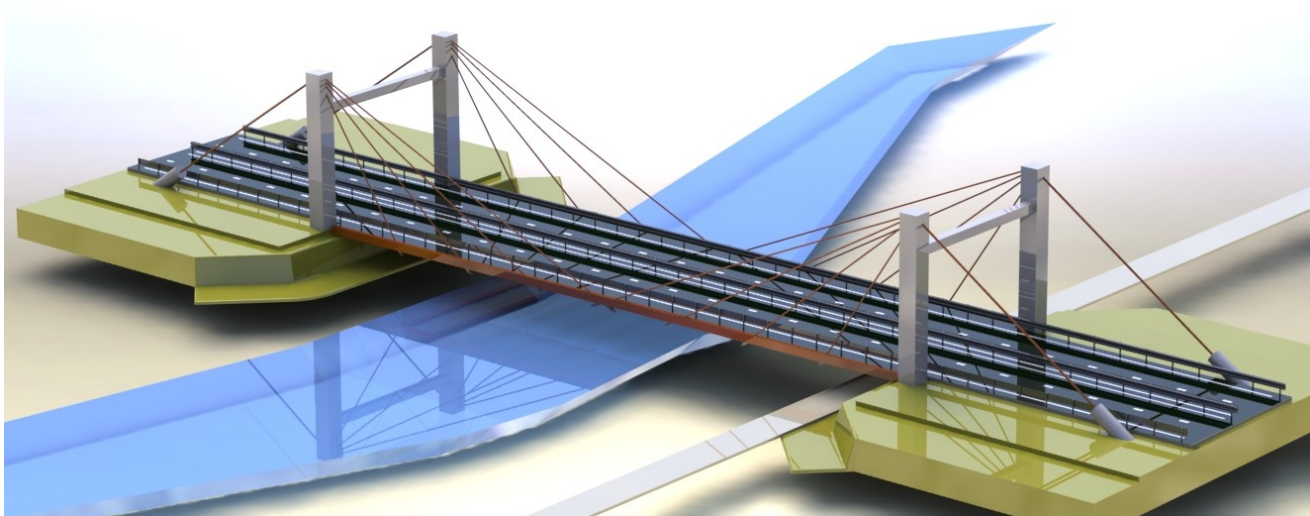




CHALMERS
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



Häng med över Viskan

Framtagande och preliminär dimensionering av ett brokoncept
utmed väg 27

Kandidatarbete inom Bygg- och Miljöteknik

FELIX DUBREFJORD
CHRISTOFFER JONSSON
SOFIA LINDROTH
ISABELLE PERSSON
LARS SCHEIDEGGER
HANNA WESTERLING

Institutionen för Bygg- och Miljöteknik
Avdelningen för Konstruktionsteknik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2017
Kandidatarbete BMTX01-17-51

KANDIDATARBETE BMTX01-17-51

Häng med över Viskan

Framtagande och preliminär dimensionering av ett brokoncept utmed väg 27

Kandidatarbete inom Bygg- och Miljöteknik

FELIX DUBREFJORD
CHRISTOFFER JONSSON
SOFIA LINDROTH
ISABELLE PERSSON
LARS SCHEIDEGGER
HANNA WESTERLING

Institutionen för Bygg- och Miljöteknik
Avdelningen för Konstruktionsteknik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2017

Häng med över Viskan

Framtagande och preliminär dimensionering av ett brokoncept utmed väg 27

FELIX DUBREFJORD

CHRISTOFFER JONSSON

SOFIA LINDROTH

ISABELLE PERSSON

LARS SCHEIDEGGER

HANNA WESTERLING

© FELIX DUBREFJORD , CHRISTOFFER JONSSON , SOFIA LINDROTH , ISABELLE PERSSON
, LARS SCHEIDEGGER , HANNA WESTERLING, 2017

Kandidatarbete BMTX01-17-51

ISSN 1654-4676

Institutionen för Bygg- och Miljöteknik

Avdelningen för Konstruktionsteknik

Chalmers Tekniska Högskola

SE-412 96 Göteborg

Sverige

Telefon: +46 (0)31-772 1000

Omslag:

Illustration av överfarten. Författarnas egna bild 2017

Chalmers Reproservice

Göteborg, Sverige 2017

Häng med över Viskan

Framtagande och preliminär dimensionering av ett brokoncept utmed väg 27

Kandidatarbete inom Bygg- och Miljöteknik

FELIX DUBREFJORD

CHRISTOFFER JONSSON

SOFIA LINDROTH

ISABELLE PERSSON

LARS SCHEIDEGGER

HANNA WESTERLING

Institutionen för Bygg- och Miljöteknik

Avdelningen för Konstruktionsteknik

Chalmers Tekniska Högskola

SAMMANFATTNING

I ett försök att minska trafiken och öka säkerheten i centrum samt förkorta restiden utmed väg 27 planeras det för en omdragning av vägen i utkanten av Borås. Omdragningen av vägen innebär att ån Viskan måste överbryggas med en brokonstruktion. Vid valet av lämplig konstruktion togs flera olika koncept fram och utvärderades.

Bron ska ha en livslängd på 80 år och dimensioneras för två körfält i vardera riktning med en referenshastighet på 80 km/h. Då det inte är tillåtet att anlägga något stöd eller tillfällig konstruktion i Viskan blir brons teoretiska spännvidd 75 meter. Under bron ska det dessutom finnas utrymme för en ridväg och ett fritidsgångstråk på vardera sidan om Viskan, vilket ställer krav på fri höjd.

Genom brainstorming togs tio grundkoncept fram, som efter en kort utvärdering mot beställarkraven och de platsspecifika förutsättningarna reducerades till tre koncept. Dessa koncept vidareutvecklades och mynnade ut i tre mer genomarbetade förslag som ställdes mot varandra i en utvärderingsmatris. Utvärderingskriterierna som användes togs fram specifikt för detta projektet, och dessa var: produktionstid, materialkostnad, produktionsmetodens områdespåverkan, materialens miljöpåverkan, temporära konstruktioner, anpassning till befintlig omgivning, arkitektonisk utformning, lågt underhållsbehov, inspektionsbarhet och beräkningskomplexitet. De tre kriterier som vägde tyngst var produktionsmetodens områdespåverkan, anpassning till befintlig omgivning och lågt underhållsbehov. Det koncept som fick flest poäng i utvärderingsmatrisen, sammanvägt med den riskanalys som gjordes, blev således en snedkabelbro i ett spann vilken benämns Läderlappen.

För det valda konceptet gjordes sedan en preliminär dimensionering och detaljutformning. De dimensionerande lasterna ifrån permanenta och variabla laster togs fram för konstruktionen. Lasterna användes sedan vid tvärsnittsberäkningar för att dimensionera konstruktionselementen och säkerställa att bron uppfyller kraven på en bärande konstruktion. Utnyttjandegrader på samtliga beräkningar användes för att kontrollera att konstruktionen uppnår tillräcklig kapacitet. En övergripande detaljutformning av konstruktionen genomfördes också för att utarbeta konceptets framtida genomförbarhet.

Nyckelord: Brokoncept, Viskan, Konceptuell design, Bro, Snedkabelbro, Preliminär dimensionering

Come along across Viskan
Conceptual design and preliminary sizing of a bridge along road 27
Bachelor's thesis in Building and Civil Engineering
FELIX DUBREFJORD
CHRISTOFFER JONSSON
SOFIA LINDROTH
ISABELLE PERSSON
LARS SCHEIDEGGER
HANNA WESTERLING
Structural Engineering and Building Technology
Division of Structural Engineering
Chalmers University of Technology

ABSTRACT

A redirection of road 27 is planned in the outskirts of Borås in order to reduce the travel time along the road and enhance the security in the city of Borås. The redirection of the road includes a new passage over the river Viskan which requires a bridge. The chosen method involves first creating different possible concepts, and then evaluate them to choose the most appropriate concept.

The bridge should have an expected lifespan of 80 years and will be dimensioned for two car lanes in each direction and a reference speed of 80 km/h. The total bridge span must be 75 meter since it is not allowed to found a support or temporary construction in Viskan. There should also be room for a bridle and a walking path on each side of the river, which sets specific demands on the construction height.

Ten different concepts were developed through brainstorming. By comparing the concepts to the client requirements and the site-specific conditions, the ten concepts were reduced to three. The remaining concepts were developed further to distinguish them in the next evaluation. By using a evaluation-matrix with criteria produced for the project, the three concepts were evaluated against each other. The criteria used were: production time, material cost, production method's area impact, material environment impact, temporary constructions, adaption to environment, architectural design, low maintenance need, inspection ability and computational complexity. The highest three ranked criteria were the production method's area impact, the adaption to environment, and low maintenance need. The concept with the highest score in the evaluation-matrix weighted with the risk analysis of the concepts resulted in a cable-stayed bridge in one span referred to as Läderlappen.

The concept then underwent a preliminary sizing and designing of details. Dimensioning loads from permanent and variable loads were identified for the structure. The loads were then used to calculate necessary cross sectional dimensions for the different construction elements and to ensure that the requirements were met. The calculations were compared with the applied loads to ensure that the cross sections had enough capacity. An overall design of the concept was made to make sure that the concept was feasible to construct.

Keywords: Bridge, Viskan, Conceptual design, Cable-stayed Bridge, Preliminary sizing

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sammanfattning	i
Abstract	ii
Innehållsförteckning	iii
Förord	ix
Beteckningar	xi
1 Inledning	1
1.1 Syfte	1
1.2 Frågeställningar	2
1.3 Avgränsningar	2
1.4 Metod	2
2 Krav och förutsättningar	4
2.1 Beställarkrav	4
2.2 Trafik och vägbana	4
2.3 Geotekniska förutsättningar	5
3 Teori	6
3.1 Konstruktionsmaterial	6
3.1.1 Trä	6
3.1.2 Stål	7
3.1.3 Betong	7
3.2 Grundläggningsmetoder	8
3.2.1 Pålar	8
3.2.2 Platta	9
3.3 Bärverk och brotyper	9
3.3.1 Balkverkan	9
3.3.2 Bågverkan	10
3.3.3 Linverkan	11
3.3.4 Fackverk	12
3.4 Produktionsmetoder	13
3.4.1 Prefabricering	13
3.4.2 Platsgjutning	14
3.4.3 Lansering	14
3.4.4 Konsolutbyggnad	14
3.5 Förvaltning och underhåll	15
3.5.1 BaTMan	15

4 Urvalsprocess 1	16
4.1 Beskrivning av grundläggande koncept	16
4.2 Val av koncept för vidareutveckling	16
5 Vidareutveckling av valda koncept	17
5.1 Facket	17
5.1.1 Produktionsmetod	17
5.1.2 Förvaltning och underhåll	17
5.2 Hanging Tree	18
5.2.1 Produktionsmetod	18
5.2.2 Förvaltning och underhåll	18
5.3 Läderlappen	19
5.3.1 Produktionsmetod	19
5.3.2 Förvaltning och underhåll	20
6 Urvalsprocess 2	21
6.1 Beskrivning av utvärderingskriterier	21
6.2 Betygsättning av brokoncept	23
6.3 Riskanalys	26
6.4 Slutgiltigt val av koncept	27
7 Detaljutformning av valt koncept	28
7.1 Arkitektonisk utformning	28
7.2 Utformning av farbana	28
7.3 Utformning av pyloner	29
7.4 Utformning av snedkablar	29
7.5 Anslutningar	30
7.6 Landfästen och lager	32
7.7 Ytavlopp och omhändertagande av dagvatten	32
7.8 Grundläggning	32
7.9 Produktionsplan	33
7.10 Underhåll- och förvaltningsplan	33
7.11 Miljöpåverkan	34
8 Preliminär dimensionering av valt koncept	35
8.1 Beräkningsmodell	35
8.2 Laster på brokonstruktioner	37
8.2.1 Permanenta laster	37
8.2.2 Variabla laster	37
8.2.3 Olyckslaster	38
8.2.4 Brottgränstillstånd	38
8.2.5 Bruksgränstillstånd	38
8.3 Dimensionerande laster	39
8.3.1 Egentyngd	39

8.3.2	Trafiklast	39
8.3.3	Vindlast	43
8.4	Preliminär dimensionering av betongplatta	43
8.4.1	Beräkningar i brottgränstillstånd	43
8.4.2	Beräkningar i bruksgränstillstånd	45
8.5	Preliminär dimensionering av tvärbalkar	45
8.5.1	Beräkningar i brottgränstillstånd	46
8.5.2	Beräkningar i bruksgränstillstånd	47
8.6	Preliminär dimensionering av längsgående balkar	48
8.6.1	Beräkningar i brottgränstillstånd	48
8.6.2	Beräkningar i bruksgränstillstånd	49
8.7	Preliminär dimensionering av pyloner	49
8.8	Preliminär dimensionering av kablar	50
8.9	Preliminär dimensionering av ankare	51
8.10	Preliminär dimensionering av svetsanslutningar	52
8.11	Kvarvarande dimensionering	53
8.11.1	Övriga laster att beakta	53
8.11.2	Övriga beräkningar att utföra	53
9	Diskussion	55
9.1	Källkritik	55
9.2	Framtagning av koncept	55
9.3	Preliminär dimensionering	56
10	Slutsats	59
	Litteraturförteckning	60
	Bilagor	62

Observera att rapporten och dess figurer gör sig bäst om de skrivs ut i färg.

Figurförteckning

1.1	Karta över nya och gamla väg 27. Brons placering är markerad med en cirkel (Google, 2017).	1
2.1	Utformning av brobanans tvärsnitt.	5
3.1	Grundläggningsmetod där betongpålar slås ned med hejare (Ekström, 2016).	8
3.2	Grundläggning med platta som tar upp vertikala och horisontella laster (Ekström, 2016).	9
3.3	Fritt upplagda balkar med punktlaster (Engström, 2017).	9
3.4	Kontinuerlig balk med punktlaster (Engström, 2017).	9
3.5	Underliggande båge med uppstolpad farbana. Pilen illustrerar kraftens verkningssätt (Ahlberg & Spade, 2001).	10
3.6	Överliggande infäst båge. Pilen illustrerar stödets kraftupptagning (Ahlberg & Spade, 2001).	11
3.7	Överliggande fritt upplagd båge med dragband som tar upp horisontella laster. Vertikal pil illustrerar kraftöverföring till stöden (Ahlberg & Spade, 2001).	11
3.8	Hängbro. Pilarna illustrerar kraftens verkningssätt i pyloner och kablar (Engström, 2017).	12
3.9	Snedkabelbro med solfjäderform. Pilarna illustrerar kraftens verkningssätt i pyloner, farbana och kablar (Engström, 2017).	12
3.10	Fackverksbro med tryckt översida (blå) och dragen undersida (röd). Författarnas egna bild.	13
3.11	Lansering av bro med lanseringsnos (Hirt & Lebet, 2013).	14
3.12	Konstruktion av en bro genom motviktad konsolutbyggnad (Svensson, 2012).	14
5.1	Skiss på konceptet Facket. Författarnas egna bild.	17
5.2	Skiss på konceptet Hanging Tree. Författarnas egna bild.	18
5.3	Skiss på konceptet Läderlappen. Författarnas egna bild.	19
7.1	Skiss på Läderlappens utformning. Författarnas egna bild.	28
7.2	Tvärsnitt av farbanans principiella utformning. Författarnas egna bild.	29
7.3	Tvärsnittsutformning av en snedkabel i bron (Svahn, 2017).	30
7.4	Principiell anslutning av snedkabel mot pylon (DYWIDAG, 2015).	30
7.5	En genomskärning av lådbalken för att visa kabelns anslutning. Författarnas egna bild	31
7.6	Anslutning av snedkabel mot betongankare (DYWIDAG, 2015).	31
8.1	Beräkningsmodell med frihetsgrader i längsled. Författarnas egna bild.	35
8.2	Beräkningsmodell med frihetsgrader i tvärlä. Författarnas egna bild.	35
8.3	Jämnt utbredda laster och punktlaster som verkar på betongplattan. Författarnas egna bild.	36
8.4	Resultande linjelaster som verkar på tvärbalkarna. Författarnas egna bild.	36
8.5	Resultande punktlaster som verkar på de långsgående balkarna som sedan överförs i kablarna. Författarnas egna bild.	36
8.6	Lastfall 1. Placering av laster för maximalt moment i tvärlä. Författarnas egna bild.	41
8.7	Lastfall 2. Placering av laster för maximal tvärkraft i tvärlä. Författarnas egna bild.	41
8.8	Beräkningsmodell för dimensionerande laster för betongplattan. Varje tvärbalk antas utgöra ett stöd. Författarnas egna bild.	42

8.9	Tvärsnitt av farbana med tvärgående I-balk, längsgående lådbalkar och betong med beläggning. Författarnas egna bild.	43
8.10	Dragkraftsbehov och kapacitet för armering i ytterfack. Författarnas egna bild.	44
8.11	Dragkraftsbehov och kapacitet för armering i mittfack. Författarnas egna bild.	45
8.12	Dimensioner för samverkande I-tvärsnitt för tvärgående balkar. Författarnas egna bild.	46
8.13	Utformning av halssvetsar i tvärbalkarna. Författarnas egna bild.	47
8.14	Dimensioner för lådtvärsnitt för längsgående balkar. Författarnas egna bild.	48
8.15	Numrering av kablar för tvärleds beräkningsmodell. Författarnas egna bild.	50
8.16	Utformning av ankare. Författarnas egna bild.	51
8.17	Verkande dimensionerande laster på svetsanslutningen (gul färg) mellan tvärbalk och lådbalk. Författarnas egna bild.	52
8.18	Beräkningsmodell där momentet har delats upp i kraftpar. De vertikala krafternas angreppspunkt har flyttats i linje med svetsen (gul färg). Författarnas egna bild.	52

