

Composite straight steel double girder pedestrian bridge

TABLE OF CONTENT

Part
A. CALCULATION ASSUMPTIONS

Appendix
1. System 001 : Input receipt
2. System 001 : Results reactions
3. System 001 : Results abutements
4. System 001: Results superstructure

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A1:1
		Date :	Created :

1. ALLMÄNT / MÅTT

1.1	KONSTRUKTIONSTYP	sida 1:2
1.2	MÅTT	sida 1:3-12
1.3	GRUNDLÄGGNING	sida 1:13
1.4	NORMER OCH FÖRFRÅGNINGSUNDERLAG	sida 1:14
1.5	TEKNISK LIVSLÄNGD	sida 1:15
1.6	MILJÖ	sida 1:16
1.7	MATERIAL	sida 1:17
1.8	GEOTEKNISK KLASS	sida 1:18
1.9	SÄKERHETSKLASS	sida 1:18
1.10	TB OCH SPRICKKRITERIER	sida 1:19-20
1.11	BESKRIVNING MATHCAD	sida 1:21-23

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A1:2
		Date :	Created :

1.1 KONSTBYGGNADSTYP

Samverkans bro i stål ett spann utförd med 2 st krökta huvudbalkar.

Underbyggnad och grundläggning utförs med spetsburna stålrörspålar som inborras i berg.

I nivå med pålavskärningsplanet platsgjuts upplagsbalkar. På upplagsbalkar monteras neotopf lager som är fasta i brons längdriktning.

Farbanan gjuts i två etapper enligt redovisning nedan. Även ett utförande där överbyggnad gjuts i en etapp medges dock med två fronter samtidigt ifrån respektive broände.

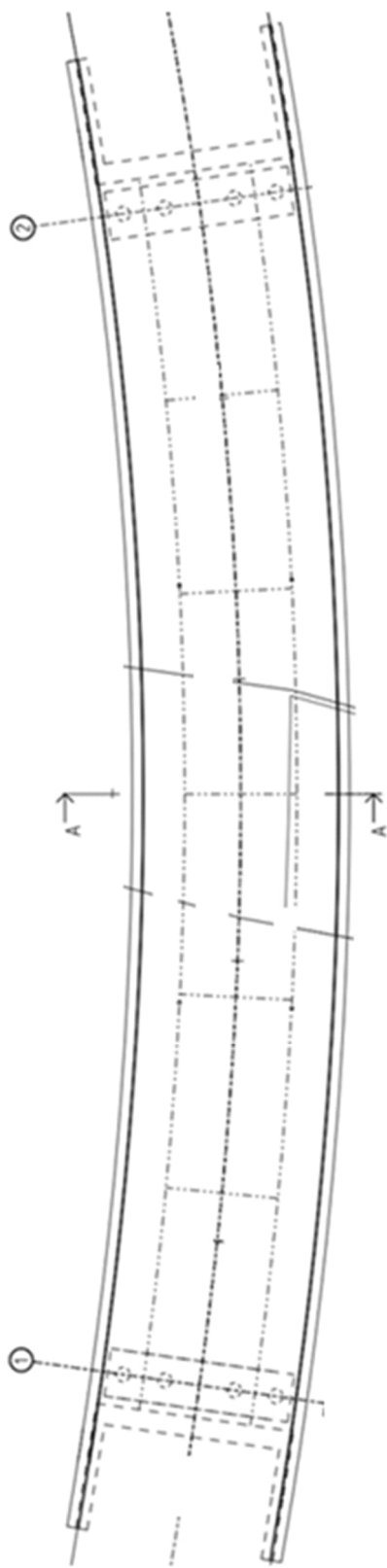
Alternativt skall farbanan gjudas ifrån bromitt med två fronter parallellt ut mot broände.

Gjutordning av överbyggnad :

- 1.) Ändskärmar + vingmurar vid respektive broände.
- 2.) Farbanan i övrigt

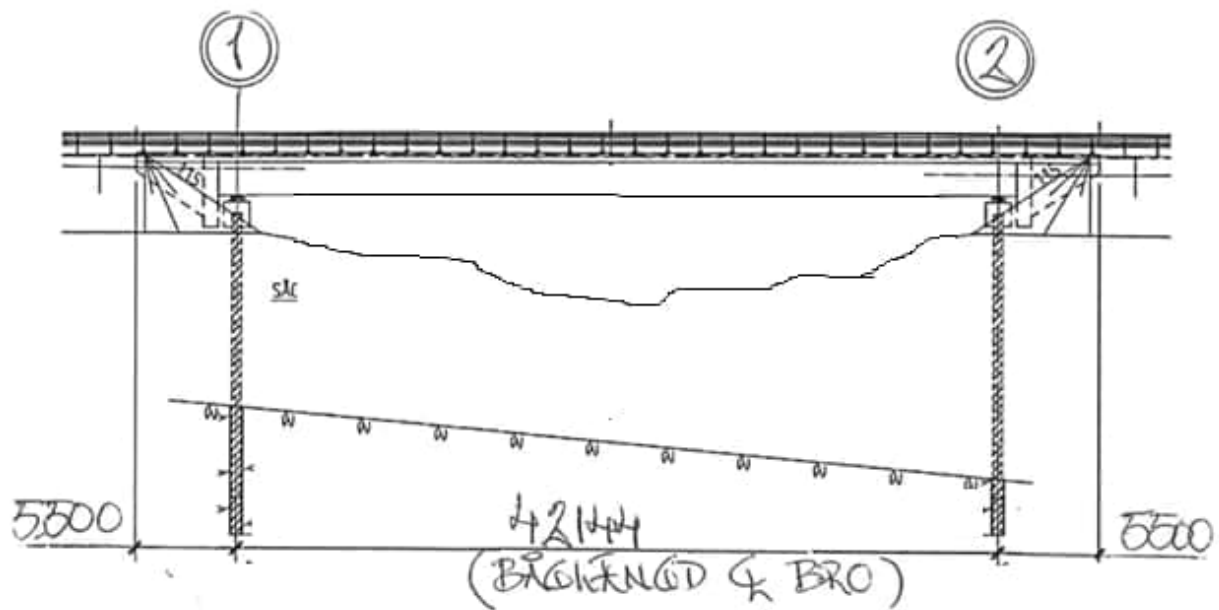
	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A1:3
		Date :	Created :

1.2 MÅTT



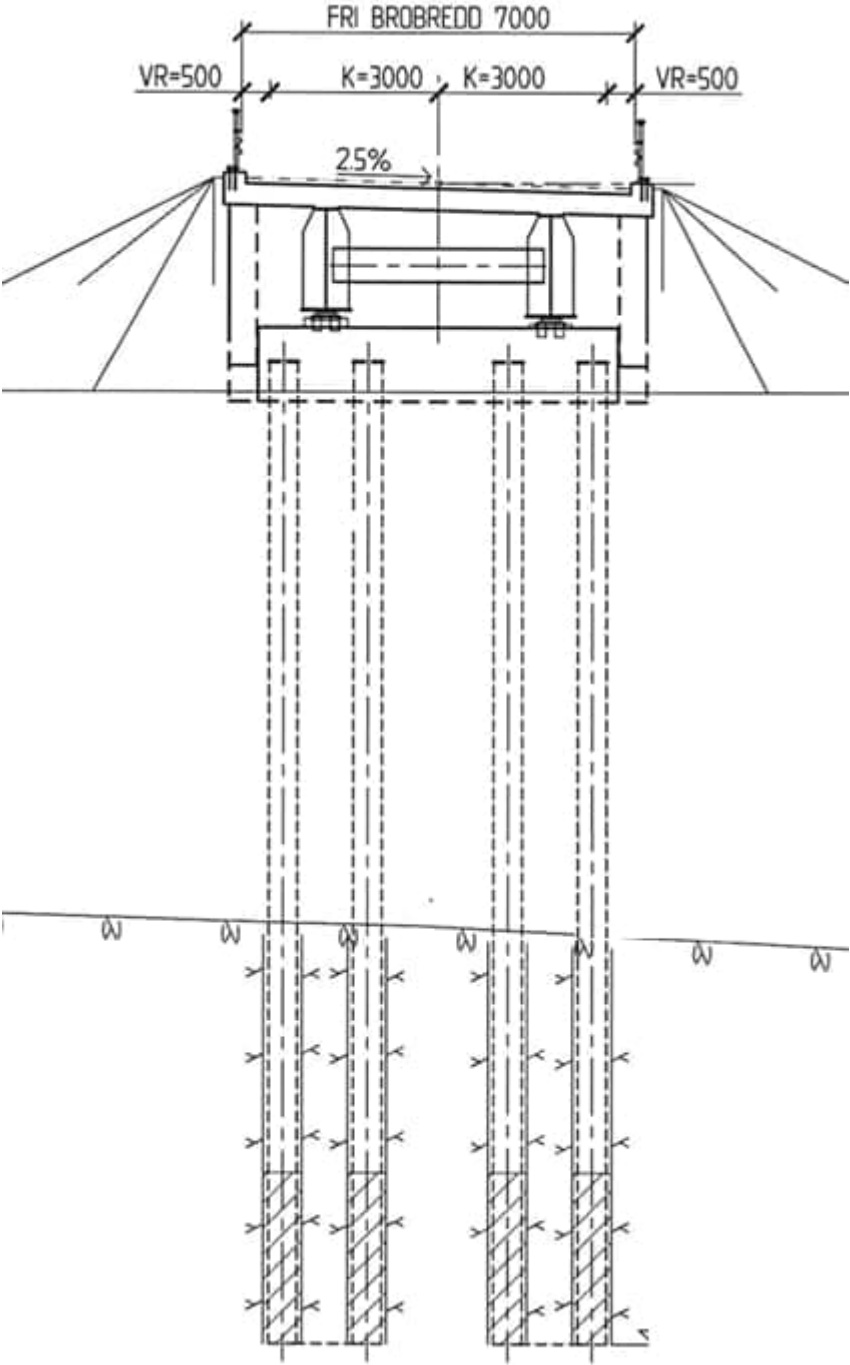
PLAN
Översikt

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A1:5
		Date :	Created :



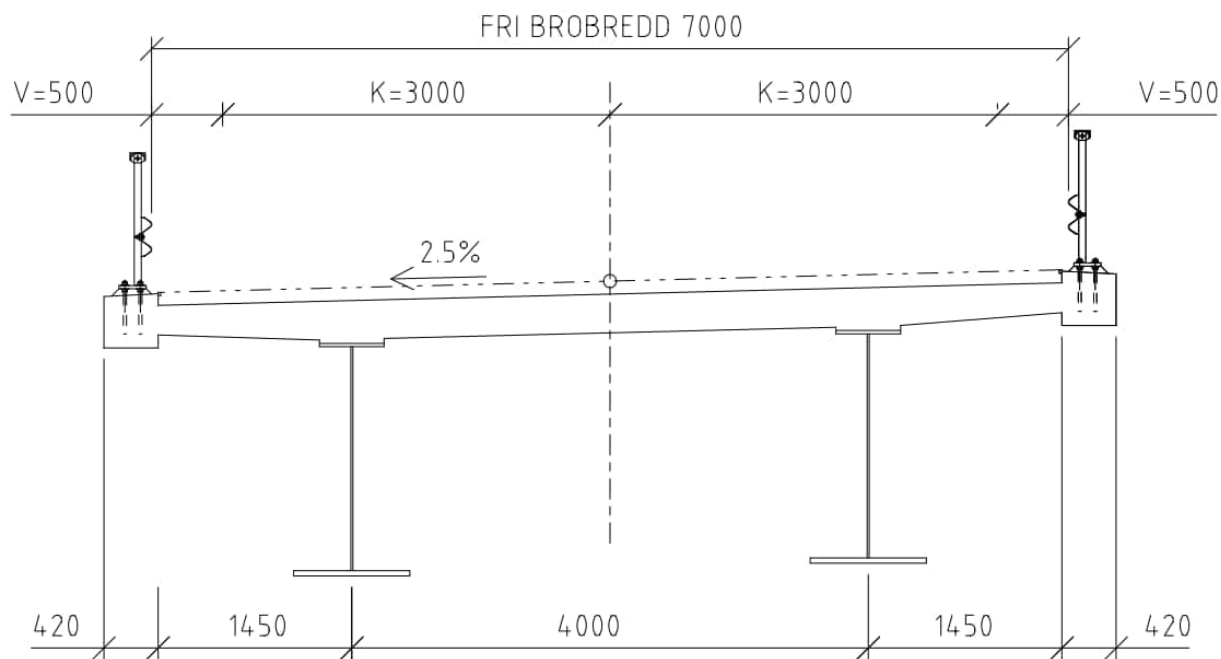
ELEVATION

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A1:6
		Date :	Created :



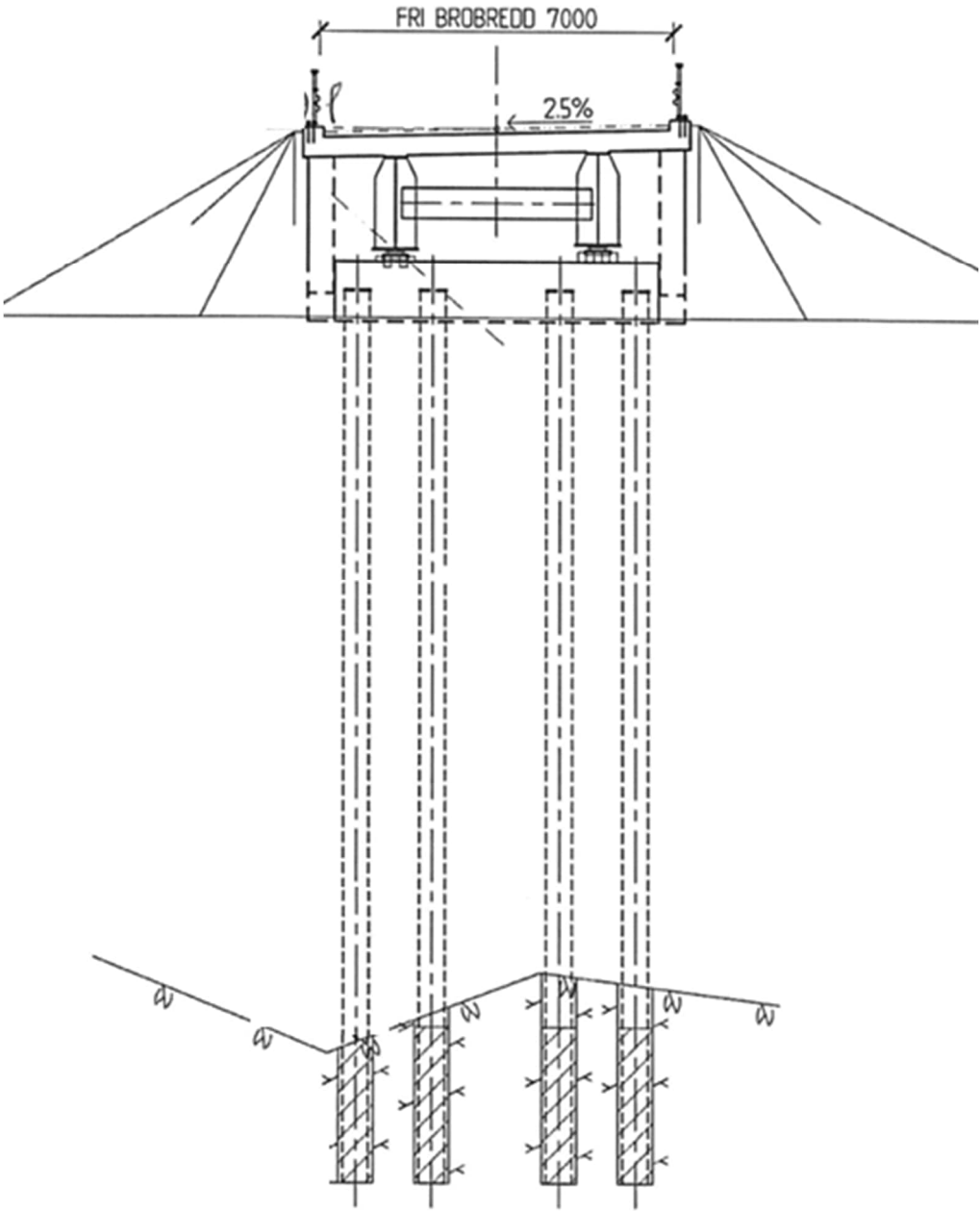
SEKTION A-A
Stöd 1

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A1:7
		Date :	Created :



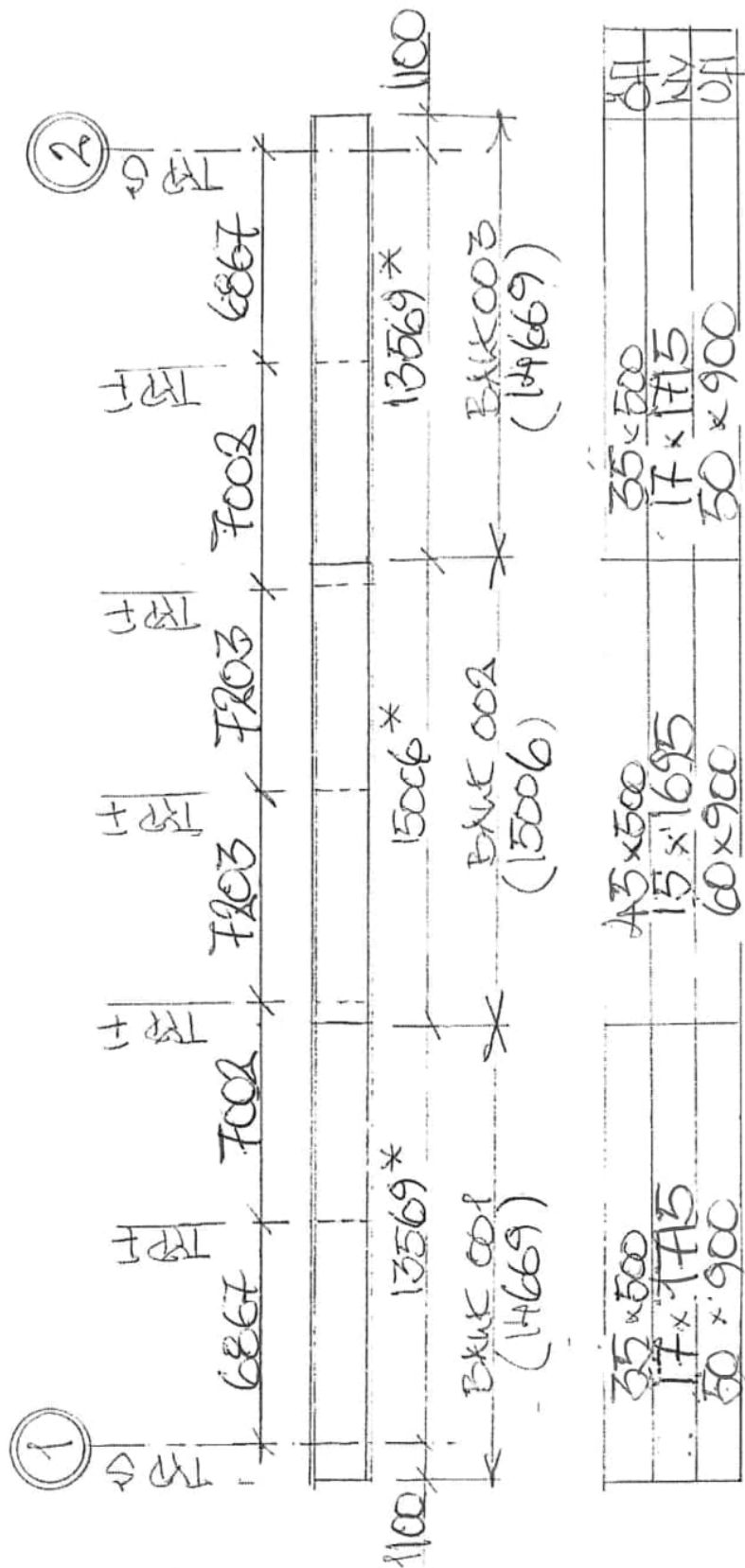
SEKTION B-B
Stålöverbyggnad

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A1:8
		Date :	Created :



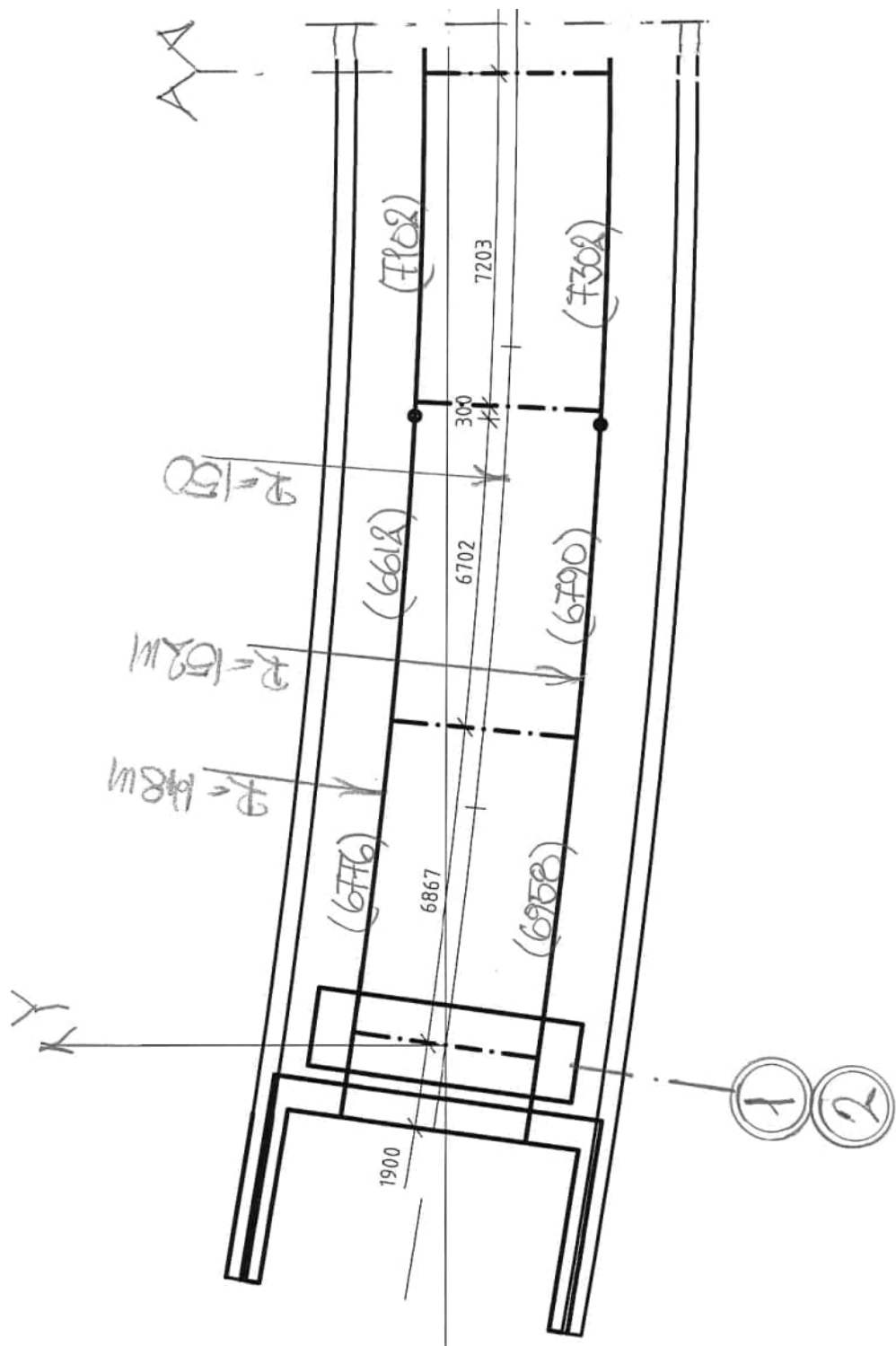
SEKTION C-C
Stöd 2

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS	Status :	Page: A1:9
	Composite curved steel road bridge	Date :	Created :



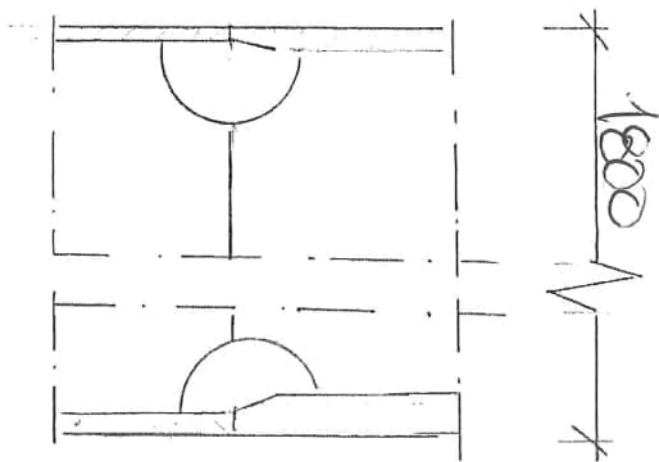
ELEVATION STÅLBALK
BALK 001-003

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A1:10
		Date :	Created :

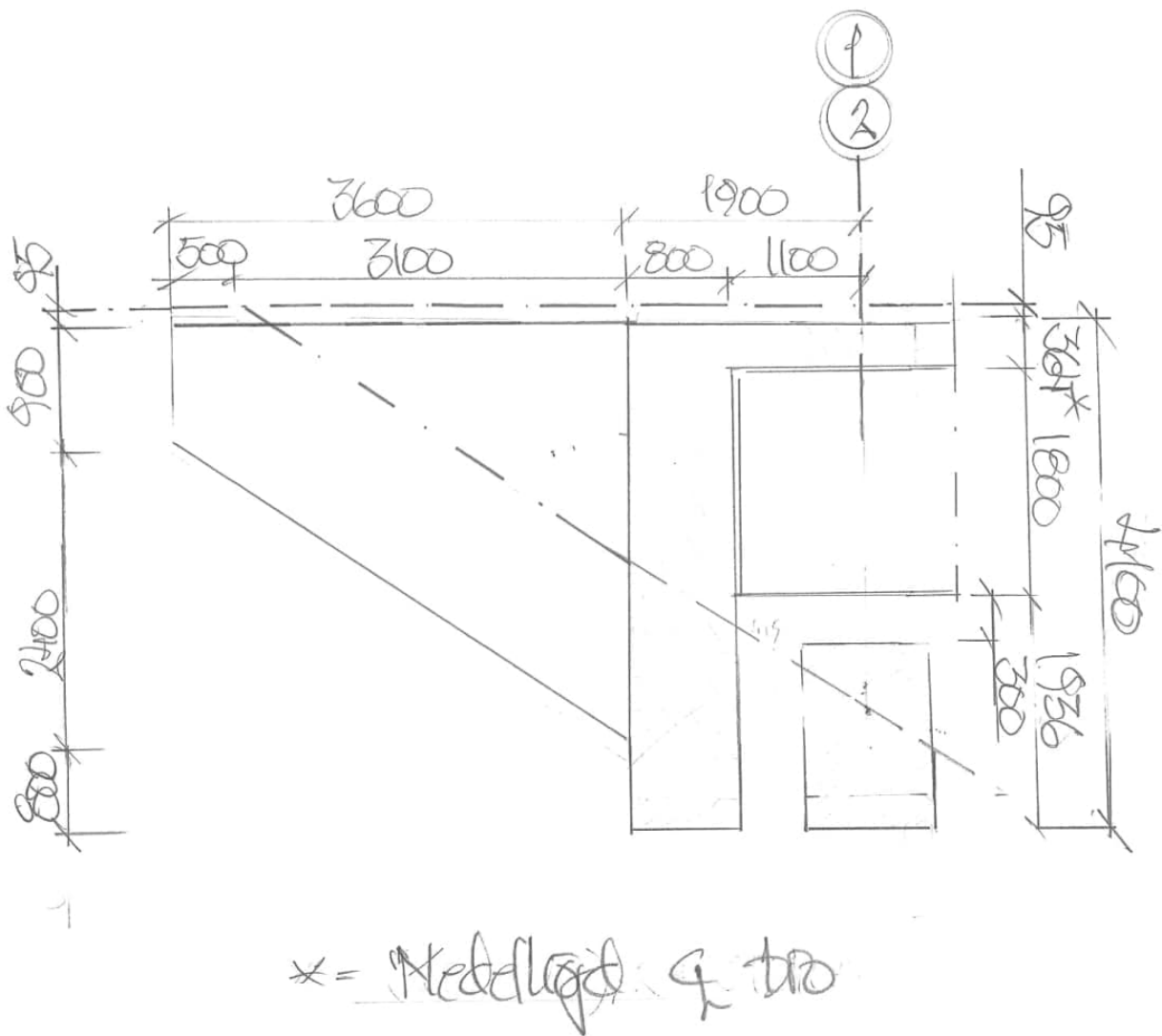


PLAN STÅLBALK
BALK 001-003

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A1:11
		Date :	Created :



BALKSKARV



ELEVATION BROÄNDE

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A1:13
		Date :	Created :

1.3 GRUNDLÄGGNING

Grundläggning sker på spetsburna stålrörspålar.

Inbörningsdjup i berg : $L_{\text{berg}} \geq 3.0 \text{ m}$

Fastgjutningslängd i berg : $L_{\text{gjut}} = 2.0 \text{ m}$

	Stöd 1	Stöd 2
Nivå PPL	130,621	130,846
Beläggning	-0,095	-0,095
Farbana	-0,384	-0,384
Huvudbalk	-1,800	-1,800
Lagerklack	-0,300	-0,300
Avstånd PAP	-0,700	-0,700
Nivå PAP	127,342	127,567
Nivå friskt berg	+117.1	+113.4
Nivå pålstopp	110,192	110,417
Pållängd	17.15	17.15
-	m	m

Bedömd fri pållängd $\rightarrow L_{\text{fri}} = \text{Pållängd} - 2.0 \text{ m} = 15.15 \text{ m}$

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A1:14
		Date :	Created :

1.4 NORMER OCH FÖRFRÅGNINGSUNDERLAG

- Teknisk beskrivning bro (TRVK Bro publ. 2011:085) inkl. supplement 1
- Tekniska råd bro (TRVR publ 2011:086) inkl. supplement 1
- Europastandarder SS-EN 1990 tom SS-EN 1999 enligt TRVK Bro A 1.2.3.2
- Boverkets författningssamling (BFS 2013:10 EKS 9)
- Trafikverkets författningssamling (TRVFS 2011:12)
- TRVK Bärighetsberäkning av vägbroar (TDOC 2013:0267)

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A1:15
		Date :	Created :

1.5 TEKNISK LIVSLÄNGD

Teknisk livslängd 120 år gäller för hela bron inklusive påelement.

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A1:16
		Date :	Created :

1.6 MILJÖ

Vägmiljö anses råda för vägbanan.

Miljöer för enskilda betongytor se tabell avsnitt 1.11.

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A1:17
		Date :	Created :

1.7 MATERIAL

Betong : C34/45 (CEM I 42.5 N, Anläggningscement klass N)

Armering : B500B

Stål : Enligt separat redovisning

Motfyllning : Förtärkningslagermaterial enligt AMA CEB.52

Beläggning : Se OTB/bro och förslagsritning

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A1:18
		Date :	Created :

1.8 GEOTEKNISK KLASS

Geoteknisk klass GK2

1.9 SÄKERHETSKLASS

Geoteknisk bärförmåga : säkerhetsklass 2

Konstbyggnad i övrigt : säkerhetsklass 3

Val av säkerhetsklass enligt TRVFS 2011:12 kapitel 1 avsnitt 10§ C.

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A1:19
		Date :	Created :

1.10 TB OCH SPRICKKRITERIER

Exponeringsklasser är bestämda enligt TRVR Bro avsnitt D.1.3 samt SS-EN 206-1.

Klassindelningar bro:

Konstruktionsdel	Säkerhetsklass	Livslängdsklass	Exponeringsklass
▫ Vingmur mot fyllning	2	L100	XD1 / XS2
▫ Vingmur från fyllning	2	L100	XD1 / XF4
▫ Ändskärm mot vägbank	3	L100	XD1 / XS2
▫ Ändskärm från vägbank	3	L100	XC2 / XF3
▫ Upplagsbalk	3	L100	XC2 / XF3
▫ Farbana exkl. kantbalk	3	L100	XD1 / XF4
▫ Kantbalk	3	L100	XD3 / XF4

Anm. Definition av vägmiljö se TRVFS kapitel 22 §5.

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A1:20
		Date :	Created :

Dimensioneringsparametrar för föga korrosionskänslig :

$c_{min,dur}$: minsta täckskikt med hänsyn till miljöpåverkan

$c_{min,b}$: minsta täckskikt med hänsyn till krav på vidhäftning

Δc_{dev} : utförandetolerans enligt SS-EN 1992-1-1 §4.4.1.3

$c_{min} = \max\{c_{min,b}; c_{min,dur}; 10mm\}$: SS-EN 1992-1-1 ekvation 4.2

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$: SS-EN 1992-1-1 ekvation 4.1

Konstruktionsdel	$\zeta^{1.)}$	$w_k^{2.)}$	$v_{ct,ekv}^{3.)}$	$c_{min,dur}^{3.)}$	$c_{min,b}^{4.)}$	c_{min}	Δc_{dev}	$c_{nom}^{5.) 6.)}$
Bro :								
▫ Vingmur mot fyllning	1.5	0.20	0.40	25	40	40	10	50
▫ Vingmur från fyllning	1.5	0.20	0.40	25	40	40	10	50
▫ Ändskärm mot vägbank	1.5	0.20	0.40	25	40	40	10	50
▫ Ändskärm från vägbank	1.0	0.40	0.50	15	40	40	10	50
▫ Upplagsbalk	1.0	0.40	0.50	15	40	40	10	50
▫ Farbana exkl. kantbalk	1.5	0.20	0.40	25	40	40	10	50
▫ Kantbalk	1.8	0.15	0.40	45	40	45	10	55
	-	mm	-	mm	mm	mm	mm	mm

Fotnoter

- 1.) Enligt SS-EN 1992-1-1 bilaga NA §7.3.2 tabell c
- 2.) Enligt SS-EN 1992-2 bilaga NA §7.3.1 tabell 7.1S
- 3.) Minsta betongskikt av miljöpåverkan enligt SS-EN 1992-1-1 bilaga NA §4.4.1.2 tabell a/4.4S
- 4.) Minsta betongskikt av vidhäftning enligt SS-EN 1992-1-2 §4.4.1.2 motsvarande $\max\{\phi; \text{stenmax}+5mm\}$. Erhållet värde avrundas uppåt.
- 5.) Nominell tjocklek som anges på ritning.
- 6.) Vid gjutning direkt mot fyllning ska de nedre 50 mm betraktas som statisk överksam enligt TRVK Bro D.2.2.1.4 och TRVR D.1.3.3 $\Rightarrow c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} + 50mm$

Stenmax = 32 mm $\rightarrow c_{min,b} = 37$ mm men 40 mm väljs på säker sida !

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A1:21
		Date :	Created :

1.11 BESKRIVNING MATHCAD

Typsnitt

Kommenterande text skrivs med typsnitt Arial som denna text visar.

Aktiv matematisk text (indata, formler, utdata m.m.) skrivs med typsnitt "Times New Roman" som denna text visar.

