413
47,99	8,0		4,0		4,0		8,0	24,1	66	2413
48,73	8,0		4,0		4,0		8,0	24,1	66	2413
48,91	8,0		4,0		4,0		8,0	24,1	66	2413
49,55	8,0		4,0		4,0		4,6	20,6	62	2064
50,00	8,0		4,0		4,0			16,1	54	1608
50,09	8,0		4,0		4,0			16,1	54	1608
50,67	8,0		4,0		3,9			16,0	54	1598
51,27	8,0		4,0		0,9			13,0	54	1296
51,31	8,0		4,0		0,7			12,8	54	1277
51,94	8,0		4,0					12,1	54	1206
52,44	8,0		4,0					12,1	54	1206
52,93	8,0		2,6					10,6	54	1059
53,42	8,0		0,1					8,1	54	814
53,91	8,0							8,0	54	804
54,40	8,0							8,0	54	804
54,90	8,0							8,0	54	804
55,39	8,0							8,0	54	804
55,88	8,0							8,0	54	804
56,38	8,0							8,0	54	804
56,87	8,0							8,0	54	804
57,37	8,0							8,0	54	804
57,87	8,0							8,0	54	804
58,36	8,0							8,0	54	804
58,86	8,0							8,0	54	804
59,35	8,0							8,0	54	804
59,85	8,0							8,0	54	804
60,36	8,0							8,0	54	804
60,87	8,0							8,0	54	804
61,40	8,0							8,0	54	804
61,94	8,0							8,0	54	804
62,48	8,0							8,0	54	804
63,02	8,0							8,0	54	804
63,57	8,0							8,0	54	804
64,14	8,0							8,0	54	804
64,70	7,0							7,0	54	704
64,85	5,5							5,5	54	553
65,00	4,0							4,0	54	402

\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

Framtagning av armeringsmängder
2019-08-22
Underkant platta
TVÄRLED
Förankringslängd l_{bd} här antaget 50ø

Armeringslittera	**A227**
Armeringsmängd A_s [cm²/m]	11,5
Startpunkt [m]	0,08
Slutpunkt [m]	5,02
Förankringslängd l_{bd} [m]	**0,80**
Tyngdpunkt TP [mm]	38
Diameter ø [mm]	16
S -avstånd c/c [mm]	175
Bredd b [mm]	1000
Armeringsarea A_s [mm²]	201,1

Längdmätning	Armeringsmängder för respektive littera					
$X_{systemanalys}$ [m]	**A227**			**$A_{s,tot}$ [cm²/m]**	**y_0 [mm]**	**$A_{s,tot}$ [mm²/m]**
0,35	**3,9**			**3,9**	**38**	**388**
0,6	**7,5**			**7,5**	**38**	**747**
0,85	**11,1**			**11,1**	**38**	**1106**
1,0215	**11,5**			**11,5**	**38**	**1149**
1,0745	**11,5**			**11,5**	**38**	**1149**
1,1925	**11,5**			**11,5**	**38**	**1149**
1,2833	**11,5**			**11,5**	**38**	**1149**
1,4667	**11,5**			**11,5**	**38**	**1149**
1,7364	**11,5**			**11,5**	**38**	**1149**
1,9977	**11,5**			**11,5**	**38**	**1149**
2,119	**11,5**			**11,5**	**38**	**1149**
2,2464	**11,5**			**11,5**	**38**	**1149**
2,5014	**11,5**			**11,5**	**38**	**1149**
2,7721	**11,5**			**11,5**	**38**	**1149**
3,0544	**11,5**			**11,5**	**38**	**1149**
3,3374	**11,5**			**11,5**	**38**	**1149**
3,6207	**11,5**			**11,5**	**38**	**1149**
3,9075	**11,5**			**11,5**	**38**	**1149**
3,9937	**11,5**			**11,5**	**38**	**1149**
4,0786	**11,5**			**11,5**	**38**	**1149**
4,25	**11,1**			**11,1**	**38**	**1106**
4,5	**7,5**			**7,5**	**38**	**747**
4,75	**3,9**			**3,9**	**38**	**388**

Framtagning av armeringsmängder
2019-08-22
Överkant platta
Tvärled
Förankringslängd l_{bd} här antaget 50ø

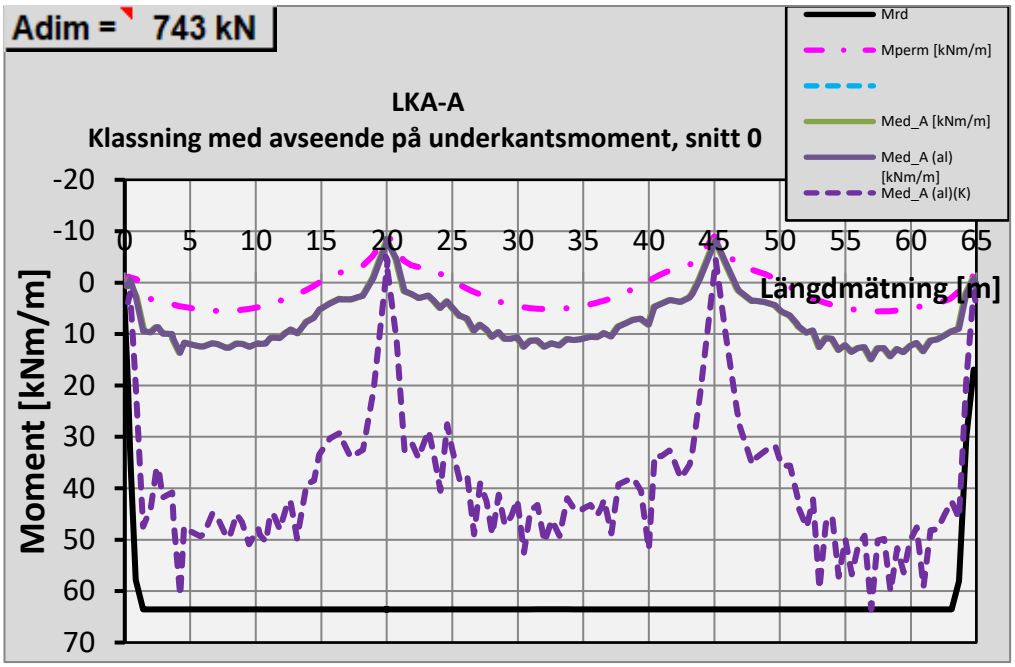
Armeringslittera	**D230**
Armeringsmängd A_s [cm²/m]	18,3
Startpunkt [m]	0,08
Slutpunkt [m]	5,02
Förankringslängd l_{bd} [m]	**0,80**
Tyngdpunkt TP [mm]	38
Diameter ø [mm]	16
S -avstånd c/c [mm]	110
Bredd b [mm]	1000
Armeringsarea A_s [mm²]	201,1

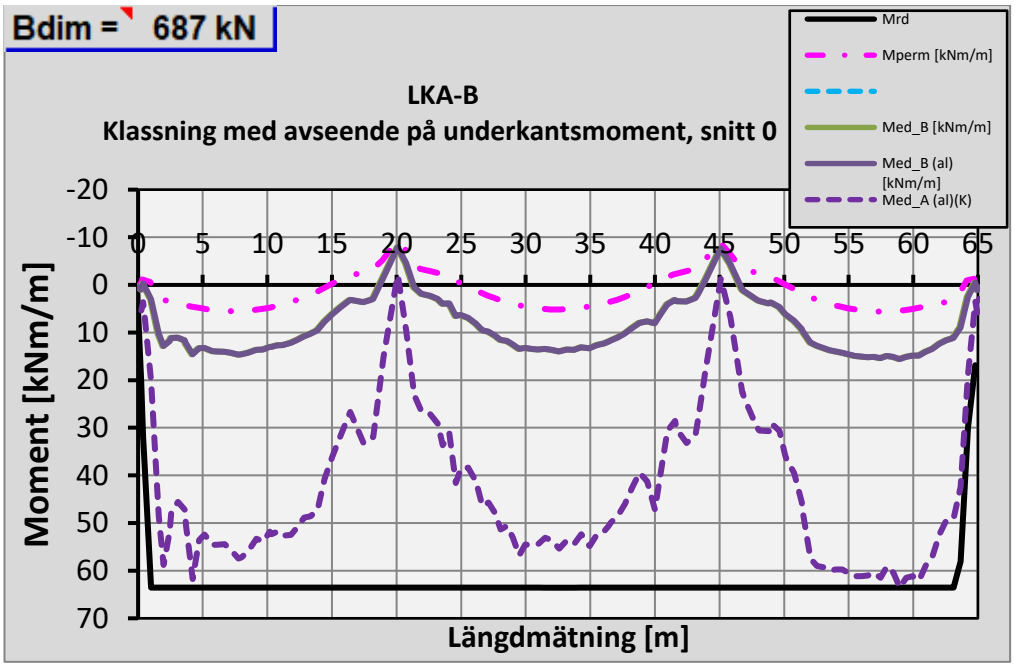
Längdmätning	Armeringsmängder för respektive littera					
$X_{systemanalys}$ [m]	**D230**			**$A_{s,tot}$ [cm²/m]**	**y_0 [mm]**	**$A_{s,tot}$ [mm²/m]**
0,35	**6,2**			**6,2**	**38**	**617**
0,6	**11,9**			**11,9**	**38**	**1188**
0,85	**17,6**			**17,6**	**38**	**1759**
1,0215	**18,3**			**18,3**	**38**	**1828**
1,0745	**18,3**			**18,3**	**38**	**1828**
1,1925	**18,3**			**18,3**	**38**	**1828**
1,2833	**18,3**			**18,3**	**38**	**1828**
1,4667	**18,3**			**18,3**	**38**	**1828**
1,7364	**18,3**			**18,3**	**38**	**1828**
1,9977	**18,3**			**18,3**	**38**	**1828**
2,119	**18,3**			**18,3**	**38**	**1828**
2,2464	**18,3**			**18,3**	**38**	**1828**
2,5014	**18,3**			**18,3**	**38**	**1828**
2,7721	**18,3**			**18,3**	**38**	**1828**
3,0544	**18,3**			**18,3**	**38**	**1828**
3,3374	**18,3**			**18,3**	**38**	**1828**
3,6207	**18,3**			**18,3**	**38**	**1828**
3,9075	**18,3**			**18,3**	**38**	**1828**
3,9937	**18,3**			**18,3**	**38**	**1828**
4,0786	**18,3**			**18,3**	**38**	**1828**
4,25	**17,6**			**17,6**	**38**	**1759**
4,5	**11,9**			**11,9**	**38**	**1188**
4,75	**6,2**			**6,2**	**38**	**617**

\\ramse\pub\stoi\bau\2019\1320043470\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