Tabellförteckning

2.1	Jordlagerföljd i sektion 3/275.	5
2.2	Jordlagerföljd i sektion 3/325.	5
6.1	Viktningssmatris med jämförelse och viktning av utvärderingskriterier.	22
6.2	Konceptens uppskattade materialåtgång.	23
6.3	Uppskattad kostnad för konstruktionsmaterial.	23
6.4	Total materialkostnad för respektive koncept.	23
6.5	Koldioxidutsläpp vid tillverkning av konstruktionsmaterial.	24
6.6	Materialens totala miljöpåverkan för de respektive koncepten.	24
6.7	Utvärderingsmatris med betygsättning och viktning av de olika koncepten.	25
6.8	Risker för Facket med sannolikhet, P, och konsekvens, K, för respektive risk.	26
6.9	Risker för Hanging Tree med sannolikhet, P, och konsekvens, K, för respektive risk.	27
6.10	Risker för Läderlappen med sannolikhet, P, och konsekvens, K, för respektive risk.	27
8.1	Lastmodeller för beräkning av trafiklast (SIS, 2007).	37
8.2	Partialkoefficienter och reduktionsfaktorer för beräkningar i brott- och bruksgränstillstånd (SIS, 2007).	38
8.3	Dimensionerande egentygder, G. G1 motsvarar tvärbalkar, G2 längsgående balkar, G3 betongplatta och G4 broräcken.	39
8.4	Karakteristiska punktlaster, Q_{Ik} , och utbredda laster, q_{Ik} , för respektive lastfält som tillsammans med reduktionsfaktorer ger de dimensionerande punktlaster, P, och utbredda laster, Q, (SIS, 2007).	40
8.5	Dimensionerande laster. P står för punktlaster och Q för jämnt utbredda laster.	40
8.6	Dimensionerande tvärkraft och moment i tvärled med hänsyn till Lastfall 1 som ger maximalt moment och Lastfall 2 som ger maximal tvärkraft.	41
8.7	Dimensionerande laster för betongplattan.	42
8.8	Dimensionerande laster för lådbalkarna.	42
8.9	Momentkapacitet, dimensionerande moment och utnyttjandegrad för stöd och fält.	43
8.10	Tvärkraftskapacitet, dimensionerande tvärkraft och utnyttjandegrad.	44
8.11	Dimensionerande moment, momentkapacitet och utnyttjandegrad för tvärbalkar.	46
8.12	Dimensionerande tvärkraft, tvärkraftskapacitet och utnyttjandegrad för tvärbalkar.	46
8.13	Momentkapacitet, dimensionerande moment och utnyttjandegrad.	48
8.14	Tvärkraftskapacitet, dimensionerande moment och utnyttjandegrad.	49
8.15	Dimensionerande reaktionskrafter i pylonerna.	50
8.16	Vertikala reaktionskrafter i kablarna i normalfall samt vid brott i kabel 2.	51
8.17	Dimensionerande normalkrafter i kablarna.	51

FÖRORD

Detta är en kandidatuppsats skriven av studenter på Väg- och Vattenbyggnadsprogrammet på Chalmers Tekniska Högskola. Den genomförs som en avslutning av de tre första åren på Chalmers och mynnar ut i en kandidatexamen. Uppsatsen syftar till att knyta ihop det vi tidigare lärt oss men även förbereda oss med nya fördjupade kunskaper och arbetssätt innan mastersprogrammet.

Vi hade aldrig kunnat genomföra detta arbete helt på egen hand och skulle därför vilja tacka alla föreläsare, räkneövningsledare och handledare under vår tid på Väg och Vatten på Chalmers. Mer specifikt skulle vi vilja rikta ett extra tack till:

Filip Nilenius som varit vår handledare från Chalmers som hjälpt oss genom processen och svarat på våra frågor. Han introducerade och hjälpte oss också med $\text{\LaTeX}$ vilket varit en stor tillgång i det kontinuerliga arbetet.

Magnus Bäckström som varit vår handledare från COWI. Han har hjälpt oss med specifika frågor om brokonstruktioner, grundläggning och byggnadsmaterial och tagit oss vidare i vårt arbete.

Alla engagerade lärare och gästföreläsare vi har haft genom kandidatarbetets gång som givit oss inspirerande föreläsningar och hjälpt oss med svar på våra frågor.

Göteborg 2017

Felix Dubrefjord
Christoffer Jonsson
Sofia Lindroth
Isabelle Persson
Lars Scheidegger
Hanna Westerling

BETECKNINGAR

I tabellen nedan finns de variabler och begrepp som använts redovisade i alfabetisk ordning.

Begrepp

<i>Dagvatten</i>	Tillfälligt avrinnande vatten på markyta eller på en konstruktion
<i>Elastisk</i>	Förmåga att återgå till sin naturliga form efter deformation
<i>Flytgräns</i>	Högsta spänning ett material kan utsättas för innan plasticering
<i>Frekvent lastkombination</i>	Kombination av laster som ger ett reversibelt tillstånd
<i>Frihetsgrad</i>	Riktning i vilken ett konstruktionselement kan röra sig
<i>Frontmur</i>	En mur i anslutning till landfästet som tar upp bakomliggande jordtryck
<i>Fuktkvot</i>	Ett materials fuktinnehåll
<i>Kantbalk</i>	Förstärkande betongdel på yttre sidor av betongplatta
<i>Karakteristisk lastkombination</i>	Kombination av laster som ger ett irreversibelt tillstånd
<i>Karbonatisering</i>	Koldioxid reagerar med betong och sänker dess pH
<i>Kloridinträngning</i>	Salter tränger in i betongs porer
<i>Krympning</i>	Lastoberoende volymminskning på grund av avgående fukt i materialet
<i>Krypning</i>	Lastberoende deformation som ökar med tiden för materialet
<i>Kvasipermanent lastkombination</i>	Kombination av laster som används vid långtidseffekter
<i>Lager</i>	Upplagspunkt som tillåter rörelser i konstruktioner
<i>Lagerpall</i>	Del av landfäste/fundament varpå lagret är placerat
<i>Landfäste</i>	Upplagsplats för lager och omhändertagande av horisontella krafter
<i>Last</i>	Kraft som verkar belastande på en konstruktion
<i>Nod</i>	Knutpunkt som ansluter element och frihetsgrader
<i>Plastisk</i>	Kvarvarande deformation i material efter avlastning
<i>Slakarmerad betong</i>	Armering läggs på plats och gjuts in i betong
<i>Slagseghet</i>	Materials förmåga att uppta stötbelastning
<i>Specifik hållfasthet</i>	Ratio mellan ett materials hållfasthet och vikt
<i>Spännarmerad betong</i>	Höghållfast armering spänns i betong innan belastning
<i>Temporär konstruktion</i>	Tillfällig konstruktion som används för att färdigställa arbetet
<i>Teoretisk spännvidd</i>	Avser måttet mellan två brostöd
<i>Terrängtyp</i>	Används för att beräkna referenshastighet, bestäms av omgivande terräng
<i>Tillgänglig konstruktionshöjd</i>	Maximal höjd mellan bronbanans underkant och överkant
<i>Tjällyftning</i>	Utvidgning i mark till följd av att vatten fryser till is
<i>Underbyggnad</i>	Underliggande bärande system som innefattar landfästen och grundläggning
<i>Utmattning</i>	Hållfasthetsminskning då stål utsätts för låg cyklisk belastning
<i>Vingmur</i>	En sned mur vid sidan av ett landfäste som tar upp bakomliggande jordtryck
<i>Överbyggnad</i>	Överliggande bärande system som leder verkande laster till underbyggnaden

Versaler

E_c	Elasticitetsmodul betong
E_s	Elasticitetsmodul stål
G	Utbredd last av egentygnd
$G_{k,j}$	Karakteristiskt värde för den permanenta lasten
Gr	Grus
Gy	Gyttja
M_{Cr}	Betongs sprickmoment
M_{Ed}	Dimensionerande moment
M_{Rd}	Momentkapacitet
Mn	Morän
Mu	Mulljord
My	Markyta
N_{Ed}	Dimensionerande normalkraft
P	Dimensionerande punktlast av trafik
Q	Utbredd dimensionerande last av trafik
$Q_{k,1}$	Karakteristiskt värde för en variabel huvudlast
$Q_{k,i}$	Karakteristiskt värde för den samverkande variabla lasten i
Q_{Ik}	Karakteristisk punktlast av trafik
Si	Silt
V_{Ed}	Dimensionerande tvärkraft
V_{Rd}	Tvärkraftskapacitet
$V_{Rd,c}$	Tvärkraftskapacitet utan tvärkraftsarmering
$V_{Rd,max}$	Kapacitet mot livtryckbrott

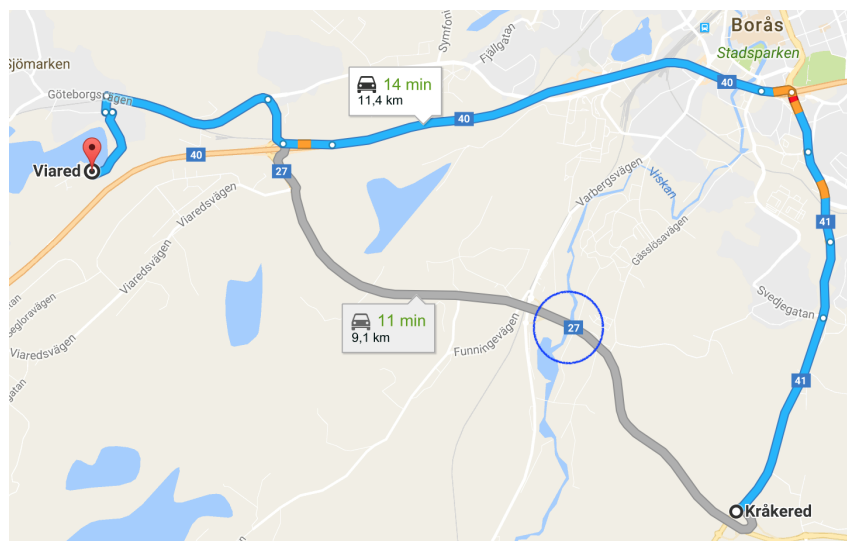
Gemener

a_u	Svetsmått underkant
$a_{\ddot{o}}$	Svetsmått överkant
b	Bredd på tvärgående I-balkar med betong och beläggning
b_f	Bredd på flänsar i längsgående lådbalkar
b_{eff}	Effektiv bredd på betong
b_{fu}	Bredd på undre fläns i tvärgående I-balk
$b_{f\ddot{o}}$	Bredd på övre fläns i tvärgående I-balk
$b_{L\grave{a}da}$	Bredd på lådbalkar
d_{bult}	Diameter på bultar
$d_{bulthuvud}$	Diameter på bulthuvud
f_{ck}	Betongs tryckhållfasthet
$f_{ctk,0.05}$	5-fraktilen av betongs draghållfasthet
f_{ctm}	Betongs draghållfasthet
f_u	Ståls brottspänning
f_{yd}	Ståls dimensionerande flytgräns i brottgränstillstånd
f_{yk}	Ståls karakteristiska flythållfasthet
h	Total höjd på brobanans tvärsnitt
h_{bel}	Höjd på beläggning
h_{btg}	Höjd på betong
h_{bult}	Höjd på bult
$h_{bulthuvud}$	Höjd på bulthuvud
h_{I-balk}	Höjd på I-balk
$h_{L\grave{a}da}$	Höjd på lådbalk
h_w	Höjd på liv
q_{Ik}	Karakteristisk utbredd trafiklast
t_{fu}	Tjocklek på undre fläns i tvärgående I-balkar
$t_{f\ddot{o}}$	Tjocklek på övre fläns i tvärgående I-balkar
t_w	Tjocklek på liv
γ_c	Partialkoefficient för betong
γ_s	Partialkoefficient för armeringsstål
γ_i	Partialkoefficient som beaktar modellosäkerheter och måttvariationer
z	Höjdmått
α_{qi}	Reduktionsfaktor för utbredd last
α_{Qi}	Reduktionsfaktor för punktlast
ξ_i	Reduktionsfaktor för permanent last
ρ	Materialets densitet
Ψ_i	Reduktionsfaktor för variabel last

1 Inledning

Med cirka 110 000 invånare i Borås kommun och två riksvägar genom staden rör sig mycket trafik i centrum (Rosendahl, 2017). I ett försök att minska trafiken och öka säkerheten i centrum planeras det för en omdragning av väg 27 till utkanten av Borås. Den nuvarande vägen är en viktig sträcka mellan Göteborgs och Karlskronas hamnar, varvid en omdragning skulle resultera i färre tunga transporter genom staden och kortare restid. Förkortningen av restiden innebär också en tidsbesparing för arbetspendlare. Genom att flytta vägen kan området kring den ursprungliga sträckningen exploateras med både nya bostäder och industrier. Flytten av trafik från centrala Borås medför även en minskning av buller och utsläpp i stadens centrum (Trafikverket, 2012a). En minskning av dessa faktorer kan leda till en ökad hälsa och trivsel hos invånarna.

På kartan i Figur 1.1 ses den gamla vägsträckningen i blått genom Borås, och den nya i grått. Vägen sträcker sig mellan Viared och Kråkered samt korsar på ett ställe ån Viskan. Längs med ån finns en ridväg och ett gångstråk på vardera sidan. För att ta sig över Viskan och intilliggande hinder är det lämpligt med en brokonstruktion. Överfarten kommer att uppföras cirka 4 kilometer sydväst om Borås vilket visas i den markerade cirkeln i Figur 1.1. En bro kan konstrueras på flertalet sätt för att uppfylla ställda krav. För att välja ett brokoncept är det lämpligt att ta fram flera olika alternativ som sedan jämförs med varandra.



Figur 1.1: Karta över nya och gamla väg 27. Brons placering är markerad med en cirkel (Google, 2017).

1.1 Syfte

Uppgiften är att ta fram ett genomförbart brokoncept över Viskan för att göra det möjligt att producera nya väg 27. Konceptet ska ta hänsyn till platsspecifika förutsättningar och beställarkrav. En preliminär dimensionering ska även utföras för att säkerställa att kraven på en bärande konstruktion uppfylls under dess uppförande och livslängd.

1.2 Frågeställningar

För att säkerställa att syftet uppfylls kommer följande frågeställningar att undersökas:

- Vilka brokoncept är genomförbara med avseende på gällande förutsättningar och ställda krav?
- Vilket av dessa brokoncept är det mest lämpliga?
- Vilka dimensioner krävs på brokonceptets komponenter för att uppfylla kraven på en bärande konstruktion?

1.3 Avgränsningar

På grund av att projektets omfattning inte ska bli för stor görs vissa avgränsningar. För att inte transporter av konstruktionsmaterial, personal samt maskiner ska förhindra projekteringen och valet av koncept antas vägen till byggarbetsplatsen vara klar vid produktionsstart. Endast förslag på lämplig grundläggningsmetod kommer att tas fram, detta beaktas dock inte vid urvalsprocessen eller dimensioneringen. Miljöpåverkan är en ytterligare aspekt som avgränsas i detta projekt. Till exempel utförs ingen livscykelanalys vilket innebär att brons återvinningsbarhet och utsläpp under livslängden inte tas hänsyn till. Det som beaktas är framförallt materialens miljöpåverkan i tillverkningsfasen. Eftersom en budget för projektet saknas behandlas ekonomin översiktligt, med eftersträvan av en så låg kostnad som möjligt. Vidare utförs det endast en preliminär dimensionering av det valda konceptet, vilket innebär att beräkningar inte kommer att genomföras på detaljnivå.

1.4 Metod

Projektet delas upp i två delar där den första består av en idéfas och den andra av en preliminär dimensionering. I idéfasen arbetas olika brokoncept fram med hjälp av brainstorming. Dessa reduceras i tidigt stadie ner till färre koncept med hjälp av platsspecifika förutsättningar och subjektiva bedömningar. Vidare utvecklas de återstående koncepten utifrån ansvarsområden som tilldelas gruppmedlemmarna. De tre undergrupperna har ett övergripande ansvar för respektive område.

De tre ansvarsområdena beskrivs kortfattat:

- **Beställare/Konstruktion**
Ta hänsyn till samhällets intressen och säkerställa att beställarkrav uppfylls.
- **Produktion**
Kontrollera så att konstruktionen är möjlig att producera med avseende på de platsspecifika förutsättningarna.
- **Förvaltning/Miljö och Underhåll**
Säkerställa att konstruktionen är möjlig att inspektera och underhålla. Ansvarar också för att konstruktionen är utförd på ett säkert och miljömässigt hållbart sätt.

Koncepten utvärderas sedan genom en andra urvalsprocess. Utvärderingskriterierna baserade på ställda krav för konstruktionen utgör underlag till det slutliga valet av koncept. Dessa utvärderingskriterier vikts och appliceras på koncepten i en utvärderingsmatris. Även riskanalyser för de återstående koncepten utförs för att ge ytterligare bakgrund till valet. Poängsättning som erhålls i utvärderingsmatrisen och riskanalysen ligger till grund för det slutgiltiga valet av koncept. I den sista delen av idéfasen görs även en detaljutformning av det valda konceptet.

I den preliminära dimensioneringen av det valda konceptet identifieras dimensionerande laster som sedan används vid beräkningar av konstruktionens dimensioner. Överslagsberäkningar utförs för hand med hjälp av miniräknare medan noggrannare beräkningar behandlas med Matlab, MathCad, CalFEM och Excel. Vidare används programmen SketchUp, SolidWorks och Publisher för att skissa upp modeller och illustrativa kompletteringar till texten.

I idéfasen hämtas allmän kunskap om brokonstruktioner genom litteraturstudier och föreläsningar. Information om platsspecifika förutsättningar hämtas från trafikverkets förstudier, se Bilaga I och Bilaga II. Inför den preliminära dimensioneringen genomförs en detaljerad litteraturstudie. Relevant information för vald konstruktion hämtas från Eurocoder samt kurslitteratur från tidigare konstruktionskurser. Genom handledning med erfarna brokonstruktörer från COWI samt handledare på Chalmers erhålls specialistkunskap till projektet.

2 Krav och förutsättningar

De specifika förutsättningarna vid den aktuella platsen och krav från beställaren begränsar vilka konstruktioner som är möjliga att genomföra. Utöver beställarkraven måste konstruktionen uppfylla generellt ställda krav från trafikverkets kravdokument på brokonstruktioner. Bron ska också uppfylla kraven på den tekniska livslängden som är satt till 80 år (Trafikverket, 2012b).