In- och utdata, olika likhetstecken med mera.

För indata används i de flesta fall ($a := 1$), dessa indata gäller inom området efter deras plats i dokumentet, d.v.s. till höger och under dem. Indata skrafferas för att synas tydligare.

Vissa värden anges som "globala" med tre streck i likhetstecknet ($a \equiv 1$) och gäller i hela dokumentet oavsett plats.

I "underrutiner", markerade med vertikala streck, används ($a \leftarrow 1$) för indata.

Resultatutskrift beställs med vanligt likhetstecken, ($a = 1$)

Talserier skapas med ($m..n$) som ger en talserie från (m) till (n) med steget (a). Utan (a) fås steget 1.

Index på variabelnamn kan vara:

- del av namnet (M_{IV})
- elementnummer för ett vektorelement (n_i om i är det i :te elementet av vektorn n)
- elementnummer för ett matriselement ($n_{s,t}$ där s är rad och t kolumn)

Båda indextyperna samtidigt förekommer också (s_{rm_i}).

Förklaringar till vanligt förekommande funktioner

Funktioner som skrivs på samma sätt som i normalt matematiskt bruk förklaras inte här.

Ekvationslösning

root(uttryck,var) värdet av var då uttryck = 0.

given..uttryck.. find(x,y..) värdet av x,y.. då uttrycken mellan given och find är uppfyllda. Kan också användas för att lösa olikheter och system av ekvationer eller olikheter.

Trigonometri

deg konstant = $\pi/180$ för konvertering av grader (360) till radianer, används som multiplikator i trigonometriska uttryck där indata är i grader.

gon som ovan men = $\pi/200$, definierad av oss då gon används som indata.

Avrundningar

floor(x) heltalsdelen av x.

ceil(x) närmaste heltal större än x.

Villkorssatser

if(villkor,a,b) a om villkor är sant, annars b. Villkoret är normalt en olikhet och a resp. b kan vara matematiska uttryck eller ännu en villkorssats som nedan.

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A1:22
		Date :	Created :

if(villkor 1,a, if(villkor 2,b, if(villkor 3,c,d)))

villkorssats i flera steg där villkoren ordnas i stigande eller fallande ordning. Om första villkoret är falskt försätter kontrollen efter andra kommatecknet med nästa villkorssats o.s.v. Exemplet läses:

"a" om "villkor 1" är sant annars "if(villkor 2,b, if(villkor 3,c,d))"
 "b" om "villkor 2" är sant annars "if(villkor 3,c,d)"
 "c" om "villkor 3" är sant annars "d" om inget av villkoren är sanna.

Och kan ritas som flödesschema så här:

```

villkor 1, sant:  → a
                falskt: → villkor 2, sant: → b
                                falskt: → villkor 3, sant: → c
                                                falskt: → d
  
```

I vissa fall används Mathcads programmeringsfunktion för att lösa villkorssituationer. Programmeringsfunktionen utmärks av ett lodrätt streck längs högra ledets vänsterkant och ger större möjligheter till logiska jämförelser än if-satsen ovan. Här nedan görs t.ex. en jämförelse av en textsträng som logisk variabel, om värdet av "Tryckt" är "ja" sätts tryckzonshöjden till tvärsnitthöjden "H", och i annat fall används produkten " $\xi \cdot d$ ".

$$\xi d := \left| \begin{array}{l} H \text{ if Tryckt} = \text{"ja"} \\ \xi \cdot d \text{ otherwise} \end{array} \right.$$

Programmeringsfunktionen kan också användas för att göra beräkningsslingor som avbryts när ett villkor inte längre är uppfyllt. I exemplet nedan får x värdet av j första gången som $V_{sx}(j)$ är större än noll i en slingberäkning där j ökar i steg om 10 för varje varv i slingan.

$$x := \left| \begin{array}{l} j \leftarrow 0 \\ \text{while } V_{sx}(j) \leq 0 \\ \quad j \leftarrow j + 10 \\ j \end{array} \right.$$

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A1:23
		Date :	Created :

Matrisfunktioner

<code>linterp(vx,vy,x)</code>	linjärt interpolerat värde vid x längs en linje mellan punkter definierade av vektorerna vx och vy som utgör listor av punkternas x- resp. y-koordinater.
<code>max(A)</code>	största element i matrisen A.
<code>min(A)</code>	minsta element i matrisen A.
<code>median(A)</code>	medianvärdet av elementen i A, används för funktioner som begränsas av max- och minvärden.
<code>rows(A)</code>	antal rader i matrisen A.
<code>cols(A)</code>	antal kolumner i matrisen A.
<code>sort(v)</code>	sorterar elementen i vektorn v i stigande ordning.
<code>csort(A,n)</code>	sorterar raderna i matrisen A efter elementen i kolumn n.
<code>rsort(A,n)</code>	sorterar kolumnerna i matrisen A efter elementen i rad n.
<code>reverse(A)</code>	omvänd ordning på raderna i matris A.
$\overrightarrow{M := (M - e \cdot 10^{-3} \cdot N)}$	en pil över ett uttryck innebär att vektorelementen behandlas i tur och ordning istället för med strikt vektoralgebra. Vektorerna fungerar då enbart som datalistor.

Då sorteringsfunktionerna ovan används på en matris som skrivs in direkt i funktionens parentes fås dubbla parenteser som nedan där största värdet av a och b ska väljas. Det ena parentesparet hör till funktionen och det andra till matrisen:

$$\max(\bullet) \left(\begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} \right) \quad \max \left(\left(\begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} \right) \right)$$

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A2:1
		Date :	Created :

2. STATISKT SYSTEM

2.1	ALLMÄNT	sida 2:2-3
2.2	SYSTEMSKISS	sida 2:4-17
2.3	MESH	sida 2:18-24
2.4	TVÄRSNITTSKONSTANTER	sida 2:25-34
2.5	MATERIAL	sida 2:35-38
2.6	RANDVILLKOR	sida 2:39-41
2.7	STELA LÄNKAR	sida 2:42-43
2.8	BELASTNINGSYTOR	sida 2:44-45
2.9	LOKALA KOORDINATSYSTEM	sida 2:46-48

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A2:2
		Date :	Created :

2.1 ALLMÄNT

Bron är en samverkansbro i stål. Bro är utförd i ett spann med 2 st krökta huvudbalkar.

Fullständig samverkan mellan huvudbalkar och betongfarbana förutsätts.

Bron grundläggs på borrarade spetsburna stålrörspålar som är inspända i berg.

Kantbalkar anses inte bidra med någon styvhet dock som last.

Inverkan av skjuvdeformationer, krypning och uppsprickning beaktas i den statiska modellen vid bestämning av tvärsnittskonstanter.

Systemberäkning för den plankrökta bron utförs med LUSAS som en 3D-analys där samtliga konstruktionselement förutom ändskärm och farbana moduleras som 3D-balklement. Ändskärm och farbana moduleras som skalelement.

För att påvisa rimligheten i resultateten utförs beräkningar med STEP 2. Vid kontroll i längsled tillämpas medelvärde av spännvidden för den yttre huvudbalken ($R = 152 \text{ m}$) respektive inre huvudbalken ($R = 148 \text{ m}$).

Respektive ändstöd har fasta lager i brons längsled.

Vid dimensionering av överbyggnad så utgår stålrörspålar ur den statiska modellen. Detta är en förenkling på säker sida då 100 % av de horisontella lasterna i längsled av upptas av ändskärmarna.

..

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A2:3
		Date :	Created :

Bilagor

- Bilaga 1 - Indatakvitto SYSTEM 001B (överbyggnad - byggskede)
- Bilaga 2 - Indatakvitto SYSTEM 001D (överbyggnad - driftskede)
- Bilaga 3 - Resultat SYSTEM 001B (konstruktionsdelar stål - byggskede)
- Bilaga 4 - Resultat SYSTEM 001D (konstruktionsdelar stål - driftskede)

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A2:4
		Date :	Created :

2.2 SYSTEMSKISS

2.2.1 Geometri

För att beskriva geometri i LUSAS krävs först att *POINTS* definieras. Utifrån dessa genereras *LINES* och *SURFACES*.

Balkelement definieras genom att införa attribut på *LINES*.
Skalelement definieras genom att införa attribut på *SURFACES*.

Bifogade bilder är hämtade ifrån gjord analys och ger en grafisk kvittens av *POINTS*, *LINES* och *SURFACES*.

Alla koordinater för att beskriva *POINTS* återfinns i bilaga 1 och 2.

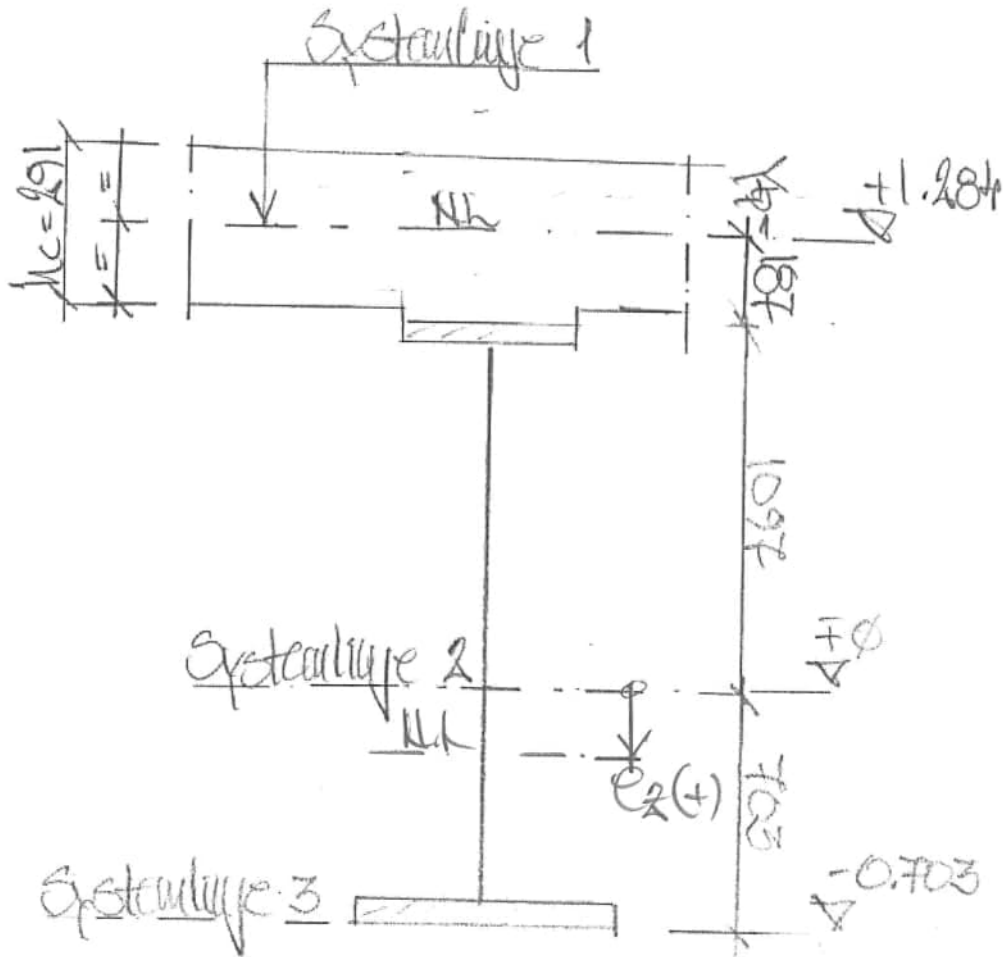
Samtliga *POINTS* som beskriver *LINES* återfinns i bilaga 1 och 2.

Samtliga *LINES* som beskriver *SURFACES* återfinns i bilaga 1 och 2.

Anm. Bilaga 1 (System 001B – byggskede) och bilaga 2 (System 001D – driftskede) är identiska med undantag för att farbanan är modellerad vek genom att tillämpa fiktiv tjocklek och materialegenskaper.

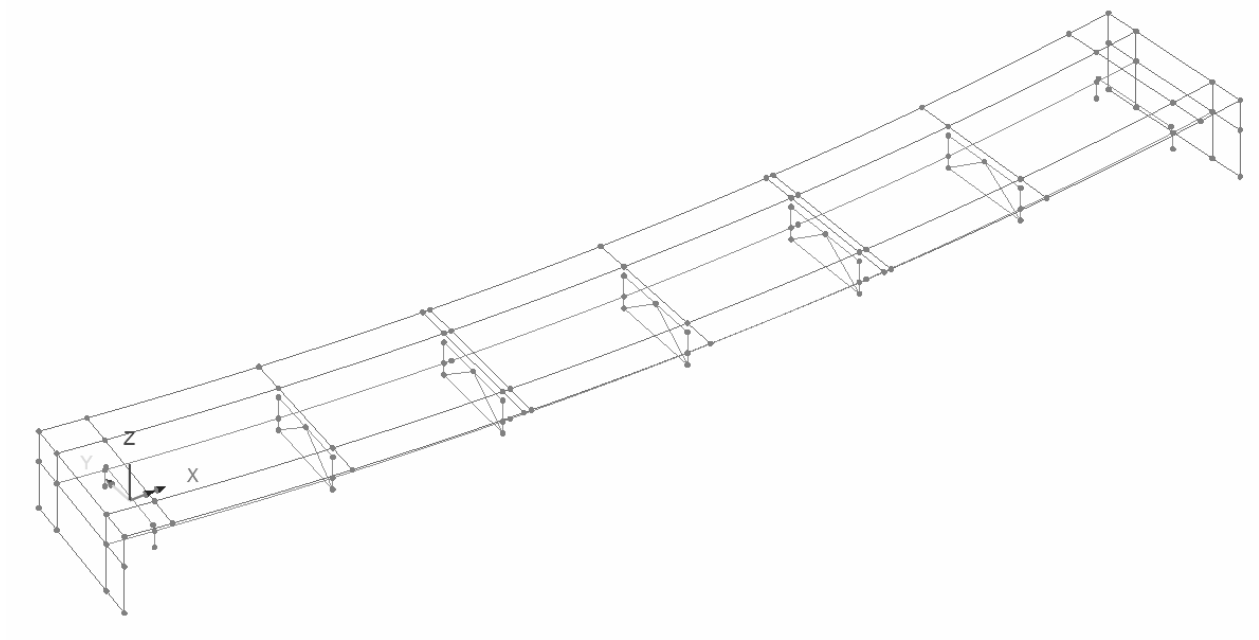
	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A2:5
		Date :	Created :

Överbyggnad modelleras med totalt 3 st systemlinjer belägna på nivåer enligt nedan.



	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A2:6
		Date :	Created :

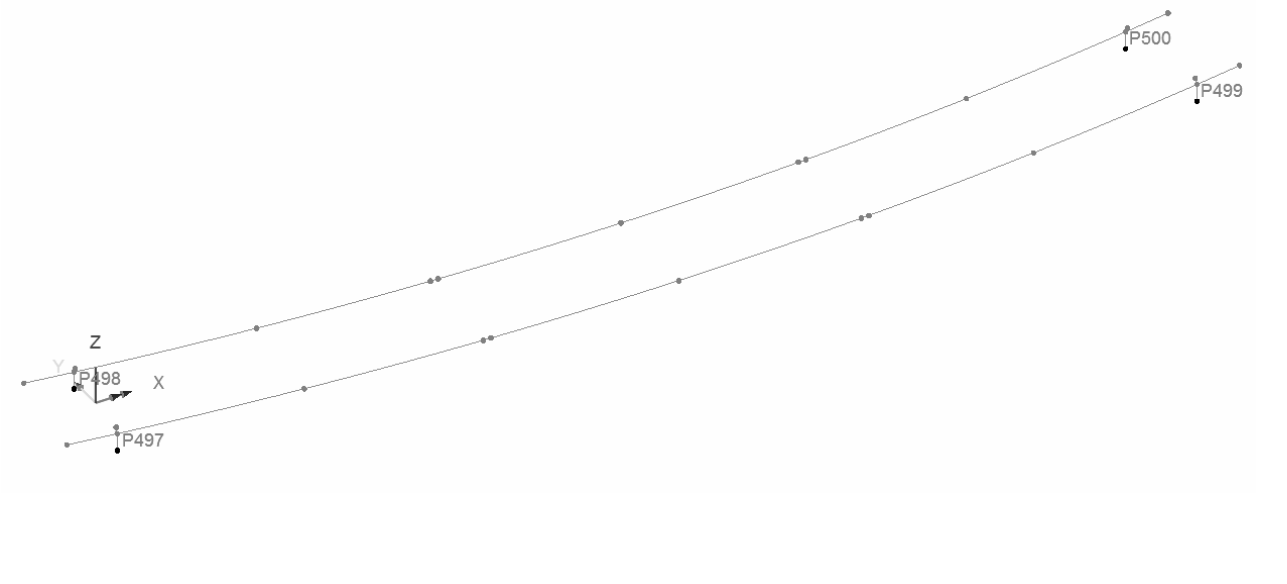
Översikt :



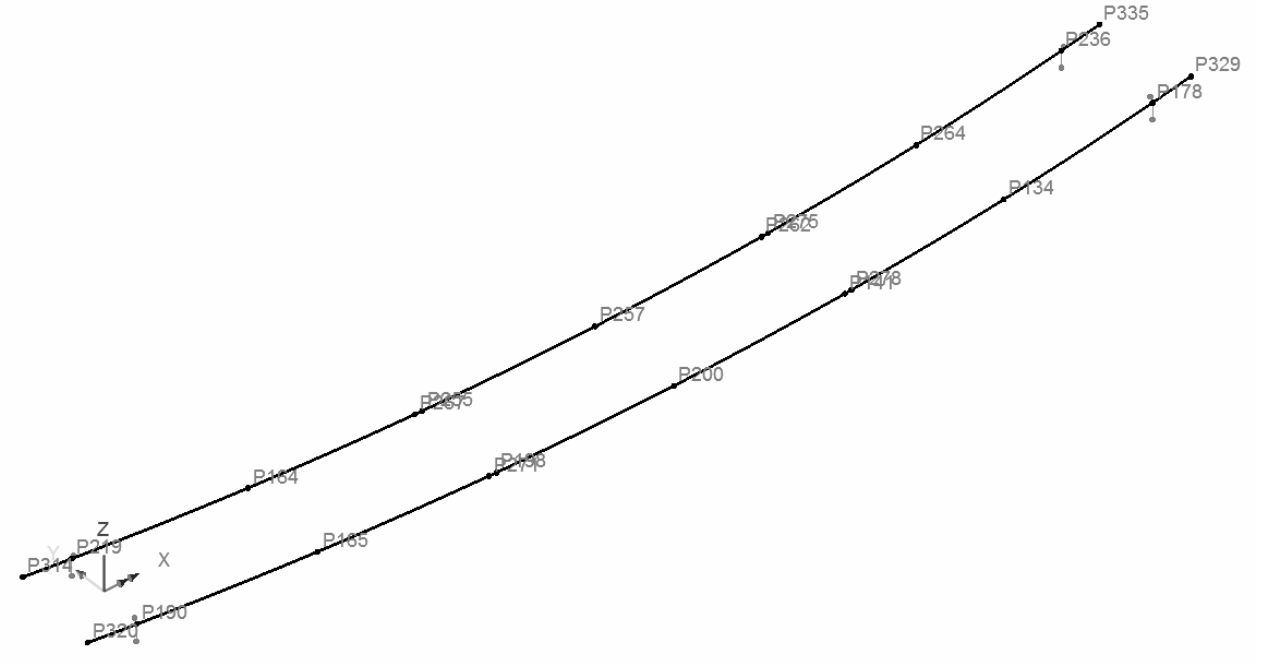
	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A2:7
		Date :	Created :

2.2.1.1 Geometri : POINTS

Bearings :

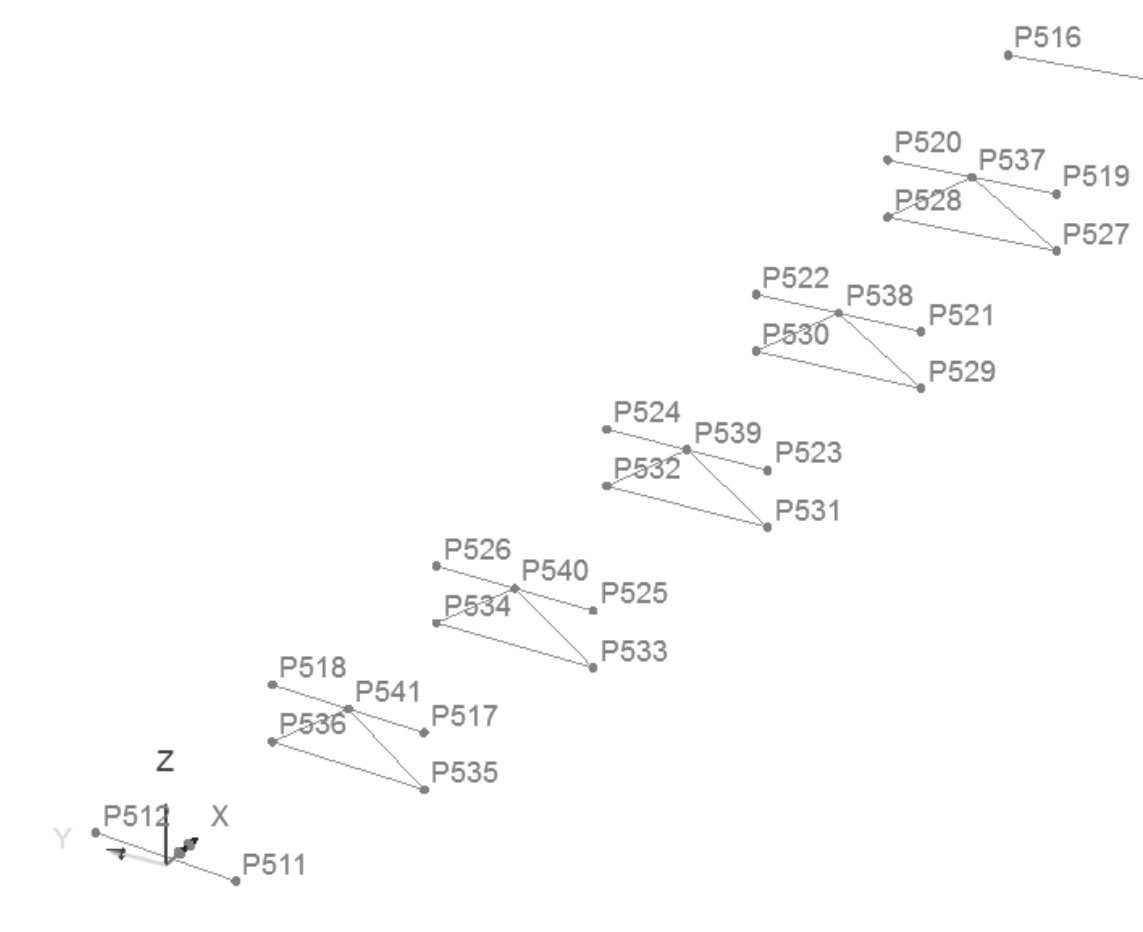


Huvudbalkar :



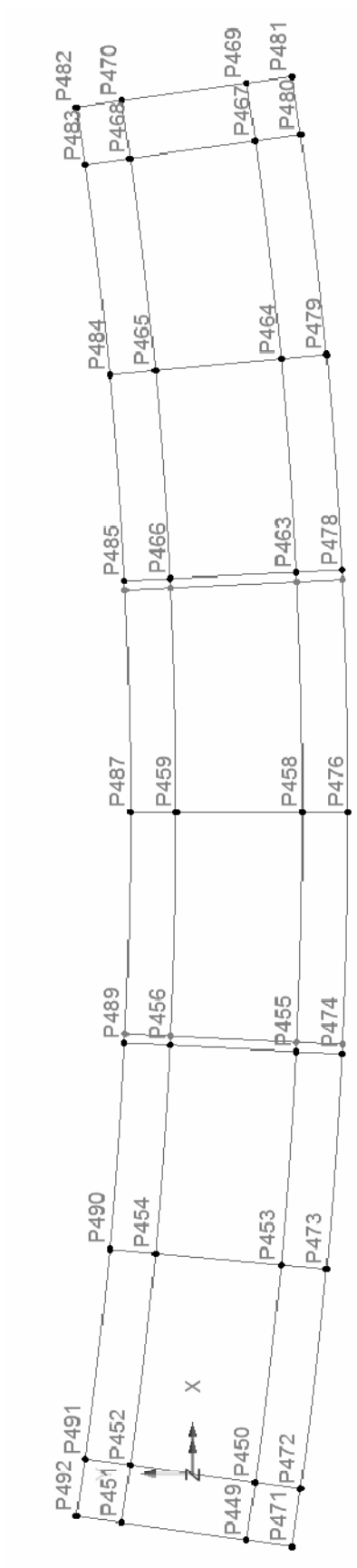
	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A2:8
		Date :	Created :

Tvärbalkar :



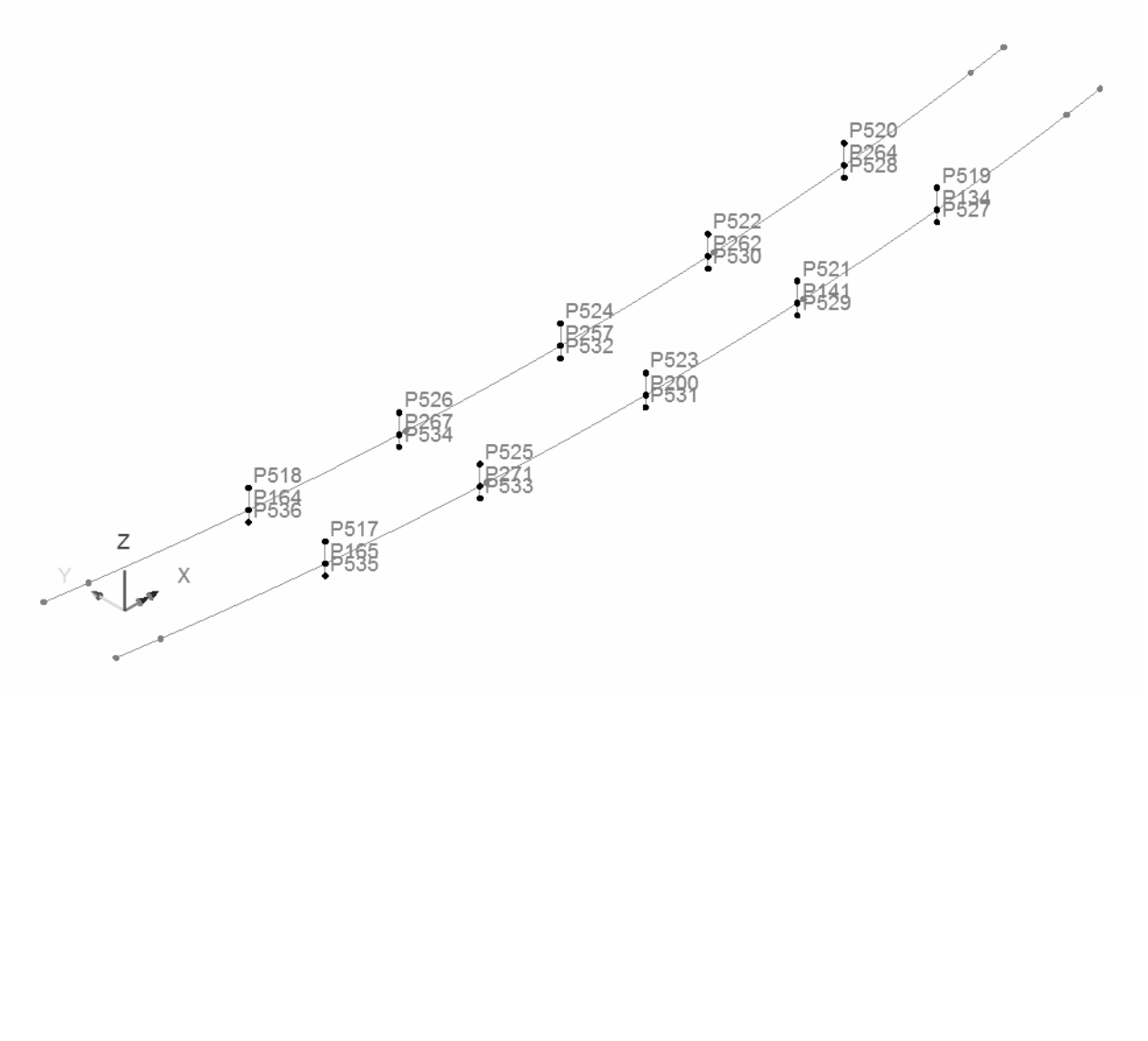
	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A2:9
		Date :	Created :

Farbana :



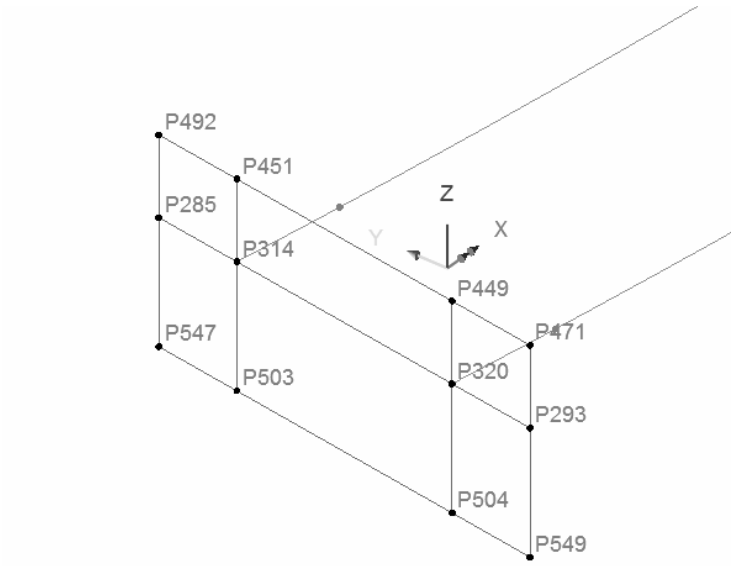
	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A2:10
		Date :	Created :

Rigid beams :

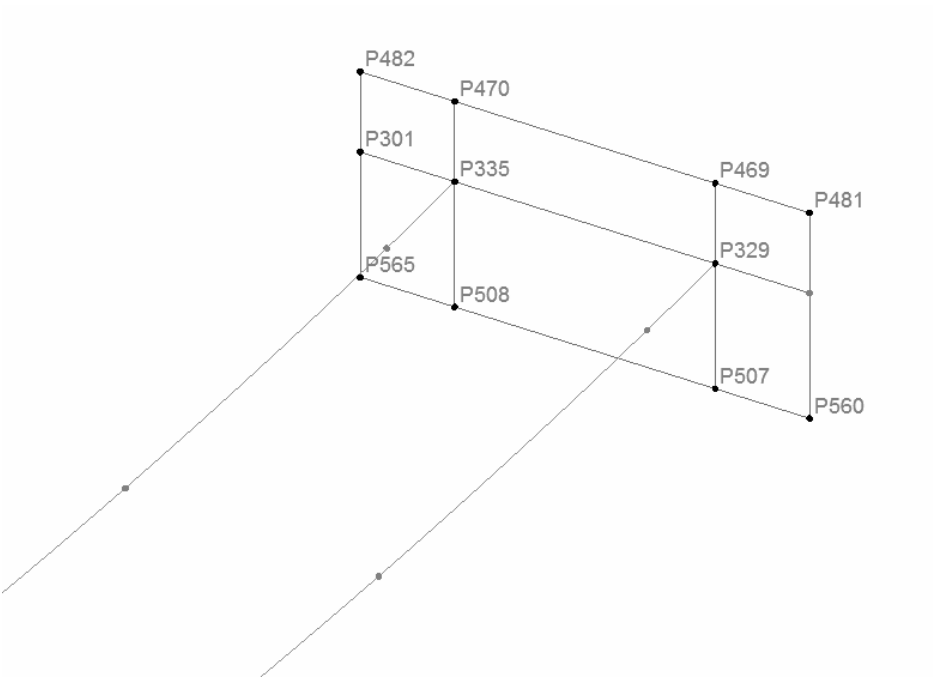


	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A2:11
		Date :	Created :

Endshield 1 :

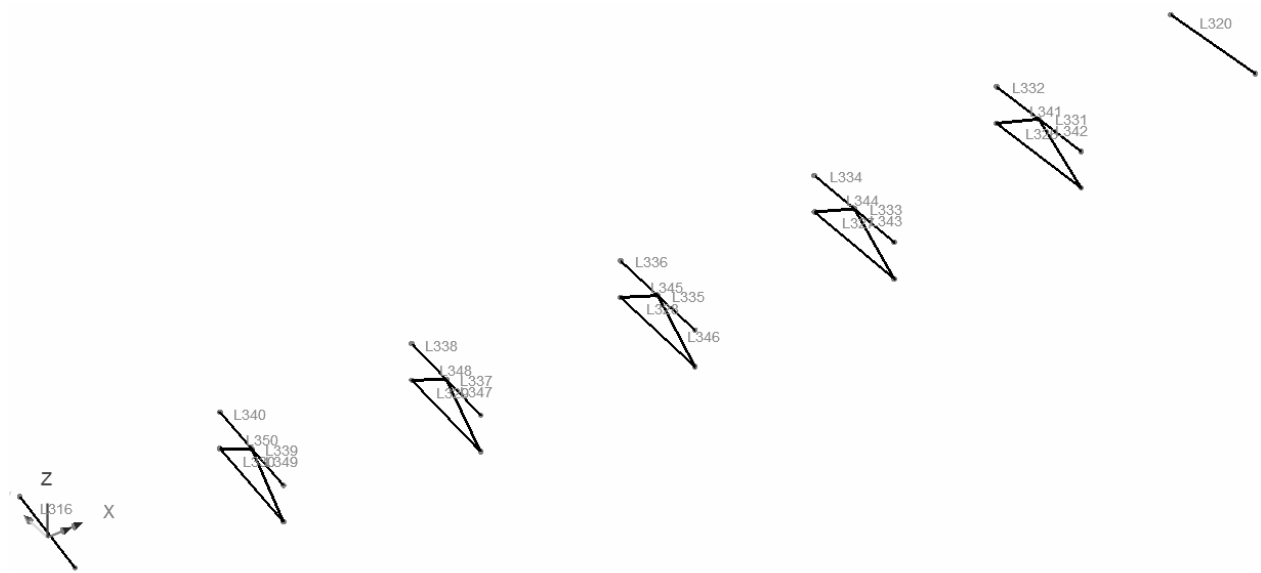


Endshield 2 :