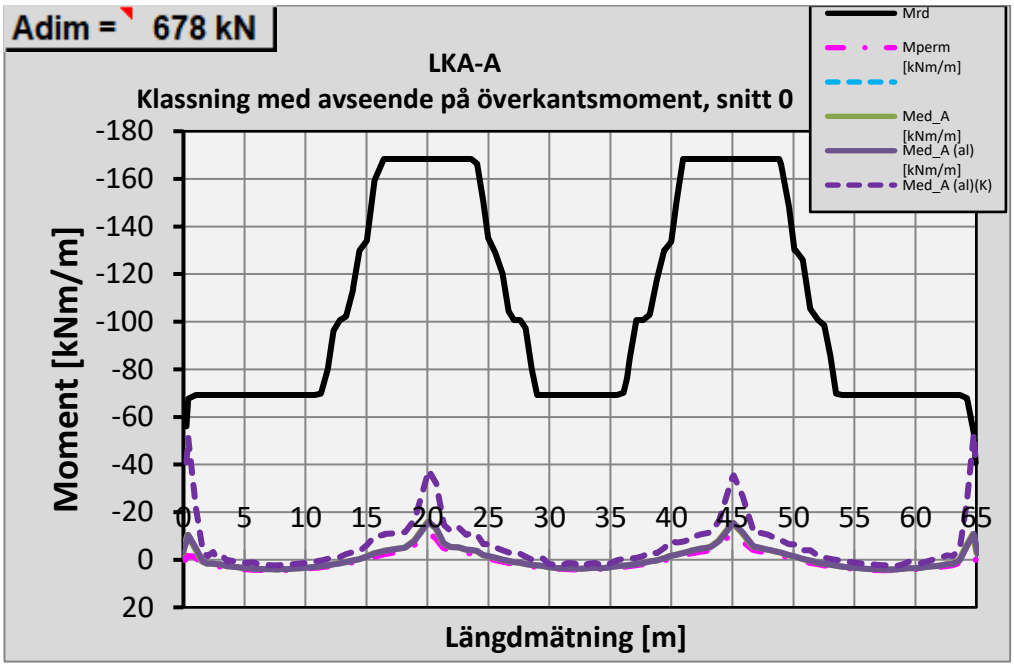
11.4 Moment i längdled, eget körfält

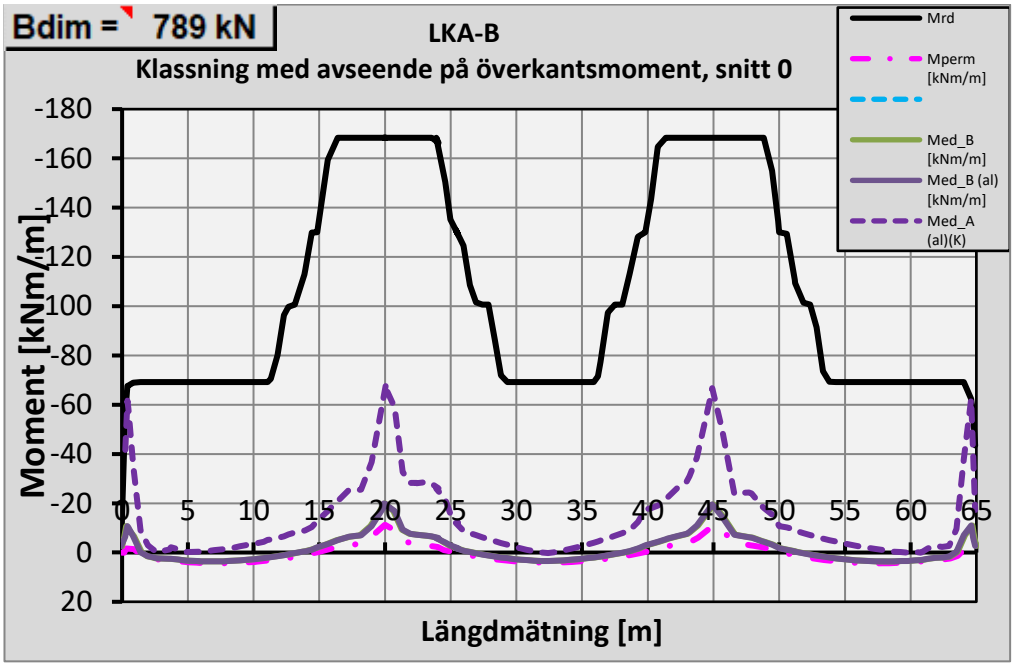
Momentkapacitet och klassningsberäkning för varje snitt presenteras i Bilaga 3. Nedan presenteras diagrammen för A/B värde för plattan i längdled i underkant och överkant.





\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx





11.5 Moment i tvärled, eget körfält

Beräkning av kapaciteten och klassning för A/B värdena presenteras i tabellerna nedan, därefter visas ett diagram över kapacitet, snittkrafter och klassning. För underkantsmoment(snitt 1) och överkantsmoment (snitt 2 och 3).

\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

Underkantsmoment snitt 1

Beräkning av momentkapacitet i brottgränstillstånd

α	0,8
β	0,4

Momentkapacitet underkant, tvärled, snitt 1

INDATA												BERÄKNING					
Numrerad längdmätning	xL [m]	h [mm]	b [mm]	y_0 [mm]	d [mm]	f_{cc} [MPa]	f_{ct} [MPa]	ε_{cu}	f_{st} [MPa]	E_{sd} [GPa]	A_s [mm²]	x [mm]	ε_s	σ_s [MPa]	$\sigma_s > f_{st,min}$?	a_l [m]	M_{Rd} [kNm]
1	0,35	198	1000	38	160	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	388	13	0,041	7029	JA	0,080	29
2	0,6	204	1000	38	166	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	747	24	0,020	3499	JA	0,083	57
3	0,85	209	1000	38	171	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1106	36	0,013	2261	JA	0,086	85
4	1,02	213	1000	38	175	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1149	38	0,013	2216	JA	0,088	90
5	1,07	214	1000	38	176	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1149	38	0,013	2236	JA	0,088	91
6	1,19	217	1000	38	179	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1149	38	0,013	2279	JA	0,090	92
7	1,28	219	1000	38	181	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1149	38	0,013	2312	JA	0,091	94
8	1,47	223	1000	38	185	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1149	38	0,014	2379	JA	0,093	96
9	1,74	229	1000	38	191	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1149	38	0,014	2478	JA	0,096	99
10	2	235	1000	38	197	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1149	38	0,015	2573	JA	0,099	103
11	2,12	238	1000	38	200	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1149	38	0,015	2617	JA	0,100	104
12	2,25	239	1000	38	201	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1149	38	0,015	2635	JA	0,101	105
13	2,5	235	1000	38	197	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1149	38	0,015	2567	JA	0,099	102
14	2,77	231	1000	38	193	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1149	38	0,014	2495	JA	0,096	100
15	3,05	226	1000	38	188	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1149	38	0,014	2420	JA	0,094	97
16	3,34	221	1000	38	183	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1149	38	0,014	2345	JA	0,092	95
17	3,62	217	1000	38	179	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1149	38	0,013	2270	JA	0,089	92
18	3,91	212	1000	38	174	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1149	38	0,013	2194	JA	0,087	89
19	3,99	210	1000	38	172	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1149	38	0,013	2171	JA	0,086	89
20	4,08	209	1000	38	171	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1149	38	0,012	2149	JA	0,086	88
21	4,25	206	1000	38	168	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1106	36	0,013	2209	JA	0,084	83
22	4,5	202	1000	38	164	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	747	24	0,020	3460	JA	0,082	56
23	4,75	198	1000	38	160	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	388	13	0,041	7029	JA	0,080	29

Ingångsvärde				
	A	120 kN	a_l [m]	0,09
	B	180 kN		

Bro över Torne Älv

LKA-A med avseende på moment

Underkant (Mmax), Tvärled, Snitt 1

Förskjutning mht TDOK 2013:0267 v.4.

Utdata Sofistik — **Momentkapacitet** — A — Klassning

xL [m]	M_{ed_A} [kNm/m]	M_{perm} [kNm/m]	M_{trafik_A} [kNm/m]	M_{Rd} [kNm/m]	x(L)+/- a_l [m]	$M_{ed_A\ (al)}$ [kNm/m]	M_{perm} [kNm/m]	M_{trafik_A} [kNm/m]	M_{Rd} [kNm/m]	K[-]	A_{dim} [kN]
0,35	1,3	-1,3	2,6	29	0,26	1,3	-1,3	2,6			
0,6	0,1	-1,9	2,0	57	0,51	0,1	-1,9	2,0	47	24,5	2941
0,85	-2,4	-3,8	1,4	85	0,76	-2,4	-3,8	1,4	75	54,7	6567
1,0215	-3,5	-4,4	0,9	90	0,93	-3,5	-4,4	0,9	87	100,0	12000
1,0745	-3,0	-4,3	1,3	91	0,98	-3,0	-4,3	1,3	89	74,0	8876
1,1925	-2,0	-4,0	2,0	92	1,10	-2,0	-4,0	2,0	91	47,3	5670
1,2833	-0,6	-3,4	2,8	94	1,19	-0,6	-3,4	2,8	92	34,7	4159
1,4667	2,4	-2,2	4,6	96	1,38	2,4	-2,2	4,6	95	21,2	2541
1,7364	8,1	-0,5	8,6	99	1,65	8,1	-0,5	8,6	98	11,5	1382
1,9977	10,7	1,1	9,6	103	1,91	10,7	1,1	9,6	102	10,4	1254
2,119	10,9	1,6	9,3	104	2,03	10,9	1,6	9,3	103	10,9	1313
2,2464	11,9	2,1	9,7	105	2,16	11,9	2,1	9,7	104	10,5	1259
2,5014	17,4	2,5	14,9	102	2,41	17,4	2,5	14,9	103	6,8	812
2,7721	18,9	2,3	16,6	100	2,68	18,9	2,3	16,6	101	5,9	712
2,7721	18,9	2,3	16,6	100	2,86	18,9	2,3	16,6	99	5,8	700
3,0544	14,4	1,4	13,0	97	3,14	14,4	1,4	13,0	97	7,3	878
3,3374	8,7	-0,2	9,0	95	3,43	8,7	-0,2	9,0	94	10,5	1260
3,6207	2,3	-2,0	4,3	92	3,71	2,3	-2,0	4,3	91	21,6	2597
3,9075	-3,0	-3,9	0,9	89	4,00	-3,0	-3,9	0,9	89	107,0	12838
3,9937	-3,3	-4,2	0,9	89	4,08	-3,3	-4,2	0,9	88	101,4	12165
4,0786	-3,5	-4,4	0,9	88	4,17	-3,5	-4,4	0,9	85	96,8	11619
4,25	-2,4	-3,8	1,4	83	4,34	-2,4	-3,8	1,4	74	54,8	6576
4,5	-1,5	-1,9	0,4	56	4,59	-1,5	-1,9	0,4	47	114,5	13744
4,75	-1,1	-1,3	0,2	29	4,84	-1,1	-1,3	0,2			
										Adim =	**700 kN**