Spännvidden för en bro präglas ofta av krav på fritt utrymme under bron, estetik samt geotekniska undersökningar. Specifikt för broar över vatten är det viktigt att ta hänsyn till vattennivåer och ett rörligt friluftsliv när stöden ska placeras ut. En ny bro innebär en förändring av landskapsmiljön och därför ska anpassning till den befintliga omgivningen eftersträvas (Vägverket, 1996a).

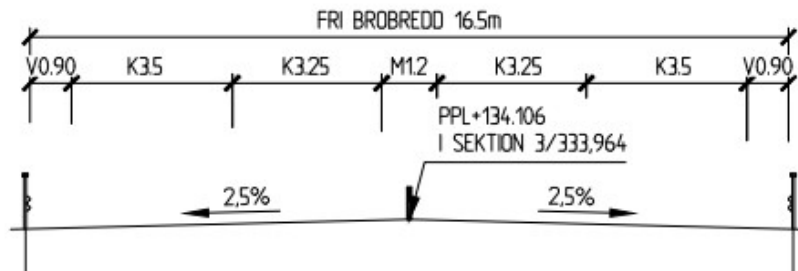
2.1 Beställarkrav

Eftersom bron ska byggas i ett populärt fritidsområde måste hänsyn tas till den befintliga ridvägen och gångstråket som löper på vardera sidan av Viskan. Dessa ska vara tillgängliga och säkra att använda för allmänheten under hela byggtiden. Ridvägen på östra sidan har ett krav på en fri höjd om minst 3 meter samt en bredd på minst 4 meter. Gångstråket på västra sidan ska ha en fri höjd på minst 2.5 meter. Således blir det kritiska snittet för konstruktionen att klara den fria höjden över ridvägen, vilket ger högsta möjliga konstruktionshöjd på 0.9 meter. Bron sträcker sig mellan sektion 3/270 till sektion 3/345 vilket ger ett totalt spann på omkring 75 meter (Trafikverket, 2012b). I Bilaga III återfinns en förslagskiss med de ställda måttkraven.

Trädvegetationen, i byggarbetsplatsens omgivning, har ett högt naturvärde och är estetiskt tilltalande, därför ska den sparas och skyddas. Försämring av vattenkvaliteten genom utsläpp från byggnationen måste också förhindras. Detta ska göras genom att orenat dagvatten från exempelvis schaktarbeten renas innan det leds ut i vattendraget. Allt vatten från gjutarbeten ses som akut giftigt för vattenlevande organismer och måste omhändertas (Trafikverket, 2012b).

2.2 Trafik och vägbana

Bron består av två körfält i vardera riktning med en referenshastighet på 80 km/h. Brons vägbana ska utformas enligt måtten i Figur 2.1 som hämtats ur Bilaga IV. Ur figuren framgår även fri brobredd samt vägens bombering. Den fria brobredden utgörs av utrymmet för fordonstrafiken medan i den totala brobredden inkluderas även broräcken och refuger (Vägverket, 1996a). Bromitt ska ha en vertikalradie mellan 700 och 1000 meter för en fungerande vattenavrinning (Trafikverket, 2012b).



Figur 2.1: Utformning av brobanans tvärsnitt.

2.3 Geotekniska förutsättningar

Marknivåerna i området varierar mellan plushöjderna +128.5 till +130. Som ses i Tabell 2.1 och Tabell 2.2 består markens översta lager av 0.5 till 1.0 meter mulljord och under detta finns till största del sandig silt och/eller siltig sand. Det finns även inslag av gytta och torv i sektion 3/275. Berg eller block är beläget cirka 18-25 meter under markytan (Trafikverket, 2013).

Tabell 2.1: Jordlagerföljd i sektion 3/275.

Nivå	Material
My till +126	grSa/saGy/gysiSa
+126 till +120	saSi/siSa
+120 till +117	siSa
+117 till +107	siSa
+107 till berg	Mn

Tabell 2.2: Jordlagerföljd i sektion 3/325.

Nivå	Material
My till +129	muSa
+129 till +120	siSa/saSi
+120 till +105	siSa/saSi
+105 till berg	Mn

Dimensionerande vattenstånd för Viskan framgår i Bilaga III. Grundvattennivån för området där bron ska uppföras är uppmätt till cirka +128 och +128.5, vilket är ungefär 1.0 meter under markytan. Grundvattennivån sammanfaller med Viskans vattennivå (Trafikverket, 2013).

Provtagning i Viskan och kringliggande mark har visat att flertalet metaller överskrider riktvärdena vilket är allvarligt ur miljösynpunkt. Vattendraget är kraftigt förorenat av tidigare utsläpp och vattenkvaliteten bedöms som dålig. Det har haft en negativ inverkan på den biologiska mångfalden i området. Arbeten i Viskan får därför inte förekomma för att riskera att förorena ytterligare eller röra upp bottensediment.

3 Teori

För att kunna basera urvalet av koncept på ett stabilt underlag krävs bakomliggande och grundläggande teori. Detta innefattar en kort beskrivning av tillgängliga konstruktionsmaterial, grundläggningsmetoder, bärverk och brotyper, produktionsmetoder samt förvaltning och underhåll för dessa.

3.1 Konstruktionsmaterial

Vanliga material för brokonstruktioner är trä, stål eller betong. Det forskas inom alternativa material för att svara mot hårdare ställda krav på miljö, ekonomi och hållbarhet. Däremot är de materialen fortfarande experimentella och krav- och beräkningsdokument har inte uppdaterats, därför har de bortsetts från vid framtagning av koncepten. Materialvalet kan ha stor inverkan på vilka konstruktioner som är genomförbara. Olika material kräver också olika mycket underhåll vilket i sin tur påverkar brons livslängd.

3.1.1 Trä

Trä är ett byggnadsmaterial som har använts till olika konstruktioner av människan under lång tid. Materialet är uppbyggt av fibrer vilket gör strukturen i materialet anisotropt. Det innebär att de fysikaliska egenskaperna i materialet uppför sig olika i olika riktningar. Störst hållfasthet uppnås då materialet utsätts för belastning parallellt med fiberriktningen. Vinkelrätt fiberriktningen är materialet mycket känsligare (Burström, 2015). Träets egenskaper beror också på vilken plats träet har växt och medfödda fiberstörningar kan till exempel leda till formfel eller skevning under konstruktionens livslängd. Trä kan justeras genom bearbetning med maskiner på plats vilket gör materialet flexibelt (Segerholm, 2015).

Materialet är förhållandevis lätt och har en relativt hög specifik hållfasthet. Lättheten gör materialet fördelaktigt transportmässigt. Träets hållfasthetsegenskaper förändras i takt med luftens fukthalt, den omgivande temperaturen och med tiden. Dessa faktorer ger upphov till fenomen som krympning och krypning (Segerholm, 2015).

Träkonstruktioner har en bra beständighet mot brandangrepp trots sina goda brännbara egenskaper. Det yttersta lagret av träet förkolnas och bildar ett skyddande lager kring kärnan och den del av träet som inte förkolnas bibehåller fortsatt samma hållfasthet. Brandbeständigheten kan ytterligare ökas med ett skyddsskikt, impregnering eller färg (Träguiden, 2016).

Trä är ett organiskt material och kan därmed utsättas för biologiska och kemiska angrepp. Många av angreppen såsom mögel, svampar och bakterier är enbart utseendemässiga och påverkar inte hållfastheten. Vissa angrepp såsom mikrobiell röta, virkesförstörande organismer och insekter samt rötsvamp medför dock inre skador på materialet och kan därmed sänka hållfastheten (Segerholm, 2015). Framställningen av trä som konstruktionsmaterial är relativt energisnål och sker med en liten mängd utsläpp. Det är också förnyelsebart och binder koldioxid under tillväxten som sedan innesluts i konstruktionen. Konstruktionen kan då agera som en buffert under hela sin livslängd. Det bidrar därmed till en positiv miljöpåverkan om konstruktionen kan användas under en lång tid (Goto, 2016).

3.1.2 Stål

Stål som används i bärande konstruktioner kallas konstruktionsstål och har en hög specifik hållfasthet. Detta ger en god möjlighet till slanka dimensioner (Al-Emrani, Engström, Johansson & Johansson, 2013). Stål används också som armeringsjärn i betongkonstruktioner. Materialet har en relativt hög draghållfasthet som gör att det kan användas i konstruktioner utsatta för höga dragpåkänningar. När stålet belastas beter det sig till en början elastiskt men plasticerar när det når sin flytgräns. När brottgränsen nås går materialet till brott. Utöver draghållfasthet bestäms stålets hållfasthet av mekaniska egenskaper som till exempel utmattningshållfasthet och slagseghet (Jernkontoret, 2015a).

Stål är känsligt för korrosion. Detta kan leda till lokala rostangrepp som i sin tur medför en försämrad hållfasthet. Det är därför viktigt att utforma konstruktionen och framförallt anslutningspunkter på ett sådant sätt att vatten ej ansamlas. Stålet kan skyddas mot korrosion med färg eller legering. Det är viktigt att färgen målas med tillräcklig vidhäftning till konstruktionen. Vid temperaturhöjningar utvidgar sig stål vilket medför att stora spänningar kan uppkomma om materialet är förhindrat att röra sig fritt. Vid brand mjuknar stålet och förlorar snabbt sin bärförmåga (Al-Emrani m. fl., 2013).

Framställningen av stål är energikrävande och det frigörs stora mängder koldioxid under processen. Detta sker även vid formning och sammanfogning av materialet. Dock kan stålet återvinnas till viss del genom att smältas ned på nytt (Jernkontoret, 2015b).

3.1.3 Betong

Betong är ett byggnadsmaterial sammansatt av bland annat sand, sten, cement och vatten. För att modifiera betongs egenskaper och anpassa dem till konstruktionskrav kan olika blandningsrecept och tillsatsmedel användas. Materialet har god bärighet, formbarhet och hållbarhet. Betong har en hög tryckhållfasthet i förhållande till draghållfastheten. Vid belastning av betongkonstruktioner kan dragpåkänningar uppkomma i betongen vilket ger upphov till sprickbildning. Genom att gjuta in armeringsstänger, som tar upp dragpåkänningarna, kan sprickbildning reduceras (Al-Emrani m. fl., 2013).

Betong är relativt underhållsfritt. Det är framförallt armeringen som står för problem och hållfasthetsförluster under konstruktionens livslängd. Armeringsstänger riskerar att korrodera om de kommer i kontakt med omkringliggande miljö eller på grund av karbonatisering. Vid korrosion expanderar stängerna vilket kan leda till sprickor och spjälkning i betongen. Även frostangrepp kan leda till sprängning av betongen inifrån eller avflagnings av ytskiktet. För att undvika korrosion av armeringen krävs ett tillräckligt tjockt täckande betongskikt. Användande av vägsalt under vinterhalvåret kan påskynda korrosionen ytterligare genom kloridinträngning (Thunstedt, 2016).

Materialet är inte brännbart men då en betongkonstruktion utsätts för brand behåller den hållfastheten upp till ungefär 450°C, sedan börjar konstruktionen sakta förlora bärigheten (Svensk Betong, 2014a).

Majoriteten av betong kan återanvändas efter att konstruktionens beräknade livslängd passerat. Beroende på betongens innehåll och sammansättning kan den antingen krossas och användas på nytt som ballastmaterial i ny betong, eller deponeras som fyllning i exempelvis vägbankar. Eftersom betong oftast

inte innehåller några skadliga ämnen eller miljögifter kan det läggas på deponi (Riksantikvarieämbetet, 2013). Vid tillverkning av betong släpps koldioxid ut men betong kan under hela sin livscykel absorbera koldioxid från omgivningen genom karbonatisering (Svensk Betong, 2014b).

3.2 Grundläggningsmetoder

För att säkerställa en konstruktions funktion måste grundläggning utföras så att lasterna kan ledas ned till grunden och fördelas på ett lämpligt sätt. Val av metod baseras främst på geotekniska undersökningar om markens bärighet och grundvattennivå men även på konstruktionens bärande system (Sällfors, 2013).

3.2.1 Pålär

Pålgrundläggning innebär att en konstruktions laster tas om hand av pålar. Pålning används ofta vid jord med sämre bärförmåga som till exempel lera. Lasterna leds ned till berg genom pålen och sättningarna blir försumbart små även efter lång tid. Alternativt om pålen inte kan nå berg så tas lasten upp utmed pålens längd genom friktion mot jorden (Nilenius, 2017).

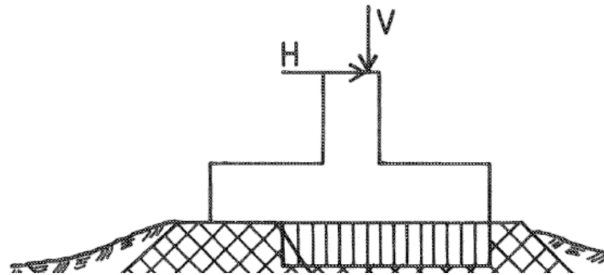
Pålning kan utföras genom borrhning eller slagning. Av ekonomiska skäl är vanligaste typen slagna pålar och de förtillverkas i fabrik. Pålarna slås sedan ned med hjälp av en hejare till valt djup och kapas sedan vid markytan, se Figur 3.1. Nedslagning av pålarna gör att jordmaterialet trycks undan för att skapa plats för pålen vilket kan generera rörelser i kringområdet. Ett alternativ är då stålpålar som kan slås ned som rör. Dessa skapar mindre rörelser i marken som kan påverka närliggande omgivning men är ett dyrare alternativ (Nationalencyklopedin, 2015). Borrade pålar görs i två steg. Först borrar ett hål i marken, som sedan stagas upp och fylls med betong. En cylindrisk påle med stor diameter klarar av att ta stora krafter, även horisontellt. Denna metod används i specifika projekt där kraven är höga (Nilenius, 2017). Pålar kan göras i flera material men de vanligaste är trä, stål och betong där det sistnämnda är dominerande vid tyngre konstruktioner. Pålarna kan snedställas för att ta upp moment och horisontella laster.



Figur 3.1: Grundläggningsmetod där betongpålar slås ned med hejare (Ekström, 2016).

3.2.2 Platta

Grundläggning med platta är en så kallad ytgrundläggning och används då marken har hög bärighet i de övre skikten eller om avståndet till berg är kort. Beroende på avståndet till bärig jord placeras plattan i marknivå eller schaktas ned till bärigt djup. Plattans storlek dimensioneras för konstruktionens laster och är vanligtvis en förlängning av de bärande elementen i konstruktionen. Lastöverföringen sker sedan genom plattan och ned till jorden, se Figur 3.2. Om plattan anläggs ovanpå marken är det viktigt att ta hänsyn till tjällyftning vid dimensionering av plattan.



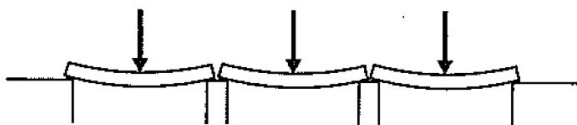
Figur 3.2: Grundläggning med platta som tar upp vertikala och horisontella laster (Ekström, 2016).

3.3 Bärverk och brotyper

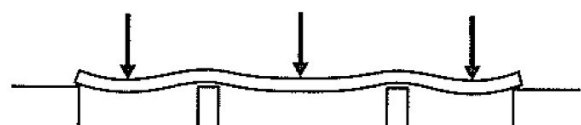
Brokonstruktioner kan i huvudsak delas in i fyra olika bärverk beroende på hur de bär laster (Plos, 2017). Dessa beskrivs nedan tillsammans med några exempel på brotyper för respektive kategori.

3.3.1 Balkverkan

En konstruktion med balkverkan bär laster genom böjning och överför dessa till upplagen. Konstruktionen utsätts framförallt för tvärkrafter och moment, men även normalkrafter. I balken uppstår både tryck och drag. Balkarna kan vara fritt eller kontinuerligt upplagda på två eller flera stöd, se Figur 3.3 och Figur 3.4. Den kontinuerliga balken utsätts för drag i överkant över mittstöden och drag i underkant i fält. I de fritt upplagda balkarna uppstår ej något moment över stöd och längs med balken uppstår drag i underkant och tryck i överkant. Några brotyper som bär laster genom balkverkan är bland annat balkbroar, rambroar och plattbroar.



Figur 3.3: Fritt upplagda balkar med punktlaster (Engström, 2017).



Figur 3.4: Kontinuerlig balk med punktlaster (Engström, 2017).

Balkbro

Huvudbärverket i en balkbro är en eller flera balkar med en ovanliggande eller mellanliggande brobaneplatta som utgör sekundärbärverk. Balkbroar konstrueras i antingen armerad betong, stål eller trä (Bro och Tunnel Management, 2008). Om två material kombineras i samma konstruktionsdel fås något som kallas samverkanskonstruktion, där till exempel I-balkar av stål kombineras med en platta i betong (Plos, 2017). För en vägbro varierar spännvidderna mellan 30 meter för en träbalkbro och upp till 200 meter för en spännarmerad betongbalkbro (Bro och Tunnel Management, 2008).

Plattbro

Denna typ av bro är konstruerad likt balkbron med skillnaden att en platta är upplagd på stöden istället för balkar. Vanligtvis utformas plattbron som en armerad betongplatta men det är också möjligt att konstruera den som ihopspända trälameller. Denna brotyp lämpar sig för spännvidder upp till cirka 35 meter (Bro och Tunnel Management, 2008).