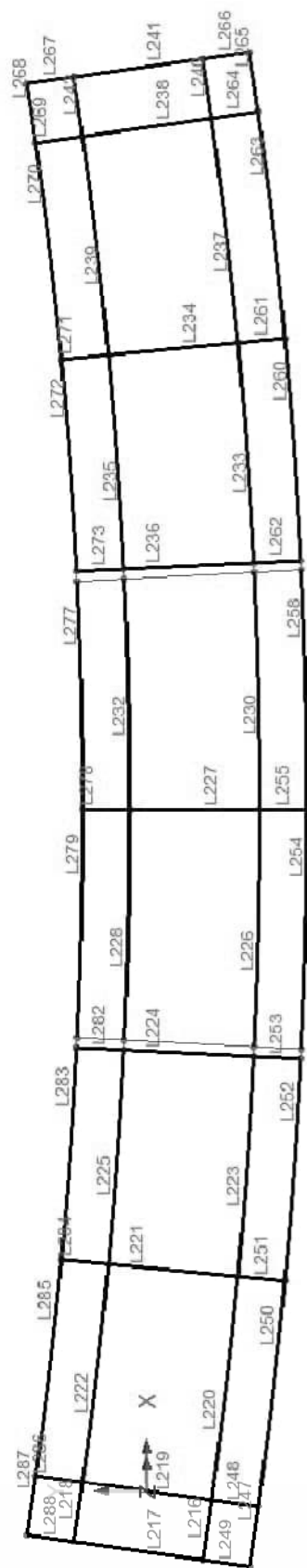
	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A2:13
		Date :	Created :

Tvärbalkar :



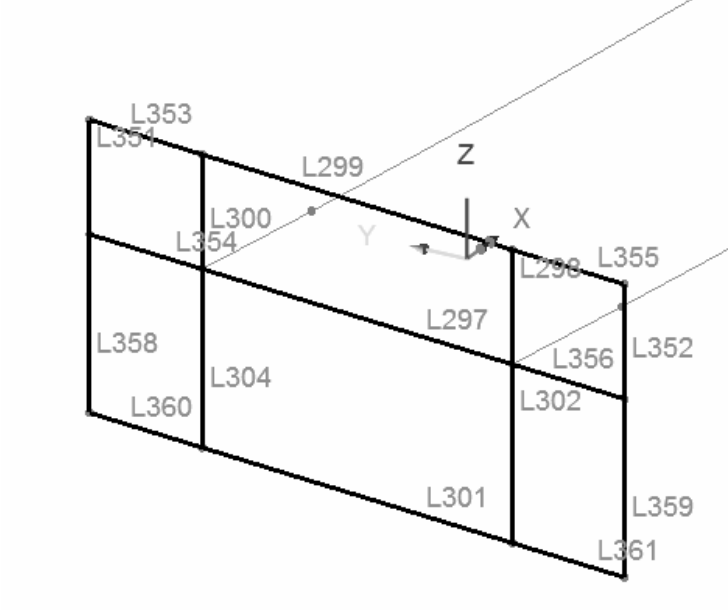
	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A2:14
		Date :	Created :

Farbana :

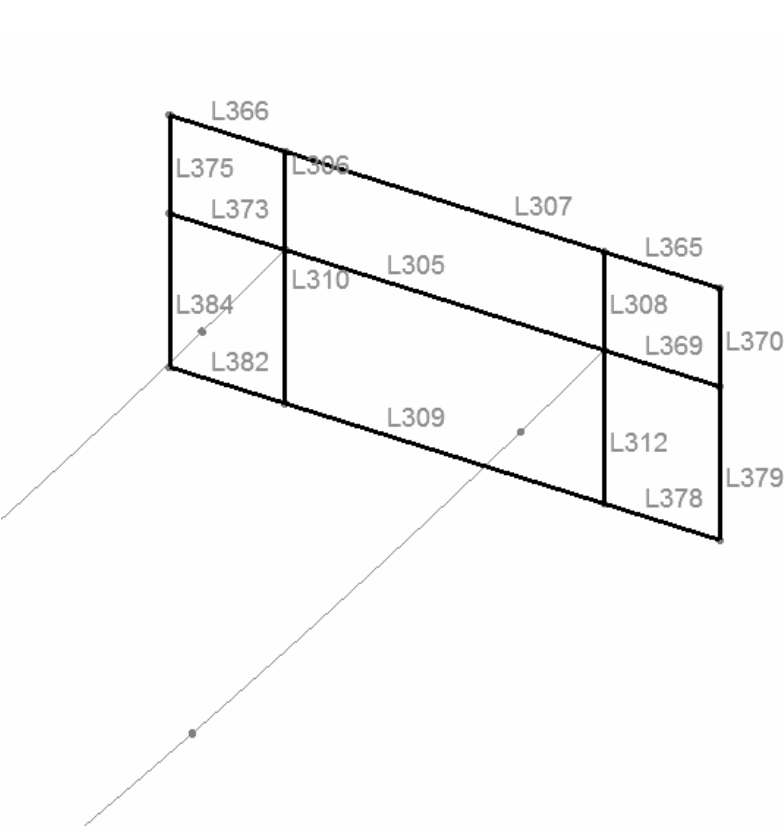


	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A2:15
		Date :	Created :

Endshield 1 :



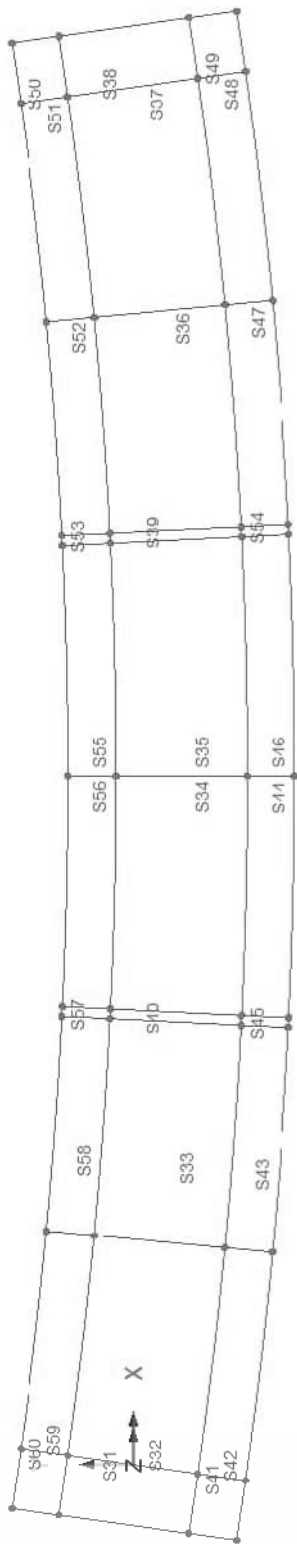
Endshield 2 :



	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A2:16
		Date :	Created :

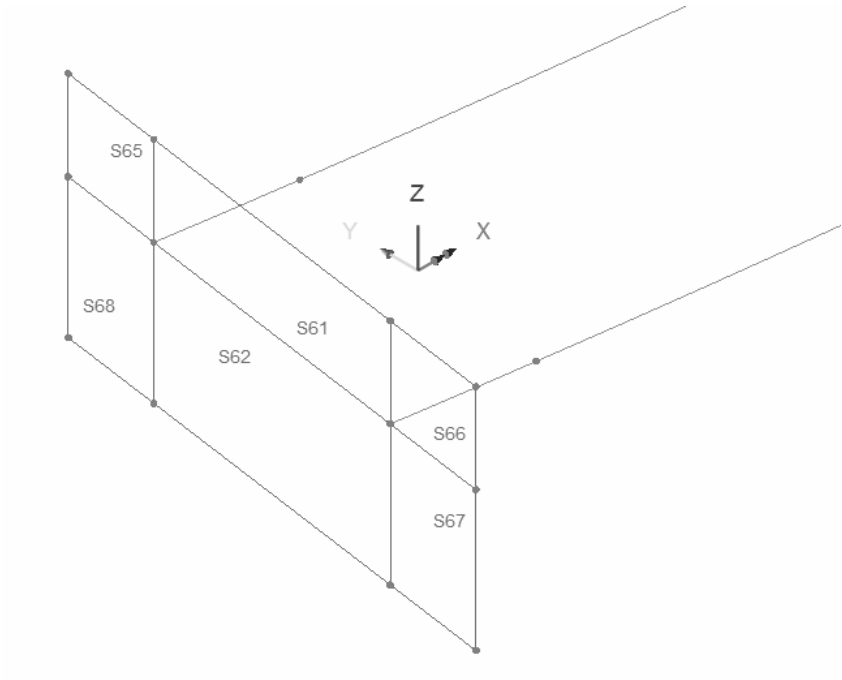
2.2.1.3 Geometri : SURFACES

Farbana :

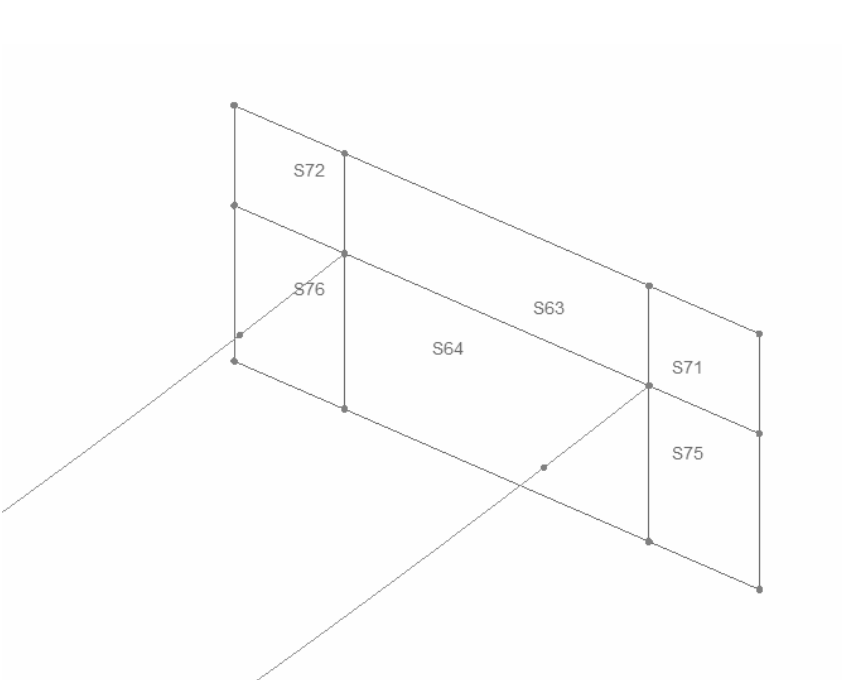


	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A2:17
		Date :	Created :

Endshield 1 :



Endshield 2 :



	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A2:18
		Date :	Created :

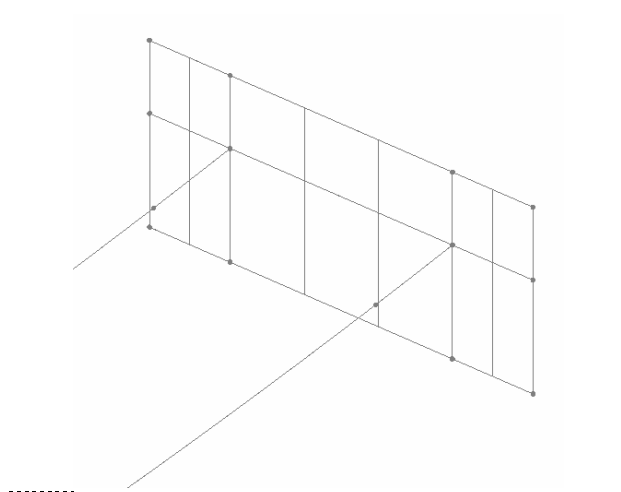
2.3 MESH

2.3.1 MESH : Skalement quadratic

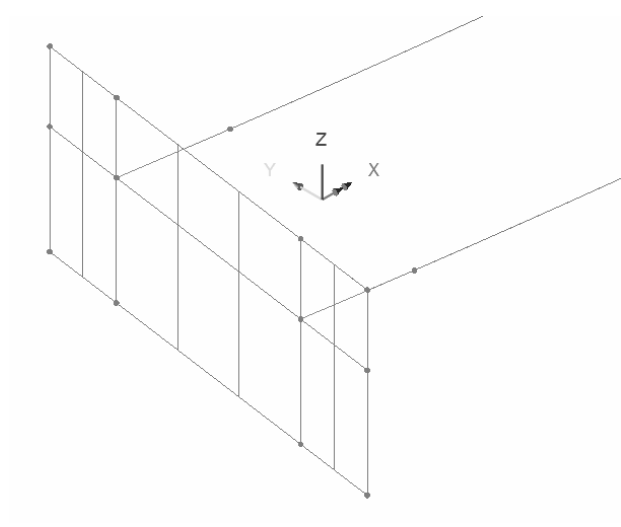
Skalement uppstår när de föregående definierade SURFACES tilldelas attribut "Thick shell" /QTS8.

Vid skapande av MESH så uppstår automatiskt ELEMENTS och NODES. Dessa redovisas i bilagor för resultatutskrift.

Endshield 1 :

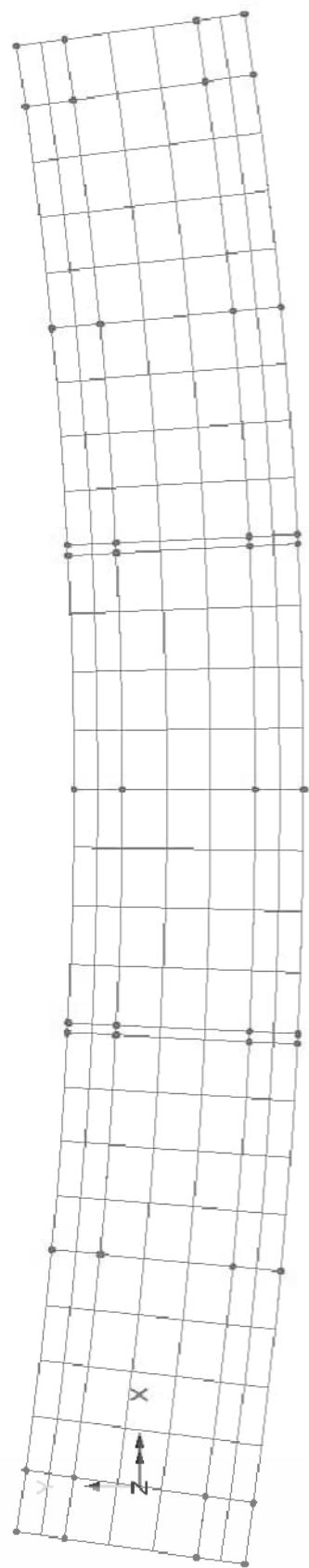


Endshield 2 :



	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A2:19
		Date :	Created :

Farbana :



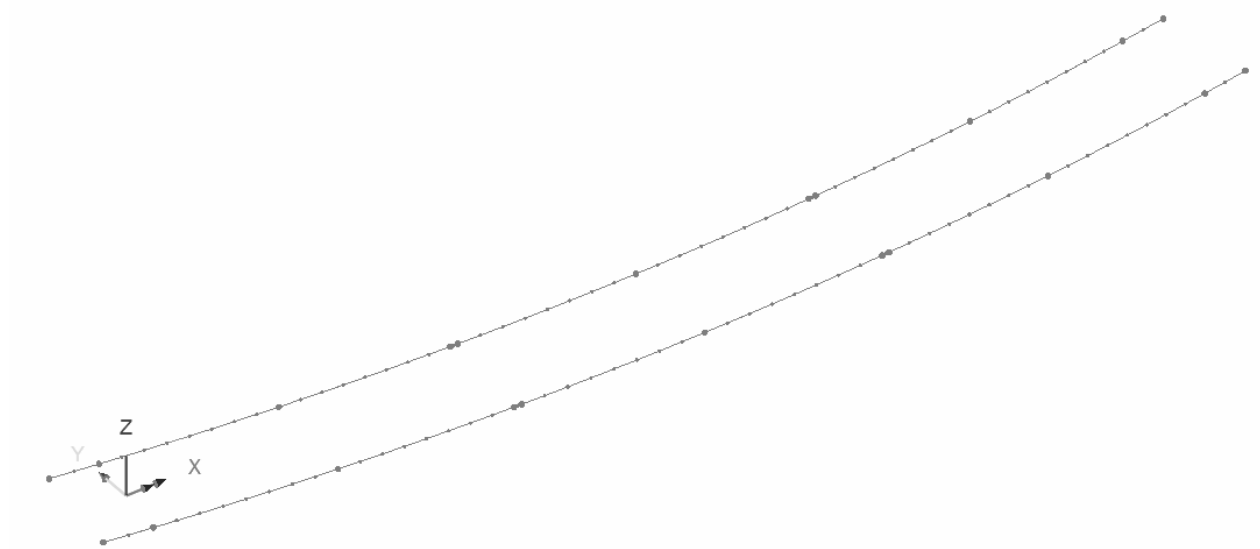
	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A2:20
		Date :	Created :

2.3.2 MESH : Balklelement quadratic

Balkelement uppstår när de föregående definierade LINES tilldelas attribut "Thick beam" /BMI31.

Vid skapande av MESH så uppstår automatiskt ELEMENTS och NODES. Dessa redovisas i bilagor för resultatutskrift.

Huvudbalkar :



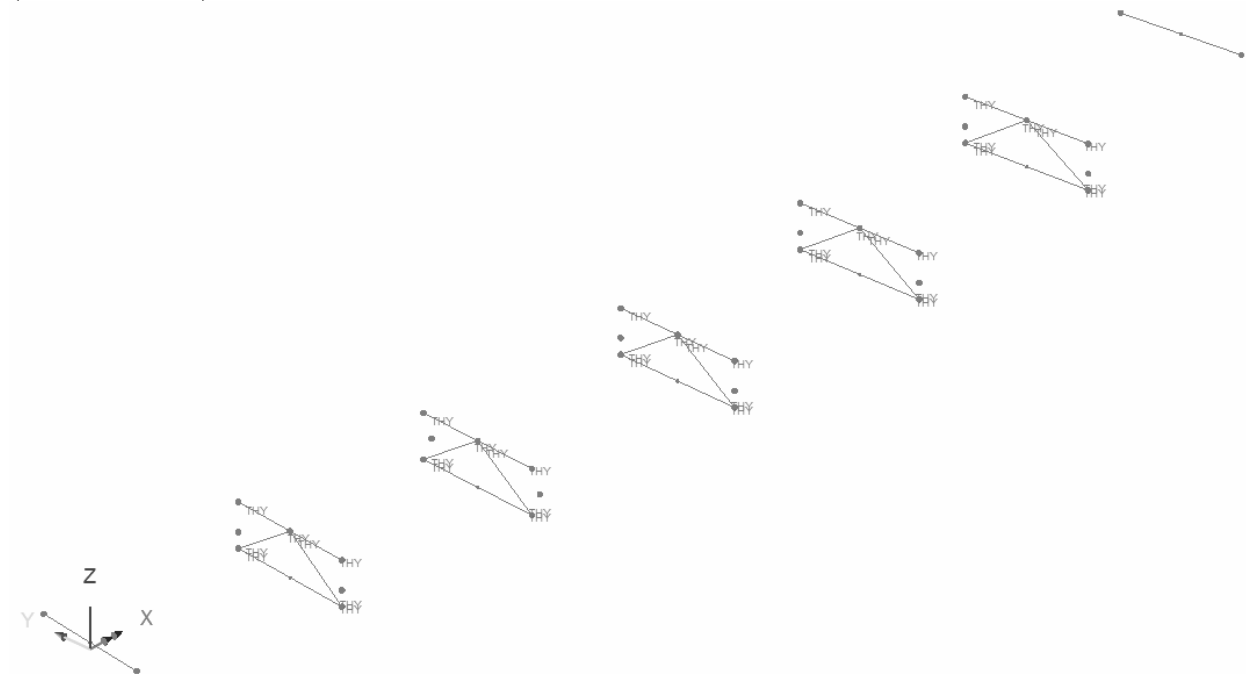
	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A2:21
		Date :	Created :

2.3.3 MESH : Balklelement linear

Balklelement uppstår när de föregående definierade LINES tilldelas attribut "Thick beam" /BMS3.

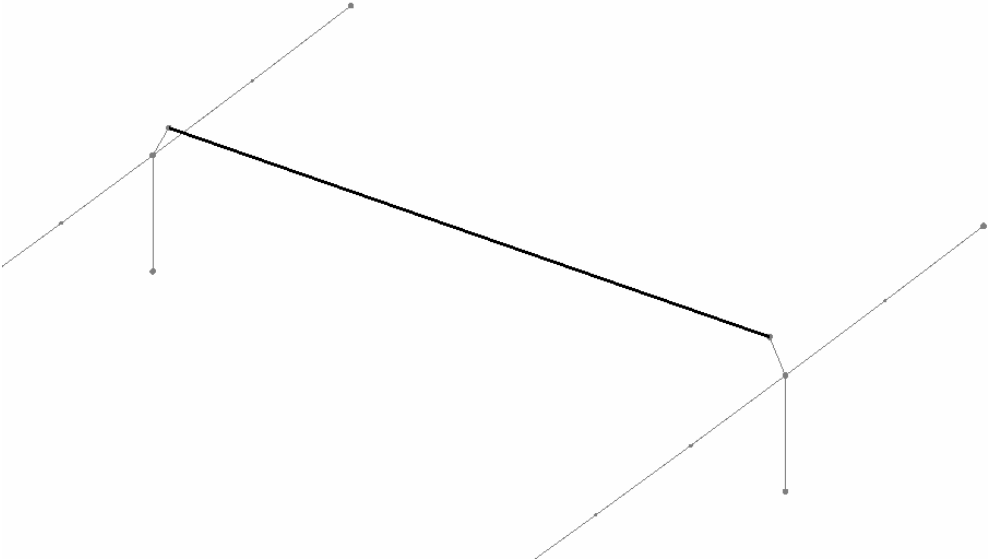
Vid skapande av MESH så uppstår automatiskt ELEMENTS och NODES. Dessa redovisas i bilagor för resultatutskrift.

Tvärbalkar :
(Fält och stöd)

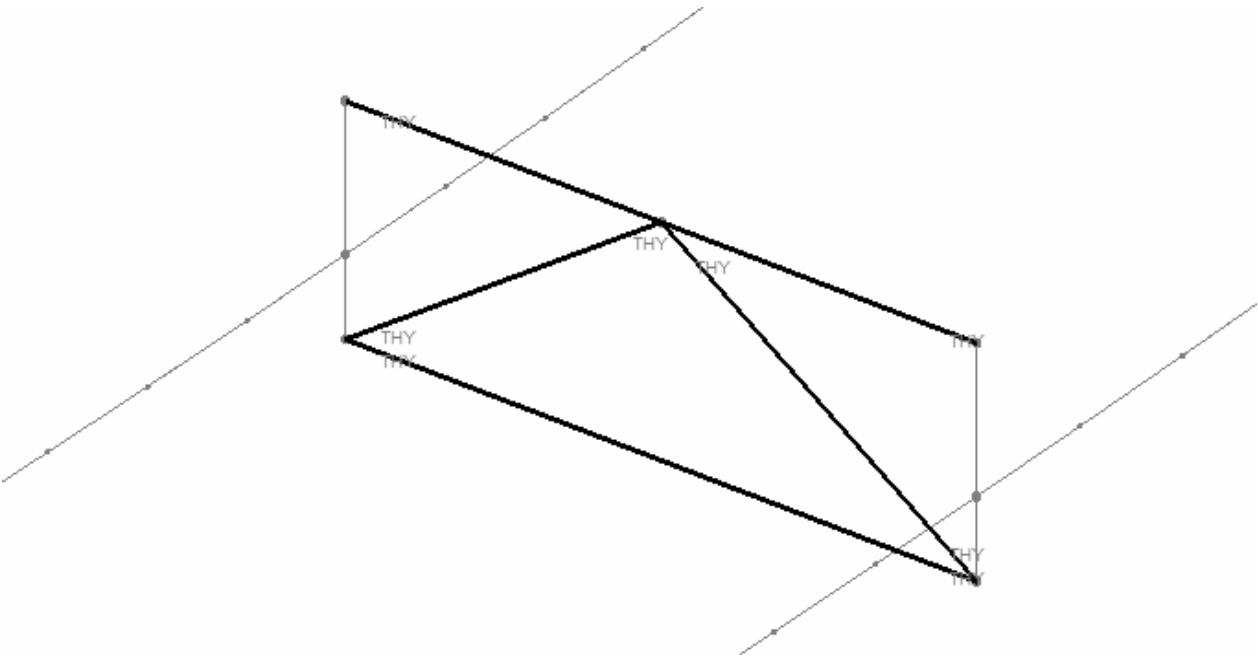


	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A2:22
		Date :	Created :

Tvärbalkar - stöd :
(Momentstyv anslutning)

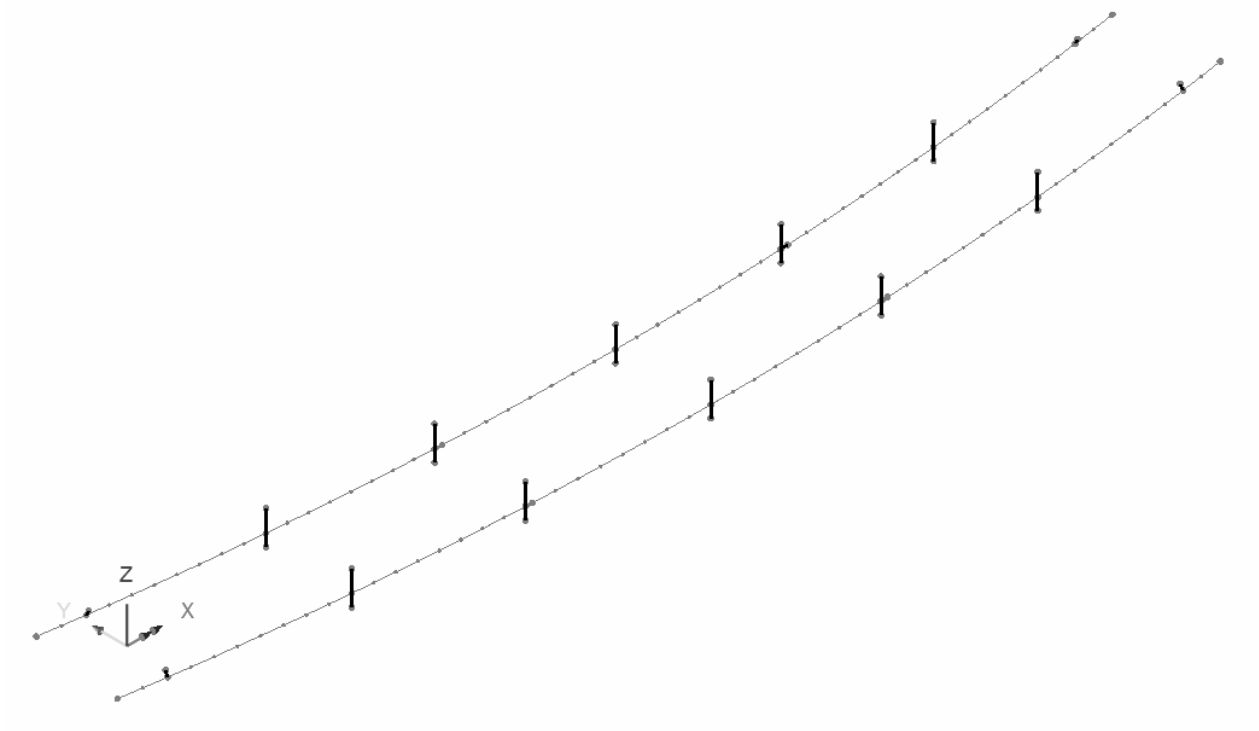


Tvärbalkar - stöd :
(Momentleder betecknas End Release och markeras THY)



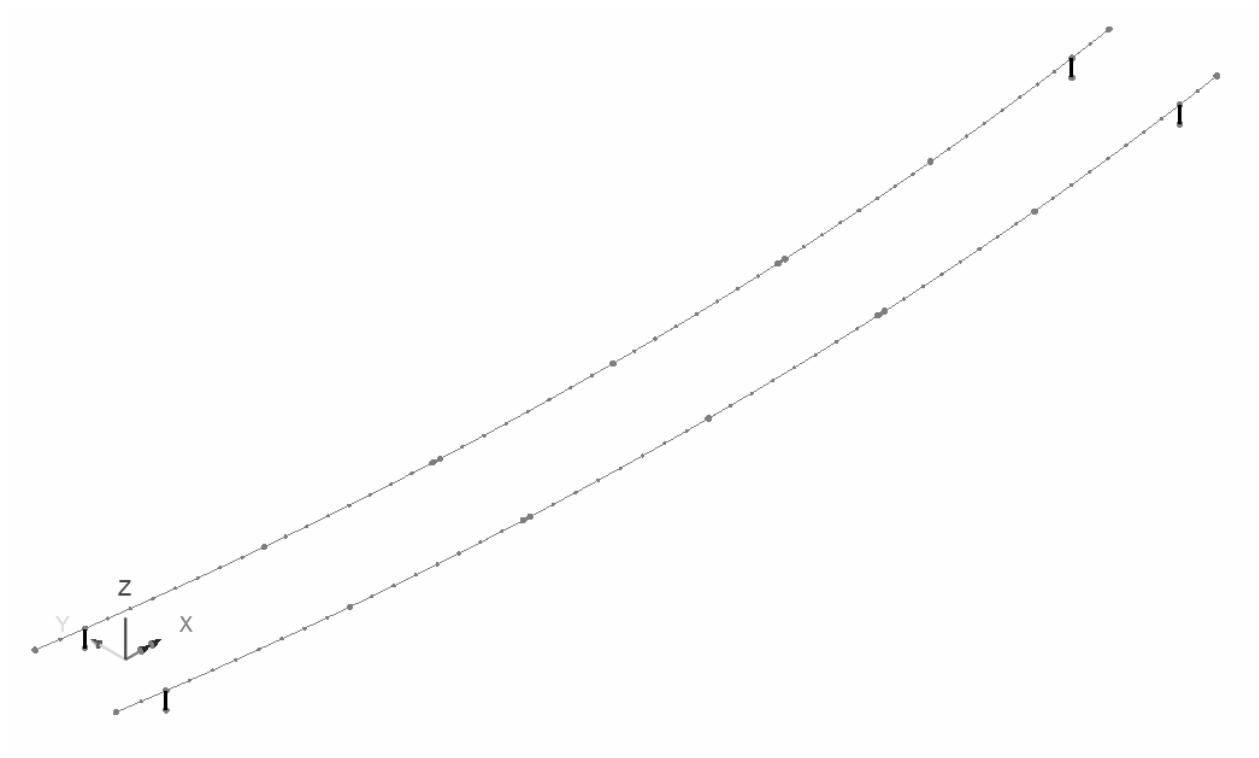
	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A2:23
		Date :	Created :

Rigid beams –tvärbalkar/huvudbalkar :



	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A2:24
		Date :	Created :

Rigid beams –lager/huvudbalkar :

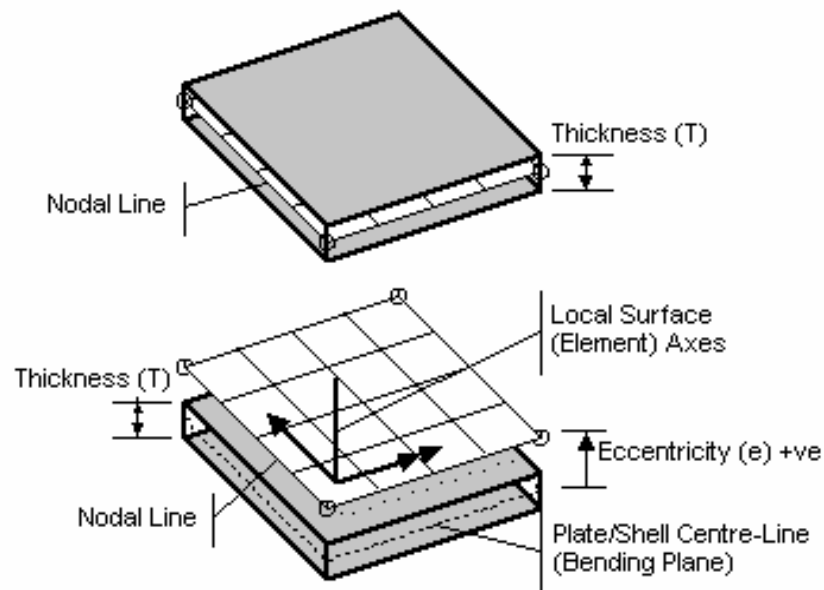


	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A2:25
		Date :	Created :

2.4 TVARSNITTSKONSTANTER

2.4.1 Skalelement: farbana

Princip figur av geometrin tillhörande skalelement ("Thick shell" / QTS8) redovisas nedan.



	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A2:26
		Date :	Created :

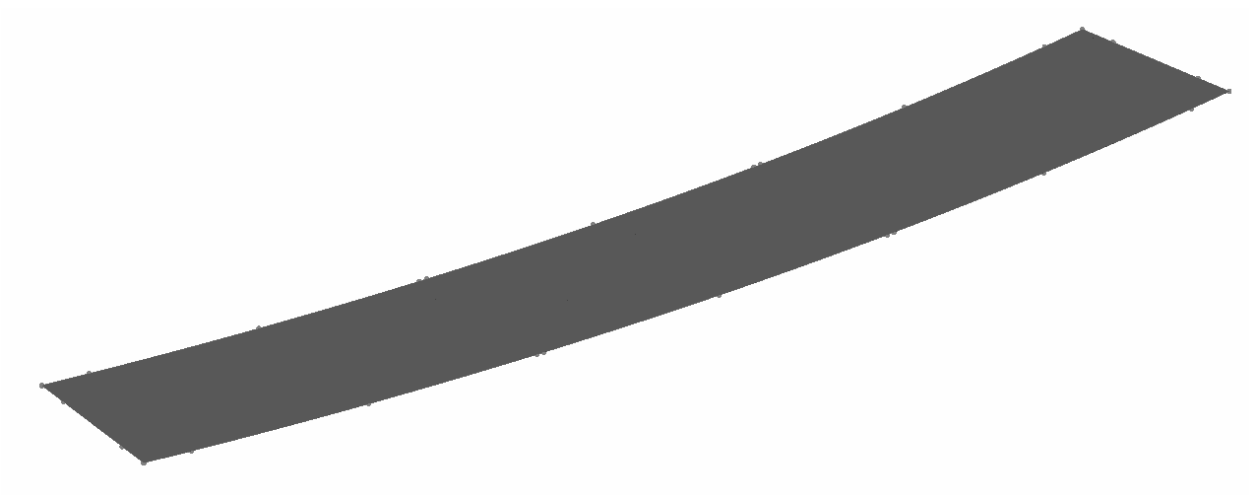
Farbana :
(System 001B – byggskede)

		Value
Thickness	t	1.0E-3
Eccentricity	ez	0.0

Name

Fictive DECK

(3)



	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A2:27
		Date :	Created :

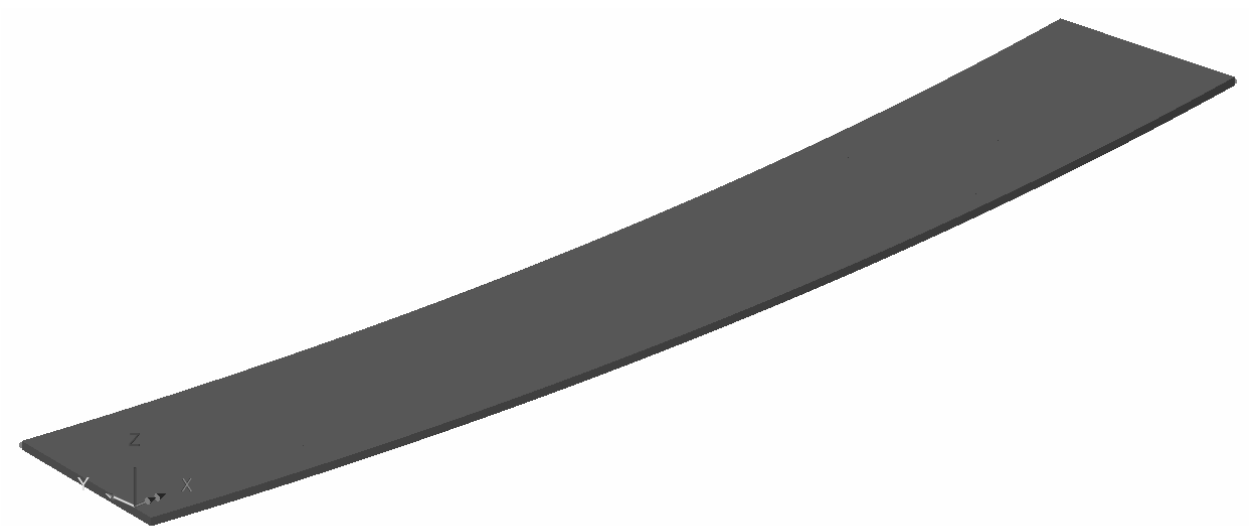
Farbana :
(System 001D – byggskede)

		Value
Thickness	t	0.291
Eccentricity	ez	0.0

Name

DECK

(3)



	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A2:28
		Date :	Created :

2.4.2 Skalelement: ändskärmar

Endshield 1/2 :

		Value
Thickness	t	0.8
Eccentricity	ez	0.0

Name

END SHIELD

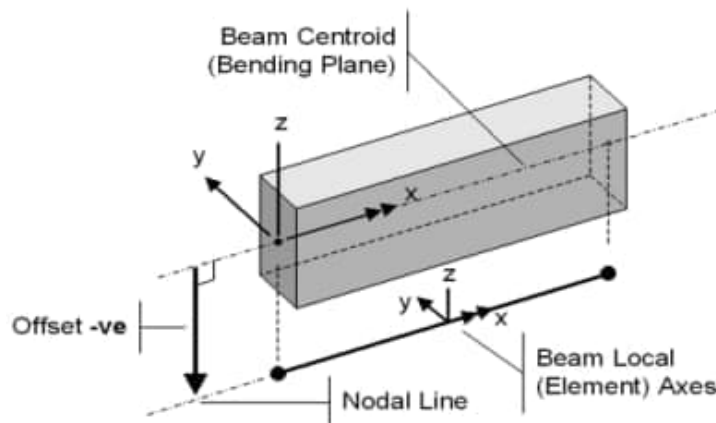
(6)



	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A2:29
		Date :	Created :

2.4.3 Balkelement ("Thick beam" / BMS3): Huvudbalkar och tvärförband

Princip figur av geometrin tillhörande balkelement ("Thick beam" BMS3 och BMI31) redovisas nedan.