\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

Ingångsvärde	A	120 kN	a_l [m]	0,09
	B	180 kN		

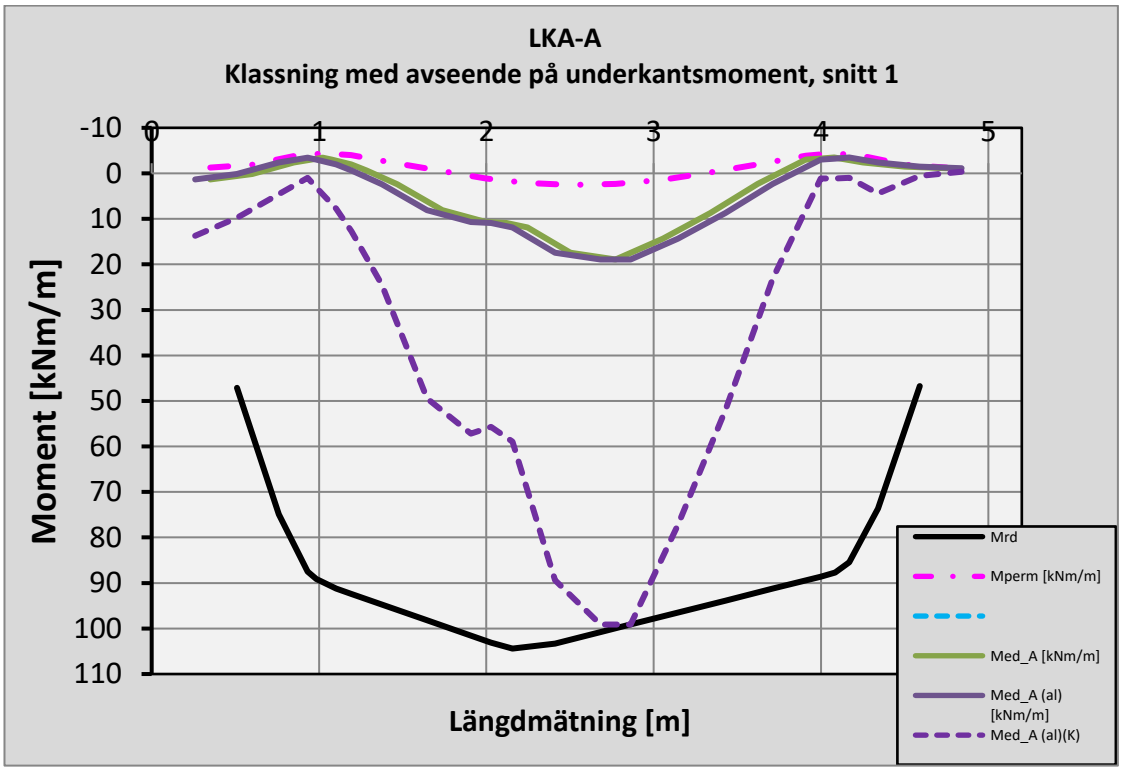
Bro över Torne Älv

LKA-B med avseende på moment

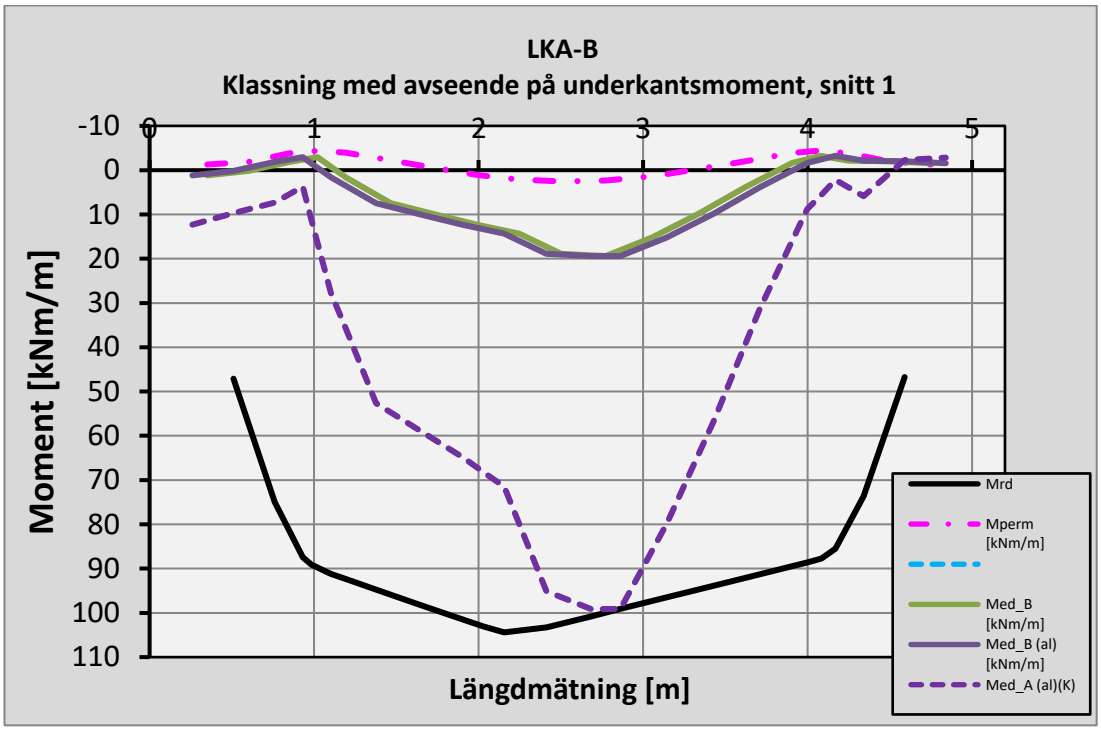
Underkant (Mmax), Tvärled, Snitt 1

Förskjutning mht TDOK 2013:0267 v.4.

Utdata Sofistik					Momentkapacitet			B			Klassning	
xL [m]	M_{ed_B} [kNm/m]	M_{perm} [kNm/m]	M_{trafik_B} [kNm/m]	M_{Rd} [kNm/m]	x(L)+/- a_l [m]	$M_{ed_B\ (al)}$ [kNm/m]	M_{perm} [kNm/m]	M_{trafik_B} [kNm/m]	M_{Rd} [kNm/m]	K[-]	B_{dim} [kN]
0,35	1,1	-1,3	2,4	29	0,26	1,1	-1,3	2,4			
0,6	0,2	-1,9	2,0	57	0,51	0,2	-1,9	2,0	47	23,9	2868
0,85	-1,8	-3,8	2,0	85	0,76	-1,8	-3,8	2,0	75	40,0	4798
1,0215	-3,0	-4,4	1,4	90	0,93	-3,0	-4,4	1,4	87	64,4	7732
1,0745	-1,5	-4,3	2,7	91	0,98	-1,5	-4,3	2,7	89	34,0	4083
1,1925	1,6	-4,0	5,6	92	1,10	1,6	-4,0	5,6	91	17,0	2036
1,2833	3,5	-3,4	6,9	94	1,19	3,5	-3,4	6,9	92	13,8	1659
1,4667	7,5	-2,2	9,7	96	1,38	7,5	-2,2	9,7	95	10,0	1202
1,7364	10,0	-0,5	10,5	99	1,65	10,0	-0,5	10,5	98	9,4	1130
1,9977	12,4	1,1	11,3	103	1,91	12,4	1,1	11,3	102	8,9	1070
2,119	13,3	1,6	11,8	104	2,03	13,3	1,6	11,8	103	8,6	1036
2,2464	14,3	2,1	12,2	105	2,16	14,3	2,1	12,2	104	8,4	1003
2,5014	18,9	2,5	16,3	102	2,41	18,9	2,5	16,3	103	6,2	740
2,7721	19,4	2,3	17,1	100	2,68	19,4	2,3	17,1	101	5,8	692
2,7721	19,4	2,3	17,1	100	2,86	19,4	2,3	17,1	99	5,7	680
3,0544	15,2	1,4	13,8	97	3,14	15,2	1,4	13,8	97	6,9	825
3,3374	9,8	-0,2	10,1	95	3,43	9,8	-0,2	10,1	94	9,4	1123
3,6207	3,9	-2,0	5,9	92	3,71	3,9	-2,0	5,9	91	15,9	1906
3,9075	-1,7	-3,9	2,2	89	4,00	-1,7	-3,9	2,2	89	41,5	4975
3,9937	-2,4	-4,2	1,7	89	4,08	-2,4	-4,2	1,7	88	53,4	6410
4,0786	-3,2	-4,4	1,2	88	4,17	-3,2	-4,4	1,2	85	76,9	9231
4,25	-2,1	-3,8	1,7	83	4,34	-2,1	-3,8	1,7	74	45,4	5445
4,5	-2,0	-1,9	-0,1	56	4,59	-2,0	-1,9	-0,1	47		
4,75	-1,5	-1,3	-0,3	29	4,84	-1,5	-1,3	-0,3			
										Bdim =	680 kN



\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx



Överkantsmoment Snitt 2

Beräkning av momentkapacitet i brottgränstillstånd

α	0,8
β	0,4

Momentkapacitet överkant, tvärled, snitt 2

INDATA												BERÄKNING					
Numrerad längdmätning	xL [m]	h [mm]	b [mm]	y_0 [mm]	d [mm]	f_{cc} [MPa]	f_{ct} [MPa]	ε_{cu}	f_{st} [MPa]	E_{sd} [GPa]	A_s [mm^2]	x [mm]	ε_s	σ_s [MPa]	$\sigma_s > f_{st,min}$?	a_l [m]	M_{Rd} [kNm]
1	0,35	198	1000	38	160	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	616,9	20	0,024	4193	JA	0,080	46
2	0,6	204	1000	38	166	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1188	39	0,011	1974	JA	0,083	87
3	0,85	209	1000	38	171	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1759	58	0,007	1196	JA	0,086	128
4	1,02	213	1000	38	175	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1828	60	0,007	1168	JA	0,088	136
5	1,07	214	1000	38	176	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1828	60	0,007	1180	JA	0,088	137
6	1,19	217	1000	38	179	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1828	60	0,007	1207	JA	0,090	139
7	1,28	219	1000	38	181	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1828	60	0,007	1228	JA	0,091	141
8	1,47	223	1000	38	185	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1828	60	0,007	1270	JA	0,093	145
9	1,74	229	1000	38	191	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1828	60	0,008	1332	JA	0,096	150
10	2	235	1000	38	197	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1828	60	0,008	1392	JA	0,099	155
11	2,12	238	1000	38	200	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1828	60	0,008	1420	JA	0,100	158
12	2,25	239	1000	38	201	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1828	60	0,008	1431	JA	0,101	159
13	2,5	235	1000	38	197	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1828	60	0,008	1388	JA	0,099	155
14	2,77	231	1000	38	193	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1828	60	0,008	1343	JA	0,096	151
15	3,05	226	1000	38	188	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1828	60	0,007	1296	JA	0,094	147
16	3,34	221	1000	38	183	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1828	60	0,007	1249	JA	0,092	143
17	3,62	217	1000	38	179	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1828	60	0,007	1202	JA	0,089	139
18	3,91	212	1000	38	174	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1828	60	0,007	1154	JA	0,087	134
19	3,99	210	1000	38	172	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1828	60	0,007	1140	JA	0,086	133
20	4,08	209	1000	38	171	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1828	60	0,006	1126	JA	0,086	132
21	4,25	206	1000	38	168	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1759	58	0,007	1163	JA	0,084	125
22	4,5	202	1000	38	164	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1188	39	0,011	1950	JA	0,082	86
23	4,75	198	1000	38	160	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	616,9	20	0,024	4193	JA	0,080	46

\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

Ingångsvärde	A	120 kN	a_l [m]	0,09
	B	180 kN		

Bro över Torne Älv
LKA-A med avseende på moment
Överkant (Mmin), Tvärled, Snitt 2

Förskjutning mht TDOK 2013:0267 v.4.