Rambro

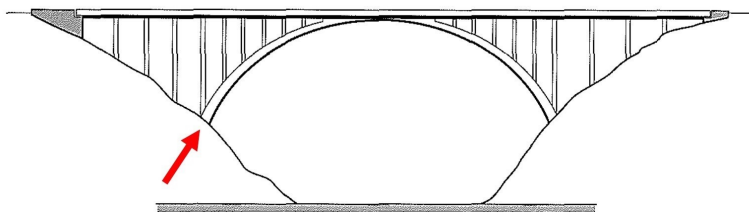
Plattrambro och balkrambro är två olika typer av rambroar. Båda är relativt lika med den skillnaden att plattrambro består av en platta och väggar med styva hörn medan balkrambro består av balkar och pelare med styva hörn (Engström, 2017). De konstrueras i antingen slakarmerad eller spännarmerad betong i ett eller flera spann. Spännvidderna för en plattrambro varierar från 25 meter för slakarmerad upp till cirka 35 meter för spännarmerad betong. För en balkrambro varierar spännvidderna från 30 upp till 50 meter för slakarmerad respektive spännarmerad betong (Bro och Tunnel Management, 2008).

3.3.2 Bågverkan

De konstruktioner som tillhör kategorin bågverkan bär i huvudsak laster genom tryck (Plos, 2017). På grund av bågformen och egentygndens bildas stora tryckkrafter i bågen vilka bidrar till bärförmågan. Bågarna konstrueras i antingen armerad betong, stål eller trä och placeras över eller under farbanan i ett eller flera spann. Om bågbron består av flera parallella bågar kan dessa förbindas med tvärbalkar. Bågbroar med ett spann kan ha en spännvidd upp till cirka 260 meter (Bro och Tunnel Management, 2008).

Bågbro med underliggande båge

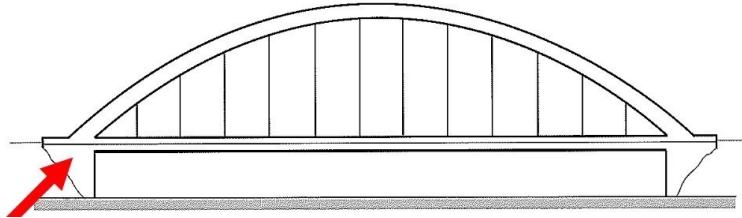
Denna typ av bågbro uppstod som en vidareutveckling av valvbron genom att överflödigt material togs bort. Detta resulterade i en bro med utseende enligt Figur 3.5 med en underliggande båge samt en farbana uppstolpad på pelare (Plos, 2017). Denna brotyp lämpar sig då bågen kan monteras direkt på berg.



Figur 3.5: Underliggande båge med uppstolpad farbana.
Pilen illustrerar kraftens verkningssätt (Ahlberg & Spade, 2001).

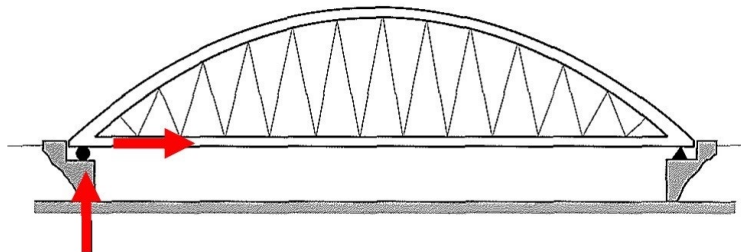
Bågbro med överliggande båge

Det finns två huvudtyper av bågbroar med överliggande båge. Den första typen är konstruerad genom att bågen är fast infäst vid stöden. Stöden till denna bro behöver således ta hand om både vertikala och horisontella laster, vilket illustreras i Figur 3.6. Denna konstruktionstyp lämpar sig där grundläggningen kan ske direkt på berg. Tvärbalkarna i en överliggande båge kallas för transversaler.



Figur 3.6: Överliggande infäst båge. Pilen illustrerar stödets kraftupptagning (Ahlberg & Spade, 2001).

Den andra brotypen är konstruerad sådan att överbyggnaden är fritt upplagd på stöden med hjälp av fasta och rörliga lager, vilket visas i Figur 3.7. Vid detta utförande binds bågarnas ändar ihop med en huvudbalk, vilken fungerar som ett dragband (Bro och Tunnel Management, 2008). När tryckkrafter förs ned i bågens ändar hålls konstruktionen ihop av dragbandet vilket medför att konstruktionen i sig tar hand om längsgående horisontella laster. Sidolaster tas om hand av transversalerna. Denna konstruktion är fördelaktig vid dåliga grundförhållanden eftersom det endast överförs vertikala krafter till stöden (Åstedt, 2009). Hängstagen som löper mellan båge och dragband kan utformas som vertikala linor likt Figur 3.6 eller som fackverk likt Figur 3.7.



Figur 3.7: Överliggande fritt upplagd båge med dragband som tar upp horisontella laster. Vertikal pil illustrerar kraftöverföring till stöden (Ahlberg & Spade, 2001).

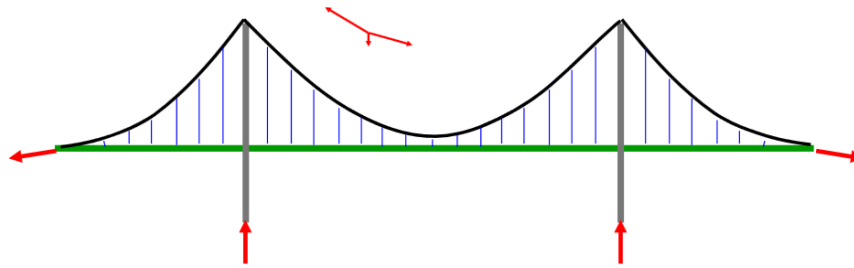
3.3.3 Linverkan

Konstruktioner som utnyttjar linverkan tar tillvara på stålkablarnas förmåga att ta upp dragspänningar längs med brobanan. För att föra dessa spänningar ner till marken fästs kablarna i pyloner, vilka kan liknas som höga pelare. Under kategorin linverkan finns hängbroar och snedkabelbroar (Plos, 2017).

Hängbro

I hängbroar hängs farbanan upp i två eller fler huvudkablar som sträcker sig parabelformat mellan två pyloner. Pylonerna som bär huvudkablarna, vilket visas i Figur 3.8, blir tryckta medan linorna som förbinder farbanan med huvudkablarna blir dragna (Hirt & Lebet, 2013). Horisontalkrafter tas upp av den

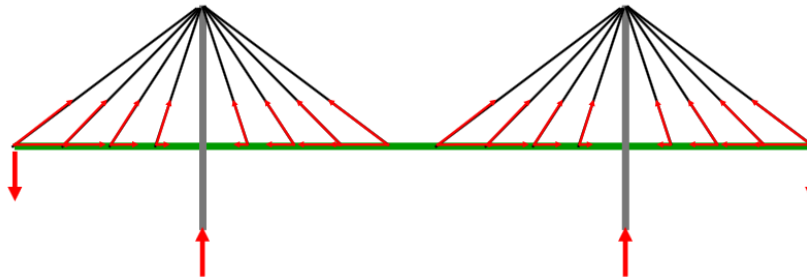
styva farbanan. Hängbroar används för spann över 500 meter då det för kortare spann inte är ekonomiskt (Bäckström, 2017).



Figur 3.8: Hängbro. Pilarna illustrerar kraftens verkningssätt i pyloner och kablar (Engström, 2017).

Snedkabelbro

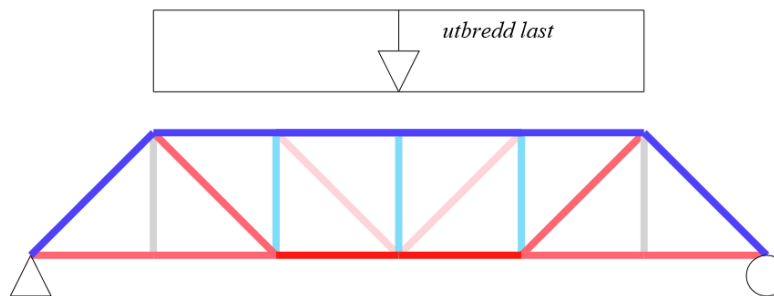
Snedkabelbroar är utformade så att vertikala laster tas upp i kablarnas infästningspunkter. Detta resulterar i att kablarna blir dragna och att farbanan blir tryckt vilket ger en global jämvikt i systemet, se Figur 3.9 (Svensson, 2012). Snedkabelbroar delas in i tre olika typer beroende på hur kablarna är fästa: solfjäderform, halv solfjäderform och harpform. Vid solfjäderform möts kablarna i toppen av pylonen likt Figur 3.9. Halv solfjäderform innebär att kablarna inte möts i samma punkt men de är orienterade i närheten av pylontoppen. Är kablarna jämnt fördelade över hela pylonen kallas det för harpform. Snedkabelbroar används ofta för spann mellan 100 till 1100 meter (Svensson, 2012).



Figur 3.9: Snedkabelbro med solfjäderform. Pilarna illustrerar kraftens verkningssätt i pyloner, farbana och kablar (Engström, 2017).

3.3.4 Fackverk

Fackverk består av separata stänger som är sammanbundna med momentfria leder. En fackverkskonstruktion är utformad så att det i knutpunkterna endast överförs krafter längs med stängerna och hela konstruktionen är stadgad i sig själv. För att detta ska uppnås krävs det att minst tre stänger är sammankopplade i en knutpunkt (Hirt & Lebet, 2013). Kraftfördelningen i ett fackverk illustreras i Figur 3.10. Det primära bärverket innebär att de överliggande blåa stängerna blir tryckta och de underliggande röda stängerna blir dragna. Det sekundära bärverket består av de dragna sneda stängerna respektive tryckta vertikala stängerna (Hirt & Lebet, 2013).



Figur 3.10: Fackverksbro med tryckt översida (blå) och dragen undersida (röd). Författarnas egna bild.

Fackverksbro

Fackverksbroar har historiskt sett ofta använts vid byggandet av järnvägsbroar (Hirt & Lebet, 2013). Eftersom fackverk är stadgade i sig själva kan de monteras ihop på ett separat område och sedan lyftas på plats med kran. Idag används de av ekonomiska skäl ofta som tillfälliga broar då de är lätta att flytta och kan därför användas på olika ställen under sin livstid. De lämpar sig även över järnväg eller annan trafikled som inte kan stängas av under en längre tid vilket minskar risken för trafikstörningar (Vägverket, 1996b).

3.4 Produktionsmetoder

Vid val av koncept behövs en idé för hur bron ska produceras. Huvudaspekterna som begränsar produktionsmetoden är de platsspecifika förutsättningarna och den befintliga trafiken, som oberoende av projektet, behöver ta sig fram (Karlsson, 2017). En bra produktionsmetod innefattar låg kostnad, kort byggtid, få temporära konstruktioner och framförallt ett säkert utförande. Produktionskostnaden beror till stor del av byggtiden eftersom många kostnader bundna till projektet beror på hur lång tid projektet tar. Det är också viktigt att tidsåtgången är förutsägbar för att underlätta planeringen av projektet. Det viktigaste att tänka på vid val av produktionsmetod är säkerheten, för att förebygga risken för arbetsplatsolyckor. De olyckor som sker vid produktionen beror oftast på att de temporära konstruktionerna inte respekterats eller tagits hänsyn till vid bedömning av säkerheten (Svahn, 2017).

3.4.1 Prefabricering

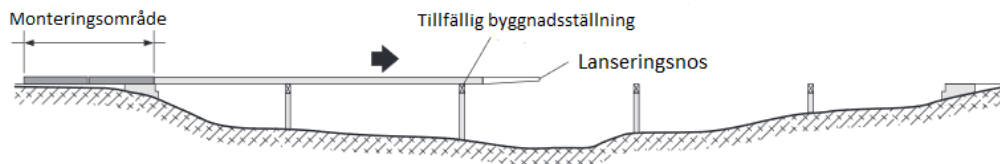
För att minska arbetet på plats kan prefabricerade konstruktionselement användas. Elementen tillverkas då i fabrik och levereras till arbetsplatsen där de monteras ihop, vilket gör att arbetet på plats kan effektiviseras. Prefabricerade element är fördelaktiga om det är begränsat utrymme på plats. Eftersom elementen tillverkas i en skyddad miljö fås en större noggrannhet och bättre kvalitet än om de till exempel hade gjutits på plats. En nackdel är dock att det blir svårare att anpassa arbetet om något element inte skulle passa. Leveransen av prefabricerade element kan ställa särskilda krav på transporten till byggarbetsplatsen i form av speciella fordon eller vägväpning.

3.4.2 Platsgjutning

När delarna gjuts direkt där de ska användas, kallas det att platsgjuta. Då blir arbetet på plats mer omfattande i form av mer arbetskraft för gjutningen men även för att tillverka gjutformen och lägga i armering. Gjutformar konstrueras oftast i trä och rivs när gjutningen är klar. Vid komplicerade konstruktioner kan gjutformarna bli tidskrävande att få till. Betongen som används tillverkas antingen på plats eller transporteras dit i en betongbil.

3.4.3 Lansering

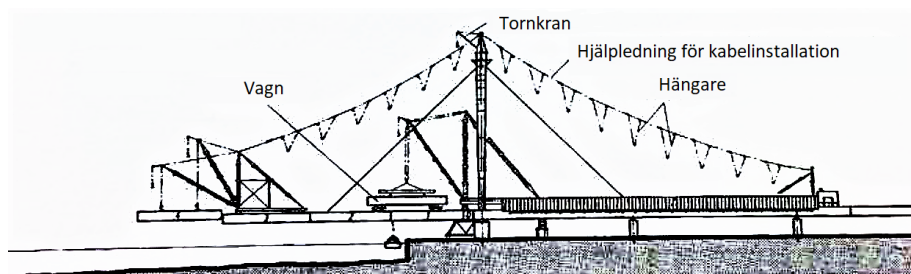
Vid lansering färdigställs konstruktionen på arbetsplatsen längs broriktningen för att sedan skjutas kontrollerat ut på temporära rullstöd. Innan brons tyngdpunkt passerar första stödet fästs en kran från motstående sida för att säkerställa att konstruktionen inte tippar (Bäckström, 2017). När konstruktionen kommit fram till stödet på andra sidan sänks den ned med hjälp av domkrafter till sin slutgiltiga position och ansluts till landfästena. Detta kräver dock ett visst utrymme på en av sidorna för att kunna färdigställa brokonstruktionen. Lansering kan även utföras med hjälp av en lätt uppböjd lanseringsnos som används för att nå nästa stöd när konstruktionen böjer ned (Svahn, 2017). Detta illustreras i Figur 3.11.



Figur 3.11: Lansering av bro med lanseringsnos (Hirt & Lebet, 2013).

3.4.4 Konsolutbyggnad

Konsolutbyggda konstruktioner används till exempel över vattendrag där det finns begränsad åtkomst eller då konstruktionen byggs högt över marknivå (Hirt & Lebet, 2013). Konsolutbyggnader tillverkas successivt i etapper genom att kompensera med bakåtförankring eller motvikt. Metoden med motvikt visas i Figur 3.12. En annan metod är att från en pylon bygga ut konsoler åt vardera håll samtidigt. I denna metod är det viktigt att segmenten är utformade på liknade sätt för att balansera varandra. Segmenten prefabriceras ofta i lämpliga längder med hänsyn till transport. Enkla anslutningar är att eftersträva för att minimera tidsåtgången när segmenten är hängande i kranen.



Figur 3.12: Konstruktion av en bro genom motviktad konsolutbyggnad (Svensson, 2012).

3.5 Förvaltning och underhåll

Genom kontinuerliga inspektioner går det att förutse ingrepp som måste göras för att säkerställa konstruktionens livslängd. När en bro byggs måste en drift- och underhållsplan upprättas, som syftar till att planera brons framtida underhållsbehov (Trafikverket, 2011a).

För att kunna tillståndsbedöma konstruktionen måste den vara möjlig att inspektera vilket ställer krav på tillgänglighet i konstruktionen (Thunstedt, 2016). Sprickbildning eller onormalt slitage kan upptäckas vid inspektion och kan då åtgärdas innan det är försent. Beroende på konstruktionsmaterialet varierar behovet av kontinuerliga inspektioner och underhåll. Inspektionen delas in i följande delmoment:

- Fortlöpande inspektion: Genomförs för att upptäcka skador som hotar konstruktionen eller dess funktion på kort sikt. Detta bör genomföras kontinuerligt av underhållsentreprenören.
- Översiktlig inspektion: Syftar till att verifiera att de kraven som ställts i underhållsentreprenaden är uppfyllda. Inspektionen görs av underhållsentreprenören minst en gång per år.
- Huvudinspektion: Syftar till att uppmärksamma brister som kan hota konstruktionen eller dess funktion inom en tio-årsperiod. Ska genomföras av underhållsentreprenören minst en gång var sjätte år.
- Allmän inspektion: Specifik punktinspektion av ett eller flera konstruktionselement vars brister påpekats under huvudinspektionen men ännu inte åtgärdats. Genomförs vid behov av underhållsentreprenören.
- Särskild inspektion: Fungerar som en uppföljning av påpekade brister som upptäckts under någon av ovan genomförda inspektioner. Genomförs vid behov av underhållsentreprenören. (Trafikverket, 2015):

3.5.1 BaTMan

BaTMan är en akronym som betyder bro- och tunnelförvaltning. Det är en databas där alla Sveriges broar och tunnlar finns registrerade och är sökbara för bland annat förvaltare, konsulter och inspektörer. När konstruktionen har inspekterats förs protokollet in i BaTMan och en konsult som anlitas för att utföra underhållsarbetet kan då se i systemet vad som behöver göras. I systemet finns det också information med hjälpmedel kring bland annat mätmetoder och tillståndsbedömning av en skada (Trafikverket, 2016).

4 Urvalsprocess 1

Det första urvalet innefattar en framtagning av tio olika koncept genom brainstorming. Koncepten kommer sedan att utvärderas för att resultera i tre potentiella koncept. Med ovanstående kapitel som bakgrund har de tio koncepten tagits fram med hänsyn till olika brotyper och dess typiska spann. Under denna process har möjliga begränsningar till stor grad försumrats för att få fram en stor variation av koncept.

4.1 Beskrivning av grundläggande koncept

De tio koncepten presenteras kort nedan, skisser på samtliga koncept återfinns i Bilaga V.