	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A2:30
		Date :	Created :

Huvudbalk – B001 :

Usage

3D Thick Beam (Any beam)

Definition

☒ From Library

Rotation about centroid 0

☐ Enter Properties

User Sections

Local

BEAM 001

Cross sectional area (A)	0.091655
Second moment of area about y axis (Iyy)	0.0491062
Second moment of area about z axis (Izz)	3.40279E-3
Product moment of area (Iyz)	0.0
Torsional constant (J)	46.3215E-6
Effective shear area in y direction (Asy)	0.0625
Effective shear area in z direction (Asz)	0.0306
Eccentricity in y direction (ey)	0.0
Eccentricity in z direction (ez)	0.062

Visualise...

Tapering >>

Section details...

Name

BEAM 001

(1)

Dimensional data

D

1.8

Bt

0.5

Bb

0.9

tft

0.035

tfb

0.05

tw

0.017

r

0.0

Name

BEAM 001

Calculated properties

A

0.091655

Ixx

0.0491062

Iyy

3.40279E-3

0.0

J

46.3215E-6

Asy

0.0306

Asx

0.0625

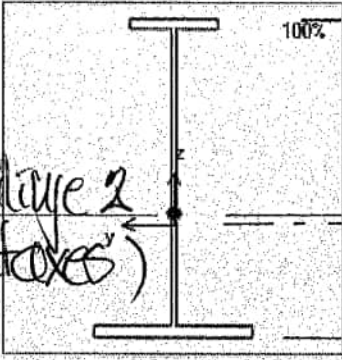
	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A2:31
		Date :	Created :

Huvudbalk – B002 :

Usage
3D Thick Beam (Any beam)

Definition
☒ From Library
Rotation about centroid 0
☐ Enter Properties

User Sections
Local
BEAM 002



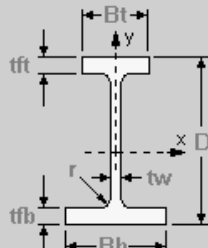
Cross sectional area (A)	0.101925
Second moment of area about y axis (Iyy)	0.0571299
Second moment of area about z axis (Izz)	4.11423E-3
Product moment of area (Iyz)	0.0
Torsional constant (J)	79.0575E-6
Effective shear area in y direction (Asy)	0.0765
Effective shear area in z direction (Asz)	0.027
Eccentricity in y direction (ey)	0.0
Eccentricity in z direction (ez)	0.068

Visualise... Tapering >> Section details...

Name BEAM 002 (2)

Dimensional data

D 1.8
Bt 0.5
Bb 0.9
tft 0.045
tfb 0.06
tw 0.015
r 0.0



Calculated properties

A 0.101925
Ixx 0.0571299
Iyy 4.11423E-3
Ixy 0.0
J 79.0575E-6
Asy 0.027
Asx 0.0765

Name BEAM 002

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A2:32
		Date :	Created :

Tvärbalk - stöd :

Usage

3D Thick Beam (Any beam)

Definition

☒ From Library

Rotation about centroid0

☐ Enter Properties

Cross sectional area (A)
Second moment of area about y axis (Iyy)
Second moment of area about z axis (Izz)
Product moment of area (Iyz)
Torsional constant (J)
Effective shear area in y direction (Asy)
Effective shear area in z direction (Asz)
Eccentricity in y direction (ey)
Eccentricity in z direction (ez)

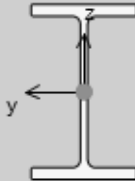
Visualise...Tapering >>

EU Sections

HE Shapes (EN53-62)

HE 500 B

100%



Value
0.0238667
1.07186E-3
0.126213E-3
-1.4239E-9
5.52883E-6
0.0149316
7.06833E-3
0.0
0.0

Section details...

Name

HEB 500

(5)

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A2:33
		Date :	Created :

Tvärbalk - fält :

Usage

3D Thick Beam (Any beam)

Definition

☒ From Library

Rotation about centroid0

☐ Enter Properties

Cross sectional area (A)

Second moment of area about y axis (Iyy)

Second moment of area about z axis (Izz)

Product moment of area (Iyz)

Torsional constant (J)

Effective shear area in y direction (Asy)

Effective shear area in z direction (Asz)

Eccentricity in y direction (ey)

Eccentricity in z direction (ez)

Value
2.84898E-3
19.4354E-6
1.42321E-6
-33.598E-12
69.3832E-9
1.58594E-3
1.09671E-3
0.0
0.0

Visualise...

Tapering >>

Section details...

NameIPE200

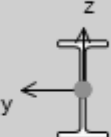
(7)

EU Sections

IPE Shapes (EN 89)

IPE 200

100%



	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A2:34
		Date :	Created :

Rigid beams :

Usage

3D Thick Beam (BMS3)

Definition

From Library

Rotation about centroid0

Enter Properties

Cross sectional area (A)

Second moment of area about y axis (Iyy)

Second moment of area about z axis (Izz)

Torsional constant (J)

Effective shear area in y direction (Asy)

Effective shear area in z direction (Asz)

Eccentricity in y direction (ey)

Eccentricity in z direction (ez)

Visualise...

Tapering >>

UK Sections

Universal Beams (BS4)

914x305x289kg UB

100%

z

v

Value

0.06834

0.0360228

1.75434E-3

16.1976E-6

0.0405

0.0288

0.0

0.0

Section details...

Name

Rigid Beam

(9)

Anm. Denna fiktiva balk ges en fiktiv E-modul som är 1000 gånger högre än för stål.

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A2:35
		Date :	Created :

2.5 MATERIAL

2.5.1 Betong

Betong C35/45 : $E_{cm} = 34 \text{ GPa}$

Material	Värde
E	$34 \cdot 10^6 \text{ kPa}$
ν	0.2 *
ρ	2500 kg/m^3

* = Enligt teknisk beräkningspraxis tillämpas $\nu = 0$ dock införes $\nu = 0.002$ i systemberäkningen.

Elastic

☐ Dynamic properties
☒ Thermal expansion

	Value
Young's modulus	34.0E6
Poisson's ratio	2.0E-3
Mass density	2.5
Coefficient of thermal expansion	10.0E-6

Name
(6)

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A2:36
		Date :	Created :

2.5.2 Fiktiv betong

Betong C35/45 : $E_{cm} = 34 \text{ GPa}$

Material	Värde
E	$34 \cdot 10^3 \text{ kPa}$
ν	0.2 *
ρ	2500 kg/m^3

* = Enligt teknisk beräkningspraxis tillämpas $\nu = 0$ dock införes $\nu = 0.002$ i systemberäkningen.

Elastic

☐ Dynamic properties
☒ Thermal expansion

	Value
Young's modulus	34.0E3
Poisson's ratio	2.0E-3
Mass density	2.5
Coefficient of thermal expansion	10.0E-6

Name (1)

Anm. Detta fiktiva material används endast i byggskede (System 001B) tillhörande farbanan.

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A2:37
		Date :	Created :

2.5.3 Stål

Stål : $E_s = 210 \text{ GPa}$

Material	Värde
E	$210 \cdot 10^6 \text{ kPa}$
ν	0.3
ρ	7859 kg/m^3

Material	Steel EU
Grade	Structural EN1993-1-1:2005
Properties	
Young's modulus	210.0E6
Poisson's ratio	0.3
Density	7.84913
Thermal expansion	12.0E-6

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A2:38
		Date :	Created :

2.5.4 Fiktiv stål

Stål : $E_s = 210 \text{ GPa}$

Material	Värde
E	$210 \cdot 10^6 \text{ kPa}$
ν	0.3
ρ	7859 kg/m^3

Elastic

☐ Dynamic properties
☐ Thermal expansion

	Value
Young's modulus	210.0E9
Poisson's ratio	0.3
Mass density	0.0

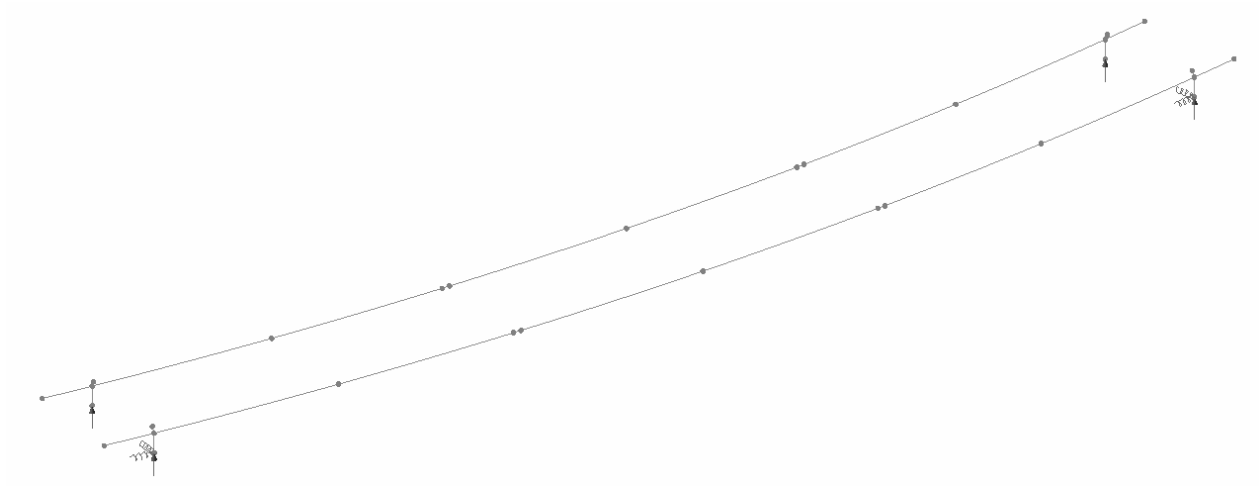
Name
Rigid Material (STAL Ex1000) zero density
(3)

Anm. Detta fiktiva material används för rigid beams.

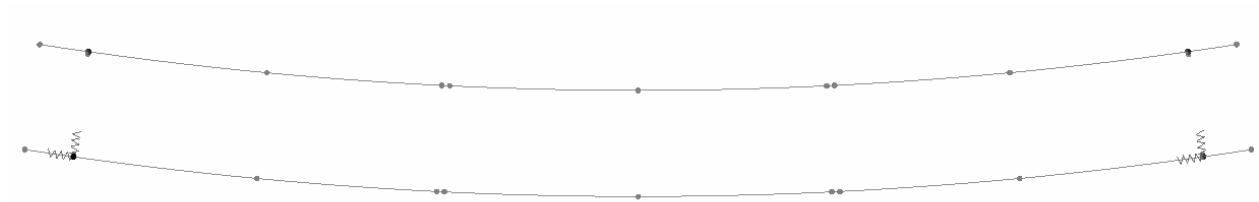
	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A2:39
		Date :	Created :

2.6 RANDVILLOR

Randvillkor införes i läge för lager.



Översikt 3D



PLAN

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A2:40
		Date :	Created :

2.6.1 Randvillkor : ytterbalk

Lagren är utforda såsom fasta lager. För att överföra inre påkänningar till tvärförband vid ändstöd är det fasta lagret modellerat med fiktiva horisontella fjädrar.

		Free	Fixed	Spring stiffness
Translation in	X	☐	☐	☒ 1.0E3
	Y	☐	☐	☒ 1.0E3
	Z	☐	☒	☐
Rotation about	X	☒	☐	☐
	Y	☒	☐	☐
	Z	☒	☐	☐
Hinge rotation		☒	☐	☐
Pore pressure		☒	☐	☐

Spring stiffness distribution

☒ Stiffness

☐ Stiffness/unit length

☐ Stiffness/unit area

Lift-off >>

Contact >>

Name Lager FX FY FZ (2)

Anm. Vid tilldelning av dessa randvillkor tillämpas ” *Cylindric coordinates*”.

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A2:41
		Date :	Created :

2.6.2 Randvillkor : innerbalk

Lagren är utforda såsom fritt rörliga lager.

		Free	Fixed	Spring stiffness
Translation in	X	☒	☐	☐
	Y	☒	☐	☐
	Z	☐	☒	☐
Rotation about	X	☒	☐	☐
	Y	☒	☐	☐
	Z	☒	☐	☐
Hinge rotation		☒	☐	☐
Pore pressure		☒	☐	☐

Spring stiffness distribution

☒ Stiffness

☐ Stiffness/unit length

☐ Stiffness/unit area

Lift-off >>

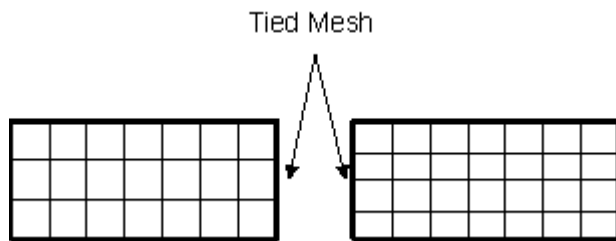
Contact >>

Name (1)

Anm. Vid tilldelning av dessa randvillkor tillämpas ” *Cylindric coordinates*”.

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A2:42
		Date :	Created :

Anslutning mellan farbana och huvudbalkar är utförda med stela länkar. Denna anslutning är av typen *Constraint : Tied Mesh*.

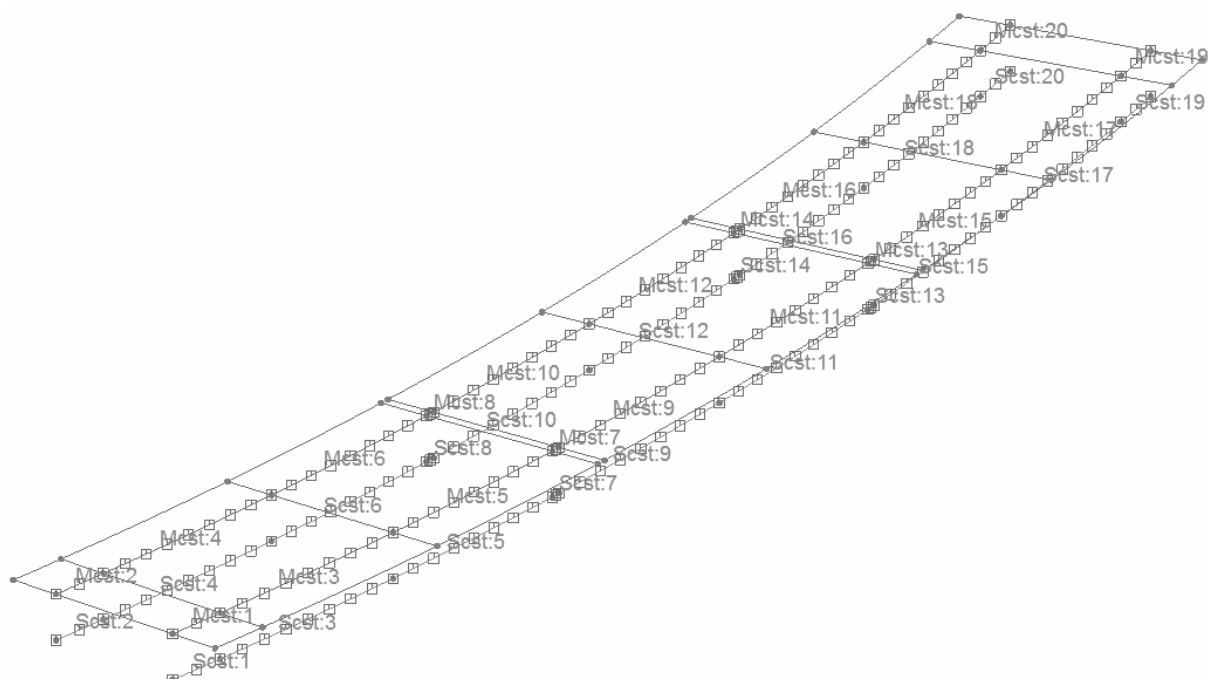


Farbana utformas som *Master* medan *huvudbalkar* som *Slave*.

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A2:43
		Date :	Created :

Totalt förekommer 20 st line constrains enligt redovisning nedan.

Attribute nr.	Name	Master	Slave
1	A1	L216	L117
2	B1	L218	L114
3	A2	L220	L77
4	B2	L222	L90
5	A3	L223	L37
6	B3	L225	L33
7	A4	L245	L42
8	B4	L246	L289
9	A5	L226	L75
10	B5	L220	L87
11	A6	L230	L74
12	B6	L232	L28
13	A7	L243	L67
14	B7	L244	L7
15	A8	L233	L69
16	B8	L233	L39
17	A9	L237	L71
18	B9	L239	L32
19	A10	L240	L120
20	B10	L242	L121

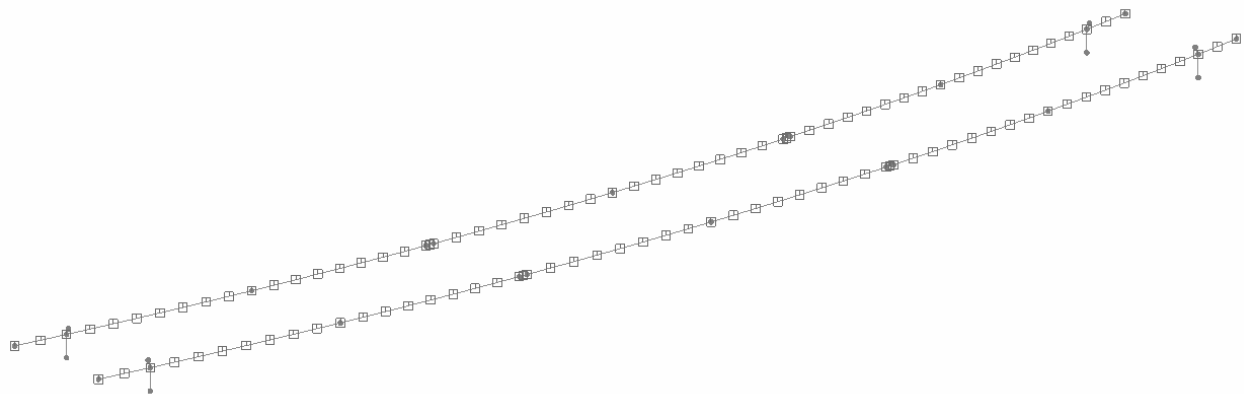


	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A2:44
		Date :	Created :

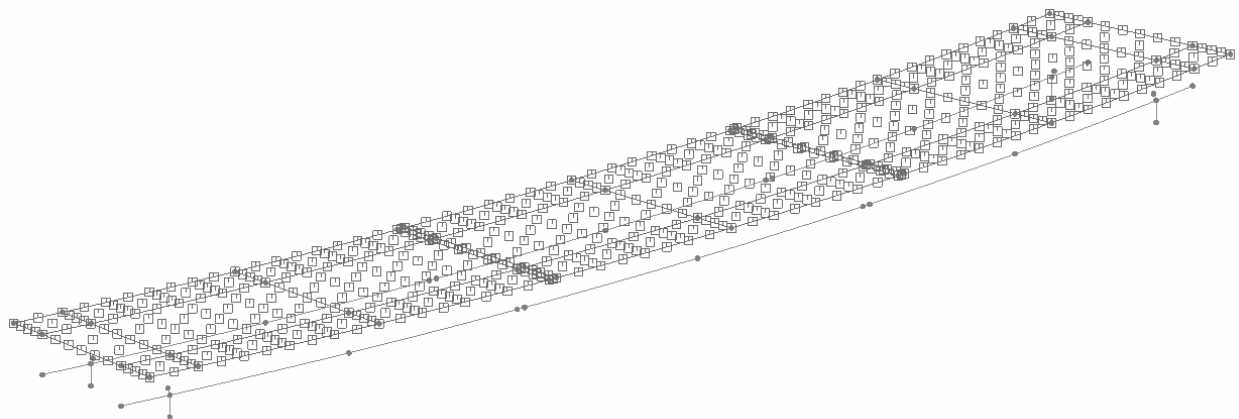
2.8 BELASTNINGSYTOR

Diskreta last kan påföras konstruktionen genom olika belastningsytor. Dessa betecknas *Search Area*.

Konstruktionsdel : *Girder*

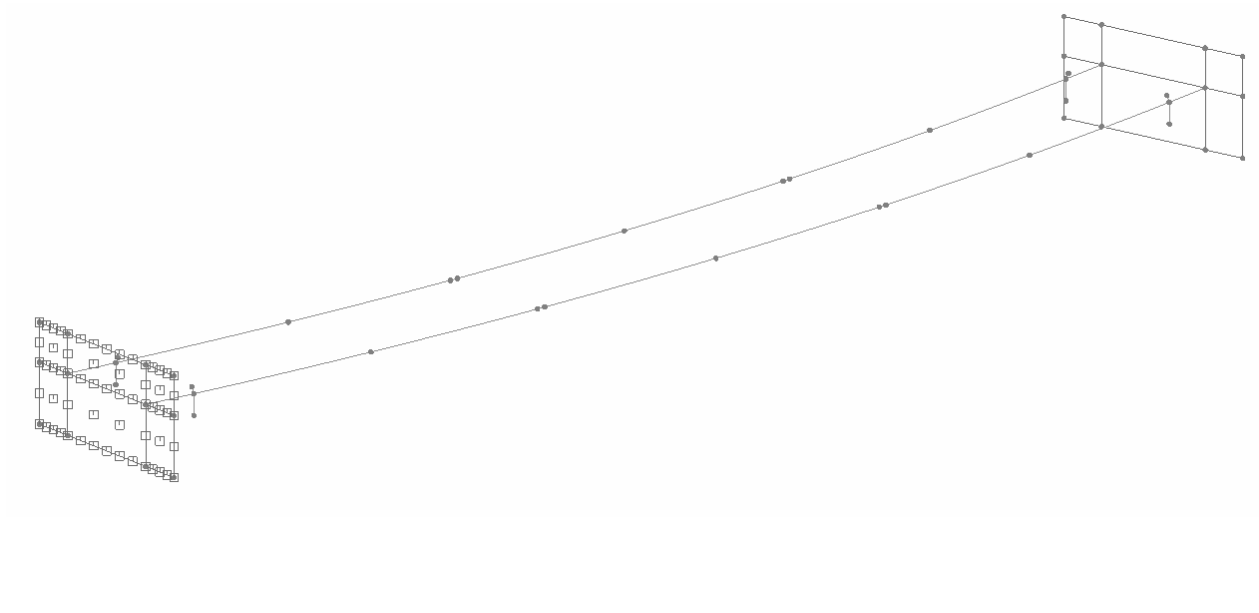


Konstruktionsdel : *Deck*

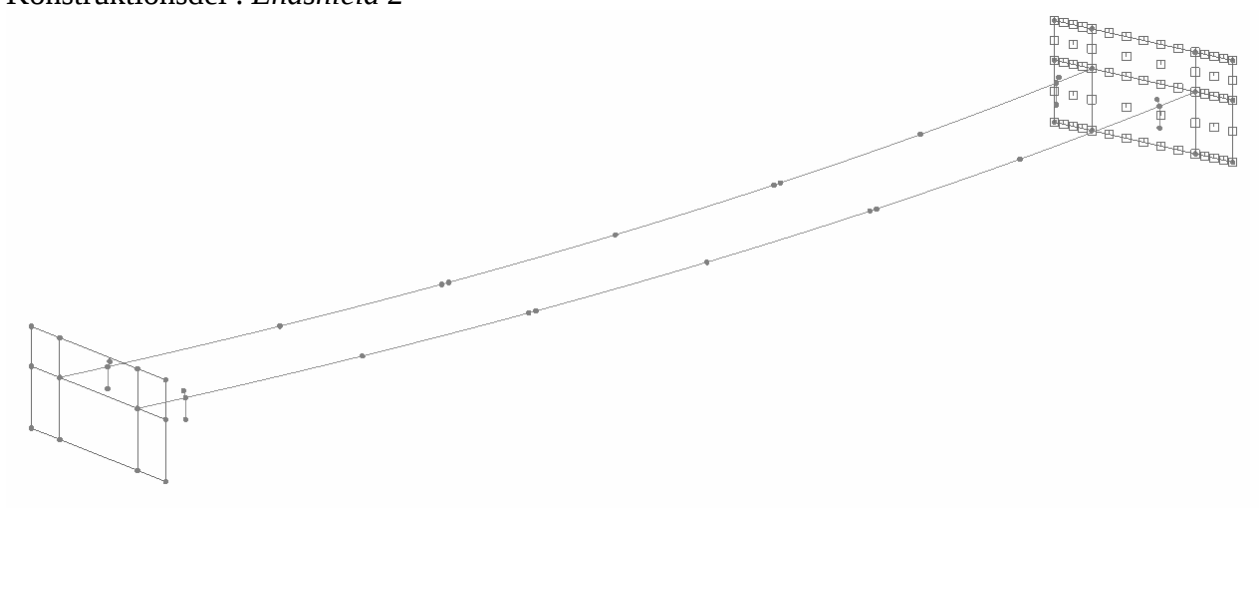


	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A2:45
		Date :	Created :

Konstruktionsdel : *Endshield 1*



Konstruktionsdel : *Endshield 2*



	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A2:46
		Date :	Created :

2.9 LOKALA KOORDINATSYTEM

Vid tilldelning av laster och randvillkor har lokala koordinatsystem enligt nedan skapats.

Cartesian coordinates - stöd 1 :

Coordinates type

☒ Cartesian

☐ Cylindrical

☐ Spherical

☐ Surface

☐ Rotate

☐ Scale

☒ Matrix

Transformation matrix

0.98928

0.146034

0.0

-0.14603

0.98928

0.0

0.0

0.0

1.0

Origin

X

-2.110

Y

-1.710

Z

0.0

Local coordinate generated from selection

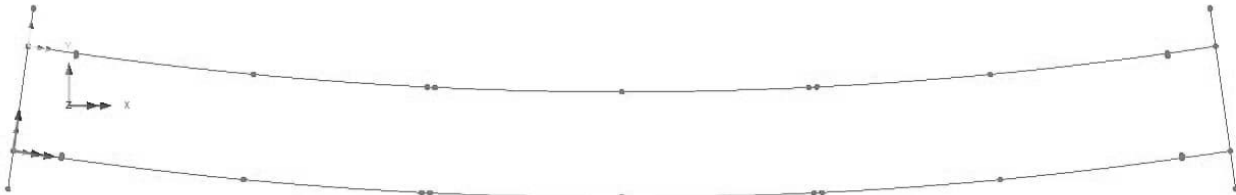
No Local Coordinate attributes created from selection

Use

Name

Stod 1

(3)



	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A2:47
		Date :	Created :

Cartesian coordinates - stöd 2.:

Coordinates type

☒ Cartesian

☐ Cylindrical

☐ Spherical

☐ Surface

☐ Rotate

☐ Scale

☒ Matrix

Transformation matrix

0.989279

-0.146038

0.0

0.146038

0.989279

0.0

0.0

0.0

1.0

Origin

X

42.284

Y

-1.980

Z

0.0

Local coordinate generated from selection

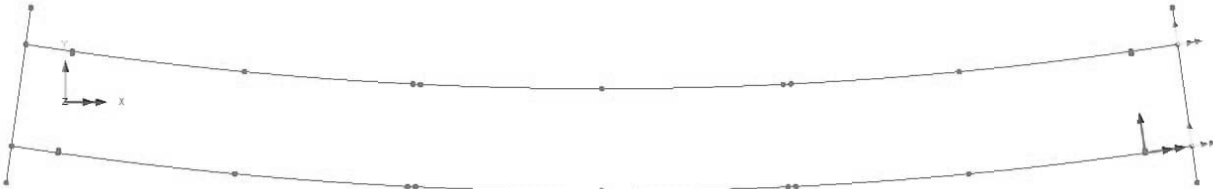
No Local Coordinate attributes created from selection

Use

Name

Stöd 2

(2)



	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A2:48
		Date :	Created :

Cylindrical coordinates :

Coordinates type

☐ Cartesian

☒ Cylindrical

☐ Spherical

☐ Surface

☒ Rotate

☐ Scale

☐ Matrix

Cylinder axis

☐ X-axis

☐ Y-axis

☒ Z-axis

☐ General

Angle

0.0

Origin

X

21.001

Y

148.52

Z

0.0

Local coordinate generated from selection

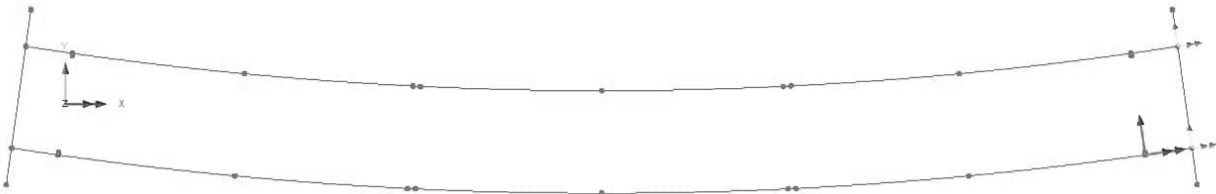
No Local Coordinate attributes created from selection

Use

Name

Cylindrical coordinates

(1)



	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:1
		Date :	Created :

3. LASTER

3.1	EGENTYNGD	sida 3:2-10
3.2	BELÄGGNING	sida 3:11
3.3	JORDTRYCK	sida 3:12-17
3.4	STÖDFÖRSKJUTNING	sida 3:18
3.5	KRYPNING	sida 3:19
3.6	KRYMPNING	sida 3:20-23
3.7	VÄGTRAFIK	sida 3:24-38
3.8	UTMATTNINGSMODELLER	sida 3:39-41
3.9	BROMSLAST	sida 3:42-46
3.10	SIDOKRAFT	sida 3:47-50
3.11	ÖVERLAST	sida 3:51-53
3.12	TEMPERATUR	sida 3:54-59
3.13	VINDLAST	sida 3:60-63
3.14	ÖKAT JORDTRYCK AV RÖRELSE	sida 3:64-72
3.15	CENTRIFUGALKRAFT	sida 3:73-75
3.16	LASTKOMBINATIONER	sida 3:76-84

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:2
		Date :	Created :

3.1 EGENTYNGD

$$\gamma_c = 25 \cdot \frac{kN}{m^3} \quad : \text{betong}$$

$$\gamma_s = 77 \cdot \frac{kN}{m^3} \quad : \text{stål}$$

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:3
		Date :	Created :

3.1.1
Vikt stålbalkkonstruktion (EGEN 1)

$$p_{tvärförband} = 0.4 \frac{kN}{m}$$

: tvärförband

$$p_{g,1} = \gamma_s \cdot A_{s,1} = 77 \frac{kN}{m^3} \cdot 0.0917mm^2 = 7.1 \frac{kN}{m}$$

: Balk 001(003)

$$p_{g,2} = \gamma_s \cdot A_{s,2} = 77 \frac{kN}{m^3} \cdot 0.1019mm^2 = 7.8 \frac{kN}{m}$$

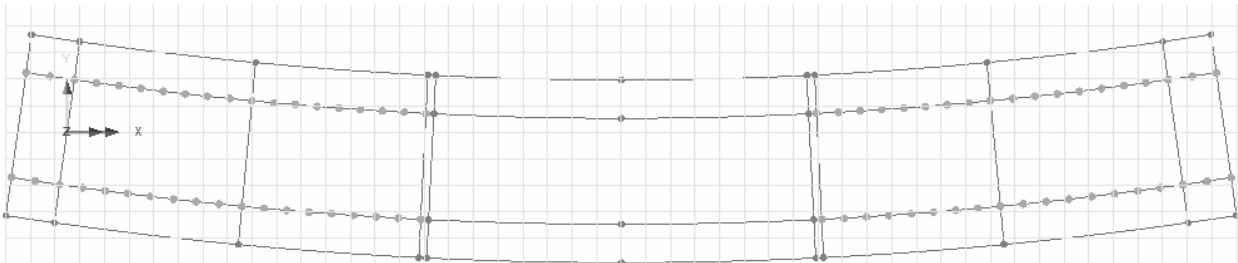
: Balk 002

Load : EGEN 1-1

Structural loading : Global distributed

Load per unit length in Z direction (p_z) : -7.1 $\frac{kN}{m}$

Loadcase : EGEN 1



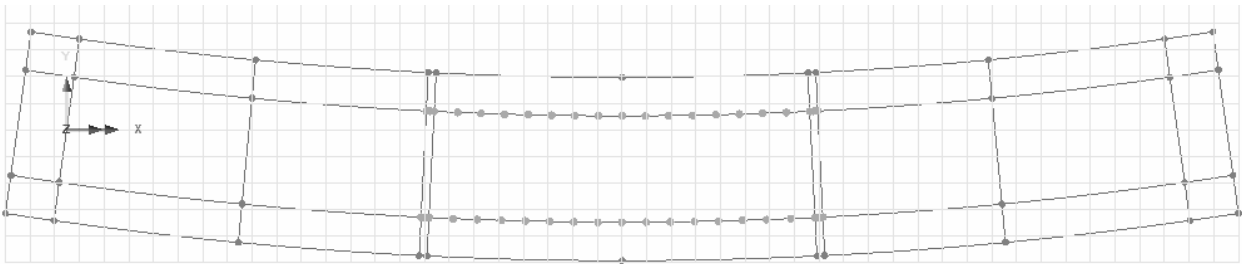
	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:4
		Date :	Created :