Utdata Sofistik — **Momentkapacitet** — A — Klassning

xL [m]	M_{ed_A} [kNm/m]	M_{perm} [kNm/m]	M_{trafik_A} [kNm/m]	M_{Rd} [kNm/m]	x(L)+/- a_l [m]	$M_{ed_A\ (al)}$ [kNm/m]	M_{perm} [kNm/m]	M_{trafik_A} [kNm/m]	M_{Rd} [kNm/m]	K[-]	A_{dim} [kN]
0,35	-3,1	-1,2	-2,0	-46	0,26	-3,1	-1,2	-2,0			
0,6	-5,1	-1,7	-3,4	-87	0,51	-5,1	-1,7	-3,4	-73	20,9	2511
0,85	-7,1	-2,3	-4,8	-128	0,76	-7,1	-2,3	-4,8	-113	23,1	2776
0,95	-20,1	-3,5	-16,6	-136	0,86	-20,1	-3,5	-16,6	-129	7,5	905
1,0215	-26,9	-4,2	-22,7	-137	0,93	-26,9	-4,2	-22,7	-134	5,7	687
1,0215	-26,9	-4,2	-22,7	-137	1,11	-26,9	-4,2	-22,7	-138	5,9	706
1,1925	-22,5	-3,3	-19,2	-139	1,28	-22,5	-3,3	-19,2	-140	7,1	851
1,4671	-11,5	-1,1	-10,4	-141	1,56	-11,5	-1,1	-10,4	-142	13,6	1629
1,7399	-5,0	-0,7	-4,3	-145	1,83	-5,0	-0,7	-4,3	-146	33,8	4050
2,011	-2,6	-0,3	-2,3	-150	2,10	-2,6	-0,3	-2,3	-152	66,9	8026
2,2807	-1,2	0,0	-1,2	-155	2,37	-1,2	0,0	-1,2	-156	130,6	15671
2,5511	-0,3	0,2	-0,4	-158	2,64	-0,3	0,2	-0,4	-158	381,4	45770
2,8227	-0,5	0,2	-0,7	-159	2,73	-0,5	0,2	-0,7	-158	226,9	27227
2,8629	-0,6	0,1	-0,7	-155	2,77	-0,6	0,1	-0,7	-159	223,6	26830
3,0942	-0,8	0,0	-0,8	-151	3,01	-0,8	0,0	-0,8	-153	195,8	23496
3,3651	-4,2	-0,4	-3,9	-147	3,28	-4,2	-0,4	-3,9	-148	38,2	4589
3,6352	-12,9	-1,2	-11,7	-143	3,55	-12,9	-1,2	-11,7	-144	12,2	1463
3,6352	-12,9	-1,2	-11,7	-143	3,72	-12,9	-1,2	-11,7	-140	11,8	1418
3,757	-12,3	-2,1	-10,2	-139	3,85	-12,3	-2,1	-10,2	-136	13,1	1578
3,9075	-10,9	-3,2	-7,6	-134	4,00	-10,9	-3,2	-7,6	-134	17,0	2046
4,0786	-8,6	-4,2	-4,4	-133	4,17	-8,6	-4,2	-4,4	-130	28,6	3429
4,125	-5,1	-3,5	-1,6	-132	4,21	-5,1	-3,5	-1,6	-127	76,9	9230
4,25	-3,2	-2,3	-0,9	-125	4,34	-3,2	-2,3	-0,9	-111	120,4	14450
4,5	-2,5	-1,7	-0,8	-86	4,59	-2,5	-1,7	-0,8	-72	86,7	10407
4,75	-1,9	-1,2	-0,7	-46	4,84	-1,9	-1,2	-0,7			
										Adim =	**687 kN**

Ingångsvärde	A	120 kN	a_l [m]	0,09
	B	180 kN		

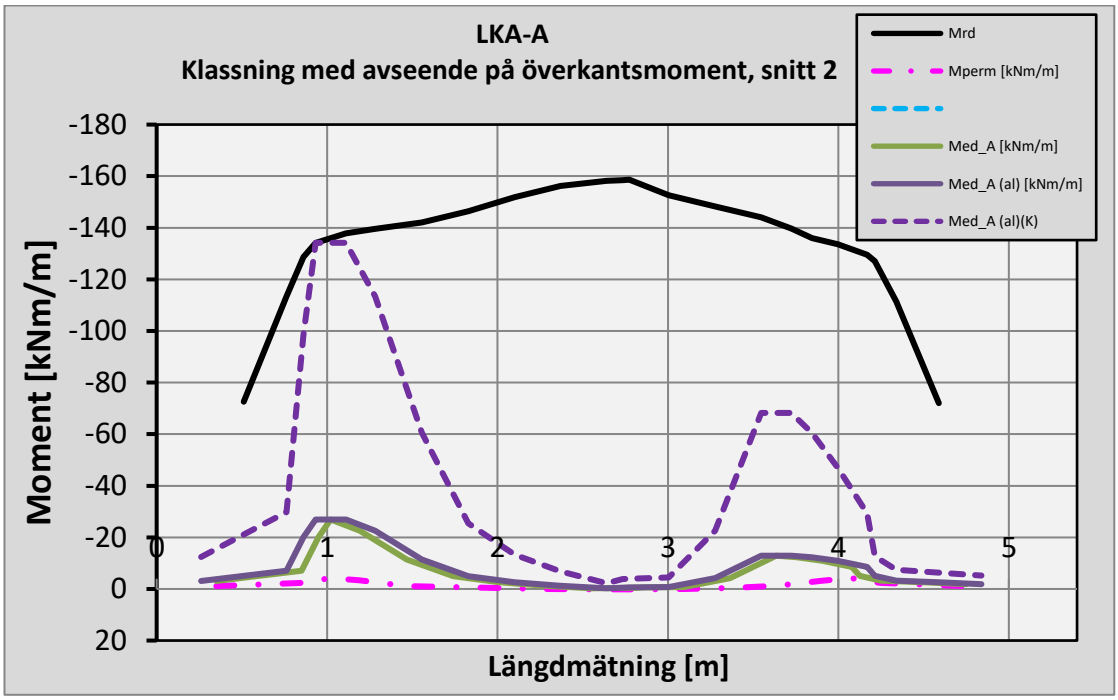
Bro över Torne Älv
LKA-B med avseende på moment
Överkant (Mmin), Tvärled, Snitt 2

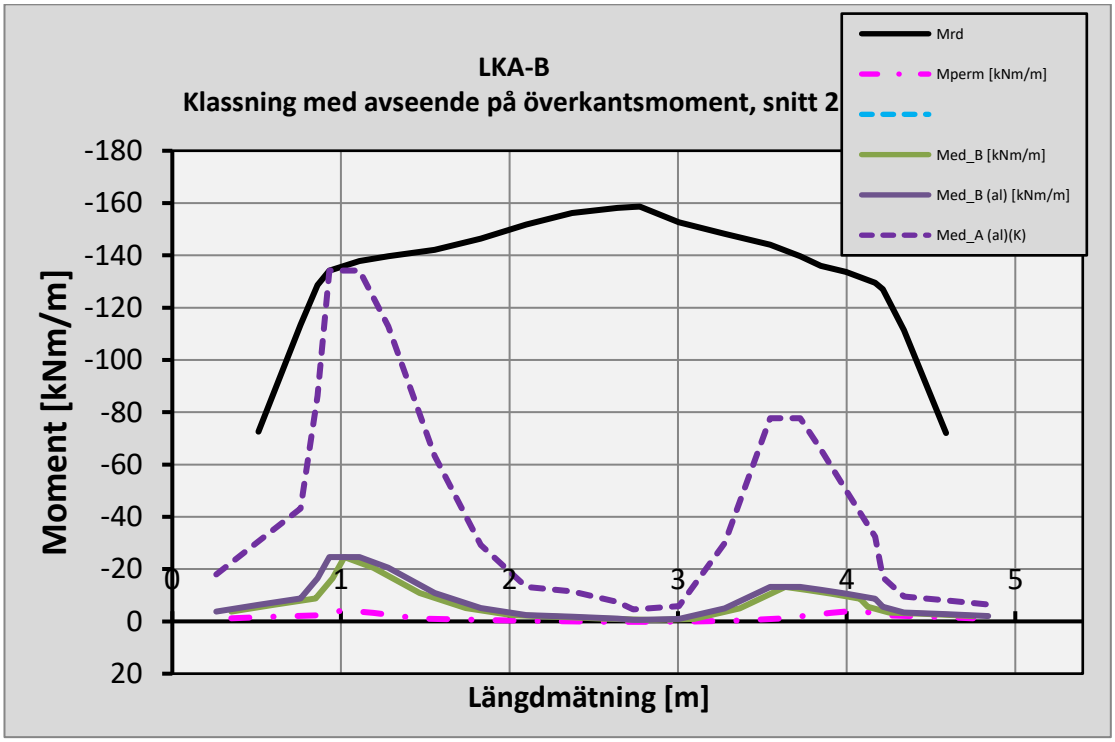
Förskjutning mht TDOK 2013:0267 v.4.

Utdata Sofistik — **Momentkapacitet** — B — Klassning

xL [m]	M_{ed_B} [kNm/m]	M_{perm} [kNm/m]	M_{trafik_B} [kNm/m]	M_{Rd} [kNm/m]	x(L)+/- a_l [m]	$M_{ed_B\ (al)}$ [kNm/m]	M_{perm} [kNm/m]	M_{trafik_B} [kNm/m]	M_{Rd} [kNm/m]	K[-]	B_{dim} [kN]
0,35	-3,8	-1,2	-2,6	-46	0,26	-3,8	-1,2	-2,6			
0,6	-6,3	-1,7	-4,5	-87	0,51	-6,3	-1,7	-4,5	-73	15,7	1881
0,85	-8,7	-2,3	-6,4	-128	0,76	-8,7	-2,3	-6,4	-113	17,4	2083
0,95	-16,5	-3,5	-13,0	-136	0,86	-16,5	-3,5	-13,0	-129	9,6	1158
1,0215	-24,6	-4,2	-20,4	-137	0,93	-24,6	-4,2	-20,4	-134	6,4	766
1,0215	-24,6	-4,2	-20,4	-137	1,11	-24,6	-4,2	-20,4	-138	6,6	787
1,1925	-20,5	-3,3	-17,2	-139	1,28	-20,5	-3,3	-17,2	-140	7,9	953
1,4671	-10,8	-1,1	-9,7	-141	1,56	-10,8	-1,1	-9,7	-142	14,5	1737
1,7399	-5,2	-0,7	-4,5	-145	1,83	-5,2	-0,7	-4,5	-146	32,6	3915
2,011	-2,4	-0,3	-2,0	-150	2,10	-2,4	-0,3	-2,0	-152	75,1	9012
2,2807	-1,8	0,0	-1,8	-155	2,37	-1,8	0,0	-1,8	-156	87,2	10461
2,5511	-1,0	0,2	-1,2	-158	2,64	-1,0	0,2	-1,2	-158	133,5	16017
2,8227	-0,6	0,2	-0,7	-159	2,91	-0,6	0,2	-0,7	-154	206,9	24832
2,8629	-0,6	0,1	-0,8	-155	2,77	-0,6	0,1	-0,8	-159	207,5	24904
3,0942	-0,9	0,0	-0,9	-151	3,01	-0,9	0,0	-0,9	-153	168,3	20198
3,3651	-5,0	-0,4	-4,6	-147	3,28	-5,0	-0,4	-4,6	-148	31,8	3822
3,6352	-13,2	-1,2	-12,0	-143	3,55	-13,2	-1,2	-12,0	-144	11,9	1430
3,6352	-13,2	-1,2	-12,0	-143	3,72	-13,2	-1,2	-12,0	-140	11,5	1386
3,757	-12,1	-2,1	-10,0	-139	3,85	-12,1	-2,1	-10,0	-136	13,4	1608
3,9075	-10,6	-3,2	-7,3	-134	4,00	-10,6	-3,2	-7,3	-134	17,8	2130
4,0786	-8,6	-4,2	-4,4	-133	4,17	-8,6	-4,2	-4,4	-130	28,4	3405
4,125	-5,6	-3,5	-2,1	-132	4,21	-5,6	-3,5	-2,1	-127	58,9	7066
4,25	-3,4	-2,3	-1,1	-125	4,34	-3,4	-2,3	-1,1	-111	96,5	11578
4,5	-2,7	-1,7	-1,0	-86	4,59	-2,7	-1,7	-1,0	-72	71,8	8612
4,75	-2,0	-1,2	-0,8	-46	4,84	-2,0	-1,2	-0,8			
										Bdim =	**766 kN**

\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx





\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

Överkantsmoment Snitt 3

Beräkning av kapaciteten och klassning för A/B värdena presenteras i tabellerna nedan. Därefter visas ett diagram för klassningen. Armeringsmängden för överkantsarmeringen vid snitt 3 halveras med 50% då resterande armeringskapacitet används till beräkning av medverkande bredd för huvudbalk vid stöd.