Koncept 1: Enkel betongbåge i ett spann med excentrisk farbana.

Koncept 2: Stålfackverksbåge i ett spann med centrisk farbana.

Koncept 3: Träbågbro i ett spann med centrisk farbana kombinerad med en betongrambro över ridvägen.

Koncept 4: Lutande betongbågar i ett spann som möts i mitten med centrisk farbana.

Koncept 5: Stålfackverksbro i ett spann.

Koncept 6: Betongbalkbro i ett spann kombinerad med rambro i ett spann över ridvägen.

Koncept 7: Snedställd rambro i betong i tre kontinuerliga spann.

Koncept 8: Balkbro i trä i tre spann.

Koncept 9: Snedkabelbro i två spann med snedställda betongpyloner mellan ridväg och Viskan.

Koncept 10: Snedkabelbro i ett spann med två betongpyloner på vardera sida.

4.2 Val av koncept för vidareutveckling

De ovanstående koncepten har utvärderats med hänsyn till flertalet aspekter. En av de avgörande aspekterna för valet av bro är kravet på den fria höjden över ridvägen och gångstråket. På grund av höjdbegränsningarna valdes koncept med balkar som huvudbärverk bort, det vill säga koncept 6 och 8, då dessa uppskattades bli för tjocka. Koncept 7 med den snedställda ramen valdes också bort på grund av risken att inkräkta på den fria höjden. Vidare valdes koncept 1 bort med hänsyn till den fria höjden eftersom tanken var att bågen börjar något under farbanan, likt Svinesundsbron. Detta koncept innebär också omfattande och dyra grundläggningsarbeten eftersom bågen inte kan grundläggas direkt på berg.

Vidare valdes de koncept med stöd mellan Viskan och ridvägen bort baserat på att det kan finnas en risk att grundläggningsarbetet så nära Viskan kan leda till skred eller stora massförflyttningar. Eftersom utsläpp i Viskan ska undvikas är det en fördel att inte utföra något arbete där. Därför valdes koncept 8 och 9 bort. Slutligen valdes koncept 4 bort på grund av höga produktions- och beräkningskostnader. Av estetiska skäl, framförallt med avseende på brons anpassning till omgivningen och arkitektoniska utformning, valdes koncept 5 bort.

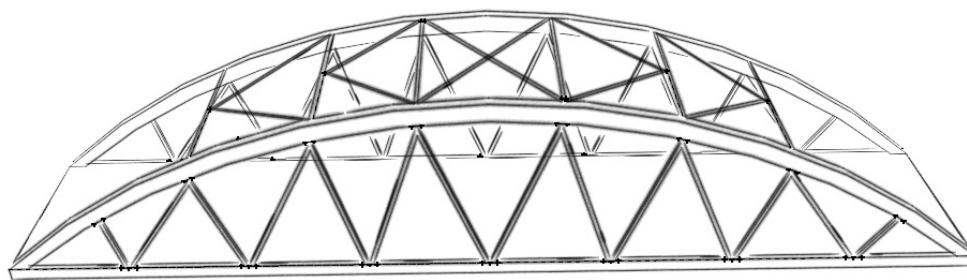
De tre kvarvarande koncepten är således koncept 2, 3 och 10 vilka i fortsättningen kommer benämnas som *Facket*, *Hanging Tree* samt *Läderlappen*.

5 Vidareutveckling av valda koncept

I det första urvalet sållades de tio koncepten ned till de tre koncepten Facket, Hanging Tree och Läderlappen. Dessa tre koncept kommer i detta kapitel vidareutvecklas för att ge ett bredare underlag till urvalsprocess 2. De olika koncepten kommer presenteras mer utförligt med hänsyn till konstruktion, produktionsmetod samt förvaltning och underhåll.

5.1 Facket

Facket är en fackverksbågbro i stål i ett spann med en total längd på 75 meter och en fri brobredd på cirka 17 meter. Ändstoden plattgrundläggs på båda sidor. Bågarna är utformade som fackverk med mellanliggande dragband utformade som I-balkar. Bågarna, fackstagen och transversalerna består av slutna ställådor i olika dimensioner. Farbanan är en samverkanskonstruktion av stål och betong. Den består av två längsgående I-balkar med tio stycken mellanliggande tvärbalkar vid respektive anslutningspunkt till fackstagen. Ovanpå dessa gjuts en betongplatta som samverkar med underliggande balkar. En enkel skiss av Facket visas i Figur 5.1.



Figur 5.1: Skiss på konceptet Facket. Författarnas egna bild.

5.1.1 Produktionsmetod

Bågarna samt de längsgående I-balkarna prefabriceras i 4 delar vardera för att underlätta transporten till arbetsplatsen. Övriga stålkomponenter prefabriceras i sin helhet och levereras till platsen. Komponenterna svetsas samman på östra sidan av Viskan till en sammanhängande konstruktion som sedan lanseras ut över ån. För att komma åt att svetsa fast bland annat transversaler, samt anslutningar mot bågen i överkant används en skylift och en teleskoptruck. Lanseringen påbörjas från den östra sidan där bron skjuts ut mot det västra upplaget. När brons tyngdpunkt närmar sig östra stödet fästs en kran i yttre änden för att hjälpa till att hålla uppe brons egentyngd. När stålkonstruktionen lanserats på plats gjuts betongplattan ovanpå.

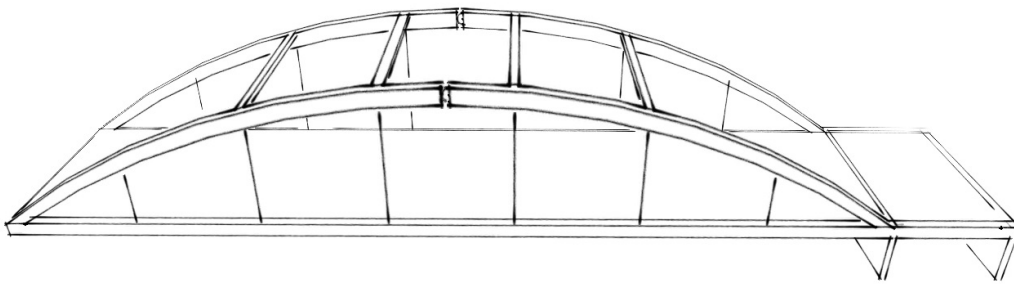
5.1.2 Förvaltning och underhåll

Facket är en konstruktion helt i stål som målas för att skydda konstruktionen mot korrosion. Färgens kvalitet måste kontrolleras och målas om vid behov. Det är framförallt viktigt att kunna komma åt att inspektera bågarna och I-balkarna med avseende på korrosion. Fackstagen som är fastsatta i bågen bildar

anslutningspunkter mot de längsgående I-balkarna som kan ansamla både vatten och smuts. Dessa måste utformas och kontrolleras för att undvika korrosionsskador. Då stålkonstruktionen levereras i delar och svetsas på plats är svetsarna kritiska med avseende på sprickbildning och utmattningsbrott. Farbanan i betong bör kontrolleras för att upptäcka sprickbildning och korrosion på armeringsstänger. Vidare måste också landfäste, lager och grundläggning undersökas för att upptäcka eventuella förflyttningar och sättningar.

5.2 Hanging Tree

Hanging Tree är en träbågbro i limträ i ett spann kombinerad med en plattrambro i betong över ridvägen. Längderna är på 65 respektive 10 meter och den fria brobredden är cirka 17 meter. Bron kommer att plattgrundläggas. Bågarna binds samman med stålkablar och stabiliseras med transversaler. Bågonstruktionens ena ände vilar på plattrambro. Farbanan i sin tur är utformad som en tvärsپänd träplatta och vilar på tvärgående träbalkar som hålls uppe av hängstagen. En enkel skiss av Hanging Tree visas i Figur 5.2.



Figur 5.2: Skiss på konceptet Hanging Tree. Författarnas egna bild.

5.2.1 Produktionsmetod

Innan bågbron byggs gjuts plattrambro över ridvägen. Detta utförs med hjälp av platsbyggda gjutformar i trä. Träbågarna prefabriceras i två delar vardera. Delarna monteras på varsin sida av Viskan och med hjälp av två kranar fälls de ihop och binds samman i en led. Bågarna stagas tillfälligt när resterande arbete genomförs. Respektive bågändar spänns ihop med en stålkabel under farbanan som fungerar som ett dragband. Tvärgående balkar hängs sedan upp i bågarna med hjälp av kablar och på dessa kommer farbanan att vila. Den tvärsپända plattan lyfts på plats i prefabricerade segment vilka fingerskarvas och sedan tvärsپänns. Till sist lyfts transversalerna på plats och sammanbinder de två bågarna.

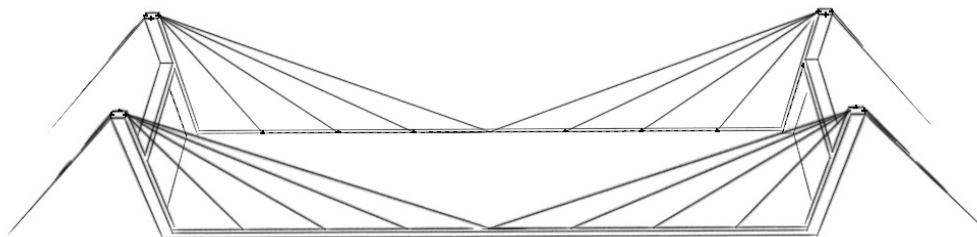
5.2.2 Förvaltning och underhåll

En kritiskt punkt i konstruktionen är övergången mellan bågbron och rambron. Övergångskonstruktionen måste inspekteras och underhållas kontinuerligt så att inte vatten eller smuts ansamlas där. En träkonstruktions livslängd beror i stor utsträckning på den omgivande miljön och det är därför viktigt att skydda det bärande systemet mot slitage. Detta kan göras med konstruktivt eller kemiskt träskydd. Genom en

bra utformning av skyddet kan det vara tillräckligt att inspektera och byta ut skyddet vid behov. Det är viktigt att kontrollera att det inte blir några vatten eller smutsansamlingar i framförallt knutpunkter mellan bågen, hängarna och farbanan som kan ge upphov till bland annat röta eller svampangrepp. Det är också viktigt att hängstagens skick och infästning i både bågen och brobanan kan inspekteras. Likaså är det viktigt att kunna inspektera de underliggande dragbanden med avseende på korrosion och utmattnings. För plattrambron som är konstruerad i betong är det viktigt att kontrollera sprickbildningen i betongen, och även kontrollera ifall korrosion uppstår i armeringen. Vidare måste också landfäste, lager och grundläggning undersökas för att upptäcka eventuella förflyttningar och sättningar.

5.3 Läderlappen

Läderlappen är en snedkabelbro i ett spann med en total längd på 75 meter och en fri brobredd på cirka 17 meter. Kablarna har en solfjäderanordning bestående av fyra kablar per pylon som fästs i farbanan med cirka tio meters mellanrum. Pylonerna, som är cirka 20 meter höga betongpyloner, bakåtförankras i sin tur med kablar. Bakåtförankringskablarna fästs i ett betongankare som ska balansera krafterna i kablarna från farbanan så att pylonerna är i jämvikt. Pylonerna grundläggs med pålar ned till berg och stabiliseras med mellanliggande tvärbalkar i betong. Farbanan består av en samverkanskonstruktion av stål och betong. Den utformas med längsgående I-balkar som fästs i kablarna och mellan dessa löper 17 tvärbalkar. Tvärbalkarna sammanfogas med de längsgående balkarna vid och mittemellan varje kabelinfästning. Ovanpå detta ligger sedan en samverkande betongplatta. En enkel skiss av Läderlappen visas i Figur 5.3.



Figur 5.3: Skiss på konceptet Läderlappen. Författarnas egna bild.

5.3.1 Produktionsmetod

Pylonerna gjuts på plats med hjälp av platsbyggda träformar. För att snabba på produktionstiden gjuts alla pyloner samtidigt i etapper. Eftersom det krävs armering i pylonerna behövs ett utrymme för en armeringsstation i anslutning till platsen. När pylonerna är färdiggjutna gjuts tvärbalkarna mellan dessa med hjälp av en form. Farbanan kommer sedan konsoluthbyggas i total fyra segment där de prefabricerade längsgående balkarna och tvärbalkarna svetsas ihop på plats, vilket också kommer kräva utrymme. Ett segment i taget kommer sedan lyftas ut och fästas i pylonerna med hjälp av kablar. Detta balanseras genom att pylonerna bakåtförankras. Konsoluthbyggnaden görs från båda sidor samtidigt vilket kräver tillfälliga konstruktioner i form av två kranar. När samtliga segment är på plats och svetsats samman gjuts farbanan.

5.3.2 Förvaltning och underhåll

För en snedkabelbro är kablarna en av konstruktionens kritiska delar. Det måste finnas möjlighet att inspektera dess infästningar i både brobanan och i pylonerna, men även utmed dess löplängd. Kablarna behöver också kunna bytas ut vid slitage eller brott. Längs pylonerna är det lämpligt att ha någon form av löpstege så att hela pylonens skick kan inspekteras. Om dimensionerna tillåter är det fördelaktigt att anlägga löpstegen inuti pylonerna, det underlättar också inspektionen av kabelinfästningarna. Det är också viktigt att kunna inspektera stålbalkarna för att kontrollera att det inte ansamlas fukt och smuts i anslutningarna mellan de olika delarna. Balkarna ska också kontrolleras för korrosion, sprickbildning och utmattningsbrott. Betongen i farbanan bör kontrolleras och underhållas för att upptäcka sprickbildning. Vidare måste också landfäste, lager och grundläggning undersökas för att upptäcka eventuella förflyttningar och sättningar.

6 Urvalsprocess 2

För att ta fram ett slutgiltigt brokoncept jämförs de tre koncepten med varandra. Genom att ställa upp utvärderingskriterier, som är framtagna med bakgrund i beställarkrav, platsspecifika förutsättningar och subjektiva värderingar, kan koncepten poängsättas och utvärderas. Utvärderingskriterierna är framtagna specifikt för detta projekt, vilket innebär att vissa möjliga utvärderingskriterier inte beaktats eftersom de berör avgränsade områden. Detta innebär att urvalsprocessen varierar i stor utsträckning mellan olika projekt med avseende på projektets natur och de personer som är involverade i det.

6.1 Beskrivning av utvärderingskriterier

Vid val av utvärderingskriterierna ansågs säkerhet inte som ett relevant kriterium då alla konstruktioner och produktionsmetoder antogs vara utförda med en hög säkerhetsnivå. Vidare ansågs inte tidsaspekten ur ett samhällsnyttigt perspektiv viktig då den gamla väg 27 fortfarande kommer vara operativ under byggtiden. Konstruktionsarbetet erfordrar därför inga avstängningar. Dessa två kriterier skulle alltså generera samma poäng för alla koncept och därmed inte föra utvärderingen framåt. Nedan presenteras de framtagna utvärderingskriterierna.

1. Produktionstid

Produktionskostnaden för ett projekt är kopplad till produktionstiden. En låg kostnad eftersträvas oftast och således en kort byggtid. Detta kriteriet avser att jämföra de olika koncepten med hänsyn till byggtiden.

2. Materialkostnad

Kriteriet avser att jämföra materialkostnaderna för de olika koncepten. Materialåtgången för respektive koncept har uppskattats för att jämföra kostnaderna.

3. Produktionsmetodens områdespåverkan

Konceptens olika utformning innebär skilda produktionsmetoder. Kriteriet tar hänsyn till hur den omkringliggande miljön påverkas, framförallt med hänsyn till utsläpp i Viskan. I kriteriet vägs in hur mycket av bron som förproduceras och hur mycket som produceras på plats.

4. Materialens miljöpåverkan

Utifrån de begränsningar som har gjorts tar kriteriet endast hänsyn till miljöpåverkan i form av mängden koldioxidutsläpp som är kopplade till materialen vid tillverkning. Koncepten består av olika material och denna jämförelse avser att avgöra vilket koncept som har minst inverkan på miljön.

5. Temporära konstruktioner

Beroende på valet av produktionsmetod behövs temporära konstruktioner där det optimala är att använda så få som möjligt. Här kommer koncepten bedömas med hänsyn till antal och typ av temporära konstruktioner, samt hur länge de brukas.

6. Anpassning till befintlig omgivning

Ett krav är att konceptet måste ta hänsyn till befintligt fritidstråk och ridväg som finns i anslutning till

Viskan. Konceptet ska också anpassas till kringliggande natur och djurliv. Ett samspel mellan natur och bro ska därför eftersträvas.

7. Arkitektonisk utformning

Kriteriet avser att bedöma koncepten med hänsyn till dess arkitektoniska utformning. Konceptet ska vara estetiskt tilltalande för både trafikanter och människor som vistas i området. Detta kan uppnås genom till exempel belysning, färgval eller innovativ design. En tidlös design eftersträvas eftersom bron har i avsikt att stå där i minst 80 år.

8. Lågt underhållsbehov

För att konceptet ska vara tillförlitlig under hela livslängden är det viktigt att slitagedelar kan bytas ut och att ett löpande underhåll genomförs. Underhållsbehovet varierar mellan olika konstruktionstyper och material, därför eftersträvas ett lågt underhållsbehov.

9. Inspektionsbarhet

Enligt krav från trafikverket måste en bro vara möjlig att inspektera och tillståndsbedöma oberoende av brotyp. Hur lättillgängliga vissa delar i konstruktionerna är varierar mellan koncepten och bedöms därefter.

10. Beräkningskomplexitet

Det är lönsamt om konceptet är enkelt att beräkna eftersom det förenklar konstruktörens arbete och beräkningarna blir lätta att validera. Genom enkla och snabba beräkningar sparas också kostnader, vilket är att eftersträva.

Viktning av utvärderingskriterier

Ovanstående kriterier har jämförts med varandra. Detta har resulterat i en viktning av kriterierna där kriteriet med högst procentsats anses som det viktigaste i det fortsatta valet av brokoncept. Jämförelsens resultat kan ses i Tabell 6.1.

Tabell 6.1: Viktningsmatris med jämförelse och viktning av utvärderingskriterier.