Load : EGEN 1-2

Structural loading : Global distributed

Load per unit length in Z direction (p_z) : $-7.8 \frac{kN}{m}$

Loadcase : EGEN 1

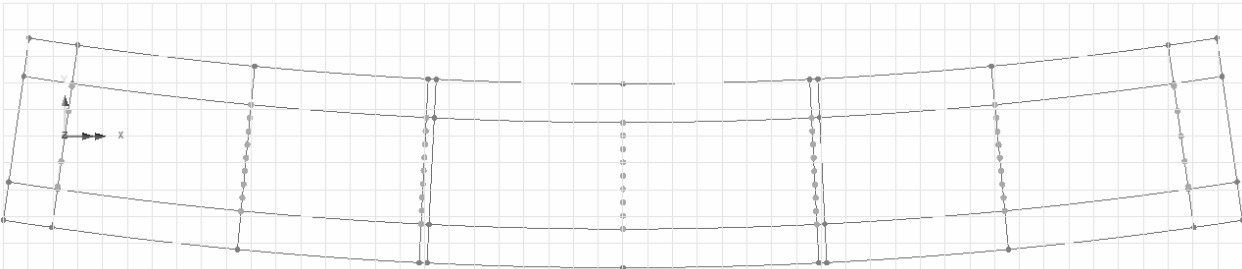


Load : EGEN 1-3

Structural loading : Body force

Linear acceleration in Z direction (a_z) : $-10 \frac{m}{s^2}$

Loadcase : EGEN 1



	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:5
		Date :	Created :

3.1.2 Vikt farbana inkl. kantbalk och räcke (EGEN 2)

$$p_{\text{övrigt}} = p_{\text{räcke}} + p_{\text{tvärförband}} = 0.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}} + 0.4 \frac{\text{kN}}{\text{m}} = 0.9 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$p_{\text{KB}} = \gamma_c \cdot A_c = 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot (0.42\text{m} \cdot 0.45\text{m}) = 4.7 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

* = Kantbalkens höjd ändrats från 0.45 m till 0.49 m i ett sent konstruktionsskede vilket gjort att 4.7 kN/m tillämpats istället för 5.1 kN/m. Avvikelse anses dock försumbar i förhållande till total egentyngd ty mindre än 1 %.

$$p_{\text{farbana}} = \gamma_c \cdot A_c = 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 1.005\text{m}^2 = 25.1 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

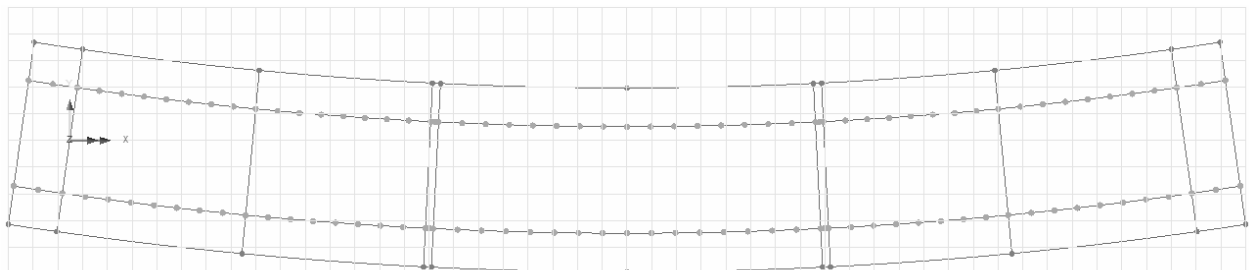
$$p_{\text{tot}} = p_{\text{räcke}} + p_{\text{kantbalk}} + p_{\text{farbana}} = 0.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}} + 4.7 \frac{\text{kN}}{\text{m}} + 25.1 \frac{\text{kN}}{\text{m}} = 30.1 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Load : EGEN 2

Structural loading : Global distributed

Load per unit length in Z direction (p_z) : $-30.1 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Loadcase : EGEN 2



	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:8
		Date :	Created :

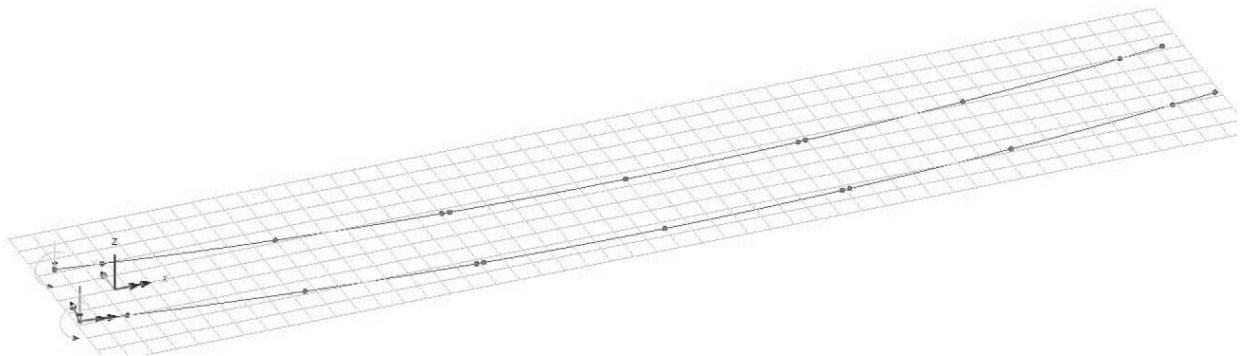
Load : EGEN 4-1

Structural loading : Concentrated

Load in Z direction (P_z) : -75 kN

Moment about Y axis (M_y) : -109 kNm

Loadcase : EGEN 4



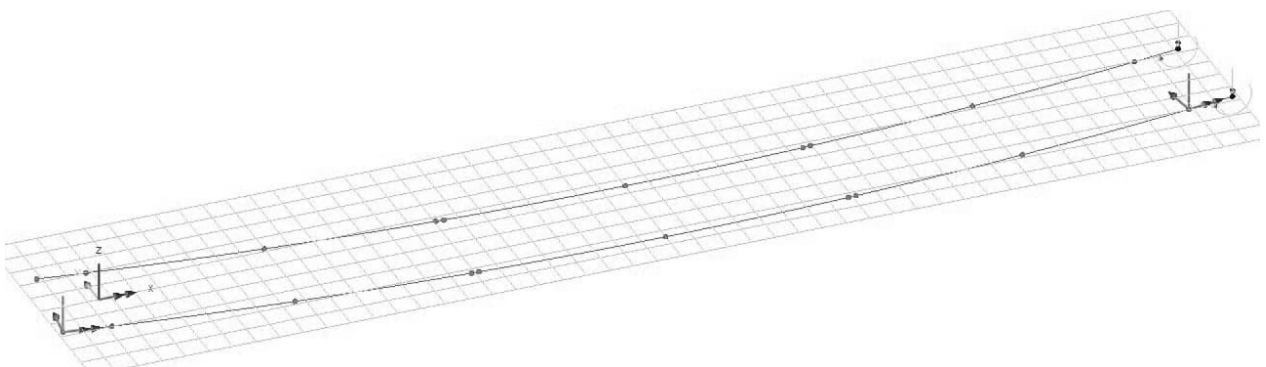
Load : EGEN 4-2

Structural loading : Concentrated

Load in Z direction (P_z) : -75 kN

Moment about Y axis (M_y) : 109 kNm

Loadcase : EGEN 4



	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:9
		Date :	Created :

3.1.5 Sammanställning egentygnd (EGEN)

Basic loadcomination EGEN.:

Loadcase	Factor
EGEN 1	1.00
EGEN 2	1.00
EGEN 3	1.00
EGEN 4	1.00

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:10
		Date :	Created :

3.1.6 Vikt form (FORM+)

Bedömd vikt för formställning 0.55 kPa.

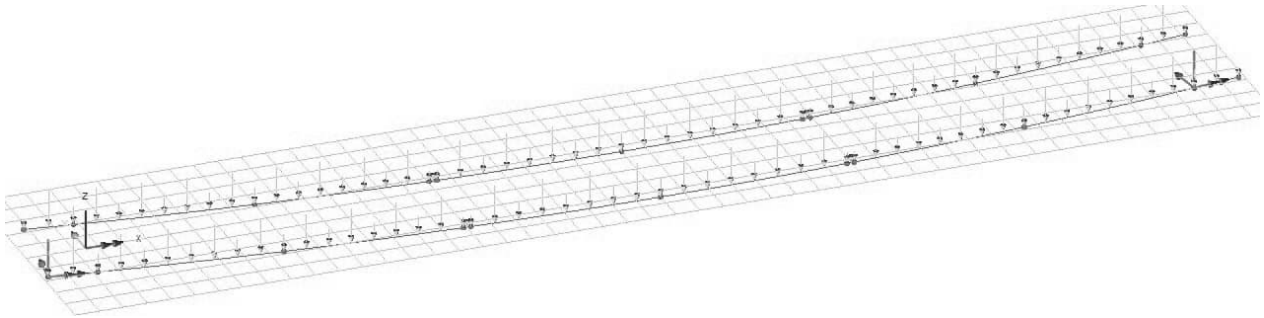
$$p_g = 0.55 \frac{kN}{m^2} \cdot 3.9m = 2.1 \frac{kN}{m}$$

Load: FORM+

Structural loading : Global distributed

Load per unit length in Z direction (p_z) : $-2.1 \frac{kN}{m}$

Loadcase : FORM+

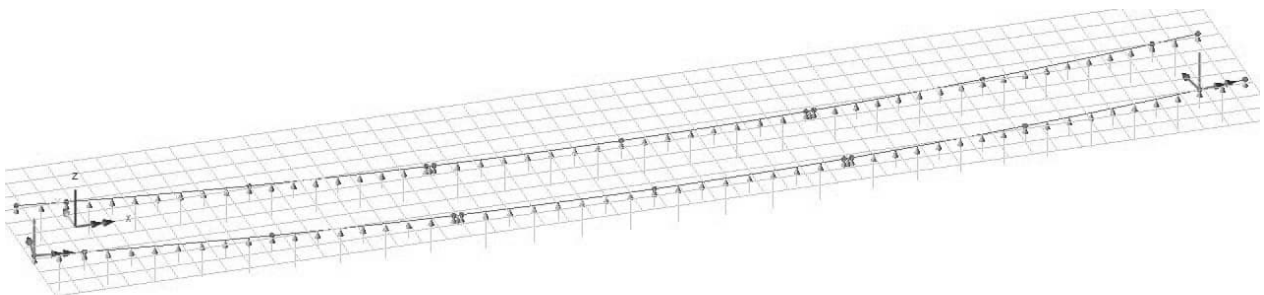


Load: FORM-

Structural loading : Global distributed

Load per unit length in Z direction (p_z) : $+2.1 \frac{kN}{m}$

Loadcase : FORM-



	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:11
		Date :	Created :

3.2 BELÄGGNING

Beläggning typ 2IIIA t = 95 mm antas.

$$\gamma_{bel} \approx 25 \frac{kN}{m^3} \quad : \text{densitet på säker sida}$$

$$q_{bel} = \gamma_{bel} \cdot t = 25 \frac{kN}{m^3} \cdot 0.095m = 2.4 \frac{kN}{m^2}$$

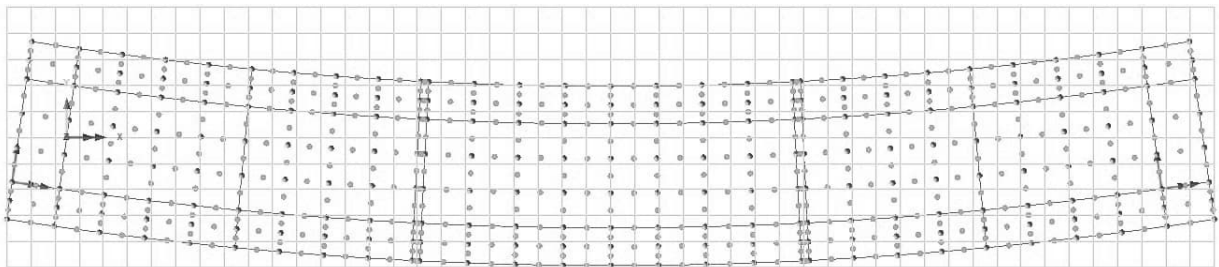
$$p_{bel} = q_{bel} \cdot b = 2.4 \frac{kN}{m^2} \cdot 3.45m = 8.6 \frac{kN}{m}$$

Load : BELAGG

Structural loading : Global distributed

Load per unit area in Z direction (q_z) : $-2.4 \frac{kN}{m^2}$

Loadcase : BELAGG



	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:13
		Date :	Created :

3.3.1 Vilojordtryck (JORD)

$$q_y(s_1) = K_0 \cdot \gamma \cdot s_1 = 0.39 \cdot 22 \frac{kN}{m^3} \cdot s_1 = 8.6 \frac{kN}{m^3} \cdot s_1$$

$$p_y(s_1) = B \cdot K_0 \cdot \gamma \cdot s_1 = 3.5m \cdot 0.39 \cdot 22 \frac{kN}{m^3} \cdot s_1 = 30.03 \frac{kN}{m^2} \cdot s_1$$

$$p_y(4.195m) = 30.03 \frac{kN}{m^2} \cdot 4.195m = 126 \frac{kN}{m}$$

$$P_y^{vilo} = 126 \frac{kN}{m} \cdot 4.195m \cdot \frac{1}{2} = 264kN$$

$$w_y = -\frac{2}{3} \cdot 4.195m + (0.095 + 0.364m) = -2.34m$$

$$q_y(4.195m) = 8.6 \frac{kN}{m^3} \cdot 4.195m = 36.1kPa$$

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:14
		Date :	Created :

Load : JORD 1

Structural loading : Discrete patch load

Search area : Endshield 1

Force type : Per unit area

Options for load outside search area : Exclude All Load

Patch type

☐ 8 node patch

☒ 4 node patch

☐ Multi-node patch

☐ Straight line

☐ Curve

Load direction

☒ X

☐ Z

☐ Y

☐ XYZ

☐ Patch x

☐ Patch y

☐ Surface normal

Projection vector

☐ Project in load direction

X component

0.0

Y component

0.0

Z component

1.0

Patch load divisions

☒ Use default

Number of divisions in x

0

Number of divisions in y

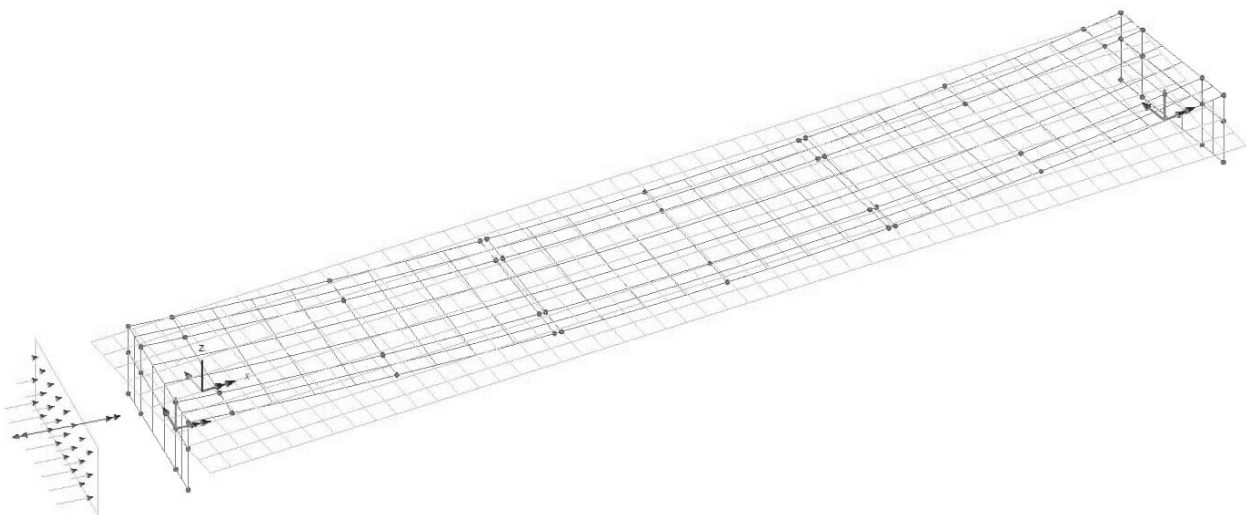
0

	X	Y	Z	Load
1	-4.99921	4.70678	-2.693	36.1
2	-6.26698	-2.91198	-2.693	36.1
3	-6.26698	-2.91198	1.502	0.0
4	-4.99921	4.70678	1.502	0.0

Name

JORD 1

(1555)



	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:15
		Date :	Created :

Load : JORD 2

Structural loading : Discrete patch load

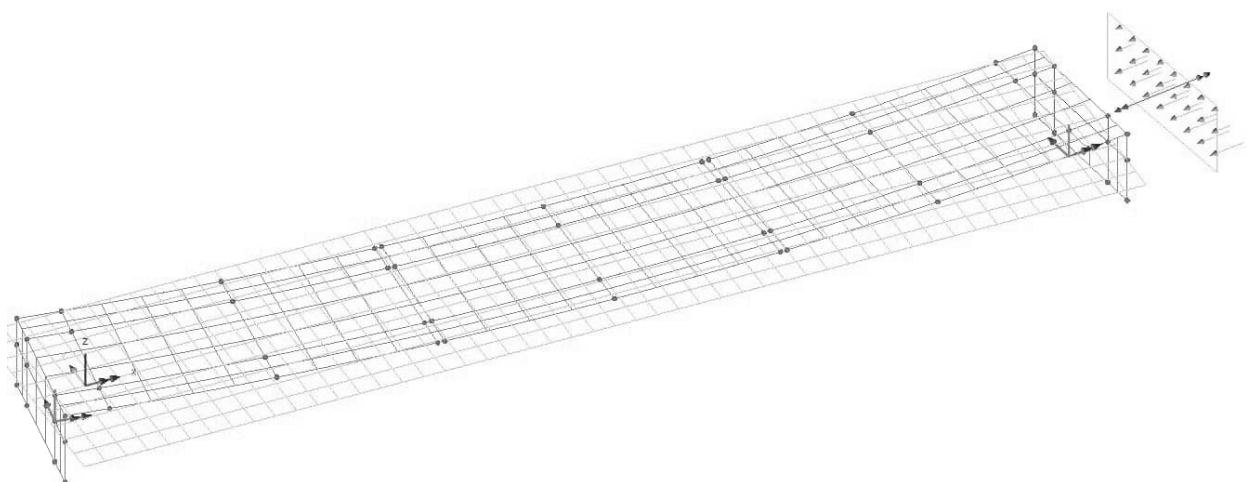
Search area : Endshield 2

Force type : Per unit area

Options for load outside search area : Exclude All Load

Load case : JORD

Patch type				
☐ 8 node patch ☒ 4 node patch ☐ Multi-node patch ☐ Straight line ☐ Curve				
Load direction		Projection vector		Patch load divisions
☒ X ☐ Z ☐ Y ☐ XYZ ☐ Patch x ☐ Patch y ☐ Surface normal		☐ Project in load direction X component: 0.0 Y component: 0.0 Z component: 1.0		☒ Use default Number of divisions in x: 0 Number of divisions in y: 0
	X	Y	Z	Load
1	48.381	-2.89199	-2.693	-36.1
2	47.0069	4.70757	-2.693	-36.1
3	47.0069	4.70757	1.502	0.0
4	48.381	-2.89199	1.502	0.0
Name: JORD 2 (1556)				



	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:16
		Date :	Created :

Basic loadcombination JORD :

Loadcase	Factor
JORD 1	1.00
JORD 2	1.00

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:17
		Date :	Created :

3.3.2 Passivt jordtryck

$$P_y^{passiv} = \frac{K_p}{K_0} \cdot P_y^{vilo} = \frac{4.20}{0.39} \cdot 264kN = 2843kN$$

$$w_y = -\frac{2}{3} \cdot 4.195m + (0.095 + 0.364m) = -2.34m$$

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:18
		Date :	Created :

3.4 STÖDFÖRSKJUTNING

Stödförskjutningen bestäms enligt TRVR Bro 11 avsnitt B.3.1.4.

Inga vertikala (z-riktning) förskjutningar anses uppträda då bron är grundlagd på spetsburna stålörspålar.

Horisontell förskjutning (x- och y-riktning) uppgår till ± 10 mm.

Inga tvångskrafter anses uppträda tillhörande denna förskjutning.

Med anledning av detta införes inte lasten i den statiska modellen.

Inverkan bör beaktas i bruksgränstillstånd enligt SS-EN 1992-1-1 §2.3.1.3. Om så sker får en bör en gradvis sprickutveckling tillämpas enligt SS-EN 1992-1-1 §5.4(3).

Inverkan behöver ej beaktas i brottgränstillstånd enligt SS-EN 1992-1-1 §2.3.1.3. Om så sker får en reducerad styvhet tillämpas enligt SS-EN 1992-1-1 §5.4(3).

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:19
		Date :	Created :

3.5 KRYPNING

Total krypning bestäms enligt SS-EN 1992-1-1 §3.1.4 och TK Bro B.3.3.6 för RH 80% efter tidpunkten t_1 .

Tidpunkten för pålastning anses motsvara tidpunkt för formrivning. Denna betecknas t_0 .

Utvärdering sker för ekvivalent jämntjock farbaneplatta.

Inverkan bör beaktas i bruksgränstillstånd enligt SS-EN 1992-1-1 §2.3.2.2(1). Om så sker får en bör en gradvis sprickutveckling tillämpas enligt SS-EN 1992-1-1 §5.4(3).

Inverkan behöver ej beaktas i brottgränstillstånd enligt SS-EN 1992-1-1 §2.3.2.2(2). Om så sker får en reducerad styvhet tillämpas enligt SS-EN 1992-1-1 §5.4(3).

Utvärdering av kryptalet sker med beräkningsark T001 utförd i Mathcad där samtliga formler och delresultat redovisas.

$$t_0 = 5dag$$

$$t_1 = 100år$$

t	$\varphi(t_1, t_0)$	Anm.
291	2.1	Sida A3:12
Mm	-	-

Kryptalet $\varphi(t_1, t_0) = 2.0$ tillämpas på samtliga konstruktionsdelar.

$$\varepsilon_{cc}(t_1, t_0) = \varphi(t_1, t_0) \cdot \frac{\sigma_c}{E_c}$$

För att studera inverkan på konstruktionens styvhet enligt SS-EN 1992-1-1 5.8.7 så tillämpas kryptal enligt nedan.

Last	φ
Permanent	2.1
Variabla inkl. temperatur	0

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS	Status :	Page: A3:20
	Composite curved steel road bridge	Date :	Created :

3.6 KRYMPNING

Total krympningen bestäms enligt SS-EN 1992-1-1 §3.1.4 och TK Bro B.3.3.6 för RH 80%.

Vid bestämning av tillhörande lasteffekter reduceras dock värdet med hänsyn till krypning.

Krypning bestäms efter tidpunkten t_1 .

Inverkan bör beaktas i bruksgränstillstånd enligt SS-EN 1992-1-1 §2.3.2.2(1). Om så sker får en bör en gradvis sprickutveckling tillämpas enligt SS-EN 1992-1-1 §5.4(3).

Inverkan behöver ej beaktas i brottgränstillstånd enligt SS-EN 1992-1-1 §2.3.2.2(2). Om så sker får en reducerad styvhet tillämpas enligt SS-EN 1992-1-1 §5.4(3).

Total krympning :

Tidpunkten då uttorkningskrypning påbörjas betecknas t_s .

Utvärdering sker för ekvivalent jämntjock farbaneplatta.

Utvärdering av kryptalet sker med beräkningsark T002 utförd i Mathcad där samtliga formler och delresultat redovisas.

$$t_s = 0dag$$

$$t_1 = 100år$$

t	$\varepsilon_{cs}(t_1)$	Anm.
291	0.025	Sida A3:17
mm	%	-

Total krympning $\varepsilon_{cs}(t_1) = 0.024\%$ tillämpas på samtliga konstruktionsdelar på säker sida.

Total krympningen bestäms enligt SS-EN 1992-1-1 §3.1.4 och TK Bro B.3.3.6 för RH 80%.

Vid bestämning av tillhörande lasteffekter reduceras dock värdet med hänsyn till krypning.

Krypning bestäms efter tidpunkten t_1 .

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:21
		Date :	Created :

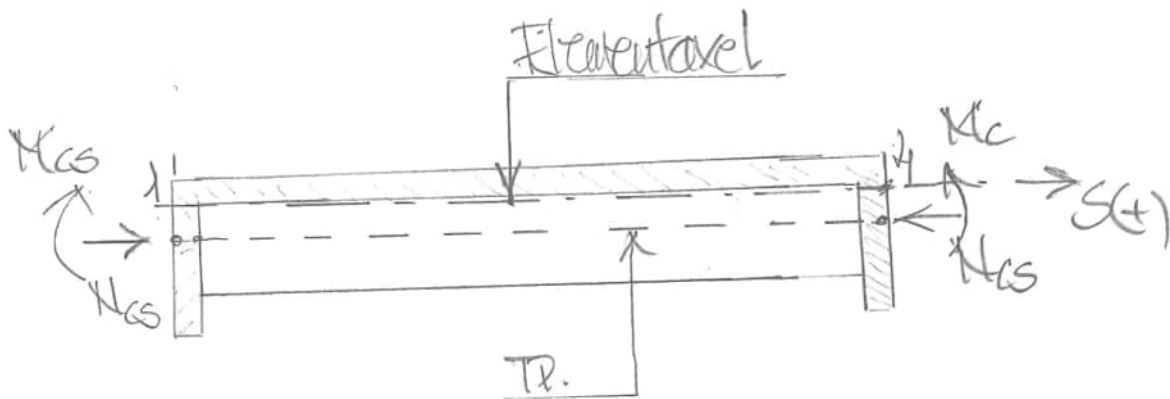
Dimensionerande lasteffekt :

$$N_{cs}^{ospr}(t_1) = -\varepsilon_{cs}(t_1) \cdot \frac{E_{cm}}{1 + \psi_L \cdot \varphi_{t1}} \cdot A_c = -0.25 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{34 \cdot 10^6 \text{ kPa}}{1 + 0.55 \cdot 2.10} \cdot 1.004 \text{ m}^2 = -3944 \text{ kN}$$

$y_{tp} = +0.187 \text{ m}$: tyngdpunkt för betongfarbana, se sida A2:68

$y_{sam} = -0.523 \text{ m}$: samverkanstvärsnitt typ 3, se sida A2:79

$$M_{cs}^{ospr}(t_1) = N_{cs}^{ospr}(t_1) \cdot (y_{tp} - y_{sam}) = -3944 \text{ kN} \cdot (0.187 \text{ m} + 0.523 \text{ m}) = -2800 \text{ kNm}$$



	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:22
		Date :	Created :

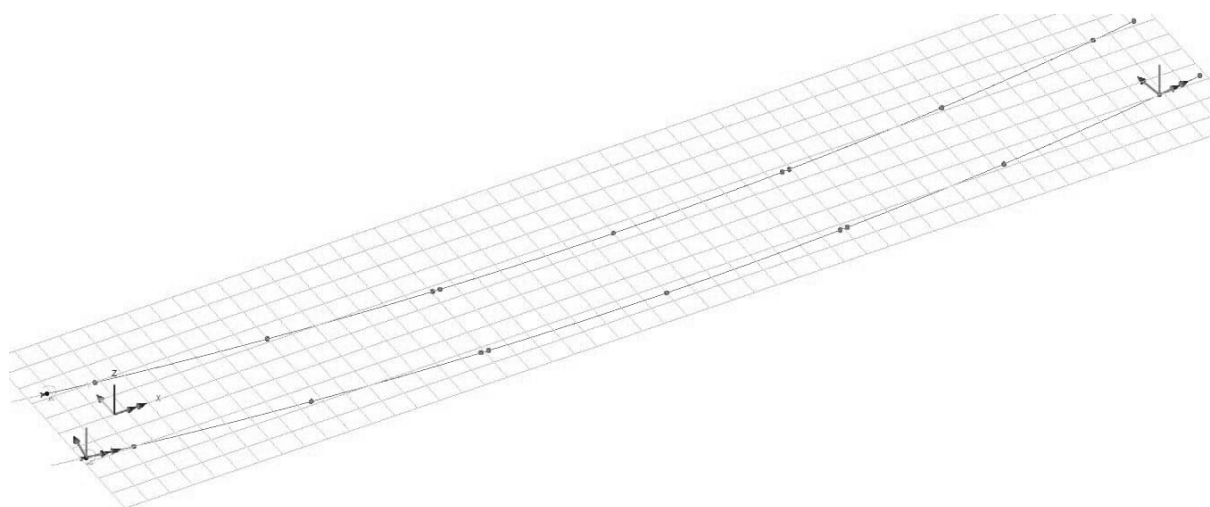
Load : KRYMP-1

Structural loading : Concentrated

Load in X direction (P_x) : -3944 kN

Moment about Y axis (M_y) : 2800 kNm

Loadcase : KRYMP



	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:23
		Date :	Created :

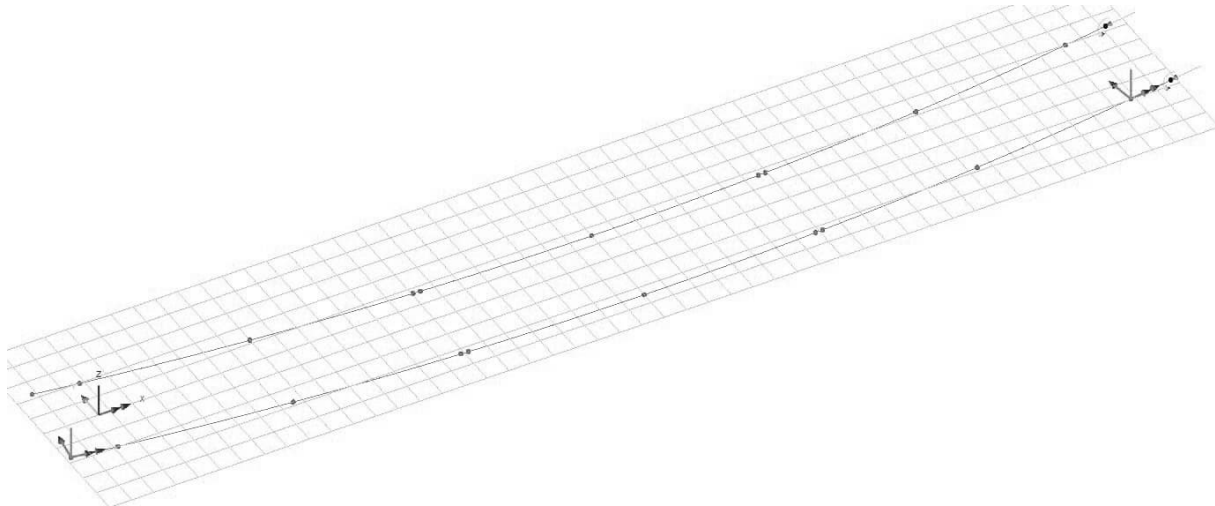
Load : KRYMP-2

Structural loading : Concentrated

Load in X direction (P_x) : -3944 kN

Moment about Y axis (M_y) : -2800 kNm

Loadcase : KRYMP



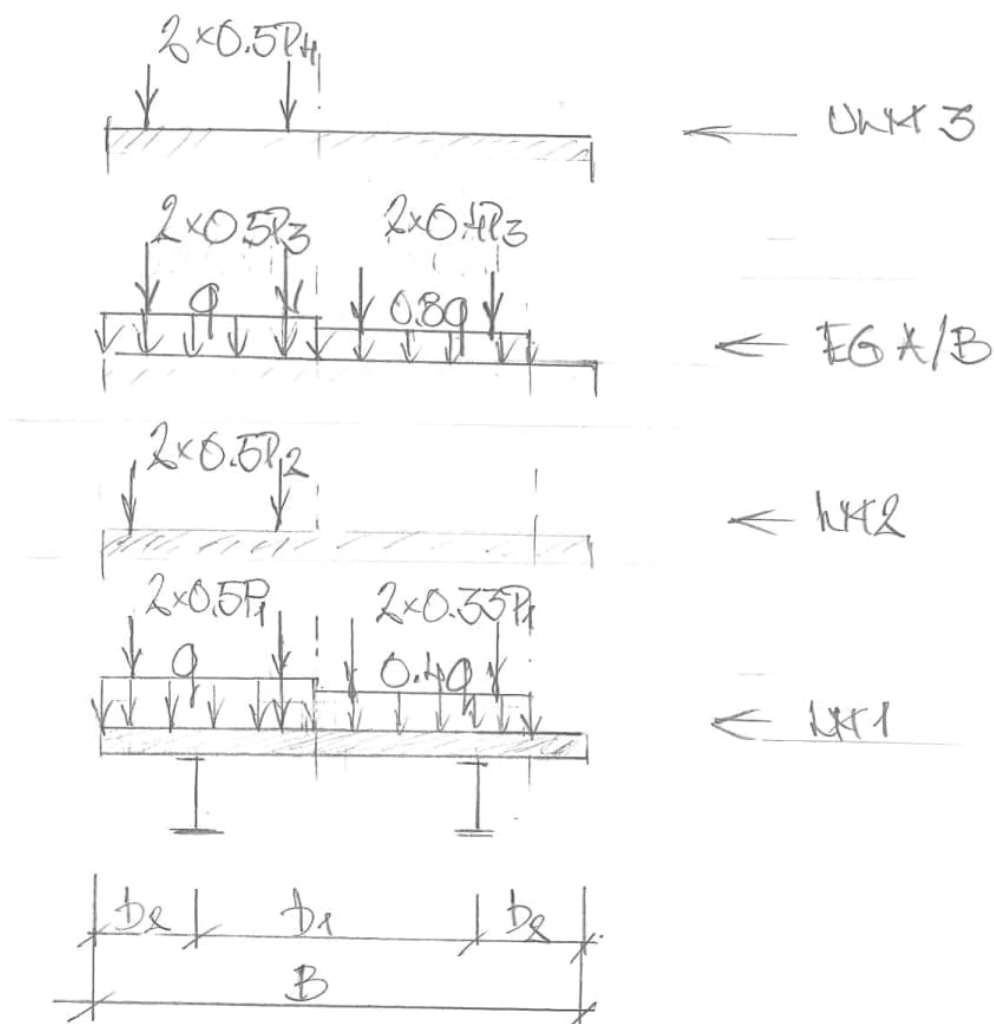
	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:24
		Date :	Created :

3.7 VÄGTRAFIK

Utvärdering sker av vertikala trafiklaster tillhörande lastmodell 1 och lastmodell 2 enligt SS-EN 1991-2 avsnitt 4.3 samt för EG A/B = 180kN/300 kN enligt TRVFS 2011:12 kapitel 6 punkt 3§.