Beräkning av momentkapacitet i brottgränstillstånd

α	0,8
β	0,4

Momentkapacitet överkant, tvärled, snitt 3

INDATA												BERÄKNING					
Numrerad längdmätning	xL [m]	h [mm]	b [mm]	y_0 [mm]	d [mm]	f_{cc} [MPa]	f_{ct} [MPa]	ε_{cu}	f_{st} [MPa]	E_{sd} [GPa]	A_s [mm²]	x [mm]	ε_s	σ_s [MPa]	$\sigma_s > f_{st,min}$?	a_l [m]	M_{Rd} [kNm]
1	0,35	198	1000	38	160	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	617	20	0,024	4193	JA	0,080	46
2	0,6	204	1000	38	166	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1188	39	0,011	1974	JA	0,083	87
3	0,85	209	1000	38	171	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1759	58	0,007	1196	JA	0,086	128
4	0,95	212	1000	38	174	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1828	60	0,007	1151	JA	0,087	134
5	1,02	213	1000	38	175	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1828	60	0,007	1168	JA	0,088	136
6	1,19	217	1000	38	179	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1828	60	0,007	1207	JA	0,090	139
7	1,39	222	1000	38	184	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1828	60	0,007	1253	JA	0,092	143
8	1,6	226	1000	38	188	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1828	60	0,008	1301	JA	0,094	147
9	1,84	232	1000	38	194	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1828	60	0,008	1356	JA	0,097	152
10	2,1	238	1000	38	200	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1828	60	0,008	1417	JA	0,100	158
11	2,37	237	1000	38	199	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1828	60	0,008	1410	JA	0,100	157
12	2,65	233	1000	38	195	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1828	60	0,008	1364	JA	0,097	153
13	2,89	229	1000	38	191	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1828	60	0,008	1323	JA	0,095	149
14	3,11	225	1000	38	187	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1828	60	0,007	1287	JA	0,094	146
15	3,33	221	1000	38	183	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1828	60	0,007	1251	JA	0,092	143
16	3,37	221	1000	38	183	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1828	60	0,007	1244	JA	0,091	142
17	3,57	217	1000	38	179	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1828	60	0,007	1211	JA	0,090	139
18	3,72	215	1000	38	177	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1828	60	0,007	1185	JA	0,088	137
19	3,91	212	1000	38	174	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1828	60	0,007	1154	JA	0,087	134
20	4,08	209	1000	38	171	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1828	60	0,006	1125	JA	0,086	132
21	4,13	208	1000	38	170	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1759	58	0,007	1185	JA	0,085	127
22	4,25	206	1000	38	168	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1759	58	0,007	1163	JA	0,084	125
23	4,5	202	1000	38	164	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	1188	39	0,011	1950	JA	0,082	86
24	4,75	198	1000	38	160	18,7	1,24	0,0035	490,1	173,2	617	20	0,024	4193	JA	0,080	46

\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

Ingångsvärde	A	120 kN	a_l [m]	0,09
	B	180 kN		

Bro över Torne Älv
LKA-A med avseende på moment
Överkant (Mmin), Tvärled, Snitt 3

Förskjutning mht TDOK 2013:0267 v.4.

Utdata Sofistik — **Momentkapacitet** — A — Klassning

xL [m]	M_{ed_A} [kNm/m]	M_{perm} [kNm/m]	M_{trafik_A} [kNm/m]	M_{Rd} [kNm/m]	x(L)+/- a_l [m]	$M_{ed_A\ (al)}$ [kNm/m]	M_{perm} [kNm/m]	M_{trafik_A} [kNm/m]	M_{Rd} [kNm/m]	K[-]	A_{dim} [kN]
0,35	-3,3	-1,3	-2,0	-46	0,26	-3,3	-1,3	-2,0			
0,6	-4,9	-2,1	-2,9	-87	0,51	-4,9	-2,1	-2,9	-73	24,3	2921
0,85	-6,6	-2,8	-3,8	-128	0,76	-6,6	-2,8	-3,8	-113	29,0	3479
0,95	-21,0	-4,4	-16,5	-134	0,86	-21,0	-4,4	-16,5	-129	7,5	901
1,0212	-29,8	-5,2	-24,5	-136	0,93	-29,8	-5,2	-24,5	-133	5,2	625
1,0212	-29,8	-5,2	-24,5	-136	1,11	-29,8	-5,2	-24,5	-137	5,4	647
1,1925	-28,6	-5,8	-22,8	-139	1,28	-28,6	-5,8	-22,8	-141	5,9	711
1,3899	-18,8	-4,5	-14,2	-143	1,48	-18,8	-4,5	-14,2	-145	9,9	1182
1,5999	-7,6	-2,5	-5,1	-147	1,69	-7,6	-2,5	-5,1	-149	28,7	3439
1,8384	-3,1	-1,0	-2,2	-152	1,93	-3,1	-1,0	-2,2	-154	70,7	8489
2,1038	-0,7	-0,1	-0,6	-158	2,19	-0,7	-0,1	-0,6	-157	274,1	32889
2,3695	-0,2	0,3	-0,5	-157	2,46	-0,2	0,3	-0,5	-156	336,4	40364
2,6493	-0,3	0,3	-0,6	-153	2,56	-0,3	0,3	-0,6	-154	273,2	32780
2,8947	-0,9	0,0	-0,9	-149	2,81	-0,9	0,0	-0,9	-151	168,5	20220
3,1078	-1,7	-0,4	-1,3	-146	3,02	-1,7	-0,4	-1,3	-147	110,1	13207
3,3272	-5,3	-1,4	-4,0	-143	3,24	-5,3	-1,4	-4,0	-144	36,0	4321
3,3687	-6,4	-1,6	-4,7	-142	3,28	-6,4	-1,6	-4,7	-144	30,0	3602
3,5687	-13,3	-3,3	-10,0	-139	3,48	-13,3	-3,3	-10,0	-141	13,8	1652
3,721	-21,1	-4,7	-16,4	-137	3,63	-21,1	-4,7	-16,4	-138	8,2	979
3,721	-21,1	-4,7	-16,4	-137	3,81	-21,1	-4,7	-16,4	-136	8,0	959
3,9075	-16,7	-5,9	-10,8	-134	4,00	-16,7	-5,9	-10,8	-133	11,8	1412
4,0788	-9,4	-5,2	-4,2	-132	4,17	-9,4	-5,2	-4,2	-126	28,9	3472
4,125	-5,1	-4,4	-0,7	-127	4,21	-5,1	-4,4	-0,7	-126	179,7	21567
4,25	-3,0	-2,8	-0,2	-125	4,34	-3,0	-2,8	-0,2	-111	517,8	62140
4,5	-2,2	-2,0	-0,1	-86	4,59	-2,2	-2,0	-0,1	-72	517,9	62153
4,75	-1,4	-1,3	-0,1	-46							

Adim = 625 kN

Ingångsvärde	A	120 kN	a_l [m]	0,09
	B	180 kN		

Bro över Torne Älv
LKA-B med avseende på moment
Överkant (Mmin), Tvärled, Snitt 3

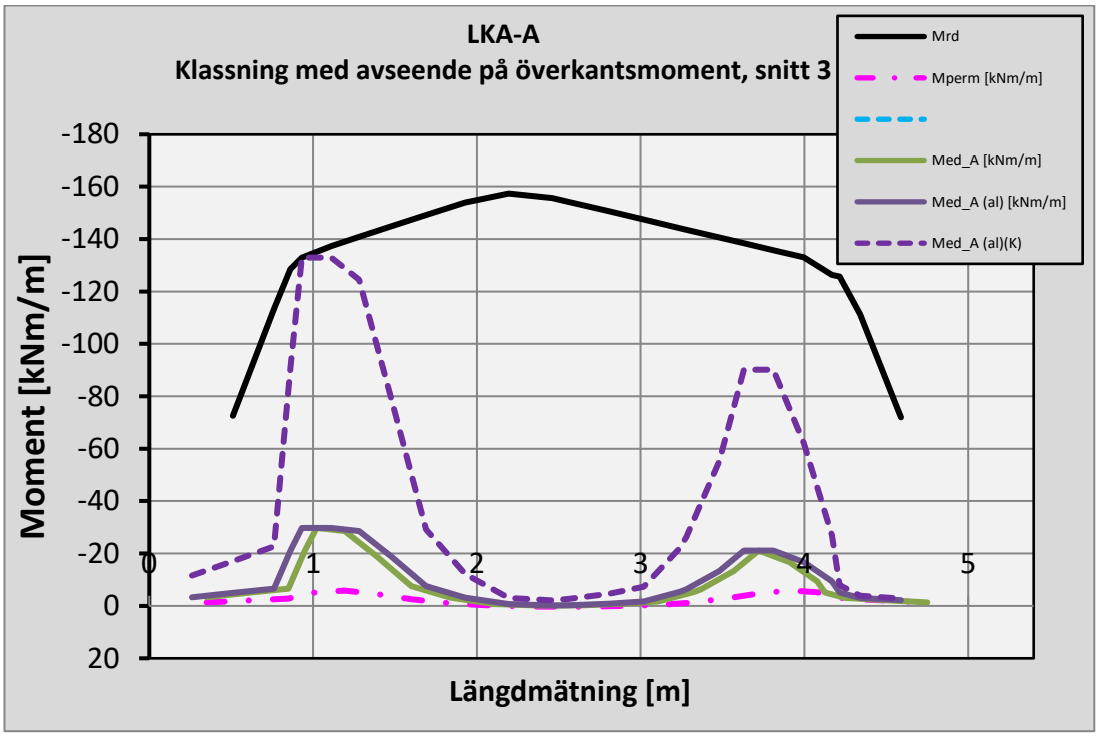
Förskjutning mht TDOK 2013:0267 v.4.