Utvärderingskriterier		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Summa	Viktning
1	Produktionstid		2	1	3	2	1	3	2	2	2	18	10,0%
2	Materialkostnad	2		1	2	1	1	2	1	2	2	14	7,8%
3	Produktionsmetodens områdespåverkan	3	3		3	2	2	3	2	3	3	24	13,3%
4	Materialens miljöpåverkan	1	2	1		1	1	2	1	1	1	11	6,1%
5	Temporära konstruktioner	2	3	2	3		1	3	2	2	1	19	10,6%
6	Anpassning till befintlig omgivning	3	3	2	3	3		3	2	3	2	24	13,3%
7	Arkitektonisk utformning	1	2	1	2	1	1		1	2	1	12	6,7%
8	Lågt underhållsbehov	2	3	2	3	2	2	3		3	3	23	12,8%
9	Inspektionsbarhet	2	2	1	3	2	1	2	1		1	15	8,3%
10	Beräkningskomplexitet	2	2	1	3	3	2	3	1	3		20	11,1%
1=mindre viktig, 2=lika viktig, 3=mer viktig												180	100,0%

6.2 Betygsättning av brokoncept

För att ta fram det slutgiltiga brokonceptet betygsätts de tre koncepten med hänsyn till utvärderingskriterierna. Varje koncept får ett betyg mellan ett och fem som sedan viktas med procentsatserna från viktningen av utvärderingskriterierna. Nedan följer korta motiveringar av betygsättning för respektive koncept.

1. Produktionstid

Både Facket och Läderlappen prefabriceras i delar som sedan svetsas ihop på plats. Facket lanseras ut och anses därför något effektivare än de övriga två som innefattar gjutning av pyloner samt gjutning av rambro. Hanging Tree innefattar många moment som är beroende av att föregående moment är klart, vilket gör att arbetet riskerar att bli stillastående. Därför har Facket fått högst betyg och Hanging Tree lägst.

2. Materialkostnad

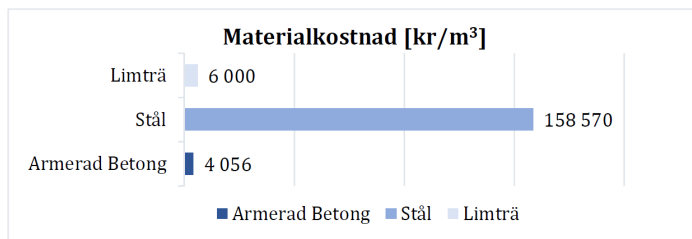
Konceptens materialkostnad har bedömts genom att först göra en grov uppskattning av respektive koncepts materialåtgång, vilket redovisas i Tabell 6.2. Armeringsmängden har för armerad betong uppskattats till 4% (Bäckström, 2017).

Tabell 6.2: Konceptens uppskattade materialåtgång.

Materialåtgång [m ³]			
	Facket	Hanging Tree	Läderlappen
Armerad Betong	430,0	350,0	700,0
Stål	59,0	0,5	10,0
Limträ		320,0	

Kostnader för armerad betong¹, stål² och limträ³ ses i Tabell 6.3 och har erhållits genom personlig kontakt med företag. Total materialkostnad för respektive koncept visas i Tabell 6.4. Läderlappen som har lägst kostnad får därmed högst betyg medan Facket får lägst.

Tabell 6.3: Uppskattad kostnad för konstruktionsmaterial.



Tabell 6.4: Total materialkostnad för respektive koncept.

Total materialkostnad [kr]	
Facket	11 099 710
Hanging Tree	3 418 885
Läderlappen	2 899 200

¹Ingemar Löfgren, Thomas Betong. Betong 1100 kr/m³, Armering 75000 kr/m³

²Stena Stål. Konstruktionsstål 20,2 kr/kg. Antagen densitet 7850 kg/m³

³Erik Augustsson, Moelven. Limträ 6000 kr/m³

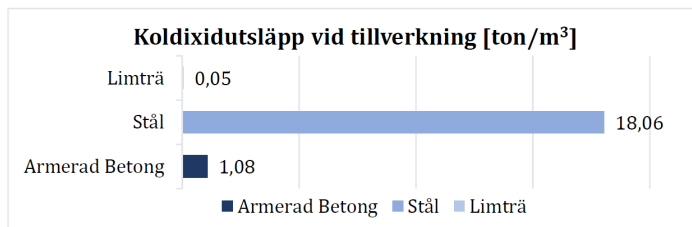
3. Produktionsmetodens områdespåverkan

Vid produktion av Facket och Läderlappen gjuts farbanan när resten av bron är på plats, vilket innebär risker i form av utsläpp i Viskan. I värsta fall kan även lanseringen av Facket innebära att konstruktionen välter. Både Facket och Läderlappen kräver etablering vid sidan av för att montera ihop delar av bron. Vid produktion av Hanging Tree ska rambron gjutas i närheten av Viskan vilket kräver omfattande markarbeten och formsättning. Därmed har Hanging Tree fått lägst betyg medan Facket och Läderlappen anses likvärdiga.

4. Materialens miljöpåverkan

Med samma uppskattning av materialåtgången, som för materialkostnad, har materialens miljöpåverkan tagits fram, se Tabell 6.6. Detta har möjliggjorts med indata⁴ som visas i Tabell 6.5. Facket som släpper ut mest koldioxid har fått lägst betyg.

Tabell 6.5: Koldioxidutsläpp vid tillverkning av konstruktionsmaterial.



Tabell 6.6: Materialens totala miljöpåverkan för de respektive koncepten.

Materialens miljöpåverkan [kg·CO ₂]	
Facket	1529,4
Hanging Tree	402,8
Läderlappen	936,1

5. Temporära konstruktioner

Facket kommer behöva flertalet temporära konstruktioner, dock under en kortare tid jämfört med de två övriga koncepten och har därför fått högst betyg. Hanging Tree och Läderlappen bedöms likvärdigt inom detta kriteriet. Båda behöver gjutformar för platsgjutning och dessutom behövs det minst två kranar för båda koncepten.

6. Anpassning till befintlig omgivning

Subjektiv bedömning av hur koncepten är anpassade till omgivningen där koncepten med ett spann värderas högre för att det anses trevligare för de som utnyttjar ridvägen. Facket och Läderlappen anses därför likvärdiga vilket ger dem högt betyg. Hanging Tree får lägre betyg på grund av rambron, träet i konstruktionen smälter dock in bättre i naturen vilket höjer dess betyg något.

7. Arkitektonisk utformning

Hanging Tree anses mest innovativ med hänsyn till dess konstruktionsmaterial. Facket och Hanging Tree anses inte som särskilt innovativa konstruktioner. Läderlappen är en mindre vanlig brotyp att se i Sverige vilket kan skapa en tilltalande kontrast mot omgivningen för trafikanter och de som nyttjar fritidsstråket. Därmed har Läderlappen fått högst betyg och Facket lägst.

⁴Svenska Cellulosa AB. Stål 2300 kg·CO₂/ton, Limträ 100 kg·CO₂/ton, Betong 428 kg·CO₂/ton

8. Lågt underhållsbehov

Eftersom konceptet Hanging Tree är utformad i trä kommer den ha högt underhållsbehov. Många av trädelarna kommer att slitas under konstruktionens livslängd och kan behöva bytas ut. Övergångskonstruktionen är också underhållskrävande, därför får Hanging Tree lägst betyg. I Facket är svetsarna mellan stålbalkarna mest kritiska, men det kan räcka med att fylla i dem. Konceptets kontinuerliga underhåll är koncentrerat till ommålning som är en omständlig och tidskrävande process om den inte genomförs ordentligt. För Läderlappen är pylonerna förhållandevis underhållsfria men kan bli omfattande om betongen inte skyddas tillräckligt från salt och karbonatisering. Snedkablarna behöver däremot underhållas något mer. Läderlappen anses ha lägst underhållsbehov och får därför högst betyg.

9. Inspektionsbarhet

Facket och Hanging Tree har ungefär samma utformning med skillnad att den tillkommande rambron för Hanging Tree innebär ett extra moment. Facket har däremot många anslutningspunkter som ska kontrolleras vilket ger den ett lägre betyg. Läderlappen har fått lägst betyg då den med sina höga pyloner är svårare att inspektera, och de genererar ett extra riskmoment med höjden och kablarna.

10. Beräkningskomplexitet

Facket är en homogen lösning som kan ses som en fritt upplagd balk vilket underlättar beräkningarna. En svårighet som kan uppstå är vid infästningarna där de olika vinklarna av snedstagen kan medföra hinder. Läderlappen ses som likvärdig med Facket då det är samma svårighet i snedkablarnas infästningsvinklar. När Hanging Tree beräknas kan svårigheter uppstå då hänsyn måste tas till olika delar och material som ska beräknas. Dessutom kan det uppstå problem när de båda systemen ska samverka, på grund av de många variabler och därmed mer utdragna beräkningar har den fått lägst betyg.

Utvärderingsmatris

I Tabell 6.7 visas en sammanställning av konceptens betyg för de olika utvärderingskriterierna. Det vinnande konceptet presenteras sedan i Kapitel 6.4.

Tabell 6.7: Utvärderingsmatris med betygsättning och viktning av de olika koncepten.

Utvärderingskriterier		Viktning	Facket		Hanging Tree		Läderlappen	
1	Produktionstid	10,0%	5	0,50	3	0,30	4	0,40
2	Materialkostnad	7,8%	1	0,08	4	0,31	5	0,39
3	Produktionsmetodens områdespåverkan	13,3%	4	0,53	3	0,40	4	0,53
4	Materialens miljöpåverkan	6,1%	1	0,06	4	0,24	3	0,18
5	Temporära konstruktioner	10,6%	4	0,42	2	0,21	2	0,21
6	Anpassning till befintlig omgivning	13,3%	4	0,53	3	0,40	4	0,53
7	Arkitektonisk utformning	6,7%	2	0,13	3	0,20	4	0,27
8	Lågt underhållsbehov	12,8%	3	0,38	2	0,26	4	0,51
9	Inspektionsbarhet	8,3%	3	0,25	4	0,33	2	0,17
10	Beräkningskomplexitet	11,1%	4	0,44	2	0,22	4	0,44
Summa			3,34		2,88		3,64	

6.3 Riskanalys

En riskanalys är viktigt att genomföra tidigt i projekteringen för att kunna identifiera och ta hänsyn till risker vid utformning, dimensionering och produktion av de olika koncepten. Exempel på konsekvenser av en oönskad händelse är att människor kan komma till skada, stora tekniska problem kan uppstå, ändringar i tidsplanen, ökade ekonomiska utgifter och att Viskan samt närliggande mark skadas. För respektive koncept har därför olika tänkbara händelser nämnts med hänsyn till dessa konsekvenser.

Med riskanalysen avses att undersöka sannolikheten, P , att en viss händelse inträffar och hur omfattande konsekvensen, K , skulle bli. En etta avser låg sannolikhet/låg konsekvens och en trea avser hög sannolikhet/hög konsekvens. Produkterna av sannolikheten och konsekvensen adderas vilket bildar jämförelsevärdet. En låg slutsumma eftersträvas då det indikerar ett säkrare koncept. Risker som bedöms likvärdiga för alla tre koncepten har inte beaktats då de inte anses ge något utslag i bedömningen, till dessa hör bland annat stödsättningar och utsläpp av bensin eller olja som kan rinna ned i Viskan vid en fordonsolycka.

Facket

I Tabell 6.8 presenteras och summeras Fackets risker. En risk vid produktionen av Facket är lanseringen över Viskan. Bron skulle kunna falla av stöden eller att kranen som tar emot konstruktionen på andra sidan välter. Kranen, men även skyliften eller teleskoptrucken kan också välta när bron monteras ihop vid sidan av Viskan. Även gjutning av farbanan utgör en risk för Viskan i form av utsläpp av betong eller tillsatsmedel. På samma sätt utgör målning och underhåll en risk för utsläpp i Viskan. När de olika delarna på Facket ska svetsas ihop på arbetsplatsen måste åtgärder tas för att säkerställa att det inte finns någon brandrisk. Kollision med det bärande systemet som till exempel transversalerna eller snedstagen är en risk att beakta.

Tabell 6.8: Risker för Facket med sannolikhet, P , och konsekvens, K , för respektive risk.

Facket			
Risk	P	K	$P \times K$
Konstruktionen glider av stödet vid lansering	1	3	3
Vältning av kran vid lansering och montering	1	3	3
Teleskoptruck/skylift välter vid montering	1	2	2
Läckage i Viskan vid gjutning av farbana	3	2	6
Läckage av färg i Viskan vid underhåll	3	2	6
Brandrisk vid svetsning på torrt underlag	1	2	2
Kollision med transversaler, snedstag eller båge	1	3	3
Summa			25

Hanging Tree

I Tabell 6.9 presenteras och summeras riskerna för Hanging Tree. Produktion av rambron innebär ett riskmoment i form av att skred mot Viskan kan ske, men också utsläpp från gjutningen. En ytterligare risk under produktionen är när träbågarna ska fällas ihop då de kan välta om de inte stadgas upp ordentligt. Vid monteringen finns en risk för att kranen som används välter eller att verktyg och maskiner hamnar

i Viskan. Kollision med det bärande systemet, som till exempel transversaler vid höga fordon eller hängarna på sidan är en risk att beakta. Risken för kollision med rambron har inte beaktats då ingen trafik ska framföras på ridvägen.

Tabell 6.9: Risker för Hanging Tree med sannolikhet, P , och konsekvens, K , för respektive risk.

Hanging Tree			
Risk	P	K	$P \times K$
Läckage i Viskan vid gjutning av rambron	3	2	6
Skred på grund av stöd mellan Viskan och ridväg	1	3	3
Montering av bågar och övriga delar	2	3	6
Vältning av kran vid montering	1	3	3
Tappa verktyg eller maskiner i Viskan vid montering	3	1	3
Kollision med transversaler, båge eller hängare	1	3	3
Summa			24

Läderlappen

I Tabell 6.10 presenteras och summeras Läderlappens risker. Pylonerna gjuts på plats och om de inte stagas ordentligt finns det en risk att de välter. Den höga höjden på pylonerna innebär också en risk för att luftburna fordon kolliderar med dem. På samma sätt finns det en risk att fordon kolliderar med pylonerna på marknivå eller med snedkablarna. Kollision med bakåtförankringens infästning är också en risk att beakta. Kranarna som används vid monteringen riskerar att kunna välta, kanske framförallt vid montering av de sista segmenten då de jobbar långt ut ifrån sitt rotationscentrum. Det finns också en risk i samband med monteringen att ett segment tappas i Viskan. Under monteringen finns en risk att verktyg eller maskiner tappas i Viskan och gjutningen av farbanan kan innebära utsläppsrisker.

Tabell 6.10: Risker för Läderlappen med sannolikhet, P , och konsekvens, K , för respektive risk.

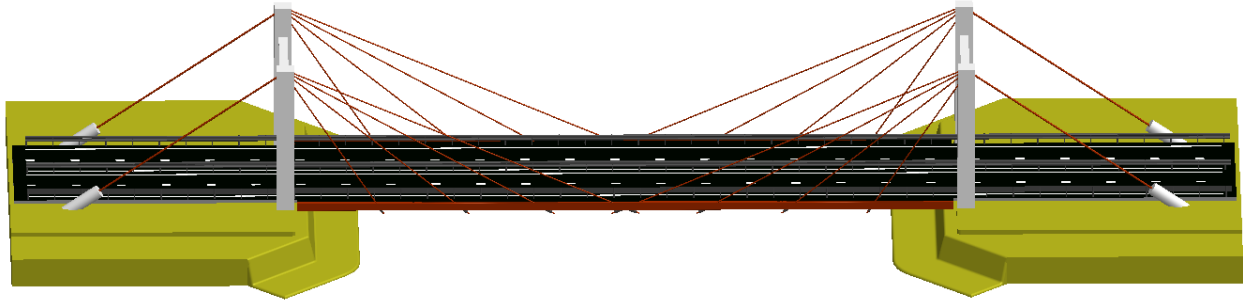
Läderlappen			
Risk	P	K	$P \times K$
Vältning av pyloner under produktion	1	3	3
Kollision med pylon av luftburet fordon	1	3	3
Kollision med snedkablarna eller bakåtförankring	1	3	3
Vältning av kranar vid montering	1	3	3
Tappa segment i Viskan vid montering	1	3	3
Tappa verktyg eller maskiner i Viskan vid montering	3	1	3
Läckage i Viskan vid gjutning av farbana	3	2	6
Summa			24

6.4 Slutgiltigt val av koncept

Slutligen sammanvägdes resultatet från utvärderingsmatrisen i Tabell 6.7, och resultaten från respektive koncepts riskanalys från Kapitel 6.3. Detta resulterade i att Läderlappen fick bäst betyg och valdes därmed som det slutgiltiga konceptet att detaljutforma och preliminärdimensionera.

7 Detaljutformning av valt koncept

Nedan följer en mer detaljerad beskrivning av brons delar. Det som behandlas är brons arkitektoniska utformning, utformning av det bärande systemet, grundläggning och landfästen samt produktions- och underhållsplan. Avslutningsvis ges en kort översikt över brons miljöpåverkan. En mer genomarbetad och detaljerad skiss av bron togs fram i samband med detaljutformning, se Figur 7.1.



Figur 7.1: Skiss på Läderlappens utformning. Författarnas egna bild.