Karakteristiska värden på vertikala laster enligt EN 1991-2 §4.3.2. Farligast lastställning bestäms genom att använda funktionen "Vehicule Load Optimisation" (VLO). Principen för denna är att bestämma influensytor tillhörande de komponenter och punkter som erfordrar utvärdering. Influensytor tillhörande F_z och M_y studeras. Endast influensytor för halva bron studeras ty bron är symmetrisk

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:25
		Date :	Created :



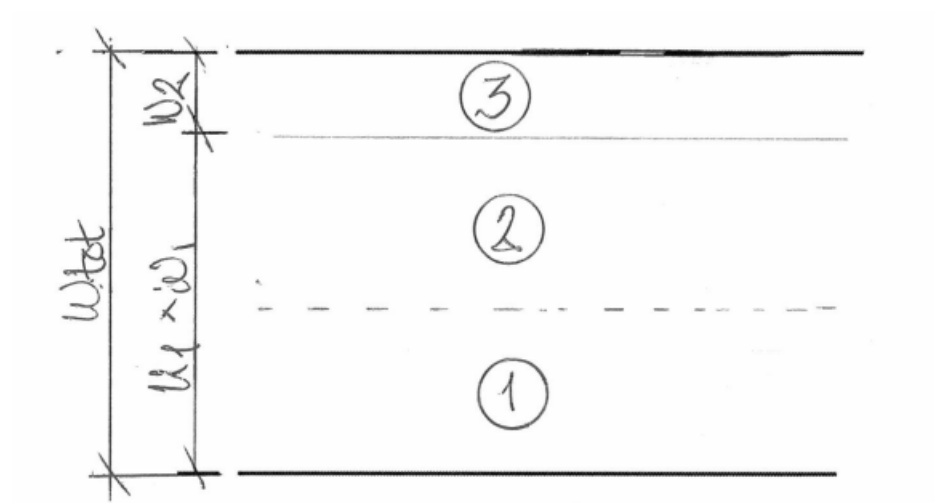
$$b_1 = 4.0m$$

$$b_2 = 1.5m$$

$$\Rightarrow B = b_1 + 2b_2 = 7.0m$$

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:26
		Date :	Created :

3.7.1 Indelning av körbanan i lastfält



Total körbanebredd (det högre värdet tillämpas på säker sida) : $w_{tot}^{min} = 7.0m$

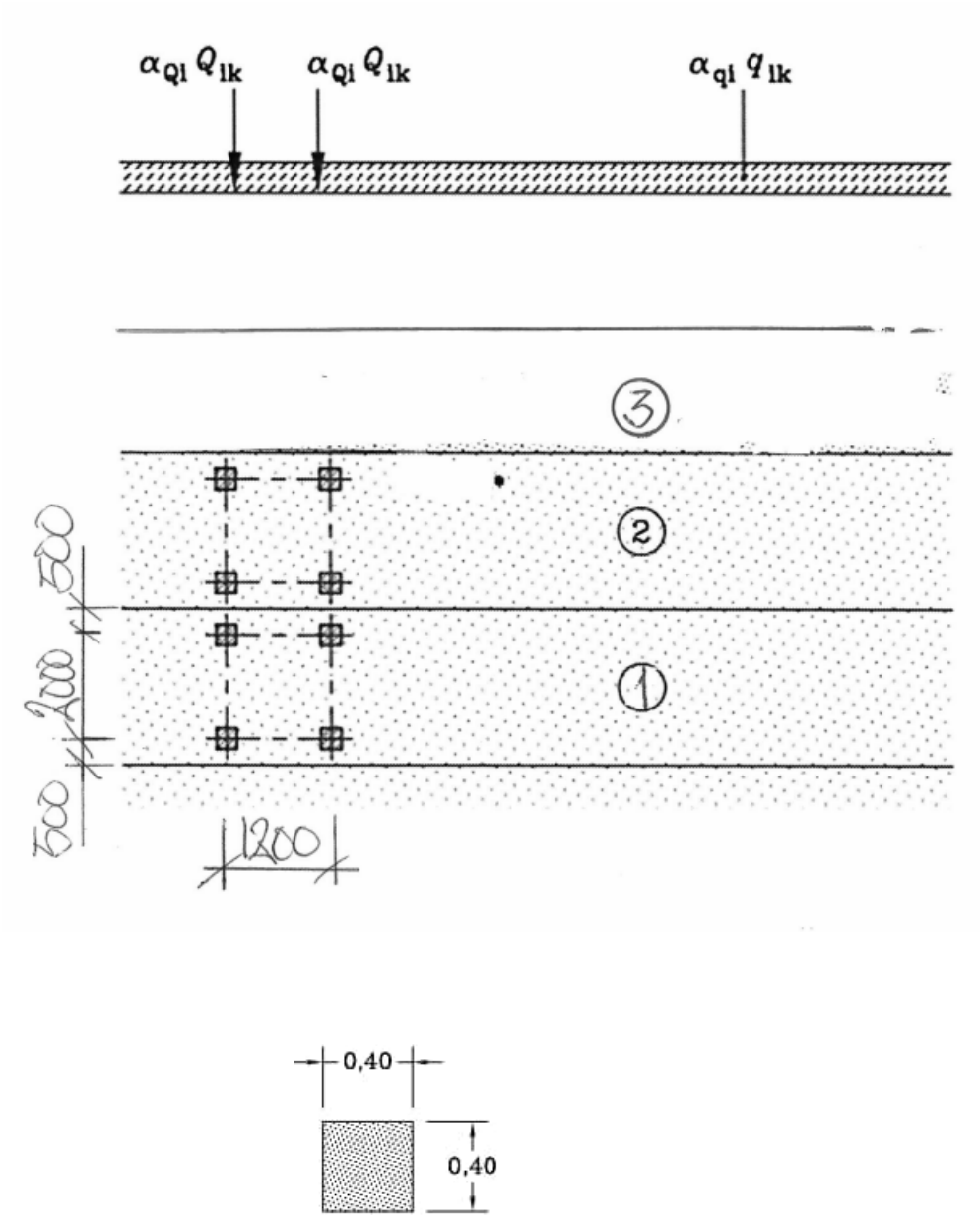
$$\text{Antal lastfält} : n_1 = \text{Integer} \left[\frac{w}{3.0m} \right] = 2st$$

Bredd på fulla last lastfält : $w_1 = 3.00m$

Bredd på återstående lastfält : $w_2 = w_{tot} - w_1 \cdot n_1 = 1.00m$

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:27
		Date :	Created :

3.7.2
Lastmodell 1 (LM 1)



	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:28
		Date :	Created :

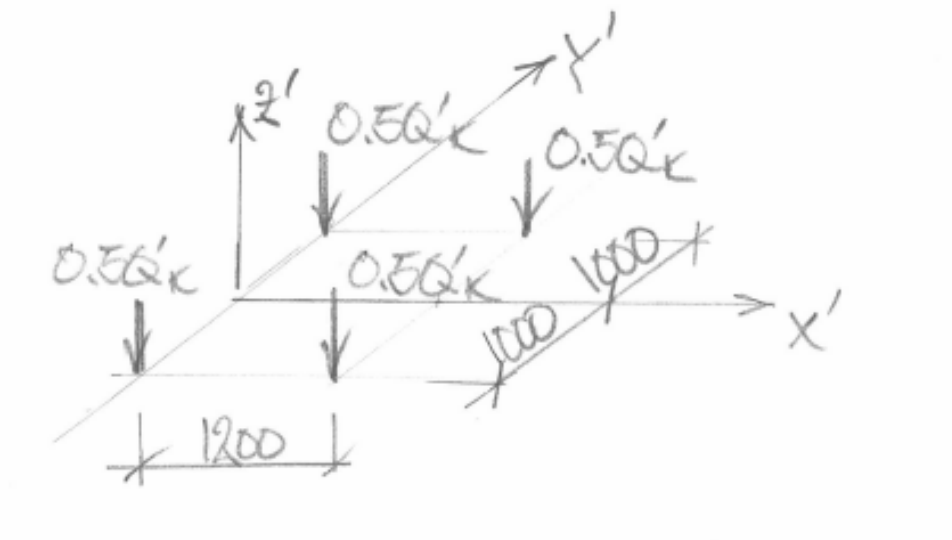
3.7.2.1 Axellaster

α_Q : anpassningssfaktorer enligt TRVFS 2011:12 tabell 7.1

$Q'_k = \alpha_Q \cdot Q_k$: karakteristisk värde inklusive nationella anpassningsfaktorer

Lastfält	Q_k	α_Q	Q'_k	Anm.
1	300	0,9	270	LM1- 2 x270 kN
2	200	0,9	180	LM1- 2 x180 kN
-	kN	-	kN	-

Lasten modelleras såsom en diskrete punkt last med princip utseende enligt figur nedan.



$$P_1 = Q'_k = 270 \text{ kN}$$

$$f_{p,1} = P_1 \cdot \frac{(b_1 + b_2 - 1.5\text{m}) + 0.66 \cdot (b_1 + b_2 - 4.5\text{m})}{b_2} = 1.17 P_1 = 316 \text{ kN}$$

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:29
		Date :	Created :

3.7.2.2 Utbredda laster

α_q : anpassningssfaktorer enligt TRVFS 2011:12 tabell 7.1

$q'_k = \alpha_q \cdot q_k$: karakteristisk värde ink. nationella anpassningsfaktorer

Lastfält	q_k	α_q	q'_k
1	9.0	0.7	6.3
2	2.5	1.0	2.5
-	kPa	-	kPa

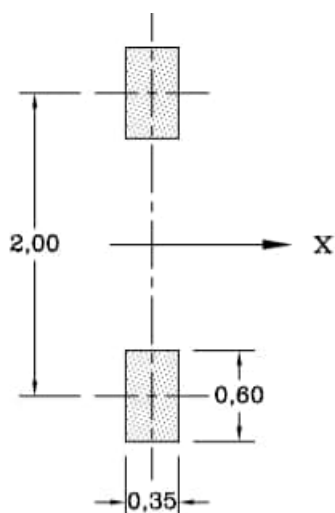
$$p_1 = 6.3 \text{ kPa} \cdot 3.0 \text{ m} = 18.9 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$f_{p.1} = p_1 \cdot \frac{(b_1 + b_2 - 1.5 \text{ m}) + 0.40 \cdot (b_1 + b_2 - 4.5 \text{ m})}{b_2} = 1.10 p_1 = 21 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:30
		Date :	Created :

3.7.3 Lastmodell 2 (LM 2)

Karakteristiska värden på vertikala laster enligt EN 1991-2 §4.3.3.



$$\beta_Q = \alpha_Q = 0.90$$

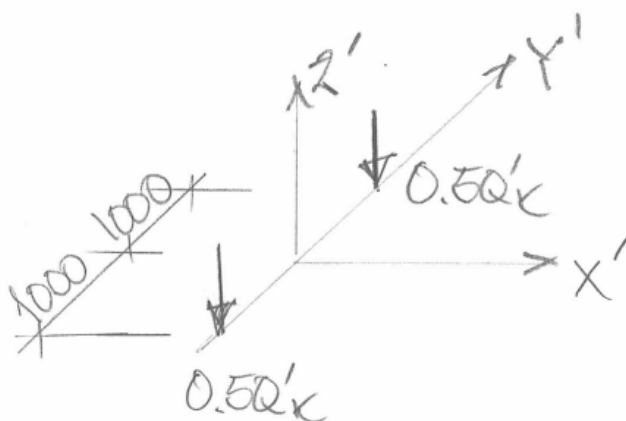
: nationell anpassningsfaktor

$$Q_k = 400 \text{ kN}$$

: karakteristiskt värde exklusive nationella anpassningsfaktorer

$$Q'_k = \beta_k \cdot Q_k = 360 \text{ kN}$$

: karakteristiskt värde inklusive nationella anpassningsfaktorer



$$P_2 = Q'_k = 360 \text{ kN}$$

$$f_{P,2} = P_2 \cdot \frac{b_1 + b_2 - 1.5 \text{ m}}{b_2} = 1.0 P_2 = 360 \text{ kN}$$

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS	Status :	Page: A3:31
	Composite curved steel road bridge	Date :	Created :

3.7.4 Lastmodell EG A/B

Beräkningen utföres för typfordon EG A/ B = 180 kN / 300 kN exkl. dynamiskt tillskott.

Antalet lastfält med typfordon är högst 2 st. Ena lastfältet multipliceras med faktorn 1.0 medan andra körfältet 0.80.

$$\varepsilon_{dyn} = \frac{740}{20 + L} \% = \frac{740}{20 + 42} \% = 12\% \quad : \text{dynamiskt tillskott för punktlaster}$$

$$A' = A \cdot (1 + \varepsilon_{dyn}) = 180 \text{ kN} \cdot (1 + 0.12) = 202 \text{ kN} \quad : \text{axellast inklusive dynamiskt tillskott}$$

$$B' = B \cdot (1 + \varepsilon_{dyn}) = 300 \text{ kN} \cdot (1 + 0.12) = 336 \text{ kN} \quad : \text{boggielast inklusive dynamiskt tillskott}$$

$$q = \frac{p}{b} = 5 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot \frac{1}{1.7 \text{ m}} = 3 \text{ kPa} \quad : \text{ytlast}$$

$$w = 1.70 \text{ m} \quad : \text{avstånd mellan punktlaster}$$

$$f_{p.3} = P_3 \cdot \frac{(b_1 + b_2 - 1.5 \text{ m}) + 0.80 \cdot (b_1 + b_2 - 4.5 \text{ m})}{b_2} = 1.2 P_3 \quad : \text{punktlaster}$$

$$f_{p.3} = p_3 \cdot \frac{(b_1 + b_2 - 1.5 \text{ m}) + 0.80 \cdot (b_1 + b_2 - 4.5 \text{ m})}{b_2} = 1.2 p_3 \quad : \text{ytlast}$$

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:32
		Date :	Created :

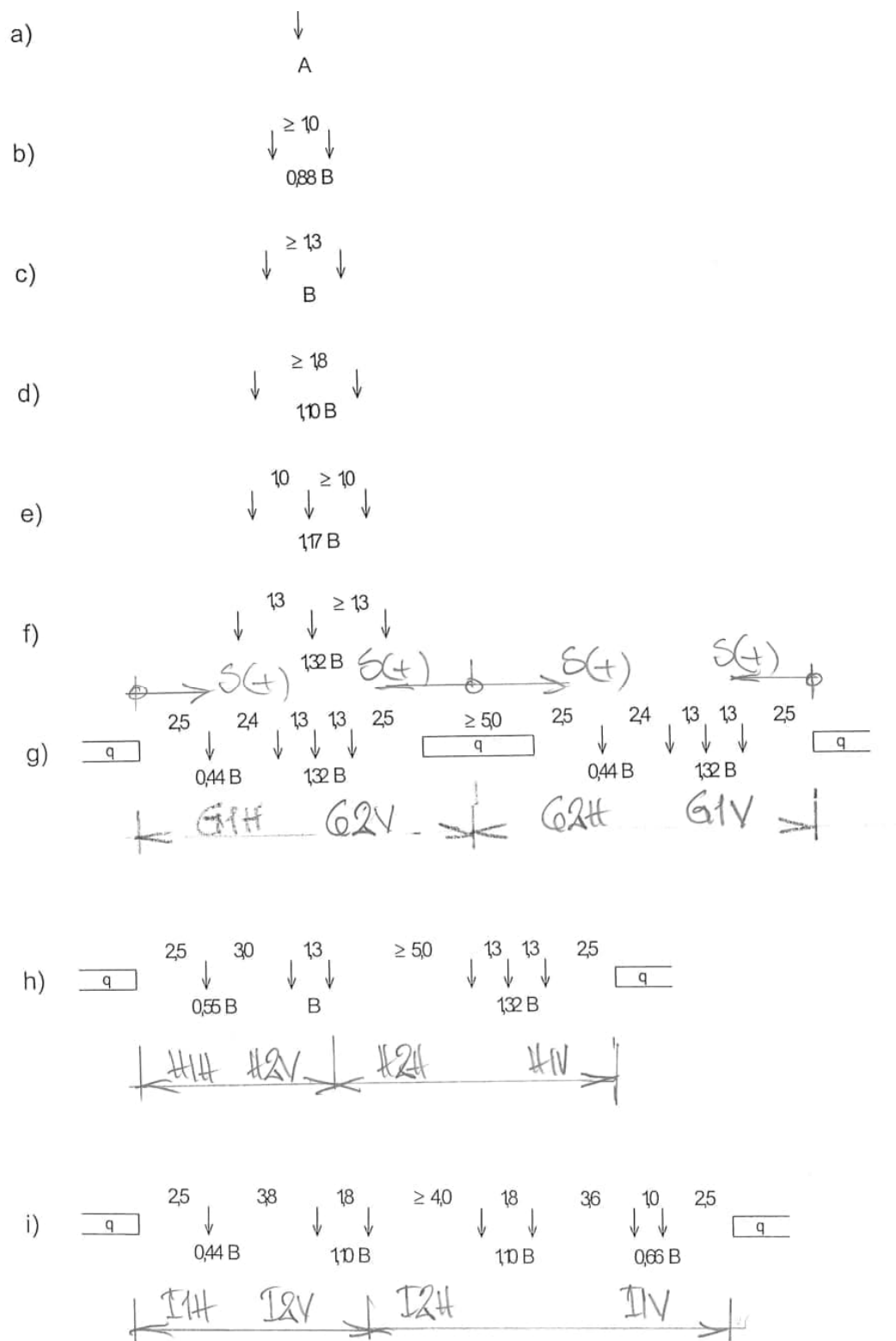
Punktlaster :

Fall	P ₃	f _{p.3}
A(a)	A = 180 kN	216 kN
B(b)	0.44B = 132 kN	158 kN
B(c)	0.50B = 150 kN	180 kN
B(d)	0.55B = 165 kN	198 kN
B(e)	0.39B = 117 kN	140 kN
B(f)	0.44B = 132 kN	158 kN
B(i)	0.33B = 99 kN	119 kN

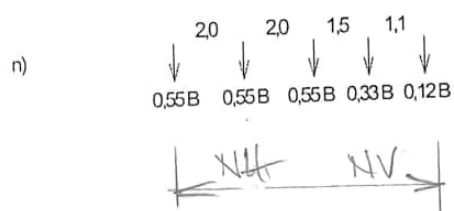
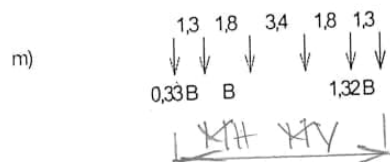
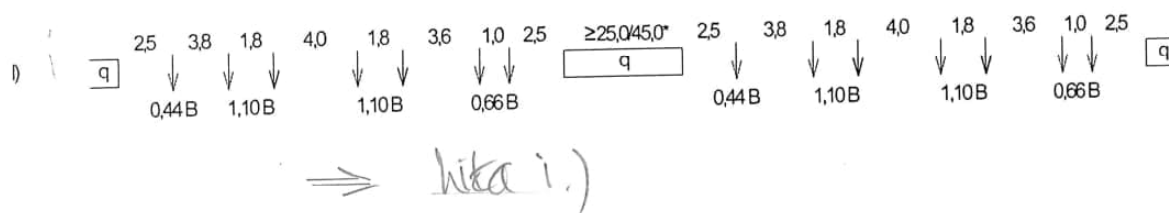
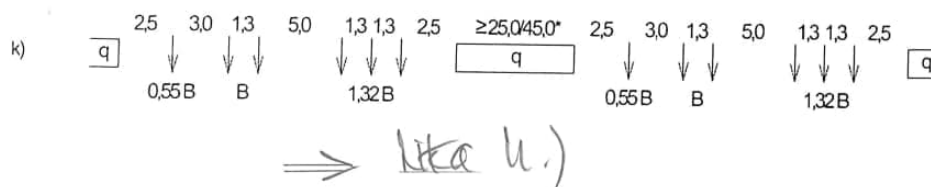
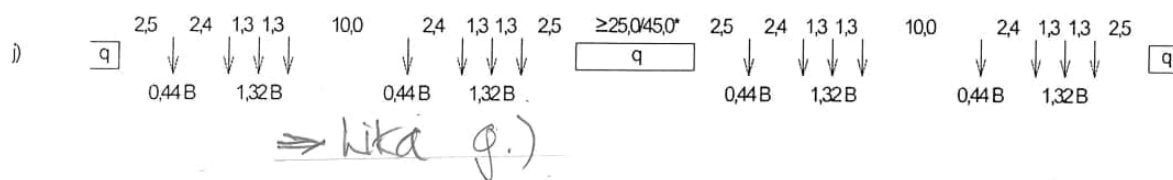
Ytlaster :

$$f_{p.3} = 1.2 \cdot 5 \frac{kN}{m} = 6 \frac{kN}{m}$$

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:33
		Date :	Created :



	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:34
		Date :	Created :



	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS	Status :	Page: A3:35
	Composite curved steel road bridge	Date :	Created :

3.7.5 Vehicle Load Optimisation (VLO)

Influensytorna skapas genom att tillämpa ”*Direct Method Influence*” med förutsättningar nedan.

Load locations

Search area

2:Deck

☐ Nodes in search area
 ☒ Grid

Centreline

Path CL

Transverse width

6.9

Grid settings...

Loading settings...

Name

Direct Method Influence Analysis 1

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS	Status :	Page: A3:37
	Composite curved steel road bridge	Date :	Created :

Influence components :

Attribute nr.	Name
2	Inf1 - My girder
3	Inf2 - Fz girder
7	Inf3 - Reaction FX
8	Inf4 - Reaction Fy
9	Inf5 - Reaction Fz

VLO evaluation :

Representative values required	Load groups to include
☒ Characteristic	☒ Group 1a - LM1
☐ Combination (psi0)	☐ Group 4 - LM4
☐ Frequent (psi1)	☒ Complementary load model
☐ Quasi-permanent (psi2)	Dynamic amplification (additional) 12 %
	Vehicle(s) Type a, Type i ...
	☐ Group 5 - LM3
	Vehicle(s) ...
	☐ Include associated LM1

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:38
		Date :	Created :

Envelopes :

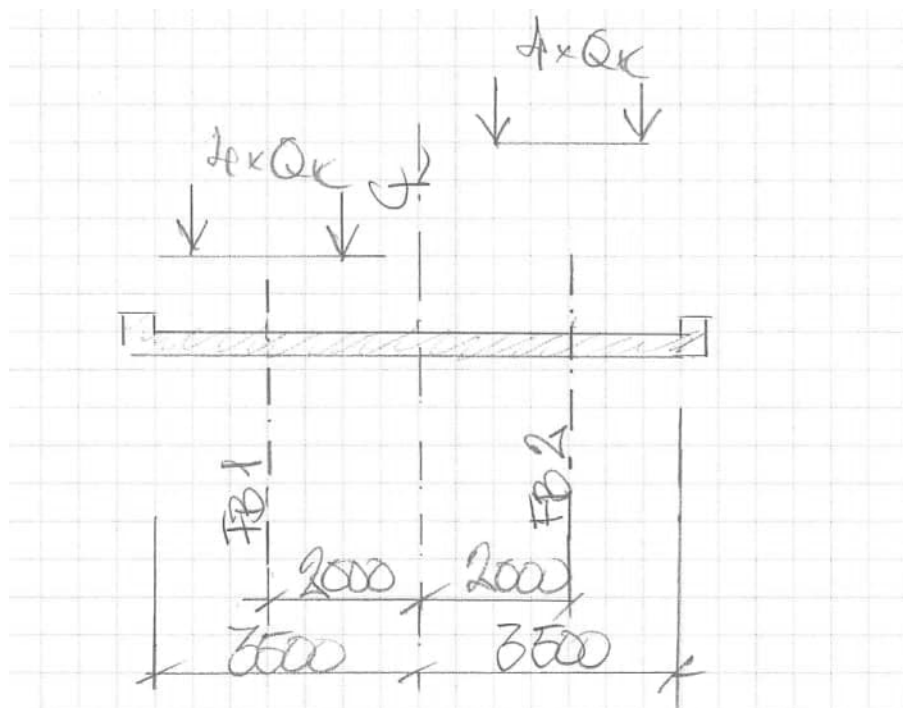
Envelopes	Loadcase	Name
TRAF – Girder My	9920...9385	VLO Run 1
TRAF – Girder Fz	9386...9555	VLO Run 2
TRAF – Reaction Fx	9576...9581	VLO Run 3
TRAF – Reaction Fy	9562...9567	VLO Run 4
TRAF – Reaction Fz	9568...9575	VLO Run 5

Envelope TRAF :

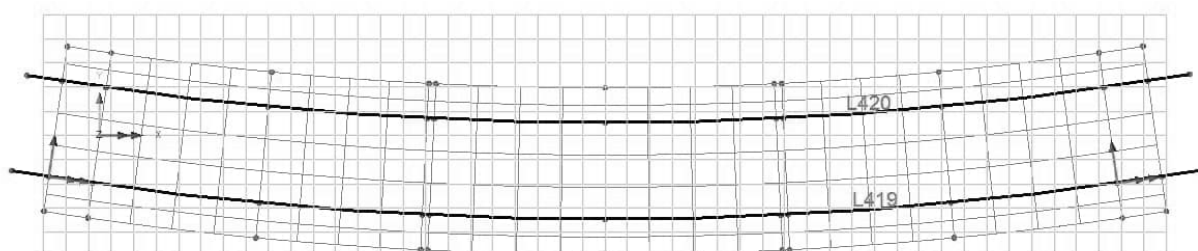
Loadcase
TRAF – Girder My
TRAF – Girder Fz
TRAF – Reaction Fx
TRAF – Reaction Fy
TRAF – Reaction Fz

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:40
		Date :	Created :

Vid utvärdering av samtliga konstruktionsdelar förutom farbaneplatta tillämpas FB 1 och FB 2 enligt redovisning nedan.

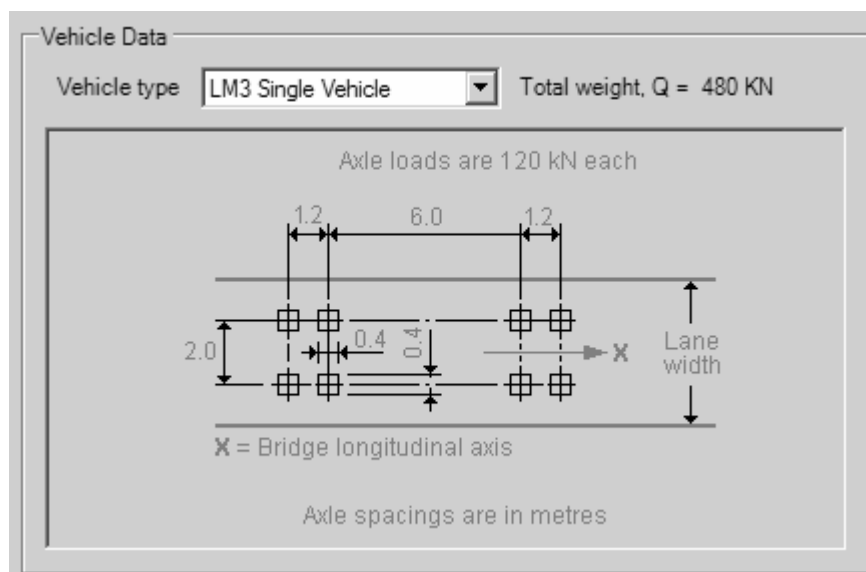


Vid utvärdering tillämpas funktion "Moving Load" vilket innebär att trafiklasterna vandrar 0.5 m längs de olika farbanorna. Varje förflyttning ger upphov ett lastfall. För att finna farligast lastställning tillämpas enveloppet för de förekommande lastfallen.



	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS	Status :	Page: A3:41
	Composite curved steel road bridge	Date :	Created :

Discrete point load : UTM 3 (attribute nr 1553):



Load attributes :

Load attribute nr	Load attribute
1553	UTM 3

Loadcases :

Loadcase	Load attribute nr	Line	Farbana
5100..5200	1553	419	FB1
5300..5397	1553	420	FB2

Envelope UTM...:

Envelope	Loadcase
UTM - FB1	5100..5200
UTM - FB2	5300..5397

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:42
		Date :	Created :

3.9 BROMSKRAFT

Bromskraft bestäms enligt SS-EN 1991-2 §4.4.1.

Uppträdande last anses verka i nivå med beläggning.

$$L = 1.9m + 42.0m + 1.9m = 45.8m$$

$$Q_{lk} = 0.6\alpha_{Q1} \cdot (2Q_{ik}) + 0.1\alpha_{q1} \cdot q_{1k} \cdot w_1 \cdot L$$

$$180kN \cdot \alpha_{Q1} \leq Q_{lk} \leq 900kN$$

$$Q_{broms} = 0.6 \cdot 0.9 \cdot (2 \cdot 300kN) + 0.1 \cdot 0.7 \cdot 9.0kPa \cdot 3.0m \cdot 45.8m = 410kN < 900kN$$

$$w = 0.385m + 0.095m = 0.48m$$

$$p_{broms} = \frac{P_{broms}}{b} = \pm \frac{410kN}{4.0m} = \pm 102.5 \frac{kN}{m}$$

$$m_{boms} = p_{broms} \cdot h = \pm 102.5 \frac{kN}{m} \cdot \left(\frac{0.29m}{2} + 0.095m \right) = \pm 24.6 \frac{kNm}{m}$$

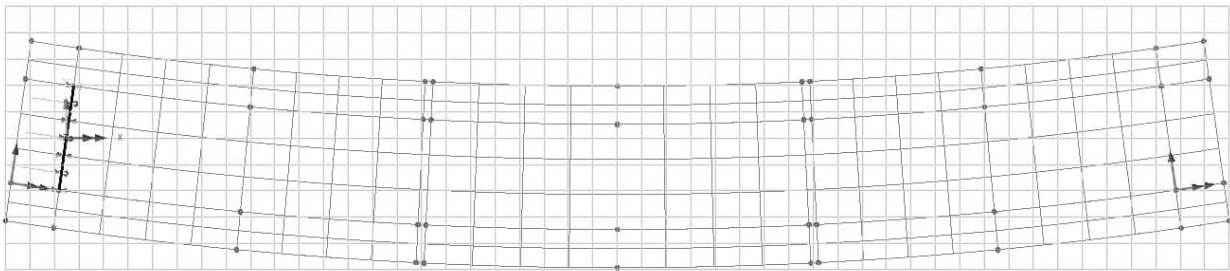
	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:43
		Date :	Created :

Load : BROMS 1+
Structural loading : Global distributed

Load per unit length in Y direction (p_y) : $102.5 \frac{kN}{m}$

Moment about X axis (m_x) : $-24.6 \frac{kN}{m}$

Loadcase : BROMS 1+

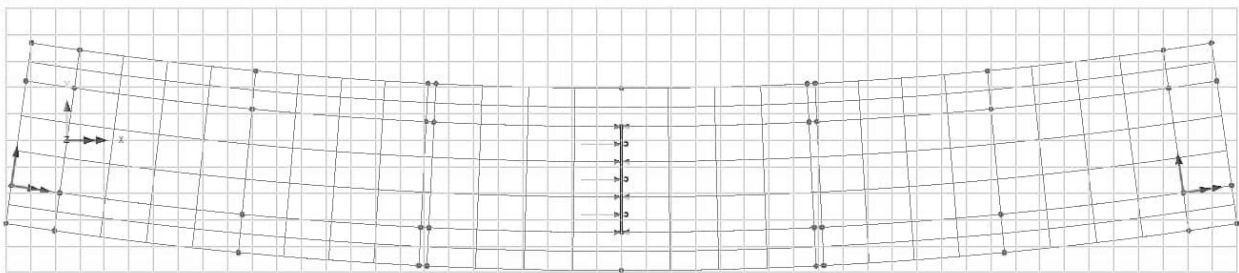


Load : BROMS 2+
Structural loading : Global distributed

Load per unit length in Y direction (p_y) : $102.5 \frac{kN}{m}$

Moment about X axis (m_x) : $-24.6 \frac{kN}{m}$

Loadcase : BROMS 2+



	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:44
		Date :	Created :

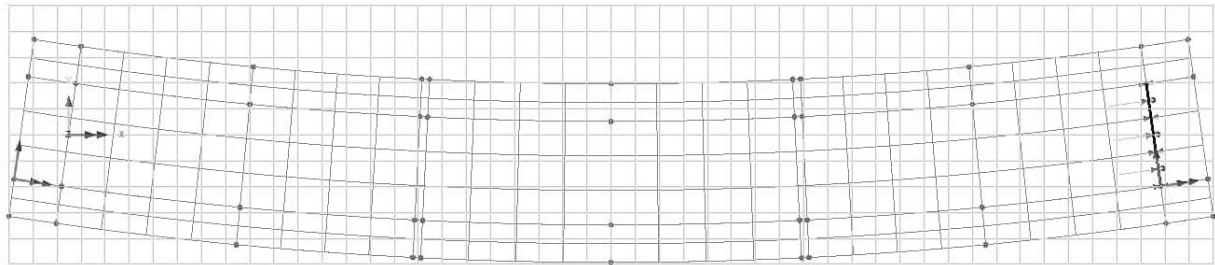
Load : BROMS 3+

Structural loading : Global distributed

Load per unit length in Y direction (p_y) : $102.5 \frac{kN}{m}$

Moment about X axis (m_x) : $-24.6 \frac{kN}{m}$

Loadcase : BROMS 3+



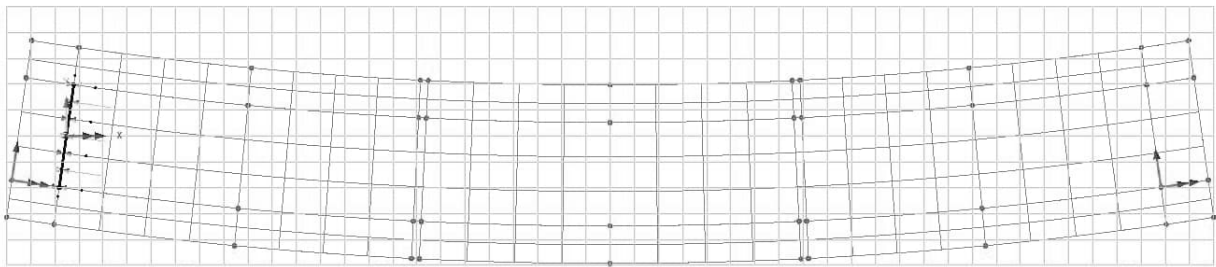
	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:45
		Date :	Created :