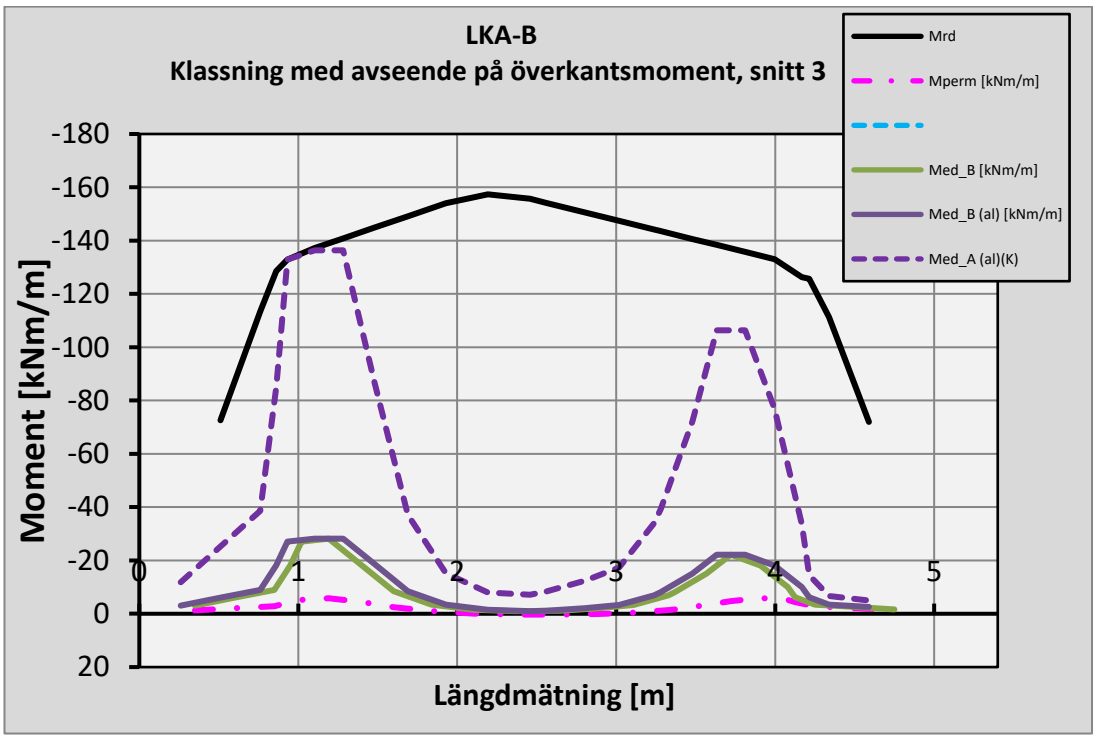
Utdata Sofistik — **Momentkapacitet** — B — Klassning

xL [m]	M_{ed_B} [kNm/m]	M_{perm} [kNm/m]	M_{trafik_B} [kNm/m]	M_{Rd} [kNm/m]	x(L)+/- a_l [m]	$M_{ed_B\ (al)}$ [kNm/m]	M_{perm} [kNm/m]	M_{trafik_B} [kNm/m]	M_{Rd} [kNm/m]	K[-]	B_{dim} [kN]
0,35	-3,1	-1,3	-1,8	-46	0,26	-3,1	-1,3	-1,8			
0,6	-6,0	-2,1	-4,0	-87	0,51	-6,0	-2,1	-4,0	-73	17,8	2131
0,85	-8,9	-2,8	-6,1	-128	0,76	-8,9	-2,8	-6,1	-113	18,0	2164
0,95	-18,2	-4,4	-13,8	-134	0,86	-18,2	-4,4	-13,8	-129	9,0	1080
1,0212	-27,1	-5,2	-21,9	-136	0,93	-27,1	-5,2	-21,9	-133	5,8	701
1,1925	-28,2	-5,8	-22,3	-139	1,10	-28,2	-5,8	-22,3	-137	5,9	706
1,1925	-28,2	-5,8	-22,3	-139	1,28	-28,2	-5,8	-22,3	-141	6,0	725
1,3899	-18,6	-4,5	-14,1	-143	1,48	-18,6	-4,5	-14,1	-145	10,0	1196
1,5999	-8,4	-2,5	-5,9	-147	1,69	-8,4	-2,5	-5,9	-149	24,7	2965
1,8384	-3,4	-1,0	-2,4	-152	1,93	-3,4	-1,0	-2,4	-154	62,9	7548
2,1038	-1,4	-0,1	-1,3	-158	2,19	-1,4	-0,1	-1,3	-157	117,0	14036
2,3695	-1,0	0,3	-1,3	-157	2,46	-1,0	0,3	-1,3	-156	123,1	14774
2,6493	-1,2	0,3	-1,5	-153	2,56	-1,2	0,3	-1,5	-154	103,8	12462
2,8947	-2,1	0,0	-2,1	-149	2,81	-2,1	0,0	-2,1	-151	70,9	8506
3,1078	-3,3	-0,4	-2,9	-146	3,02	-3,3	-0,4	-2,9	-147	50,7	6085
3,3272	-7,0	-1,4	-5,6	-143	3,24	-7,0	-1,4	-5,6	-144	25,6	3073
3,3687	-8,1	-1,6	-6,4	-142	3,28	-8,1	-1,6	-6,4	-144	22,1	2650
3,5687	-15,1	-3,3	-11,8	-139	3,48	-15,1	-3,3	-11,8	-141	11,7	1399
3,721	-22,1	-4,7	-17,4	-137	3,63	-22,1	-4,7	-17,4	-138	7,7	922
3,721	-22,1	-4,7	-17,4	-137	3,81	-22,1	-4,7	-17,4	-136	7,5	904
3,9075	-18,0	-5,9	-12,1	-134	4,00	-18,0	-5,9	-12,1	-133	10,5	1258
4,0788	-10,1	-5,2	-4,9	-132	4,17	-10,1	-5,2	-4,9	-126	25,0	2994
4,125	-6,1	-4,4	-1,7	-127	4,21	-6,1	-4,4	-1,7	-126	70,5	8458
4,25	-3,4	-2,8	-0,7	-125	4,34	-3,4	-2,8	-0,7	-111	165,6	19867
4,5	-2,5	-2,0	-0,5	-86	4,59	-2,5	-2,0	-0,5	-72	139,4	16731
4,75	-1,7	-1,3	-0,3	-46							

Bdim = 701 kN

\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx



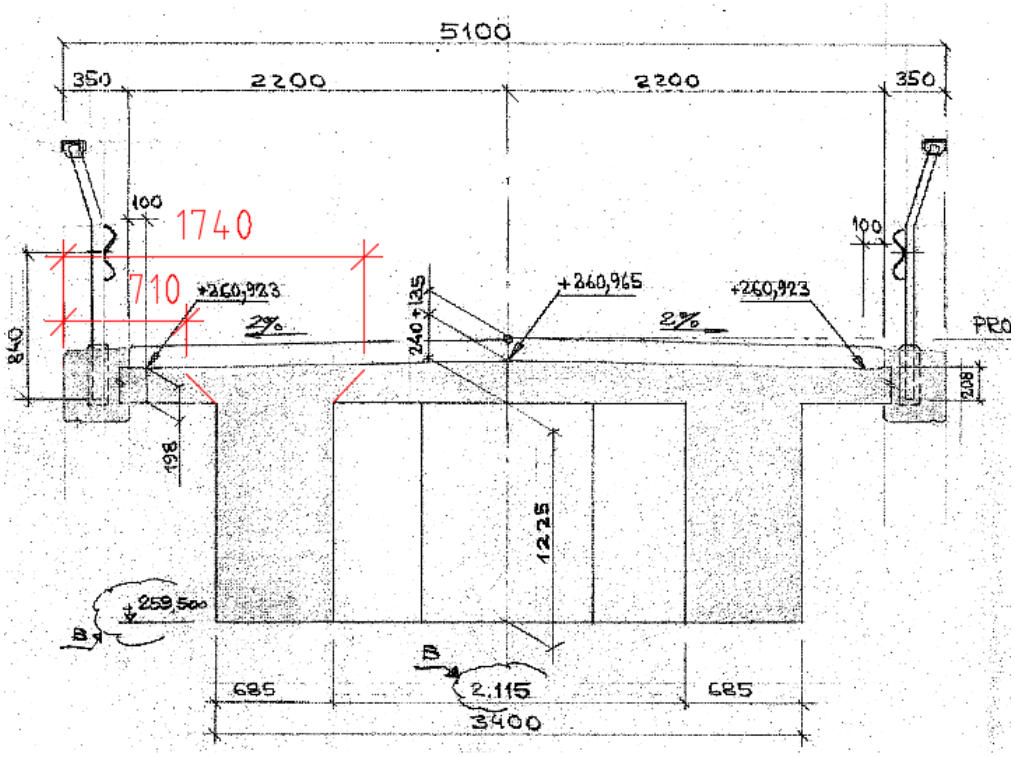


\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

11.6 Tvärkraft i tvärled

De dimensionerande snitten 4 och 6 är vid ett tvärsnitt längs bron där balken är 685mm bred. Snitt 5, vid voten (22.5m), resulterade i lägre snittkrafter än de andra och har en högre kapacitet på grund av högre tjocklek på plattan vid det snittet. Därmed beräknas inte snitt 5.

I bilden nedan visas tvärmätning som är dimensionerande vid beräkning av tvärkraft.



Tjockleken vid följande tvärmätning är:

0,71m:	h=209mm och d=168mm
1,74m:	h=229mm och d=191mm

Snittkrafterna presenteras i tabellerna nedan. De tvärmätningsvärden (0.71m och 1.74m) som har högst snittkraft markeras i tabellerna. I de handberäkningen interpoleras snittkrafterna till den exakta tvärmätningen.

\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

Vx Max case snitt 4						
Element	y koordinate	x koordinate	tjocklek	Typ A	Typ B	Permanent
	[m]	[m]	[mm]	[knm/m]	[knm/m]	[knm/m]
12189	0,35	4,00	198	10,8767	11,0864	-4,5161
12189	0,60	4,00	198	7,6849	8,2012	-5,0943
12190	0,85	4,00	198	4,493	5,3161	-5,6726
11932	0,95	4,00	240	-6,0764	-2,2662	-6,6882
11932	1,02	4,00	240	-5,6713	-3,6979	-7,0394
11931	1,19	4,00	240	48,44	45,0652	1,7582
11072	1,28	4,00	240	64,1936	58,6848	4,4807
11069	1,46	4,00	240	88,7415	84,8018	9,7662
11070	1,74	4,00	240	51,3685	50,971	7,3801
10895	1,94	4,00	240	34,9997	33,5184	5,5484
10914	2,01	4,00	240	28,7748	26,9454	4,8584
10913	2,28	4,00	240	36,3203	34,7989	2,3483
11082	2,55	4,00	240	35,3297	33,8026	0,1197
11081	2,73	4,00	240	33,2608	29,1231	-1,1041
11084	2,80	4,00	240	31,4293	27,399	-1,5313
11310	3,01	4,00	240	34,4485	30,4744	-2,6134
11311	3,22	4,00	240	18,7858	23,3792	-3,7146
11229	3,33	5,00	240	11,6094	19,221	-4,3623
10822	3,63	6,00	240	-0,5732	1,5849	-5,9772
10821	3,91	7,00	240	38,798	38,9093	1,6962
10389	4,08	8,00	240	44,5047	50,6807	9,4149
10392	4,13	9,00	240	9,9107	17,6164	8,7871
10144	4,25	10,00	198	7,3755	9,47	7,0173
10144	4,50	11,00	198	6,2849	7,4973	5,9923
10064	4,75	12,00	198	5,1943	5,5247	4,9673