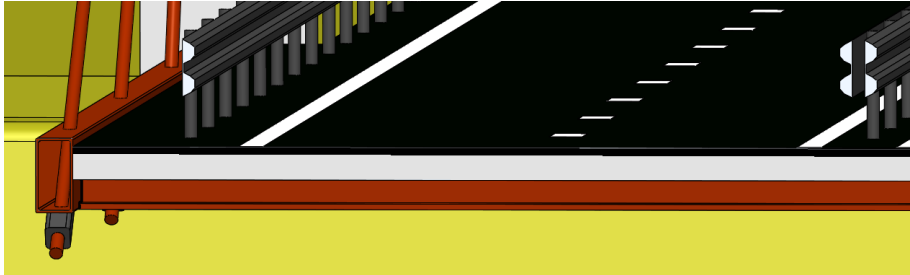
7.1 Arkitektonisk utformning

Eftersom bron kommer att placeras i ett populärt fritidsområde där många människor vistas är estetiken viktig under livslängden. Bron kommer därför att effektbelysas för att förstärka konstruktionens estetiska utformning. Armaturer kommer att placeras och lysa upp pylonerna både uppifrån och nedifrån. Det kommer också att placeras armaturer vid infästningen av kablarna till pylonerna som ska belysa kablarna nedåt mot farbanan. Vid landfästena kommer armaturer som lyser upp de längsgående lådbalkarna att placeras. Färgen som har valts på lådbalkarna är en jordnära rostbrun färg och detta valet har gjorts med avseende på konstruktionens anpassning till omgivningen. Pylonerna kommer inte att målas eftersom den ursprungliga färgen bedöms skapa ett rustikt och hållbart utseende. Vid formarbetet, inför gjutningen av pylonerna, har det också tagits hänsyn till omgivningen. Formarna kommer att byggas av liggande brädor för att skapa naturliga linjer som ska smälta in i omgivningen. För att skapa en sammanfogande helhetsbild av konstruktionen kommer kablarnas yttre skyddande gummiskikt vara i samma nyans som de längsgående lådbalkarna.

7.2 Utformning av farbana

Farbanan kommer att utformas som en samverkanskonstruktion av betong och stål. Betongplattan som gjuts ovanpå kommer att vara slakarmerad med en viss bombering, vilket ska ge den ett prismatiskt tvärsnitt. I-balkarna kommer att vara utformade med studs i ovankant som gjuts in i betongen för att överföra krafter och således utgöra samverkan. Ovanpå betongplattan kommer först ett tätskikt att läggas, för att skydda betongen mot fukt och kemikalieinträning. Ovanpå detta läggs sedan ett bindlager och

ett slitlager. Beläggningen som ska användas är enligt Bilaga I typbeläggning nr 4, uppbyggnad 2IIIA. Detta innebär att en en-lagers tätskitsmatta om 5 millimeter ska användas innan ett kombinerat bind- och slitlager om 90 millimeter läggs ovanpå (Trafikverket, 2011b). Ett snitt av farbanans utformning syns nedan i Figur 7.2, dock syns inte betongplattans bombering i figuren.



Figur 7.2: Tvärsnitt av farbanans principiella utformning. Författarnas egna bild.

Räcken ska placeras längs ytterkanterna av brobanan på kantbalken för att skydda kablarna och därmed det bärande systemet vid kollision men också för att förhindra att fordon riskerar att åka ned i Viskan vid en olycka. Det ska även finnas mitträcken mellan körfälten för att minimera risken för kollision av fordon i motsatt körriktning. Alla räcken ska enligt Bilaga I uppfylla kraven för kapacitetsklass H2 och vara av samma typ som anslutande vägräcken. Några beräkningar kommer inte att genomföras för räckena och dess infästningar.

7.3 Utformning av pyloner

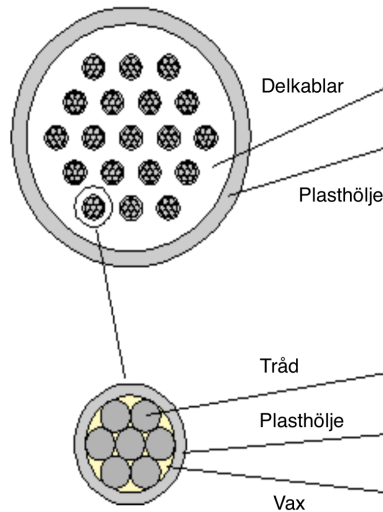
Pylonerna kommer bestå av fyra stycken raka kvadratiske pelare med en höjd av 20 meter. Det enkla tvärsnittet leder till en symmetrisk tryckzonshöjd och jämn inläggning av armeringen. Tvärsnittet är också fördelaktigt ur produktionssynpunkt eftersom pylonen kan gjutas på plats med en klätterform som har en konstant storlek. På en höjd av cirka 15 meter på pylonerna kommer en avstyvande tvärbalk att monteras. Tvärbalken kommer även den vara i betong med ett kvadratisk tvärsnitt, detta för att likt pylonerna förenkla beräkningar och produktion av dessa.

För att underlätta inspektioner och eventuellt underhållsarbete i framtiden kommer det anläggas en inspektionsstege. Stegen kan antingen placeras på pylonens insida eller på pylonens utsida. Via denna stege är tanken att det ska gå att genomföra inspektioner och underhåll av pylonerna såväl som kablarna och dess infästningar.

7.4 Utformning av snedkablar

Bron kommer att konstrueras med fyra kablar infästa i vardera pylon som anordnas i solfjäderform. Detta innebär att totalt 16 kablar används för att hänga upp farbanan. För att förankra lasterna bakåt och uppnå horisontell jämvikt i pylonen förankras de med en grövre bakåtförankringskabel som fästs i ett betongankare angjort 25 meter bakom pylonerna. Totalt kommer det alltså innebära fyra bakåtförankringskablar med tillhörande ankare. Kablarna är gjorda i stål med ett cirkulärt tvärsnitt och består av ett antal mindre

delkablar, se Figur 7.3. Delkablarna skyddas av ett omslutande skyddsrör i plast. Varje delkabel i röret består av ståltrådar som i sin tur är skyddade av skyddsrör i plast. Hållrummet mellan trådarna är fyllt med vax för att hålla dem på plats men också skydda mot smuts och korrosion. Kablarna har valts till DG-P12 för snedkablarna och DG-P19 för bakåtförankringskablarna enligt (DYWIDAG, 2015).

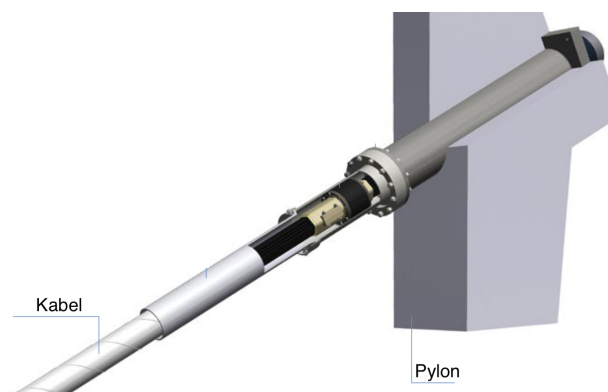


Figur 7.3: Tvärsnittsutförande av en snedkabel i bron (Svahn, 2017).

7.5 Anslutningar

Anslutning mellan snedkablar och pyloner

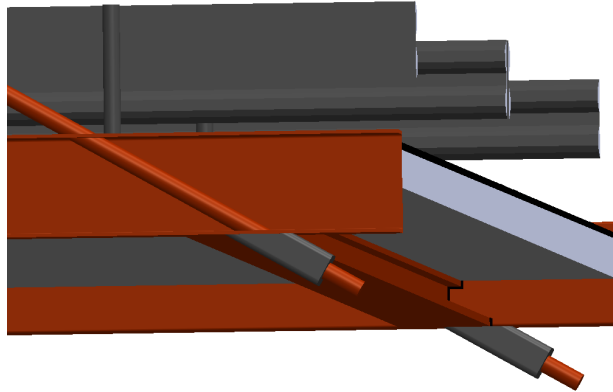
Fästen för kablarna läggs in i pylonerna samtidigt som de gjuts. I Figur 7.4 ses en principiell modell för hur ett sådant fäste kan gjutas in i en pylon för en snedkabelbrokonstruktion. Sedan monteras kablarna i fästet när betongen härdat.



Figur 7.4: Principiell anslutning av snedkabel mot pylon (DYWIDAG, 2015).

Anslutning mellan snedkablar och farbana

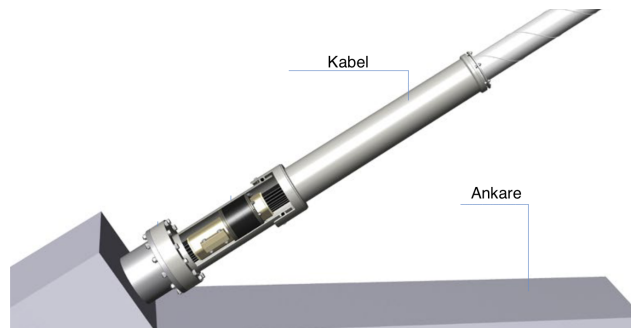
Kablarna som ska bära upp farbanan kommer fästas på undersidan av de längsgående lådbalkarna. Kablarna dras genom lådbalkarna och fästs med låsmutter. Vid varje infästningspunkt kommer tvärgående I-balkar placeras för att fördela lasten från farbanan och transportera ut den till kablarna. I Figur 7.5 är lådbalken skuren så att kabeln syns genom lådbalken för att sedan fästas på undersidan.



Figur 7.5: En genomskärning av lådbalken för att visa kabelns anslutning. Författarnas egna bild

Anslutning mellan snedkablar och betongankare

Likt fästena i pylonen, se Figur 7.4, har de gjutits in i betongen vid tillverkning av ankaret, se Figur 7.6 . När betongen härdat monteras kabeln och spänns upp på samma sätt som i pylonen.



Figur 7.6: Anslutning av snedkabel mot betongankare (DYWIDAG, 2015).

Övergångskonstruktion

Den anslutande vägen och bronns farbana kopplas samman genom en övergångskonstruktion. Övergångskonstruktionen kommer utformas med fingerfogade skarvplattor med en underliggande dräneringskanal. Plattorna ska enligt Bilaga I också vara i ett bullerdämpande stålmaterial. Denna möjliggör temperaturrörelser i konstruktionen utan att det uppstår ett obehagligt gupp i vägen för trafikanterna. Den skyddar också underliggande konstruktion från fukt och smuts från vägbanan.

Anslutning mellan längsgående lådbalkar och tvärgående I-balkar

De tvärgående och längsgående balkarna kommer sammanfogas genom svetsning. De kommer svetsas med kälsvetsar runt om hela skarvytan, det vill säga i både liv och fläns.

7.6 Landfästen och lager

För att föra över lasterna från överbyggnaden till underbyggnaden anordnas landfästen vid brons ändar. Landfästena utformas som en frontmur under bron där en lagerpall placeras. Konstruktionen kompletteras med vingmurar på sidorna som tar upp horisontella rörelser från jordmassor, överfyllnad och bromslaster. Vid landfästena kommer överbyggnaden vara upplagd på lager, som i sin tur står på lagerpallarna. Detta för att ta hand om rörelser i farbanan som uppkommer av framförallt temperaturlaster. Det ena landfästet kommer vara utrustat med ett fast lager och ett ensidigt lager i brons tvärriktning. Det andra landfästet kommer vara utrustat med ett ensidigt lager i brons längdriktning och ett allsidigt lager. Denna kombination av lager tillåter bron att expandera och krympa, i både tvär- och längsled samt minimerar tvångskrafterna i landfästena (Bäckström, 2017). Vid upplagen kommer de tvärgående I-balkarna förstärkas för att kunna föra över lasterna på ett effektivt sätt till underbyggnaden.

7.7 Ytavlopp och omhändertagande av dagvatten

Det är viktigt att ett dagvattensystem existerar för att minska risken för vattenansamlingar på bron vilket kan leda till vattenplaning för fordon eller negativ inverkan på brobeläggningen. Avloppen kommer att placeras strategiskt innanför kantbalken utmed hela brons längd. De kommer sedan att anslutas under bron i ett längsgående stuprör som följer bron ut till landfästena. Stupröret ska konstrueras med en viss lutning för att säkerställa att vattnet transporteras till landfästena istället för att bli stående i rören. Vid landfästena ska dagvattnet tas om hand i ett magasin innan det släpps ut till recipienten. Detta för att minska utsläppen i Viskan. Med detta slutna system minimeras också risken att vatten skvätter från avloppens mynning på stål- eller betongdetaljer och orsakar rost eller annat slitage. Konstruktionen i sig kommer även ha en viss vertikalradie som tillsammans med lutning på stuprören också ger en vattenavrinning så att det transporteras till rätt ställe. Stuprören ska utföras med en krökvinkel om max 45 grader för att minimera risken för smutsansamlingar och stopp i rören (Sandberg, 2017). Hela ytavloppssystemet ska utformas i rostfritt stål.

7.8 Grundläggning

Bron kommer att grundläggas på pålar som går ner till berg. Detta eftersom det ansågs som den mest fördelaktiga grundläggningsmetoden för den här brotypen (Bäckström, 2017). Eftersom bron inte kommer att ha stöd, annat än landfästen, kommer grundläggningsarbetet att koncentreras till de fyra pylonerna som bär konstruktionen. Pålarna kommer att placeras i pålgrupper vars placering och vinkel i förhållande till markplanet kan utnyttjas för maximal bärförmåga. Betongankaret som bär kabelkrafterna kommer att grundläggas med en bottenplatta som schaktas ner och begravs under marken för att motverka ankarets laster.

7.9 Produktionsplan

Produktionen av Läderlappen kommer starta med grundläggning av pylonerna. Pålår slås ned till berg med hjälp av en hejare, varpå en bottenplatta för vardera pylon sedan gjuts ovanpå. På bottenplattorna gjuts sedan pylonerna i segment om 5 meter vardera med en klätterform. Klätterformen innebär att följande segment gjuts och vilar ovanpå det föregående segmentet, vilket kräver att betongen härdat något. Detta innebär att varje segment kräver en cykel på ungefär fem dagar. Arbetet med pylonerna sker parallellt på båda sidor om Viskan. Under tiden pylonerna gjuts och härdas påbörjas arbetet med betongankarna. Det första som görs är att schakta bort material för att kunna gjuta ner bottenplattan. Ovanpå bottenplattan gjuts sedan halsen som kabeln fästs in i. Resterande volym fylls sedan upp med grus. För att effektivisera arbetet ytterligare påbörjas schaktning och gjutning av landfästena samtidigt.

Samtidigt som betongdelarna konstrueras påbörjas montering av stålsegmenten. De längsgående lådbalkarna levereras i fyra delar om 18.75 meter vardera och de tvärgående I-balkarna levereras i färdiga längder. Balkarna svetsas sedan ihop till segment om 18.75 meter. När betongen har härdat tillräckligt påbörjas arbetet med montering av farbanan. Kablarna fästs först in i ankaret och spänns löst upp i pylonerna, sedan hängs första kablarna ut över Viskan. Med en kran lyfts första segmentet på plats och fästs ihop med kabeln. När första segmentet är på plats hängs andra paret kablar in i pylonen. Segment nummer två lyfts på plats och fäst ihop med kablarna. Sedan sätts det ihop med segment nummer ett för att skapa en kontinuerlig konstruktion. Uppspänningen i kablarna justeras allt eftersom egentygnden på konstruktionen ökar. Arbetet sker parallellt på båda sidor om Viskan tills de sista segmenten möts i mitten. Denna metod kan liknas med balanserad konsolutbyggnad men med skillnaden att ankaret agerar motvikt. Farbanan gjuts sedan på kvarsittande form. Efter att betongen fått härda något görs en sista uppspänning av kablarna.

Återstående arbete görs när betongen uppnått tillräcklig hållfasthet. Vilket innefattar bland annat belägningsarbete men också montering av räcken, stuprör, belysning och vägskyltar. När bron är klar återställs platsen i så stor utsträckning som möjligt till hur det såg ut innan.

7.10 Underhåll- och förvaltningsplan

Inspektioner ska utföras i enlighet med beskrivningen i Kapitel 3.5 och åtgärder ska planeras in alternativt utföras akut ifall problem upptäcks. I samband med de schemalagda inspektionerna sker också ett övergripande underhåll av dagvattensystemet. Det ska kontrolleras så att inget rör blivit täppt någonstans för att förebygga stående vatten på bron. Detta kan leda till skador på tätskiktet och således skador på betongen ovanifrån. Kontroll sker också av alla utlopp, så de inte gått sönder vilket kan leda till att vattnet stänker på och skadar omkringliggande betong.

Bron ska också rengöras en gång per år, vilket gäller samtliga konstruktionsdelar. Var femte år ska betongen impregneras, det vill säga farbanan och pylonerna samt betongankaret. Var 15:e - 20:e år ska I-balkar och lådbalkar behandlas mot rost och målas om helt och hållet. Mellan åren sker reparationsbehandlings, rengöring och ifyllnad av färg på de ställen som upptäcks under de årliga inspektionsrutinerna. Om underhållet av kablarna och dess infästningar utförts på ett tillfredsställande sätt bör inte kablarna behöva

bytas ut alls under sin livstid. Skulle oväntat slitage ske på dem under åren eller att underhållet brister är det rimligt att byta dem efter halva brons livslängd, det vill säga 40 år. Kablarna plockas då bort och byts ut var för sig. För bakåtkablarna gäller dock att extra stagande åtgärder måste vidtas innan byte.

Då det är en nykonstruktion av väg 27 samtidigt som bron byggs är det lämpligt att slitlagrena på vägbanan följer samma tidsplan. I praktiken innebär det att omasfaltering av bron sker samtidigt som resten av väg 27.

7.11 Miljöpåverkan

För de delarna av konstruktionen som består av stål ligger den största miljöpåverkan i tillverkningen. Tillverkning av stål är en energikrävande process och kan generera stora utsläpp. Stålet går dock att återvinna i stor grad då konstruktionen rivits eller uppnått sin tekniska livslängd. Även för betong är majoriteten av dess utsläpp koncentrerade till tillverkningsprocessen. Men vid platsgjutning krävs det också mycket material till bland annat formarbeten. Mycket av formvirket går dock att återanvända till andra formar, om det tas hand om direkt. Även betongen går att återvinna i stor utsträckning som till exempel kross eller fyllmaterial.