Load : BROMS 1:-
Structural loading : Global distributed

Load per unit length in Y direction (p_y) : $-102.5 \frac{kN}{m}$

Moment about X axis (m_x) : $24.6 \frac{kN}{m}$

Loadcase : BROMS 1-

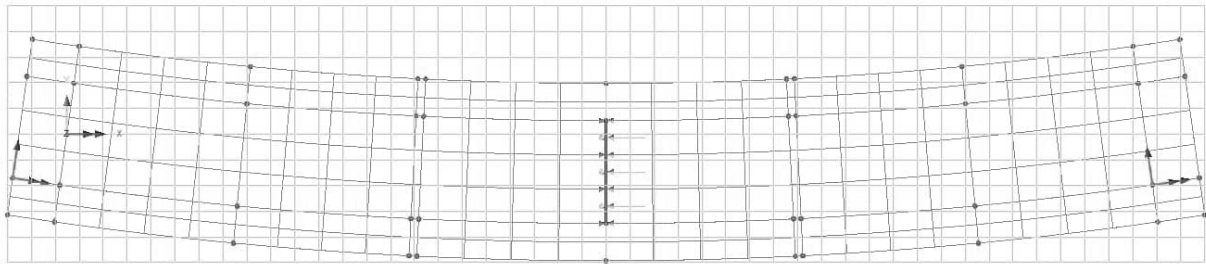


Load : BROMS 2:-
Structural loading : Global distributed

Load per unit length in Y direction (p_y) : $-102.5 \frac{kN}{m}$

Moment about X axis (m_x) : $+24.6 \frac{kN}{m}$

Loadcase : BROMS 2-



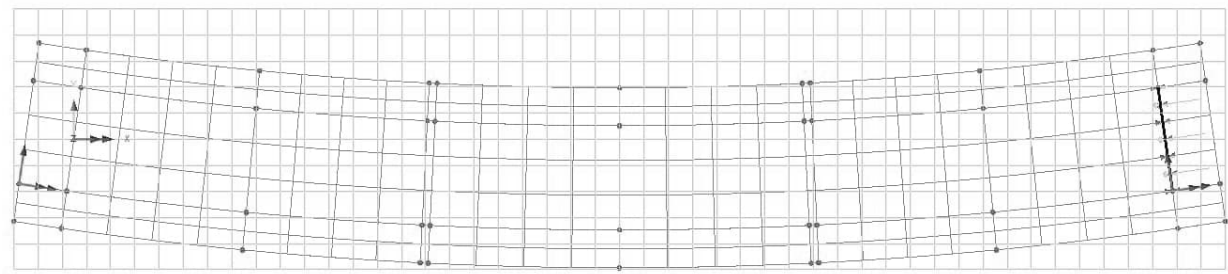
	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:46
		Date :	Created :

Load : ~~BROMS 3-~~
Structural loading : Global distributed

Load per unit length in Y direction (p_y) : $-102.5 \frac{kN}{m}$

Moment about X axis (m_x) : $24.6 \frac{kN}{m}$

Loadcase : BROMS 3-



	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:47
		Date :	Created :

3.10 SIDOKRAFT

Sidokraften bestäms enligt SS-EN 1991-2 §4.4.2. Lasten är uppträder ortogonalt bromslasten och anses uppträda till följd av sned inbromsning eller av centrifugalkrafter. Dessa anses dock inte uppträda samtidigt.

$$Q_{tk} = 0.25Q_{lk} = 0.25 \cdot 410kN = 103kN \quad : \text{sned inbromsning}$$

$$P_{sido} = \pm 103kN$$

$$w = 0.385m + 0.095m = 0.48m$$

$$p_{sido} = \frac{P_{sido}}{b} = \pm \frac{103kN}{6.9m} = \pm 14.9 \frac{kN}{m}$$

$$m_{sido} = p_{sido} \cdot h = \pm 14.9 \frac{kN}{m} \cdot \left(\frac{0.29m}{2} + 0.095m \right) = \pm 3.6 \frac{kNm}{m}$$

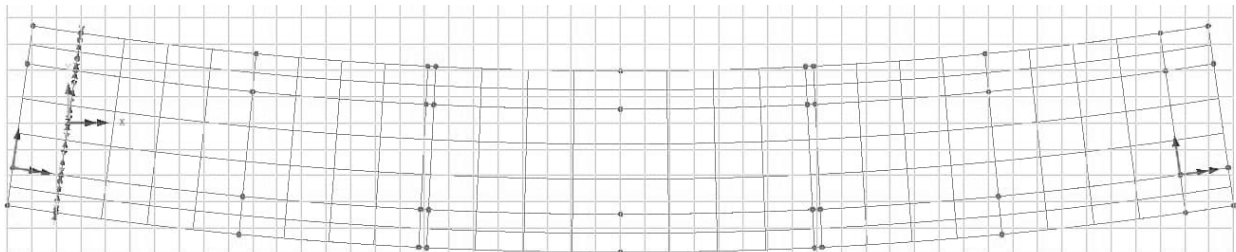
Load : SIDO 1+

Structural loading : Global distributed

$$\text{Load per unit length in X direction (} p_x \text{) : } -14.9 \frac{kN}{m}$$

$$\text{Moment about Y axis (} m_y \text{) : } -5.4 \frac{kNm}{m}$$

Loadcase : SIDO 1+



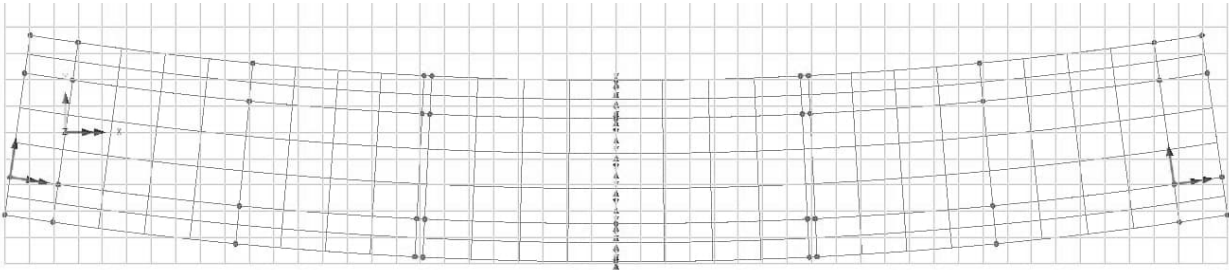
	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:48
		Date :	Created :

Load : SIDO 2+
Structural loading : Global distributed

Load per unit length in X direction (p_x) : $-14.9 \frac{kN}{m}$

Moment about Y axis (m_y) : $-5.4 \frac{kN}{m}$

Loadcase : SIDO 2+

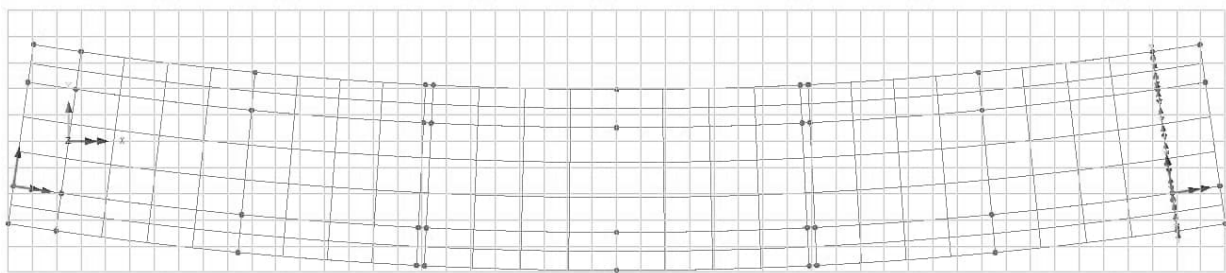


Load : SIDO 3+
Structural loading : Global distributed

Load per unit length in X direction (p_x) : $-14.9 \frac{kN}{m}$

Moment about Y axis (m_y) : $-5.4 \frac{kN}{m}$

Loadcase : SIDO 3+



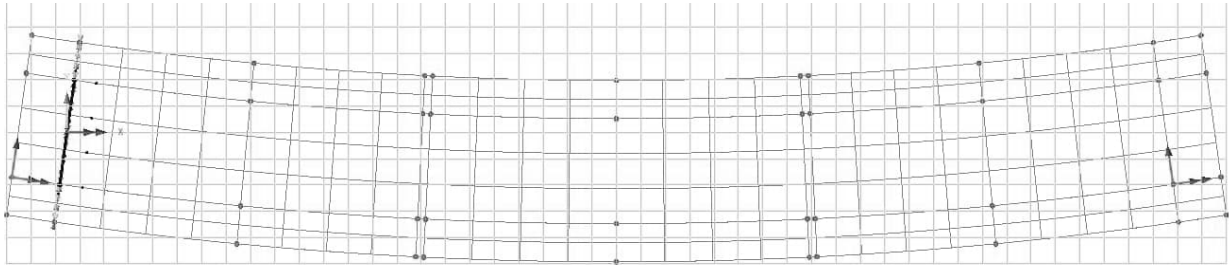
	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:49
		Date :	Created :

Load : SIDO 1-
Structural loading : Global distributed

Load per unit length in X direction (p_x) : $14.9 \frac{kN}{m}$

Moment about Y axis (m_y) : $5.4 \frac{kN}{m}$

Loadcase : SIDO 1-

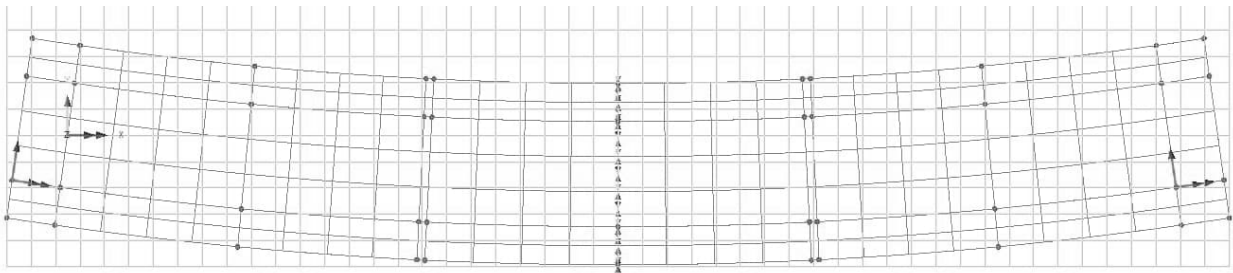


Load : SIDO 2-
Structural loading : Global distributed

Load per unit length in X direction (p_x) : $14.9 \frac{kN}{m}$

Moment about Y axis (m_y) : $5.4 \frac{kN}{m}$

Loadcase : SIDO 2-



	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:50
		Date :	Created :

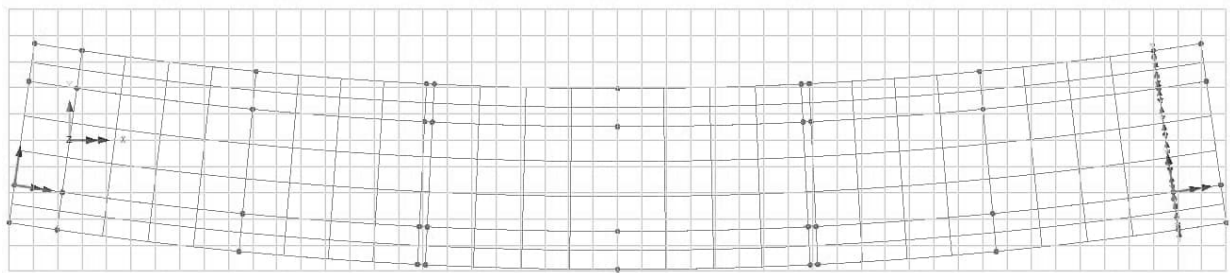
Load : SIDO 3-

Structural loading : Global distributed

Load per unit length in X direction (p_x) : $14.9 \frac{kN}{m}$

Moment about Y axis (m_y) : $5.4 \frac{kN}{m}$

Loadcase : SIDO 3-



Envelopes SIDO :

Loadcase
SIDO 1+
SIDO 1-
SIDO 2+
SIDO 2-
SIDO 3+
SIDO 3-

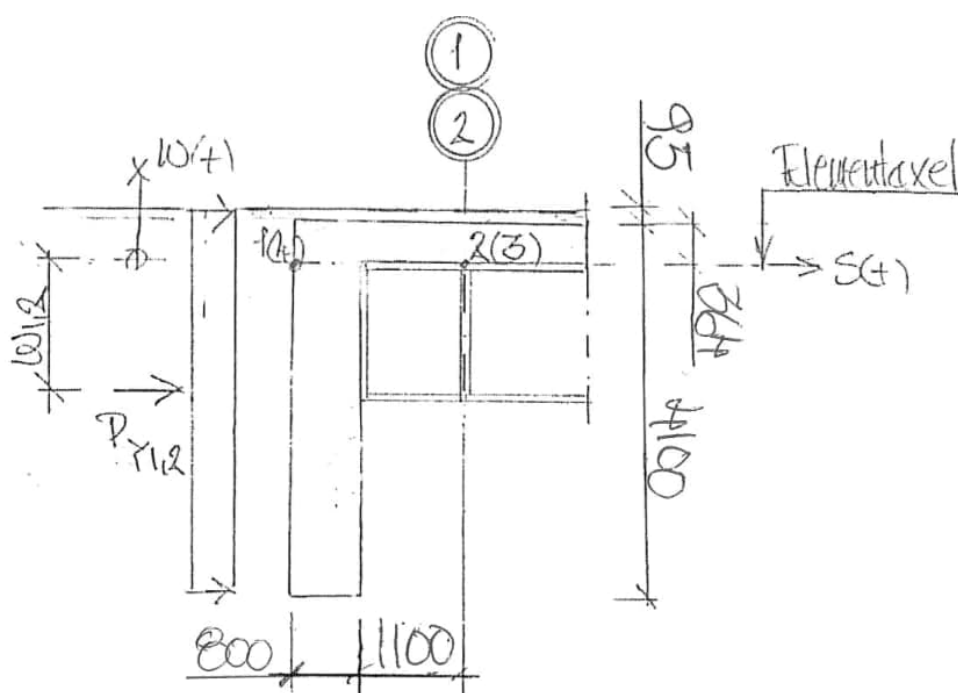
	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:51
		Date :	Created :

3.11 ÖVERLAST

$$q_{ytlast} = 20kPa \quad : \text{vertikal belastning}$$

$$q_{över} = K_0 \cdot q_{ytlast} = 0.39 \cdot 20kPa = 8kPa \quad : \text{horisontell belastning}$$

$$p_y = B \cdot q_{över} = 3.5m \cdot 8kPa = 28 \frac{kN}{m}$$



$$P_y = 28 \frac{kN}{m} \cdot 4.195m = 117kN$$

$$w_y - \frac{1}{2} \cdot 4.195m + (0.095 + 0.364m) = -1.64m$$

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS	Status :	Page: A3:52
	Composite curved steel road bridge	Date :	Created :

Load : OVER 1

Structural loading : Discrete patch load

Search area : Endshield 1

Force type : Per unit area

Options for load outside search area : Exclude All Load

Patch type

☐ 8 node patch
☒ 4 node patch
☐ Multi-node patch
☐ Straight line
☐ Curve

Load direction

☒ X
☐ Z

☐ Y
☐ XYZ

☐ Patch x
☐ Patch y
☐ Surface normal

Projection vector

☐ Project in load direction

X component

Y component

Z component

Patch load divisions

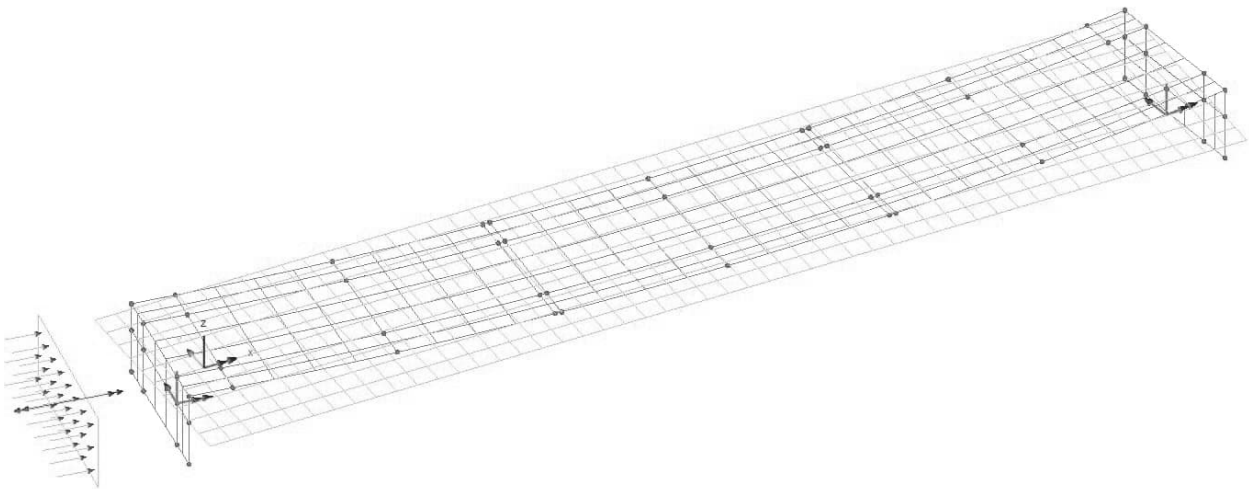
☒ Use default

Number of divisions in x

Number of divisions in y

	X	Y	Z	Load
1	-4.99921	4.70678	1.502	8.0
2	-6.26698	-2.91198	1.502	8.0
3	-6.26698	-2.91198	-2.693	8.0
4	-4.99921	4.70678	-2.693	8.0

Name
(1552)



	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS	Status :	Page: A3:53
	Composite curved steel road bridge	Date :	Created :

Load : OVER 2

Structural loading : Discrete patch load

Search area : Endshield 2

Force type : Per unit area

Options for load outside search area : Exclude All Load

Patch type

☐ 8 node patch
☒ 4 node patch
☐ Multi-node patch
☐ Straight line
☐ Curve

Load direction

☒ X
☐ Z

☐ Y
☐ XYZ

☐ Patch x

☐ Patch y

☐ Surface normal

Projection vector

☐ Project in load direction

X component

Y component

Z component

Patch load divisions

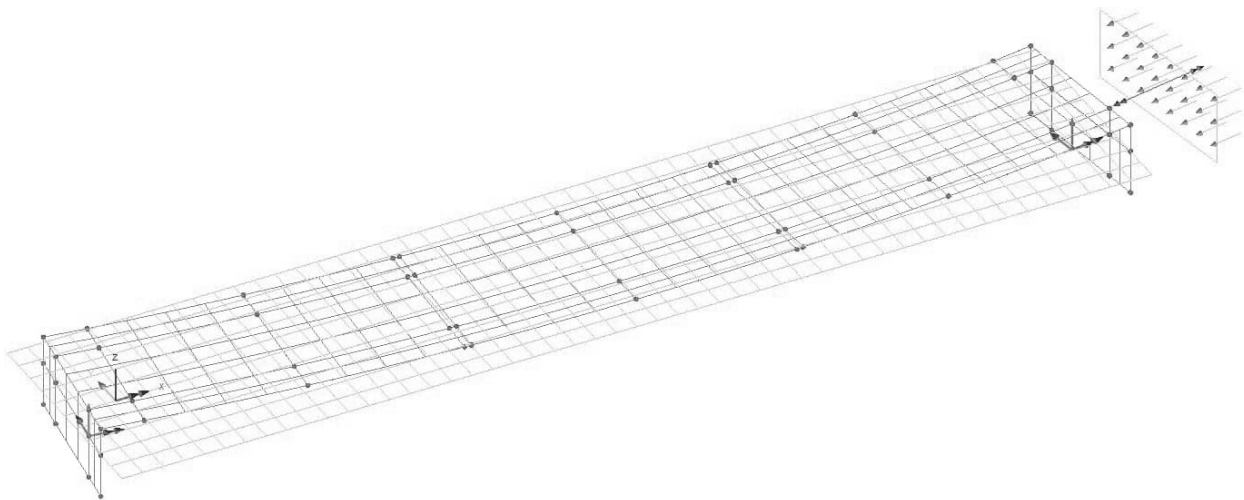
☒ Use default

Number of divisions in x

Number of divisions in y

	X	Y	Z	Load
1	48.381	-2.89199	1.502	-8.0
2	48.381	-2.89199	-2.693	-8.0
3	47.0069	4.70757	-2.693	-8.0
4	47.0069	4.70757	1.502	-8.0

Name (1554)



	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:54
		Date :	Created :

3.12 TEMPERATUR

Temperaturpåverkan på broar anges i TRVK Bro 11 avsnitt B.3.2.5 och EN 1991-1-5 kapitel 6.

Inverkan beaktas i bruksgränstillstånd enligt SS-EN 1992-1-1 §2.3.1.2. Om så sker får en bör en gradvis sprickutveckling tillämpas enligt SS-EN 1992-1-1 §5.4(3).

Inverkan behöver ej beaktas i brottgränstillstånd enligt SS-EN 1992-1-1 §2.3.1.2. Om så sker får en reducerad styvhet tillämpas enligt SS-EN 1992-1-1 §5.4(3).

Monteringstemperatur : $T_{\text{mont}} = +10^{\circ} \text{C}$ EN 1991-1-5A.1(3)

Längdutvidningskoefficient : $\alpha = 12 \cdot 10^{-6}$

Betongplatta $\Rightarrow$ typ 2

Ort : Borlänge

$T_{\text{max}} = +35^{\circ}\text{C}$: BFS 2013:10 EKS 9 Tabell C-11

$T_{\text{min}} = -41^{\circ}\text{C}$: BFS 2010:10 EKS 9 Tabell C-11

Varaktighetskoefficienter :

Koefficienter enligt SS-EN 1990/A1 tabell A2.3

$$\psi_0 = 0.60$$

$$\psi_1 = 0.60$$

$$\psi_2 = 0.50$$

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS	Status :	Page: A3:55
	Composite curved steel road bridge	Date :	Created :

3.12.1 Jämn temperatur över hela bron

Jämn temperaturändring över hela bron ges EN 1991-1-5 avsnitt 6.1.3.3. Denna temperaturändring är säsongsberoende och ger endast upphov till translation i längsled. Bron har dock försetts med ändskärmar vilket gör att ett förhöjt jordtryck uppträder vid rörelse. Även de fasta lagren ger upphov till tvångskrafter.

Funktion enligt SS EN 1991-1-5 figur 6.1 (funktion till bro typ 2) :

$$T_e(T) = \text{linterp} \left[(-50 \ 0 \ 30 \ 50)^T \cdot ^\circ\text{C}, (-46 \ 5 \ 34 \ 54)^T \cdot ^\circ\text{C}, T \right]$$

$$T_{e,\max} = T_e(T_{\max}) = 39^\circ\text{C}$$

$$T_{e,\min} = T_e(T_{\min}) = -37^\circ\text{C}$$

$$T^+ = T_{e,\max} - T_0 = +39^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C} = +29^\circ\text{C}$$

$$T^- = T_{e,\min} - T_0 = -37^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C} = -47^\circ\text{C}$$

$$\Rightarrow \delta = \Delta T \cdot \alpha \cdot \frac{L}{2} = (29^\circ\text{C} + 47^\circ\text{C}) \cdot 1.2 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{45800}{2} = 21\text{mm}$$

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:56
		Date :	Created :

3.12.2 Ojämn temperatur mellan konstruktionsdelar i sammansatt tvärsnitt (OJTEMP)

Linjär temperaturskillnad över tvärsnitt bestäms enligt EN 1991-1-5 § 6.1.4.2. Det förenklade förfarandet tillämpas tillhörande broöverbyggnad typ 2 (samverkansbro).

$$\Delta T_{\max} = +10^{\circ}\text{C} \quad : \text{överyta varmare}$$

$$\Delta T_{\min} = -10^{\circ}\text{C} \quad : \text{underyta varmare}$$

Dimensionerande lasteffekt :

$$\varphi_t = 0 \quad : \text{se sida A2:26}$$

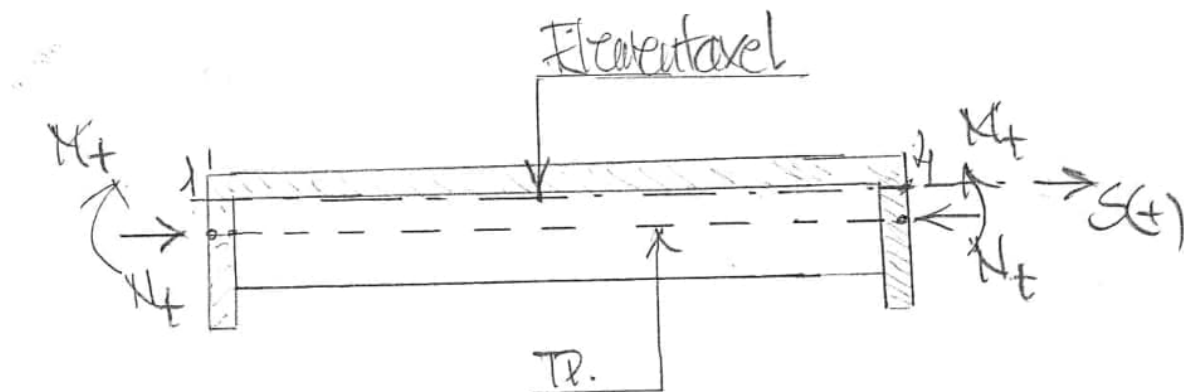
$$A_c = 1.004\text{m}^2 \quad : \text{se sida A2:62}$$

$$N_t^{\text{ospr}} = \pm \alpha \cdot \frac{E_{cm}}{1 + \varphi_t} \cdot \Delta T \cdot A_c = \pm 10^{-5} \cdot \frac{34.1 \cdot 10^6 \text{ kPa}}{1 + 0} \cdot 10^{\circ}\text{C} \cdot 1.004\text{m}^2 = \pm 3424\text{kN}$$

$$y_{tp} = +0.187\text{m} \quad : \text{tyngdpunkt för betongfarbana, se sida A2:68}$$

$$y_{sam} = -0.287\text{m} \quad : \text{samverkanstvärsnitt typ 7, se sida A2:79}$$

$$M_t^{\text{ospr}} = \pm N_t^{\text{ospr}} \cdot (y_{tp} - y_{sam}) = \pm 3424\text{kN} \cdot (0.187\text{m} + 0.287\text{m}) = \pm 1623\text{kNm}$$



	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:57
		Date :	Created :

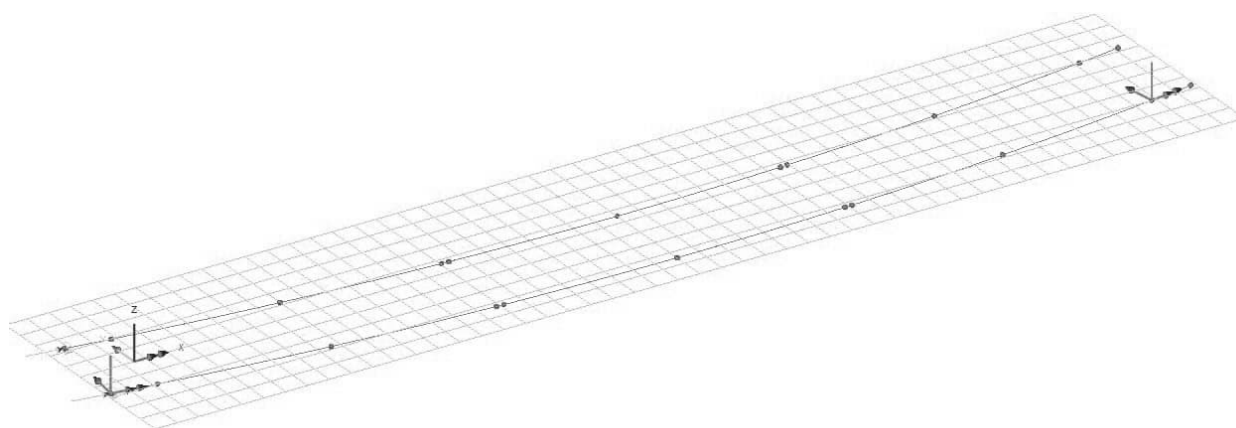
Load : OJTEMP.1

Structural loading : Concentrated

Load in X direction (P_x) : 3424 kN

Moment about Y axis (M_y) : 1623 kNm

Loadcase : OJTEMP+



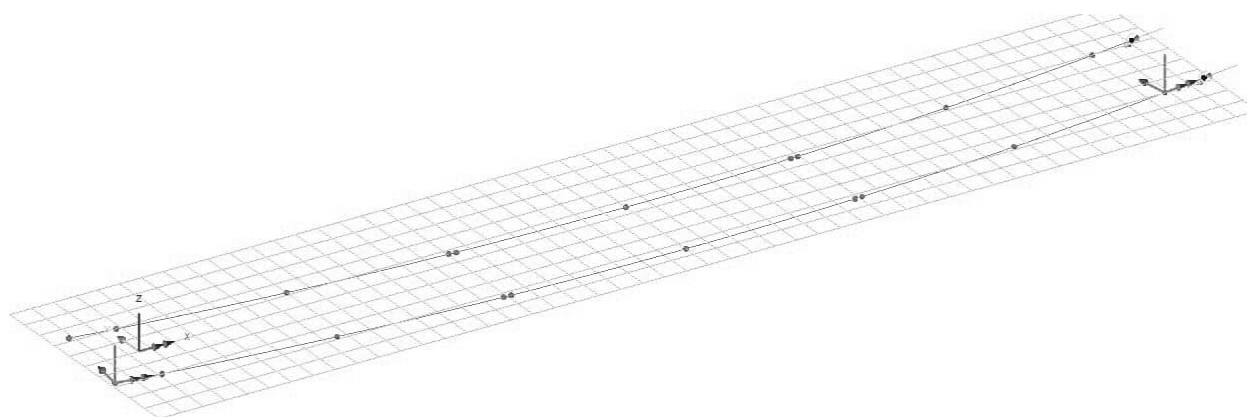
Load : OJTEMP.2

Structural loading : Concentrated

Load in X direction (P_x) : -3424 kN

Moment about Y axis (M_y) : -1623 kNm

Loadcase : OJTEMP+



	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:58
		Date :	Created :

Basic loadcombination OJTEMP- :

Loadcase	Permanent factor	Variable factor
JTEMP+	0	-1.00

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:59
		Date :	Created :

3.12.3 Ojämn temperatur över hela tvärsnittet

Linjär temperaturskillnad över tvärsnitt bestäms enligt EN 1991-1-5 § 6.1.4.1 för beläggningstjocklek 100 mm och typ 2.

$$k_{1.sur} = 1.00$$

$$k_{2.sur} = 1.00$$

$$\Delta T_{\max} = +15^{\circ}\text{C} \cdot k_{1.sur} = +15^{\circ}\text{C} \quad : \text{överyta varmare}$$

$$\Delta T_{\min} = -18^{\circ}\text{C} \cdot k_{2.sur} = -18^{\circ}\text{C} \quad : \text{underyta varmare}$$

Anm. Ojämn temperatur över tvärsnittet anses endast ge upphov till förskjutning i vertikalplanet. Inga tvångskrafter anses uppträda.

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS	Status :	Page: A3:60
	Composite curved steel road bridge	Date :	Created :

3.13 VINDLAST

Vindlast på broar anges i EN 1991-1-4 §8.

Varaktighetskoefficienter (koefficienter enligt SS-EN 1990 bilaga A2 tabell A2.1):

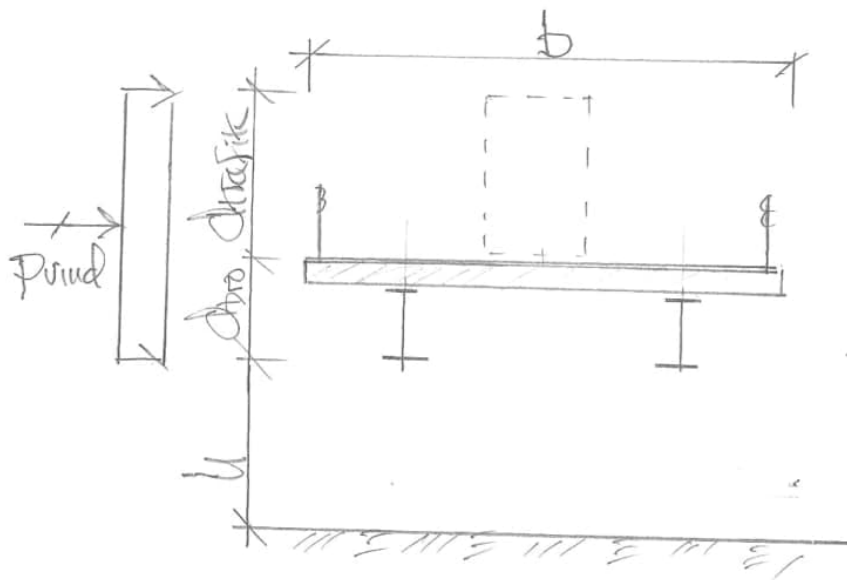
$$\psi_k = 1.00$$

$$\psi_0 = 0.30$$

$$\psi_1 = 0.20$$

$$\psi_2 = 0$$

Lastintensiteter:



Terrängtyp II tillämpas på säker sida enligt SS-EN 1991-1-4 Tabell 4.1

$h = 6m$ väljs på säker sida !

: avstånd från mark till UK farbana

$$d_{bro} = 1.80m + 0.385m + 0.095m = 2.28m$$

: höjd kantbalk

$$d_{trafik} = 2.0m$$

: höjd vägtrafik

$$\Rightarrow d_{tot} = 2.28m + 2.0m = 4.28m$$

$$v_b(\text{Borlänge}; z = 10m; z_0 = 0.05m) = 22 \frac{m}{s}$$

: TRVFS 2011:12 Bilaga 4 tabell 4.1

$$q_p(h = 6m; \text{Terrängtyp II}, v_b = 22 \frac{m}{s}) = 0.56 \frac{kN}{m^2}$$

: TRVFS 2011:12 Bilaga 4 tabell 4.2

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:61
		Date :	Created :

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 = \frac{1}{2} \cdot 1.25 \frac{kg}{m^3} \cdot \left(22 \frac{m}{s}\right)^2 = 0.30 \frac{kN}{m^2}$$

$$c_e = \frac{q_p}{q_b} = \frac{0.56 kPa}{0.30 kPa} = 1.9$$

$$b = 7.8m$$

$$\Rightarrow \frac{b}{d} = 1.82$$

$$d_{tot} = 4.28m$$

$$c_{f.x} \left(\frac{b}{d_{tot}} = 1.8 \right) = 2.0$$

: SS-EN 1991-1-4 figur 8.3

$$C = c_e \cdot c_{f.x} = 1.9 \cdot 2.0 = 3.8$$

$$q_{vind.x} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C = \frac{1}{2} \cdot 1.25 \frac{kg}{m^3} \cdot \left(22 \frac{m}{s}\right)^2 \cdot 3.8 = 1.1 kPa$$

$$p_{vind} = \pm q_{vind.y} \cdot d_{tot} = \pm 1.1 kPa \cdot 4.28m = \pm 4.7 \frac{kN}{m}$$

$$m_{vind} = p_{vind} \cdot h = \pm 4.7 \frac{kN}{m} \cdot \left(\frac{4.28m}{2} - 1.80m - 0.187m \right) = \pm 0.7 \frac{kNm}{m}$$

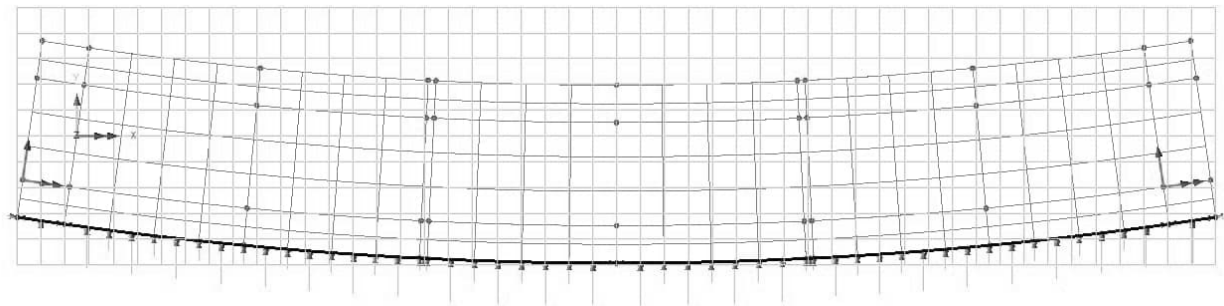
	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:62
		Date :	Created :

Load : VIND+
Structural loading : Global distributed

Load per unit length in Y direction (p_y) : $4.7 \frac{kN}{m}$

Moment about X axis (m_x) : $-0.7 \frac{kN}{m}$

Loadcase : VIND+

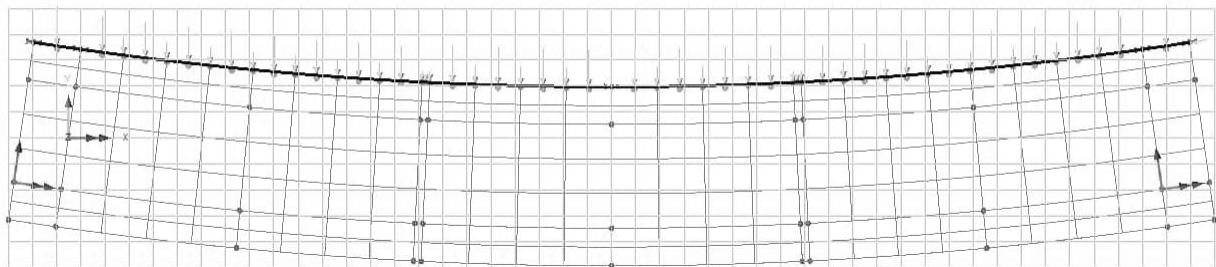


Load : VIND-
Structural loading : Global distributed

Load per unit length in Y direction (p_y) : $-4.7 \frac{kN}{m}$

Moment about X axis (m_x) : $+0.7 \frac{kN}{m}$

Loadcase : VIND-



	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:63
		Date :	Created :

Envelopes VIND..:

Loadcase
VIND+
VIND-

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS	Status :	Page: A3:64
	Composite curved steel road bridge	Date :	Created :

3.14 ÖKAT JORDTRYCK AV RÖRELSE

Erforderlig rörelse för att utbilda passivt jordtryck enligt EN 1997-1 Annex C table C.2 fall b tillhörande *dense soil*.