Vx Max case snitt 6						
Element	y koordinate	x koordinate	tjocklek	Typ A	Typ B	Permanent
	[m]	[m]	[mm]	[knm/m]	[knm/m]	[knm/m]
12262	0,35	25,00	198	-9,8114	-13,7662	-5,0213
12262	0,60	25,00	198	-23,7127	-34,062	-6,0839
12261	0,85	25,00	198	-37,614	-54,3578	-7,1466
11989	0,95	25,00	240	-60,9313	-104,8714	-9,0569
11989	1,02	25,00	240	-65,3445	-111,9754	-9,9418
11990	1,19	25,00	240	-32,3088	-58,0591	-1,8084
11672	1,37	25,00	240	-6,2792	-20,7754	3,7131
11671	1,45	25,00	240	4,3225	-2,8916	6,3689
11674	1,68	25,00	240	3,1641	-13,6886	5,1505
11768	1,70	25,00	240	3,0802	-14,4798	5,0586
11769	2,00	25,00	240	-3,5277	-20,3313	3,2642
11770	2,00	25,00	240	-3,5823	-20,2769	3,2385
11441	2,31	25,00	240	-3,5915	-7,701	1,4296
11440	2,51	25,00	240	-7,9714	-13,2385	0,0354
11755	2,64	25,00	240	-12,641	-21,4301	-1,0792
11390	2,97	25,00	240	-32,0444	-47,1155	-4,0203
11387	3,29	25,00	240	-44,9238	-60,6648	-7,0175
11414	3,60	25,00	240	-59,0144	-82,4407	-10,0264
11411	3,91	25,00	240	-27,6965	-43,4484	-1,7482
10435	4,08	25,00	240	6,7795	2,9166	7,507
10436	4,13	25,00	240	6,0978	-0,7637	6,9443
10200	4,25	25,00	198	5,265	1,0476	5,7954
10200	4,50	25,00	198	4,7388	2,4124	5,1818
10199	4,75	25,00	198	4,2127	3,7771	4,5683

\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

För tvärmätning 1,74m hittades högsta A-värde i snitt 4 och högsta B-värde finns i snitt 6. För tvärmätning 0,71 hittades högsta A/B – värde i snitt 6. Se markeringarna i tabellerna ovan. Nedan presenteras en beräkning för varje fall.

Beräkning av tvärkraftskapacitet med alternativa modellen enligt BBK04, snitt 4

1. Geometri och last

Längdmätning x $x_L := 1.74m$

Längdmätning y $y_L := 4m$

Bredd $b_w := 1000mm$

Höjd $h := 229mm$

Effektiv höjd $d := 191mm$

Normalkraft (positiv vid drag) $N := 0kN$

2. Material

Dimensionerande hållfasthet betong och armering, se beräkningsrapport.

Betong

$f_{ck} := 30.775MPa$

$f_{cc} := 18.7MPa$

$f_{ct} := 1.24MPa$

Partialkoefficient för bärförmåga. $\gamma_m := 1.2$

Säkerhetsklass 2 $\gamma_n := 1.1$

Armeringsinnehåll

Böjarmering (enligt TDOK 2013_0267 ver 5.0 avsnitt 4.2.3, får böjarmeringsinnehållet för negativt och positivt moment beaktas). $A_{s0} := 1149 \cdot mm^2 + 1828 \cdot mm^2$

$A_{s0} = 2977 \cdot mm^2$

\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

3. Beräkning

Alternativ modell för beräkning av betongens tvärkraftskapacitet utan statiskt verksam tvärkraftsarmering.

Beräknade parametrar

$$\sigma_{cm} := \frac{-N}{1.2 \cdot \gamma_n \cdot b_w \cdot h} = 0 \cdot MPa$$ (3.7.3.4)

Pos vid tryck

$$k := \min\left(1 + \sqrt{\frac{0.2m}{d}}, 2.0\right) \qquad k = 2$$ (3.7.3.7)

Böjarmeringsinnehåll

$$\rho := \min\left(0.02, \frac{A_{s0}}{b_w \cdot d}\right) \qquad \rho = 0.0156$$ (3.7.3.7)

$$\nu_{min} := \frac{0.035}{\gamma_n} \cdot \sqrt{k^3 \cdot \frac{f_{ck}}{MPa}} \cdot MPa \qquad \nu_{min} = 0.4993 \cdot MPa$$ (3.7.3.7c)

Betongens tvärkraftskapacitet utan statiskt verksam tvärkraftsarmering

$$V_{Rdc} := \left(\frac{0.18 \cdot k}{\gamma_m \cdot \gamma_n} \cdot \sqrt[3]{100 \cdot \rho \cdot \frac{f_{ck}}{MPa}} \cdot MPa + 0.15 \cdot \sigma_{cm}\right) \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rdc} = 189.3 \cdot kN$$ (3.7.3.7a)

dock lägst

(3.7.3.7b)

$$V_{Rdc.min} := \left(\nu_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cm}\right) \cdot b_w \cdot d \qquad V_{Rdc.min} = 95.4 \cdot kN$$

Övre gräns för tvärkraftskapacitet i spruckna områden

$$V_{Rdc.ö} := b_w \cdot \frac{b_w \cdot h^3}{12} \cdot \left(b_w \cdot \frac{h^2}{8}\right)^{-1} \cdot \sqrt{f_{ct}^2 + \sigma_{cm} \cdot f_{ct}}$$ (3.7.3.7d)

$$V_{Rdc.ö} = 189.3 \cdot kN$$

Tvärkraften för oreducerad last bör inte överstiga

(3.7.3.7e)

$$\nu := 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250 \cdot MPa}\right) \qquad \nu = 0.526$$

$$V_{Rdc.max} := 0.5 \cdot \nu \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cc} \qquad V_{Rdc.max} = 939.6 \cdot kN$$

Dimensionerande tvärkraftskapacit

$$V_{Rd} := \min\left(\max\left(V_{Rdc}, V_{Rdc.min}\right), \min\left(V_{Rdc.ö}, V_{Rdc.max}\right)\right)$$

$$V_{Rd} = 189.3 \cdot kN$$

\\ramse\pub\stol\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

4.Klassning

Vmax/Vmin Vsz brobaneplatta

Dimensionerande tvärkraft, A-fordon $V_{LKA_A} := 51.4kN$

Tvärkraftskapacitet $V_{Rd} = 189.3 \cdot kN$

Dimensionerande tvärkraft exkl. typfordon $V_{perm} := 7.38 \cdot kN$

Proportionsfaktor, k $k_A := \frac{V_{Rd} - V_{perm}}{V_{LKA_A} - V_{perm}} = 4.1$

Dimensionerande A/B-värde $A_{dim} := 120kN \cdot k_A$

$A_{dim} = 496 \cdot kN$

Beräkning av tvärkraftskapacitet med alternativa modellen enligt BBK04, snitt 6, tvärmätning 0.71m

1. Geometri och last

Längdmätning x $y_L := 0.71m$

Längdmätning y $x_L := 25m$

Bredd $b_w := 1000mm$

Höjd $h := 209mm$

Effektiv höjd $d := 168mm$

Normalkraft (positiv vid drag) $N := 0kN$

2. Material

Dimensionerande hållfasthet betong och armering, se beräkningsrapport.

Betong

$f_{ck} := 30.775MPa$

$f_{cc} := 18.7MPa$

$f_{ct} := 1.24MPa$

Partialkoefficient för bärförmåga. $\gamma_m := 1.2$

\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

Säkerhetsklass 2 $\gamma_n := 1.1$

Armeringsinnehåll

Böjarmering (enligt TDOK 2013_0267 ver 5.0 avsnitt 4.2.3, får böjarmeringsinnehållet för negativt och positivt moment beaktas).

$A_{s0} := 1149 \cdot mm^2 + 1828 \cdot mm^2$

$A_{s0} = 2977 \cdot mm^2$

3. Beräkning

Alternativ modell för beräkning av betongens tvärkraftskapacitet utan statiskt verksam tvärkraftsarmering.

Beräknade parametrar

$$\sigma_{cm} := \frac{-N}{1.2 \cdot \gamma_n \cdot b_w \cdot h} = 0 \cdot MPa$$ (3.7.3.4)

Pos vid tryck

$$k := \min\left(1 + \sqrt{\frac{0.2m}{d}}, 2.0\right)$$ $k = 2$ (3.7.3.7)

Böjarmeringsinnehåll

$$\rho := \min\left(0.02, \frac{A_{s0}}{b_w \cdot d}\right)$$ $\rho = 0.0177$ (3.7.3.7)

$$\nu_{min} := \frac{0.035}{\gamma_n} \cdot \sqrt{k^3 \cdot \frac{f_{ck}}{MPa}} \cdot MPa$$ $\nu_{min} = 0.4993 \cdot MPa$ (3.7.3.7c)

Betongens tvärkraftskapacitet utan statiskt verksam tvärkraftsarmering

$$V_{Rdc} := \left(\frac{0.18 \cdot k}{\gamma_m \cdot \gamma_n} \cdot \sqrt[3]{100 \cdot \rho \cdot \frac{f_{ck}}{MPa}} \cdot MPa + 0.15 \cdot \sigma_{cm}\right) \cdot b_w \cdot d$$

$V_{Rdc} = 173.8 \cdot kN$ (3.7.3.7a)

dock lägst (3.7.3.7b)

$$V_{Rdc.min} := \left(\nu_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cm}\right) \cdot b_w \cdot d$$ $V_{Rdc.min} = 83.9 \cdot kN$

\\ramse\pub\stol\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

Övre gräns för tvärkraftskapacitet i spruckna områden

$$V_{Rdc.ö} := b_w \cdot \frac{b_w \cdot h^3}{12} \cdot \left(b_w \cdot \frac{h^2}{8}\right)^{-1} \cdot \sqrt{f_{ct}^{\,2} + \sigma_{cm} \cdot f_{ct}} \qquad (3.7.3.7d)$$

$$V_{Rdc.ö} = 172.8 \cdot kN$$

Tvärkraften för oreducerad last bör inte överstiga (3.7.3.7e)

$$\nu := 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250 \cdot MPa}\right) \qquad \nu = 0.526$$

$$V_{Rdc.max} := 0.5 \cdot \nu \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cc} \qquad V_{Rdc.max} = 826.5 \cdot kN$$

Dimensionerande tvärkraftskapacit

$$V_{Rd} := \min\left(\max\left(V_{Rdc}, V_{Rdc.min}\right), \min\left(V_{Rdc.ö}, V_{Rdc.max}\right)\right)$$

$$V_{Rd} = 172.8 \cdot kN$$

4.Klassning

Vmax/Vmin Vsz brobaneplatta

Dimensionerande tvärkraft, A-fordon

$$y_1 := 0.6m \qquad V_{LKA_A_1} := 23.7kN$$

$$y_2 := 0.85m \qquad V_{LKA_A_2} := 37.6kN$$

$$y_L = 0.71\,m \qquad V_{LKA_A} := V_{LKA_A_1} + \frac{y_L - y_1}{y_2 - y_1}\left(V_{LKA_A_2} - V_{LKA_A_1}\right) = 29.816 \cdot kN$$