Fullt passivt jordtryck ($\sigma = \sigma_p$) uppträder vid förskjutning $0.03h$ och $0.06h$ (vid kontroll tillämpas $0.05h$) : $v = v_p = 0.05h = 0.05 \cdot 4195mm = 209mm$

Halvt passivt jordtryck uppträder vid förskjutning $0.005h$ och $0.010h$ (vid kontroll tillämpas $0.005h$) : $v = 0.005h = 21mm$

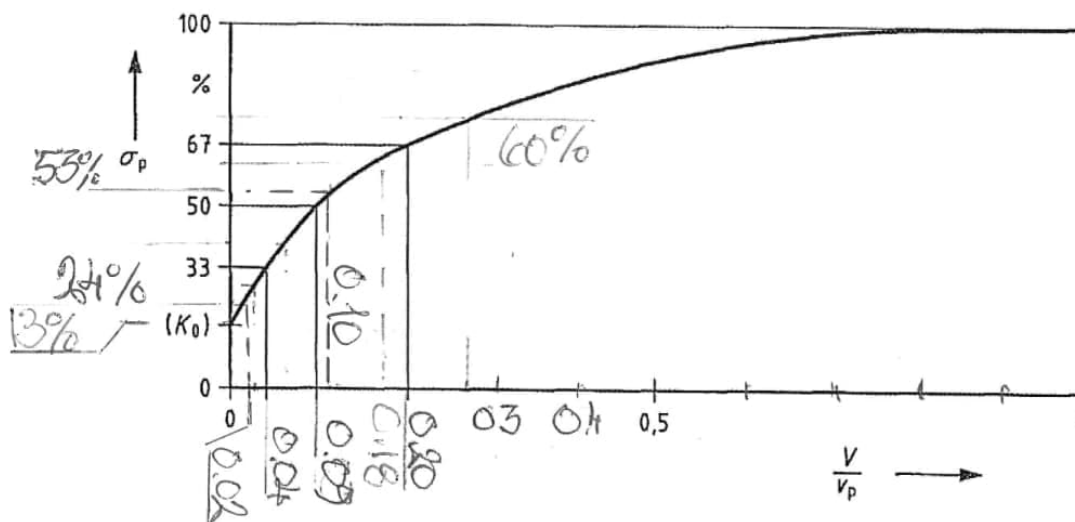


Figure C.3 — Mobilisation of passive earth pressure of non-cohesive soil versus normalised wall displacement v/v_p
(v_p : displacement for the full mobilisation of passive earth pressure)

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:65
		Date :	Created :

3.14.1 Inverkan av temperatur (JTEMP)

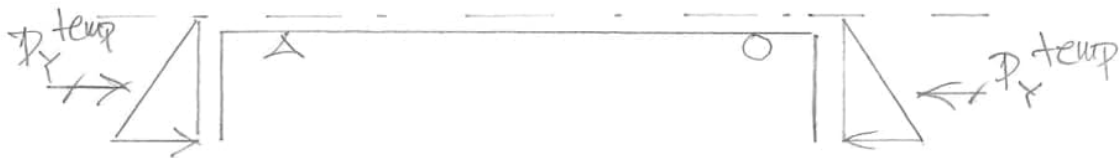
$$v_t = \Delta T \cdot \alpha \cdot \frac{L}{2} = (29^\circ C + 47^\circ C) \cdot 1.2 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{45800}{2} = 21mm$$

$$\frac{v_t}{v_p} = \frac{21mm}{209mm} = 0.10 \rightarrow \sigma = 0.53\sigma_p$$

$$P_y^{temp} = 0.53P_y^{passiv} - P_y^{vilo} = 0.53 \cdot 2843kN - 264kN = 1242kN$$

$$q_y^{temp}(s_1) = q_y^{vilo} \cdot \frac{P_y^{temp}}{P_y^{vilo}} = q_y^{vilo}(s_1) \cdot \frac{1242kN}{264kN} = 4.71q_y^{vilo}(s_1)$$

$$q_y^{temp}(3.58m) = 4.71 \cdot 36.1kPa = 169.9kPa$$



	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:66
		Date :	Created :

Load : JTEMP 1

Structural loading : Discrete patch load

Search area : Endshield 1

Force type : Per unit area

Options for load outside search area : Exclude All Load

Patch type

☐ 8 node patch
☒ 4 node patch
☐ Multi-node patch
☐ Straight line
☐ Curve

Load direction

☒ X
☐ Z

☐ Y
☐ XYZ

☐ Patch x
☐ Patch y

Projection vector

☐ Project in load direction

X component

Y component

Z component

Patch load divisions

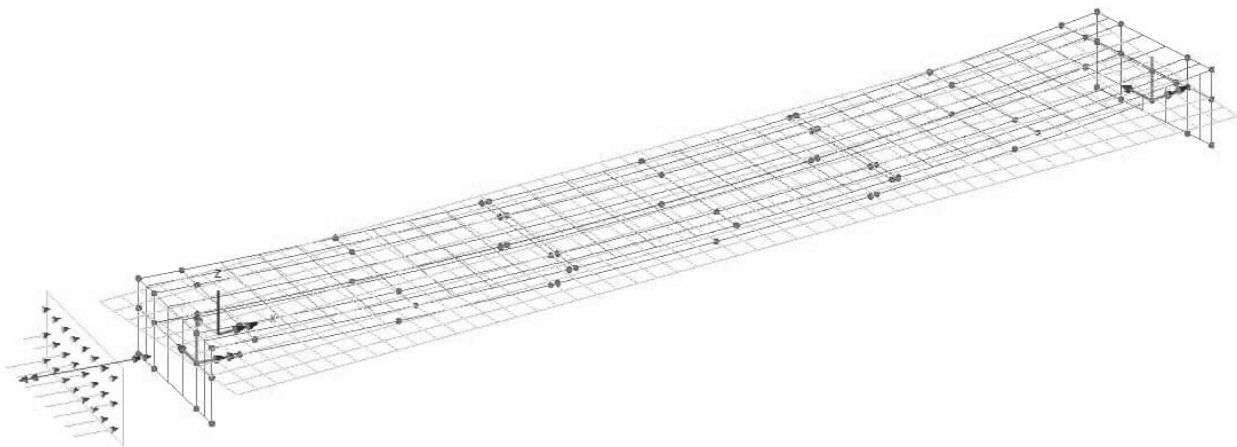
☒ Use default

Number of divisions in x

Number of divisions in y

	X	Y	Z	Load
1	-4.99921	4.70678	-2.693	169.9
2	-6.26698	-2.91198	-2.693	169.9
3	-6.26698	-2.91198	1.502	0.0
4	-4.99921	4.70678	1.502	0.0

Name
(3)



	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:67
		Date :	Created :

Load : JTEMP 2

Structural loading : Discrete patch load

Search area : Endshield 2

Force type : Per unit area

Options for load outside search area : Exclude All Load

Load case : JTEMP

Patch type
☐ 8 node patch
 ☒ 4 node patch
 ☐ Multi-node patch
 ☐ Straight line
 ☐ Curve

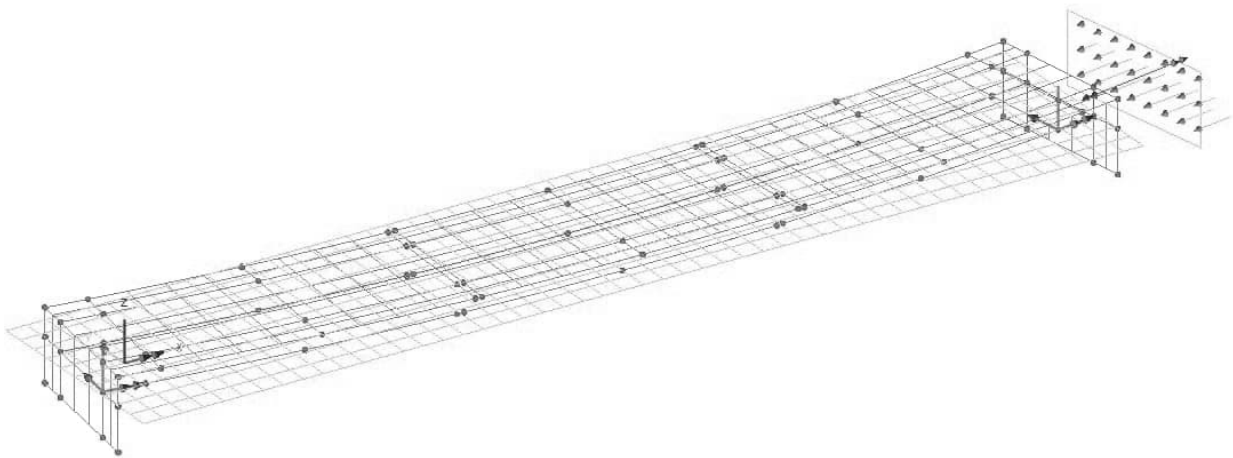
Load direction
☒ X
 ☐ Z
☐ Y
 ☐ XYZ
☐ Patch x
☐ Patch y
☐ Surface normal

Projection vector
☐ Project in load direction
X component
Y component
Z component

Patch load divisions
☒ Use default
Number of divisions in x
Number of divisions in y

	X	Y	Z	Load
1	48.381	-2.89199	-2.693	-169.9
2	47.0069	4.70757	-2.693	-169.9
3	47.0069	4.70757	1.502	0.0
4	48.381	-2.89199	1.502	0.0

Name (6)



	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:68
		Date :	Created :

3.14.2 Inverkan av bromslast

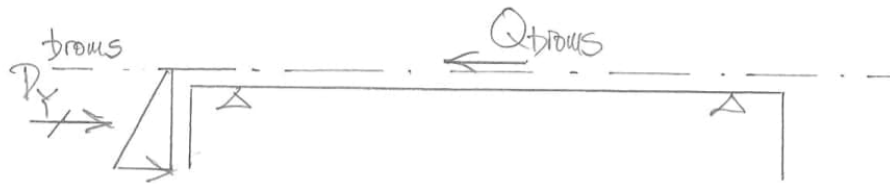
$$Q_{broms} = 410kN$$

$$\kappa \cdot P_y^{passiv} \equiv Q_{broms} + P_y^{vilo} \rightarrow \kappa = \frac{Q_{broms} + P_y^{vilo}}{P_y^{passiv}} = \frac{410kN + 264kN}{2843kN} = 24\%$$

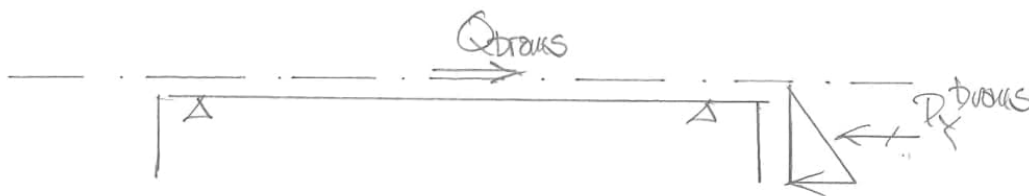
$$\sigma = 0.24\sigma_p \rightarrow \frac{v_{broms}}{v_p} = 0.02$$

$$v_{broms} = 0.02v_p = 4mm$$

$$q_y^{broms}(s_1) = q_y^{vilo} \cdot \frac{P_y^{broms}}{P_y^{vilo}} = q_y^{vilo}(s_1) \cdot \frac{410kN}{2 \cdot 264kN} = 0.77q_y^{vilo}(s_1)$$



BROMS-V (∴ BROMS+)



BROMS-H (∴ BROMS-)

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:69
		Date :	Created :

Basic loadcombination BR 1+ :

Loadcase	Factor
BROMS 1+	1.00
JORD 2	0.77

Basic loadcombination BROMS 2+ :

Loadcase	Factor
BROMS 2+	1.00
JORD 2	0.77

Basic loadcombination BROMS 3+ :

Loadcase	Factor
BROMS 3+	1.00
JORD 2	0.77

Basic loadcombination BR 1- :

Loadcase	Factor
BROMS 1-	1.00
JORD 1	0.77

Basic loadcombination BR 2- :

Loadcase	Factor
BROMS 2-	1.00
JORD 1	0.77

Basic loadcombination BR 3- :

Loadcase	Factor
BROMS 3-	1.00
JORD 1	0.77

Envelopes BROMS :

Loadcase
BR 1+
BR 1-
BR 2+
BR 2-
BR 3+
BR 3-

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:70
		Date :	Created :

3.14.3 Inverkan av ensidig överlast

$$Q_{\text{över}} = 100 \text{ kN}$$

$$\kappa \cdot P_y^{\text{passiv}} \equiv Q_{\text{över}} + P_y^{\text{vilo}} \rightarrow \kappa = \frac{Q_{\text{över}} + P_y^{\text{vilo}}}{P_y^{\text{passiv}}} = \frac{100 \text{ kN} + 264 \text{ kN}}{2843 \text{ kN}} = 13\%$$

$$\sigma = 0.13 \sigma_p \rightarrow \frac{v_{\text{broms}}}{v_p} = 0.005$$

$$v_{\text{över}} \approx 0.01 v_p = 1 \text{ mm}$$

$$w_y^{\text{ÖVER}} = -\frac{1}{2} \cdot 4.195 \text{ m} + (0.095 + 0.364 \text{ m}) = -1.64 \text{ m}$$

$$q_y^{\text{över}}(s_1) = q_y^{\text{vilo}} \cdot \frac{P_y^{\text{över}}}{P_y^{\text{vilo}}} = q_y^{\text{vilo}}(s_1) \cdot \frac{100 \text{ kN}}{2 \cdot 264 \text{ kN}} = 0.19 q_y^{\text{vilo}}(s_1)$$



OVER-V (∴ OVER 1)



OVER-H (∴ OVER 2)

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:71
		Date :	Created :

Basic loadcombination OVER-V :

Loadcase	Factor
OVER 1	1.00
JORD 2	0.19

Basic loadcombination OVER-H :

Loadcase	Factor
OVER 2	1.00
JORD 1	0.19

Basic loadcombination OVER-VH :

Loadcase	Factor
OVER 1	1.00
OVER 2	1.00

Envelopes OVER :

Loadcase
OVER-V
OVER-H
OVER-VH

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:72
		Date :	Created :

3.14.4 Största förskjutning ULS

Kontroll av största förskjutning i brottgränstillstånd.

$$v_{ULS} = 1.50v_{temp} + 1.13 \cdot (v_{broms} + v_{över}) = 1.5 \cdot 21mm + 1.13 \cdot (4mm + 1mm) = 37mm$$

$$\frac{v_{ULS}}{v_p} = \frac{37mm}{209mm} = 0.18 \rightarrow \frac{\sigma_{ULS}}{\sigma_p} = 0.60 < 1.00 \text{ dvs OK !}$$

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS	Status :	Page: A3:73
	Composite curved steel road bridge	Date :	Created :

3.15 CENTRIFUGALKRAFT

Centrifugalkraften bestäms enligt SS-EN 1991-2 §4.4.2. Lasten är i nivå med beläggning och verkar radiellt utåt.

$$Q_v = 2 \cdot (270kN + 180kN) = 900kN$$

$$P_{centrifugal} = 0.2 \cdot Q_v = 0.2 \cdot 900kN = 180kN$$

$$w = 0.385m + 0.095m = 0.48m$$

$$p_{centrifugal} = \frac{P_{centrifugal}}{b} = \pm \frac{180kN}{6.9m} = \pm 26.1 \frac{kN}{m}$$

$$m_{centrifugal} = p_{centrifugal} \cdot h = \pm 26.1 \frac{kN}{m} \cdot \left(\frac{0.29m}{2} + 0.095m \right) = \pm 6.3 \frac{kNm}{m}$$

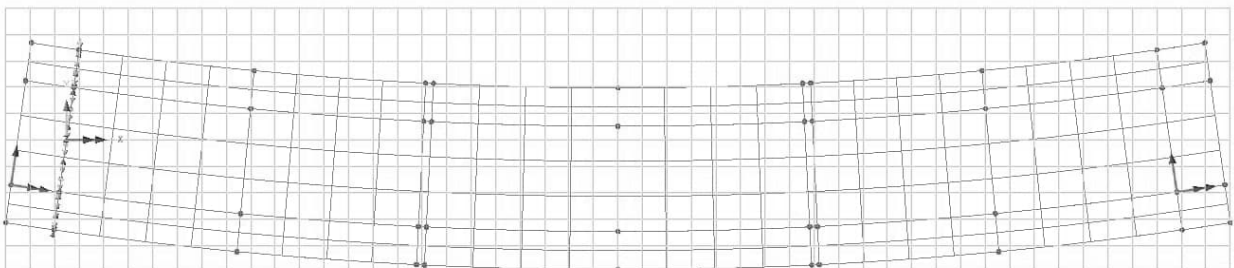
Load : CENT.1

Structural loading : Global distributed

$$\text{Load per unit length in X direction (} p_x \text{) : } 26.1 \frac{kN}{m}$$

$$\text{Moment about Y axis (} m_y \text{) : } 6.3 \frac{kNm}{m}$$

Loadcase : CENT 1



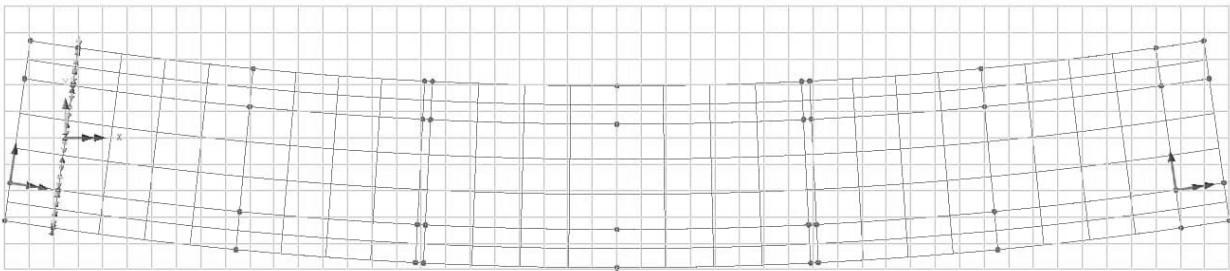
	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:74
		Date :	Created :

Load : CENT 1
Structural loading : Global distributed

Load per unit length in X direction (p_x) : $26.1 \frac{kN}{m}$

Moment about Y axis (m_y) : $6.3 \frac{kN}{m}$

Loadcase : CENT 1

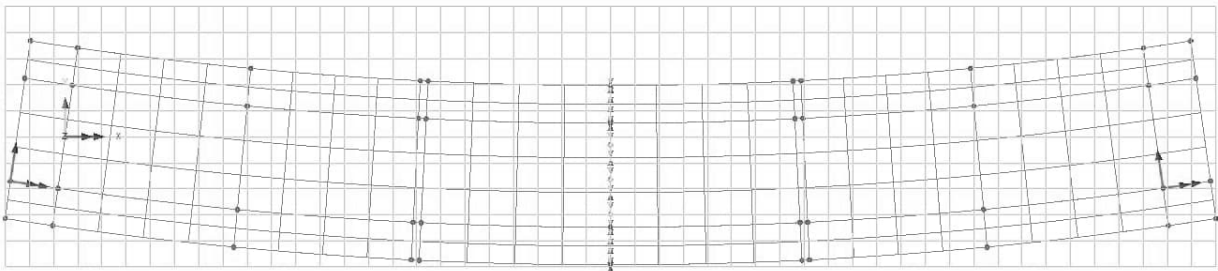


Load : CENT 2
Structural loading : Global distributed

Load per unit length in X direction (p_x) : $26.1 \frac{kN}{m}$

Moment about Y axis (m_y) : $6.3 \frac{kN}{m}$

Loadcase : CENT 2



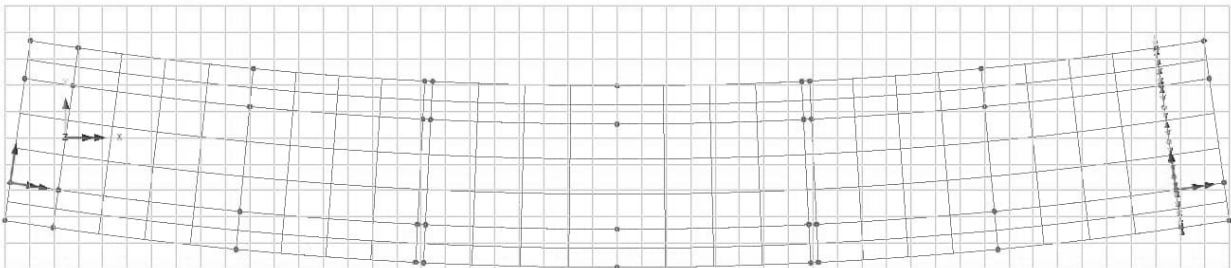
	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:75
		Date :	Created :

Load : CENT 3
Structural loading : Global distributed

Load per unit length in X direction (p_x) : $26.1 \frac{kN}{m}$

Moment about Y axis (m_y) : $6.3 \frac{kN}{m}$

Loadcase : CENT 3



Envelopes CENT :

Loadcase
CENT 1
CENT 2
CENT 3

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:76
		Date :	Created :

3.16 LASTKOMBINATIONER

Kontroll av bärförmågan skall utföras med de två förekommande skedena enligt redovisning nedan. Utvärdering av risken för utmattning utgår för studerad konstruktion.

Vid dimensionering tillämpas partialkoefficientmetoden enligt EN-1990.

Bärförmågan skall verifieras för brottgränstillstånd och bruksgränstillstånd.

Vid kontroll av brottgränstillstånd varierar lastkoefficienterna med hänsyn till brott typ enligt redovisning nedan.

EQU : Verifiering av risk för stjälpning av konstruktionen

STR/GEO : Verifiering av statisk och geoteknisk bärförmåga

Vid dimensionering tillämpas en "förenklad metod" för lastkoefficienter. Bestämning av de förenklade lastkoefficienterna utförs med beräkningsark PROG T045 där samtliga formler och delresultat redovisas.

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:77
		Date :	Created :

3.16.1 Brottgränstillstånd ULS

Denna lastkombination avser huvudbelastning för normal belastningssituation där de variabla lasterna är dominerande.

Lastkombination tillämpas vid verifiering enligt STR/GEO (uppsättning B).

Lastkombination definieras enligt EN-1990 ekvation 6.10a och 6.10b enligt redovisning nedan.

$$E_{sd}^{10a} = \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{0,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} = \psi \gamma_{ULS-A} \cdot \left(\sum_{j > 1} G_{k,j} + \sum_{i > 1} Q_{k,i} \right)$$

$$E_{sd}^{10b} = \sum_{j \geq 1} \xi_j \cdot \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} = \psi \gamma_{ULS-B} \cdot \left(\sum_{j > 1} G_{k,j} + \sum_{i > 1} Q_{k,i} \right)$$

Vid dimensionering tillämpas dock EN 1990 bilaga NA tabell A1.2(B).

Vid dimensionering tillämpas en ”förenklad metod” där lastkoefficienter tillhörande ekvation 6.10a betecknas ULS-A medan lastkoefficienter tillhörande ekvation 6.10b betecknas ULS-B.

Vid dimensionering tillämpas en ”förenklad metod” för lastkoefficienter tillhörande ekvationer 6.10a och 6.10b.

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS	Status :	Page: A3:78
	Composite curved steel road bridge	Date :	Created :

Förenklad metod (se sida A3:112)

Nr	Last	$\Psi\gamma_{ULS-A}$	$\Psi\gamma_{ULS-B}$
<u>Permanenta laster</u>			
1	Egentyngd	max 1,35	1,20
		min 1,00	1,00
2	Beläggning	max 1,35	1,20
		min 1,00	1,00
3	Överfyllnad	max 1,35	1,20
		min 1,00	1,00
4	Jordtryck	max 1,35	1,20
		min 1,00	1,00
5	Vattentryck	max 1,35	1,20
		min 1,00	1,00
6	Stödförskjutning ^{1.)}	max 1,35	1,20
		min 1,00	1,00
7	Krympning ^{2.)}	max 1,35	1,20
		min 1,00	1,00
8	Spännkraft	max 1,35	1,35
		min 1,00	1,00
<u>Variabla laster</u>			
Lastmodell LM 1 :			
9	Boggiesystem	1.13/0.84	1.13/1.50
10	Utbredd last	0.60/0.24	0.60/1.50
11	Bromskraft	0.84/1.13	1.13/1.50
12	Sidokraft	0.84/1.13	1.13/1.50
13	Centrifugalkraft	0.84/1.13	1.13/1.50
Lastmodell LM 2 :			
14	Enstaka axellast	0	0/1.50
Typfordon EG A/B :			
15	Typfordon EG A/B	1.13/0.84	1.13/1.50
20	Bromskraft	0.84/1.13	1.13/1.50
21	Sidokraft	0.84/1.13	1.13/1.50
22	Centrifugalkraft	0.84/1.13	1.13/1.50
16	Temperatur ^{3.)}	0.90	0.90/1.50
Vindlaster:			
17	Vindlast mot bro	0.45	0.45/1.50
18	Vindlast mot trafik	0.45	0.45/1.50
19	Överlast	1.13	1.13/1.50

^{1.)} Behöver ej beaktas SS-EN 1992-1-1 §2.3.1.3

^{2.)} Behöver ej beaktas SS-EN 1992-1-1 §2.3.2.2(2)

^{3.)} Behöver ej beaktas enligt SS-EN 1992-1-1 §2.3.1.2

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:79
		Date :	Created :

3.16.1.1 Byggskede

Loadcombination smart ULS-A-BP :

Loadcase	Permanent factor	Variable factor
EGEN	1.00	0.35
FORM+	1.00	0.35

Loadcombination smart ULS-B-BP :

Loadcase	Permanent factor	Variable factor
EGEN	1.00	0.20
FORM+	1.00	0.20

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS Composite curved steel road bridge	Status :	Page: A3:80
		Date :	Created :

3.16.1.2 Driftskede

Loadcombination smart ULS-DP :

Loadcase	Permanent factor	Variable factor
FORM-	1.00	0.20
BELAGG	1.00	0.20
JORD	1.00	0.20

Loadcombination smart ULS-DK :

Loadcase	Factor
KRYMP	1.20

Loadcombination smart TRAFIK :

Loadcase	Permanent factor	Variable factor
TRAF	0	1.00
CENT	0	1.00

Loadcombination smart TEMP :

Loadcase	Permanent factor	Variable factor
JTEMP	0	1.00
OJTEMP+	0	1.00
OJTEMP-	0	1.00

Loadcombination smart ULS-DV :

(Loadcases to consider : 6 / Variable loadcases : 1)

Loadcase	Permanent factor	Variable factor
TRAFIK	1.13	0.37
SIDO	1.13	0.37
BROMS	1.13	0.37
OVER	1.13	0.37
TEMP	0.90	0.60
VIND	0.45	1.05

Anm. Kontroll utförd med STEP 2 utvisar att ULS-B är dimensionerande. Med anledning av detta tillämpas endast dess lastkoefficienter i LUSAS.

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS	Status :	Page: A3:81
	Composite curved steel road bridge	Date :	Created :

3.16.2 Bruksgränstillstånd

Bruksgränstillståndet är uppdelat i 3 st lastkombinationer beroende på dess varaktighet. Lastkombinationerna redovisas nedan.

Lastkombination	Varaktighet
SLS:K	Karakteristisk
SLS:F	Frekvent
SLS:Q	Kvasipermanent

Lastkombination SLS:K enligt EN 1990 ekv. 6.14b redovisas nedan.

$$E_{Sd} = \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} = \psi \gamma_{SLS,K} \cdot \left(\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \sum_{i > 1} Q_{k,i} \right)$$

Lastkombination SLS:F enligt EN 1990 ekv. 6.15b redovisas nedan.

$$E_{Sd} = \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \psi_1 \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} = \psi \gamma_{SLS,2} \cdot \left(\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \sum_{i > 1} Q_{k,i} \right)$$

Lastkombination SLS:Q enligt EN 1990 ekv. 6.16b redovisas nedan.

$$E_{Sd} = \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \sum_{i > 0} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} = \psi \gamma_{SLS,Q} \cdot \left(\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \sum_{i > 1} Q_{k,i} \right)$$

Vid dimensionering tillämpas en ”förenklad metod” för lastkoefficienter tillhörande ekvationer 6.14a, 6.15b och 6.16b.

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS	Status :	Page: A3:82
	Composite curved steel road bridge	Date :	Created :

Förenklad metod (se sida A3:130)

Nr	Last	$\Psi\gamma_{SLS-K}$	$\Psi\gamma_{SLS-F}$	$\Psi\gamma_{SLS-Q}$
<u>Permanenta laster</u>				
1	Egentyngd	max 1,00	1,00	1,00
		min 1,00	1,00	1,00
2	Beläggning	max 1,10	1,10	1,10
		min 0,90	0,90	0,90
3	Överfyllnad	max 1,10	1,10	1,10
		min 0,90	0,90	0,90
4	Jordtryck	max 1,10	1,10	1,10
		min 0,90	0,90	0,90
5	Vattentryck	max 1,00	1,00	1,00
		min 1,00	1,00	1,00
6	Stödförskjutning	max 1,00	1,00	1,00
		min 1,00	1,00	1,00
7	Krympning	max 1,00	1,00	1,00
		min 1,00	1,00	1,00
8	Spännkraft	max 1,00	1,00	1,00
		min 1,00	1,00	1,00
<u>Variabla laster</u>				
Lastmodell LM 1 :				
9	Boggiesystem	0.75/1.00	0/0.75	0
10	Utbredd last	0.40/1.00	0/0.40	0
11	Bromskraft	0.56/0.75	0/0.56	0
12	Sidokraft	0.56/0.75	0/0.56	0
13	Centrifugalkraft	0.56/0.75	0/0.56	0
Lastmodell LM 2 :				
14	Enstaka axellast	0.75/1.00	0/0.75	0
Typfordon EG A/B :				
15	Typfordon EG A/B	0.75/1.00	0/0.75	0
20	Bromskraft	0.56/0.75	0/0.56	0
22	Sidokraft	0.56/0.75	0/0.56	0
22	Centrifugalkraft	0.56/0.75	0/0.56	0
16	Temperatur	0.60/1.00	0.50/0.60	0.50
Vindlaster:				
17	Vindlast mot bro	0.30/1.00	0/0.30	0
18	Vindlast mot trafik	0.30/1.00	0/0.30	0
19	Överlast	0.75/1.00	0/0.75	0

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS	Status :	Page: A3:83
	Composite curved steel road bridge	Date :	Created :

3.16.3 Utmattning

Kontrollen av risken för utmattning sker med förenklad kontroll, betecknad λ -metoden.

Lastkombination enligt ekvation SS-EN 1992-1-1 avsnitt 6.8.3 ekvation 6.69 :

(I denna lastkombination anses trafiklasten utgöras av UTM varvid övriga trafiklaster utgår)

$$E_{Sd} = \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} + Q_{fat} = \psi \gamma_{UTM} \cdot \left(\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i \geq 1} Q_{k,i} + Q_{fat} \right)$$

Enligt SS-EN 1992-2 Bilaga NN 2.1 avser metoden kontroll av ULM3 enligt SS-EN 1991-2 avsnitt 4.6.4 :

Dimensionerande lastkombination UTM utmynnar uttryck enligt vid jämförelse av med frekvent lastkombination i bruksgränstillstånd (SLS:F):

$$E_{Sd} \approx \psi \gamma_{SLS.F} \cdot \left(\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i \geq 1} Q_{k,i} \right) + Q_{ULM3} = \psi \gamma_{UTM} \cdot \left(\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i \geq 1} Q_{k,i} + Q_{ULM3} \right)$$

	Part A - CALCULATION ASSUMPTIONS	Status :	Page: A3:84
	Composite curved steel road bridge	Date :	Created :

Nr	Last	$\Psi\gamma_{UTM}$
	<u>Permanenta laster</u>	
1	Egentyngd max	1,00
	min	1,00
2	Beläggning max	1,00
	min	1,00
3	Överfyllnad max	1,00
	min	1,00
4	Jordtryck max	1,00
	min	1,00
5	Vattentryck max	1,00
	min	1,00
6	Stödförskjutning max	1,00
	min	1,00
7	Krympning max	1,00
	min	1,00
8	Spännkraft max	1,00
	min	1,00
	<u>Variabla laster</u>	
	Lastmodell LM 1 :	
9	Boggiesystem	-
10	Utbredd last	-
11	Bromskraft	-
12	Sidokraft	-
13	Centrifugalkraft	-
	Lastmodell LM 2 :	
14	Enstaka axellast	-
	Typfordon EG A/B :	
15	Typfordon EG A/B	-
20	Bromskraft	-
22	Sidokraft	-
22	Centrifugalkraft	-
16	Temperatur	0.60 ^{a.)}
	Vindlaster:	
17	Vindlast mot bro	0.30 ^{a.)}
18	Vindlast mot trafik	0.30 ^{a.)}
19	Överlast	0.75 ^{a.)}
23	ULM3	1.00

^{a.)} Dessa laster är inte att betrakta som utmattningslaster vid bestämning av spänningsvidder.