Dimensionerande tvärkraft, B-fordon

$$y_1 := 0.6m \qquad V_{LKA_B_1} := 34.1kN$$

$$y_2 := 0.85m \qquad V_{LKA_B_2} := 54.4kN$$

$$y_L = 0.71\,m \qquad V_{LKA_B} := V_{LKA_B_1} + \frac{y_L - y_1}{y_2 - y_1}\left(V_{LKA_B_2} - V_{LKA_B_1}\right) = 43.032 \cdot kN$$

Tvärkraftskapacitet $\qquad V_{Rd} = 172.8 \cdot kN$

Dimensionerande tvärkraft
exkl. typfordon

$$y_1 := 0.6m \qquad V_{Perm_1} := 6.1kN$$

$$y_2 := 0.85m \qquad V_{Perm_2} := 7.1kN$$

$$y_L = 0.71\,m \qquad V_{Perm} := V_{Perm_1} + \frac{y_L - y_1}{y_2 - y_1}\left(V_{Perm_2} - V_{Perm_1}\right) = 6.54 \cdot kN$$

Proportionsfaktor, k

$$k_A := \frac{V_{Rd} - V_{Perm}}{V_{LKA_A} - V_{Perm}} = 7.1 \qquad k_B := \frac{V_{Rd} - V_{Perm}}{V_{LKA_B} - V_{Perm}} = 4.6$$

Dimensionerande A/B-värde

$$A_{dim} := k_A \cdot 180kN \qquad A_{dim} = 1286 \cdot kN$$

$$B_{dim} := k_B \cdot 180kN \qquad B_{dim} = 820 \cdot kN$$

\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004340\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

Beräkning av tvärkraftskapacitet med alternativa modellen enligt BBK04, snitt 6, tvärmätning 1,75m

1. Geometri och last

Längdmätning x $y_L := 3.36m$

Längdmätning y $x_L := 25m$

Bredd $b_w := 1000mm$

Höjd $h := 229mm$

Effektiv höjd $d := 191mm$

Normalkraft (positiv vid drag) $N := 0kN$

2. Material

Dimensionerande hållfasthet betong och armering, se beräkningsrapport.

Betong

$f_{ck} := 30.775MPa$

$f_{cc} := 18.7MPa$

$f_{ct} := 1.24MPa$

Partialkoefficient för bärförmåga. $\gamma_m := 1.2$

Säkerhetsklass 2 $\gamma_n := 1.1$

Armeringsinnehåll

Böjarmering (enligt TDOK 2013_0267 ver 5.0 avsnitt 4.2.3, får böjarmeringsinnehållet för negativt och positivt moment beaktas). $A_{s0} := 1149 \cdot mm^2 + 1828 \cdot mm^2$

$A_{s0} = 2977 \cdot mm^2$

\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

3. Beräkning

Alternativ modell för beräkning av betongens tvärkraftskapacitet utan statiskt verksam tvärkraftsarmering.

Beräknade parametrar

$$\sigma_{cm} := \frac{-N}{1.2 \cdot \gamma_n \cdot b_w \cdot h} = 0 \cdot MPa$$ (3.7.3.4)

Pos vid tryck

$$k := \min\left(1 + \sqrt{\frac{0.2m}{d}}, 2.0\right)$$ $k = 2$ (3.7.3.7)

Böjarmeringsinnehåll

$$\rho := \min\left(0.02, \frac{A_{s0}}{b_w \cdot d}\right)$$ $\rho = 0.0156$ (3.7.3.7)

$$\nu_{min} := \frac{0.035}{\gamma_n} \cdot \sqrt{k^3 \cdot \frac{f_{ck}}{MPa}} \cdot MPa$$ $\nu_{min} = 0.4993 \cdot MPa$ (3.7.3.7c)

Betongens tvärkraftskapacitet utan statiskt verksam tvärkraftsarmering

$$V_{Rdc} := \left(\frac{0.18 \cdot k}{\gamma_m \cdot \gamma_n} \cdot \sqrt[3]{100 \cdot \rho \cdot \frac{f_{ck}}{MPa}} \cdot MPa + 0.15 \cdot \sigma_{cm}\right) \cdot b_w \cdot d$$

$V_{Rdc} = 189.3 \cdot kN$ (3.7.3.7a)

dock lägst (3.7.3.7b)

$$V_{Rdc.min} := \left(\nu_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cm}\right) \cdot b_w \cdot d$$ $V_{Rdc.min} = 95.4 \cdot kN$

Övre gräns för tvärkraftskapacitet i spruckna områden

$$V_{Rdc.ö} := b_w \cdot \frac{b_w \cdot h^3}{12} \cdot \left(b_w \cdot \frac{h^2}{8}\right)^{-1} \cdot \sqrt{f_{ct}^2 + \sigma_{cm} \cdot f_{ct}}$$ (3.7.3.7d)

$V_{Rdc.ö} = 189.3 \cdot kN$

Tvärkraften för oreducerad last bör inte överstiga (3.7.3.7e)

$$\nu := 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250 \cdot MPa}\right)$$ $\nu = 0.526$

$$V_{Rdc.max} := 0.5 \cdot \nu \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cc}$$ $V_{Rdc.max} = 939.6 \cdot kN$

DImensionerande tvärkraftskapacit

$$V_{Rd} := \min\left(\max\left(V_{Rdc}, V_{Rdc.min}\right), \min\left(V_{Rdc.ö}, V_{Rdc.max}\right)\right)$$

$V_{Rd} = 189.3 \cdot kN$

\\ramse\pub\stol\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

4.Klassning

Vmax/Vmin Vsz brobaneplatta

Dimensionerande tvärkraft, B-fordon

$y_1 := 3.29m \quad V_{LKA_B_1} := 60.7kN$

$y_2 := 3.6m \quad V_{LKA_B_2} := 82.7kN$

$y_L = 3.36m \quad V_{LKA_B} := V_{LKA_B_1} + \frac{y_L - y_1}{y_2 - y_1}\left(V_{LKA_B_2} - V_{LKA_B_1}\right) = 65.668 \cdot kN$

Tvärkraftskapacitet $\quad V_{Rd} = 189.3 \cdot kN$

Dimensionerande tvärkraft
exkl. typfordon

$y_1 := 3.29m \quad V_{Perm_1} := 7.0kN$

$y_2 := 3.6m \quad V_{Perm_2} := 10.0kN$

$y_L = 3.36m \quad V_{Perm} := V_{Perm_1} + \frac{y_L - y_1}{y_2 - y_1}\left(V_{Perm_2} - V_{Perm_1}\right) = 7.677 \cdot kN$

Proportionsfaktor, k

$$k_B := \frac{V_{Rd} - V_{Perm}}{V_{LKA_B} - V_{Perm}} = 3.1$$

Dimensionerande A/B-värde

$B_{dim} := k_B \cdot 180kN$

$B_{dim} = 564 \cdot kN$

\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

11.7 Sammanställning av resultat, platta

Sammanställning av A/B – värde för plattan presenteras i tabellen nedan

LKA platta		
Eget körfält, Längdled	***A (kN)***	***B (kN)***
Moment underkant	743	687
Moment ÖK	678	789
Eget körfält, Tvärled	***A (kN)***	***B (kN)***
Moment underkant	700	680
Moment ÖK	687	766
Tvärkraft	496	564
Dimensionernade värden	**496**	**564**

\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx

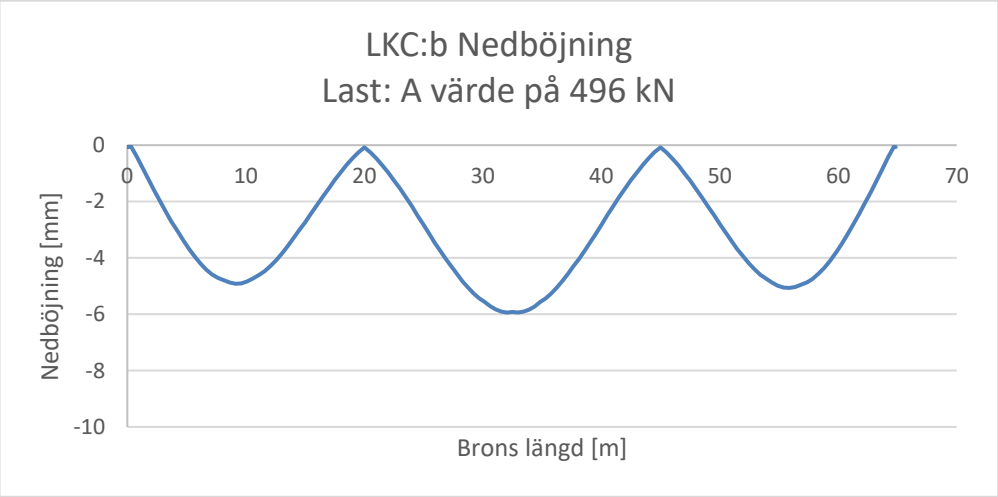
12. Beräkning av nedböjning LKC:b

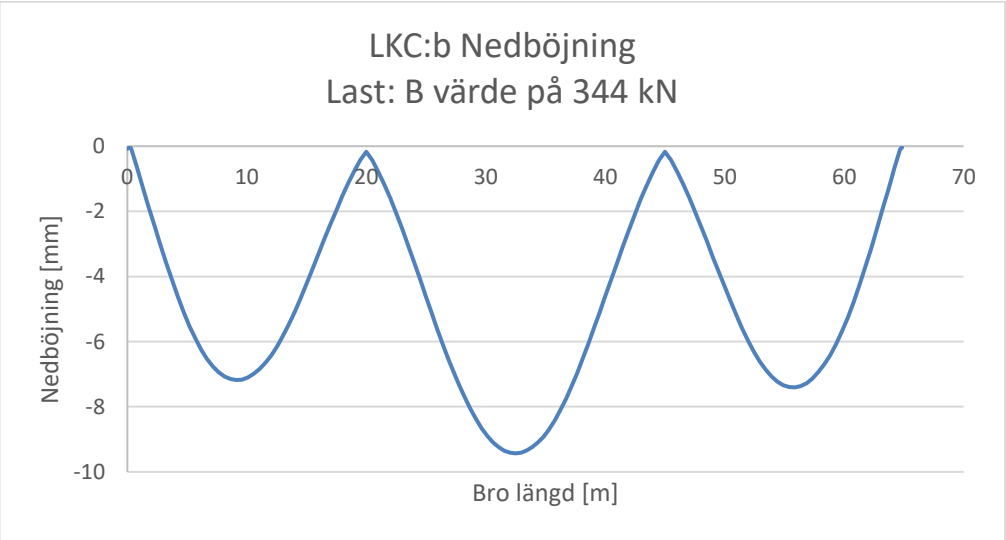
Beräknad nedböjning av trafiklast får högst uppnå L/300 enligt [1] 4.3.3.2, då L är den teoretiska spännvidden för ett spann. Beräkning utförd med lastkombination LKC:b.

Tillåten nedböjning för ytterspan och innerspann:

$$z_{max} = \frac{20000}{300}\ eller\ \frac{25000}{300} = 66{,}7mm\ eller\ 83{,}8\ mm$$

Nedböjning beräknad i Sofistik ger omkring 5 mm och 6 mm för A=496 kN, 7 mm och 9 mm för B=344, för ytterspann och innerspann respektive. Numeriska snittkrafter presenteras i Bilaga 6.





\\ramse\pub\stoi\bau\2019\132004347O\teknik\rapport\beräkningsförutsättningar_tornealv.docx