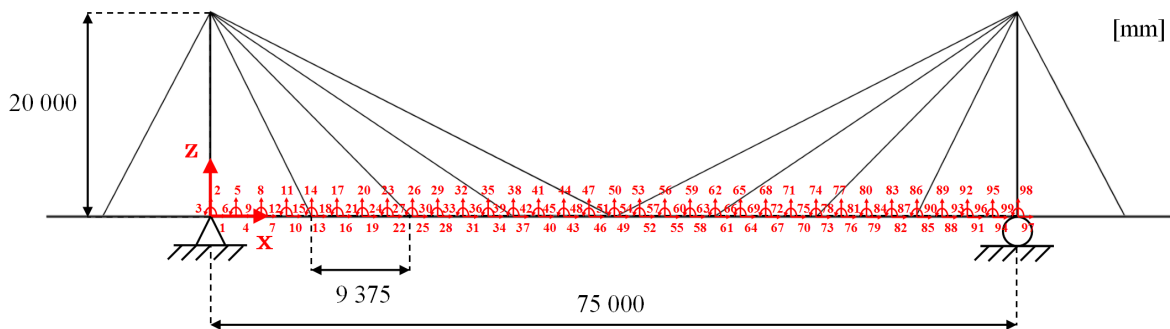
För att minska miljöpåverkan under brons livslängd är det viktigt att underhållet sker på ett hållbart sätt. Valet av färg för att måla I-balkar och lådbalkar kan ha stor inverkan på miljön med tanke på allt stål som ska målas. På samma sätt är det också viktigt att den gamla färgen tas om hand vid rengöring av bron, för att minimera riskerna för skadliga utsläpp i Viskan. Det gäller också vid rengöring av resterande bron att det är viktigt att ta hand om det rengöringsvatten som blir och inte släppa ut det direkt i Viskan.

8 Preliminär dimensionering av valt koncept

Vid den preliminära dimensioneringen av konceptet har först de dimensionerande lasterna tagits fram och delats upp på de olika bärande komponenterna i konstruktionen. Utifrån de rådande lastförhållandena har sedan varje delkomponent dimensionerats var för sig. Nedan finns utförligare beskrivningar av den använda beräkningsmodellen, lastframtagningen samt dimensionering av komponenterna.

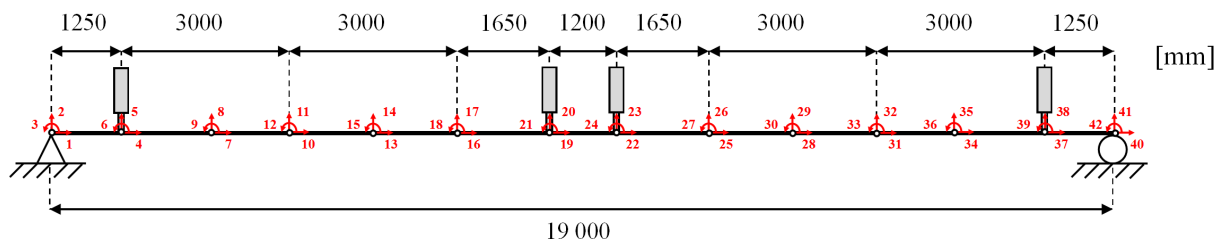
8.1 Beräkningsmodell

Den globala beräkningsmodell som använts vid lastframtagning och dimensionering illustreras i Figur 8.1. De mått som utgått från vid dimensionering är en pylonhöjd på 20 meter, en brobanelängd på 75 meter samt ett avstånd mellan kablarna på 9.375 meter. I figuren visas även de frihetsgrader som använts vid beräkningar av de dimensionerande lasterna, vilka har utförts i Matlab tillsammans med CalFEM. Noderna har placerats vid varje infästning av en tvärbalk samt mittemellan dessa. Detta resulterade i 33 noder med tre frihetsgrader vardera.



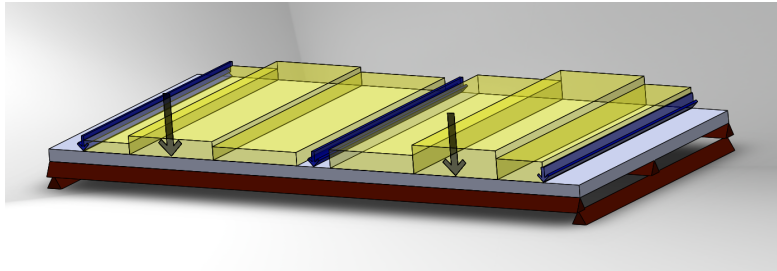
Figur 8.1: Beräkningsmodell med frihetsgrader i längsled. Författarnas egna bild.

Vid framtagning av lasterna i tvärled har tvärbalken delats in i 13 element och 14 noder. Noderna har placerats i kanterna av vardera lastfält samt i mitten av dessa, se Figur 8.2. På grund av att det finns två olika lastfall för beräkningar i tvärled, vilket kan läsas mer om i Kapitel 8.3.2, ser placeringen något annorlunda ut för de två, men principen är densamma.



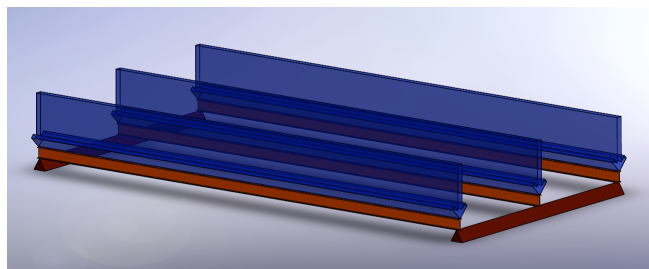
Figur 8.2: Beräkningsmodell med frihetsgrader i tvärled. Författarnas egna bild.

Nedanstående figurer visar hur krafterna fördelas i konstruktionen. Trafiklasterna som verkar på betongplattan illustreras i Figur 8.3 som både jämnt utbredda laster och punktlaster. Betongplattan ska även bära sin egentyngd samt broräckenas egentyngd.



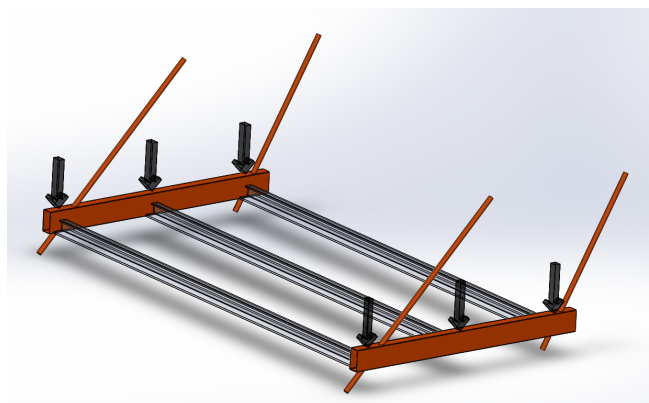
Figur 8.3: Jämnt utbredda laster och punktlaster som verkar på betongplattan. Författarnas egna bild.

Krafterna från betongplattan tas sedan upp av tvärbalkarna som jämnt utbredda linjelaster, vilket illustreras i Figur 8.4. Krafterna som verkar på betongplattan har gjorts om till linjelaster genom att multipliceras med centrumavståndet mellan tvärbalkarna.



Figur 8.4: Resultande linjelaster som verkar på tvärbalkarna. Författarnas egna bild.

Lasterna som verkar på tvärbalkarna förs sedan vidare till de längsgående balkarna där de modelleras som punktlaster enligt Figur 8.5. Därifrån tas sedan lasterna till största del upp av kablarna, men också av ändstöden. Bakåtförankringen tar i sin tur upp kraftkomposanterna i horisontalled medan lasterna i vertikalled förs ner i pylonen och vidare ner i grunden.



Figur 8.5: Resultande punktlaster som verkar på de längsgående balkarna som sedan överförs i kablarna. Författarnas egna bild.

8.2 Laster på brokonstruktioner

För att konstruktioner ska dimensioneras korrekt måste verkande laster räknas fram enligt de regler som gäller i Eurocode (SIS, 2014b). Laster som verkar på ett bärande system delas in i tre olika klasser utifrån den tid de verkar på konstruktionen. De tre klasserna är; permanenta laster, variabla laster samt olyckslaster och beskrivs i nedanstående delkapitel. För att identifiera kritiska laster och dimensionera därefter skapas lastkombinationer med de verkande lasterna.

8.2.1 Permanenta laster

Permanent laster är laster som verkar på systemet under hela dess livslängd. Ett bra exempel på detta är egentyngheden. Den totala egentyngheden för konstruktionen innefattar alla konstruktionsdelar i systemet, både för bärverket och för de konstruktionsdelar som inte har någon bärande funktion (SIS, 2014a). Egentyngd beror på broprofilens tvärsnittsmått, vilket gör framtagningen av egentyngd vid dimensionering till en iterativ process (SIS, 2014b).

8.2.2 Variabla laster

I klassen variabla laster ingår laster som varierar med tiden. Den största variabla lasten som bron utsätts för är trafiklasten, vilken innefattar laster av vägtrafik som består av lastfordon och specialfordon. Fordonstrafiken kan skilja sig åt mellan olika broar beroende på trafikflödet, trafiksituationer och andelen tunga fordon som förekommer. Dessa skillnader beaktas genom att använda olika lastmodeller. De olika lastmodellerna presenteras i Tabell 8.1. Lastmodellerna avser broar med en belastad längd under 200 meter. Modellerna och tillhörande regler är avsedda att täcka in alla trafiksituationer som kan tänkas uppstå och som ska beaktas vid dimensionering. Lasteffekter från vägarbeten eller laster av inspektioner och provbelastningar täcks inte av lastmodellerna utan bör, om så krävs, beaktas separat (SIS, 2007).

Tabell 8.1: Lastmodeller för beräkning av trafiklast (SIS, 2007).

Lastmodell	Förklaring
LM1	Koncentrerade och jämnt utbredda laster. Huvudsak effekterna av trafik med last- och personbilar och denna modell bör användas för lokala och globala beräkningar.
LM2	En axellast på specifika hjulkontaktytor och som täcker in de dynamiska effekterna av normal trafik på bärverksdelar med små spännvidder.
LM3	Ett antal axellaster som representerar specialfordon. Modellen används för lokala och globala beräkningar.

Temperaturförändringar kan ge upphov till temperaturlaster som verkar på konstruktionen. Längdförändring sker i takt med att temperaturen förändras, vilket sker i olika mån för olika material. Inre spänningar uppstår om konstruktioners rörelser förhindras och detta förebyggs genom att låta dem röra sig längs sin utbredningsriktning. En annan variabel last är vindlast. Vindlastens inverkan varierar i stor utsträckning med konstruktionens geografiska placering och omgivning, men också med konstruktionens storlek.

8.2.3 Olyckslaster

Olyckslaster är de laster som uppskattats förekomma mer sällan eller aldrig på konstruktionen men kan ha stora konsekvenser om de inträffar, därav måste dimensionering mot dem ske. Här räknas bland annat explosion, brand, jordbävning samt kollision mellan fordon och det bärande systemet in. Påkörningslaster på oskyddade bärverksdelar beaktas likt ovanstående laster och beräkningsvärden på dessa hämtas från Eurocode (SIS, 2011b). Dessa konstruktionsdelar skyddas i viss mån av broräcken et cetera.

8.2.4 Brottgränstillstånd

För varje kritiskt lastfall ska dimensioneringsvärden för lasteffekter bestämmas genom att kombinera laster som kan verka samtidigt. I detta fall är de variabla lasterna, Q_k , betydligt större än de permanenta lasterna, $G_{k,j}$. Detta gör att Lastkombinationen 6.10b används, där de variabla lasterna ses som huvudlast. Den permanenta lasten reduceras med en faktor ξ_j då den ej är huvudlast. Partialkoefficienterna γ_i beaktar modellosäkerheter och måttvariationer. Den variabla lasten delas i sin tur upp i en huvudlast, $Q_{k,1}$, och i övriga samverkande variabla laster, $Q_{k,i}$. Den senare reduceras med faktorn Ψ_0 . Alla laster läggs sedan ihop till en total last enligt Lastkombinationen 6.10b nedan. Partialkoefficienter och reduktionsfaktorer som används visas i Tabell 8.2 (SIS, 2014b).

Lastkombination 6.10b:

$$\sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$$

8.2.5 Bruksgränstillstånd

Vid beräkningar i bruksgränstillstånd används de tre ekvationerna beskrivna enligt nedan, och de beräknas med reduktionsfaktorer enligt Tabell 8.2. Den med störst värde blir dimensionerande (SIS, 2014b).

Karakteristiska lastkombinationen 6.14b:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Frekventa lastkombinationen 6.15b:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \Psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Kvasipermanenta lastkombinationen 6.16b:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i \geq 1} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Tabell 8.2: Partialkoefficienter och reduktionsfaktorer för beräkningar i brott- och bruksgränstillstånd (SIS, 2007).

Ekvation	ξ	γ_P	γ_G	γ_Q	ψ_0	ψ_1	ψ_2
6.10b	0.85	1.5	1.35	1.5	0.4	-	-
6.14b	-	-	-	-	0.4	-	-
6.15b	-	-	-	-	-	0.4	0
6.16b	-	-	-	-	-	-	0

8.3 Dimensionerande laster

För att kunna göra en preliminär dimensionering av det valda brokonceptet behövs de dimensionerande lasterna för konstruktionen tas fram. Nedan presenteras de dimensionerande lasterna av egentygnd, trafiklast samt vindlast.

8.3.1 Egentygnd

De delar av Läderlappen som har inkluderats i egentygnden är längsgående lådbalkar, tvärgående I-balkar, betongplatta med vägbeläggning samt vägräcken. Beräkningar av egentygnder har gjorts i Matlab, se Bilaga VI. Egentygnd för vägräcke är angivet i Eurocode som 0.5 kN/m. Följande densiteter har använts i beräkningarna:

$$\begin{aligned}\rho_{stål}^5 &= 7850 \text{ kg/m}^3 \\ \rho_{bet}^6 &= 2500 \text{ kg/m}^3 \\ \rho_{armbtg}^7 &= 2520 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

I Tabell 8.3 visas de dimensionerande egentygnderna för beräkningar i både brott- och bruksgränstillstånd. Tvärbalkarna, G1, och de längsgående balkarna, G2, är definierade i kN/m i sin längsriktning. Samma gäller för broräckena, G4. För betongplattan, G3, definieras egentygnden i kN/m² eftersom plattan utbreder sig i både längsled och tvärled. Egentygnderna har tagits fram med hjälp av densiteter, dimensioner och koefficienter i Tabell 8.2.

Tabell 8.3: Dimensionerande egentygnder, G. G1 motsvarar tvärbalkar, G2 längsgående balkar, G3 betongplatta och G4 broräcken.

Dimensionerande egentygnder					
Ekvation		G1 [kN/m]	G2 [kN/m]	G3 [kN/m ²]	G4 [kN/m]
Brottgräns	6.10b	8.29	4.63	10.26	0.57
Bruksgräns	6.14b	7.22	4.04	8.94	0.50
	6.15b	7.22	4.04	8.94	0.50
	6.16b	7.22	4.04	8.94	0.50

8.3.2 Trafiklast

Vid beräkning av trafiklast delas körbanan in i lastfält enligt Eurocode (SIS, 2007). Ett lastfält är tre meter brett vilket, i Läderlappens fall, ger två lastfält på tre meter och ett återstående lastfält på 1.65 meter på vardera sida av mittremsan. En stödremsa på 1.20 meter, som ej belastas av trafik, är placerad på utsidan av lastfälten. Lastfälten numreras och placeras sedan för att ge den mest ogynnsamma lasteffekten. Det lastfält med de största lasterna betecknas som fält nummer 1, och det med näst störst last betecknas som nummer 2 och så vidare. I respektive lastfält placeras de associerade punktlaster samt de utbredda

⁵Stena Stål

⁶Trafikverket

⁷(Burstrom, 2015)

lasterna. För spännvidder överstigande tio meter kan punktlaster ses som en enaxlig koncentrerad last, annars måste dessa behandlas som boggilaster. Förenklingar som gjorts vid beräkning av lasteffekterna är att punktlaster placeras på mitten av ett körfält.

Vid bestämning av effekterna från trafik för beräkningar i brott- och bruksgränstillstånd används karaktäristiska laster enligt Eurocode (SIS, 2007). Dessa visas i Tabell 8.4. Utifrån Läderlappens användning blir Lastmodell 1, LM1, dimensionerande. Lastmodell 1 består av två delsystem; punktlaster $\alpha_Q Q_{Ik}$ och jämnt utbredda laster $\alpha_q q_{Ik}$, där α_Q och α_q är reduktionsfaktorer som tar hänsyn till förväntad trafik och vägklass. De karaktäristiska lasterna och reduktionsfaktorerna ger tillsammans de dimensionerande punktlaster, P, och utbredda lasterna, Q. Dessa redovisas också i Tabell 8.4. En avgränsning som gjorts i detta arbete är att inte behandla externa laster skapade av till exempel vägarbeten.

Tabell 8.4: Karakteristiska punktlaster, Q_{Ik} , och utbredda laster, q_{Ik} , för respektive lastfält som tillsammans med reduktionsfaktorer ger de dimensionerande punktlaster, P, och utbredda laster, Q, (SIS, 2007).

Lastfält	Karakteristiska laster		Reduktionsfaktorer		Dimensionerande laster	
	Q_{Ik} [kN]	q_{Ik} [kN/m ²]	α_Q	α_q	P [kN]	Q [kN/m ²]
1	600	9	0,85	0,85	510	7,65
2	400	2,5	1	1	400	2,5
3	200	2,5	0	1	0	2,5
Övriga	0	2,5	-	1	-	2,5
Återstående yta	0	2,5	-	1	-	2,5

Med hjälp av koefficienterna i Tabell 8.2 och de dimensionerande lasterna i Tabell 8.4 har de dimensionerande lasterna, som används för respektive lastfält för beräkningar i både brott- och bruksgränstillstånd, tagits fram. Dessa redovisas i Tabell 8.5.

Tabell 8.5: Dimensionerande laster. P står för punktlaster och Q för jämnt utbredda laster.

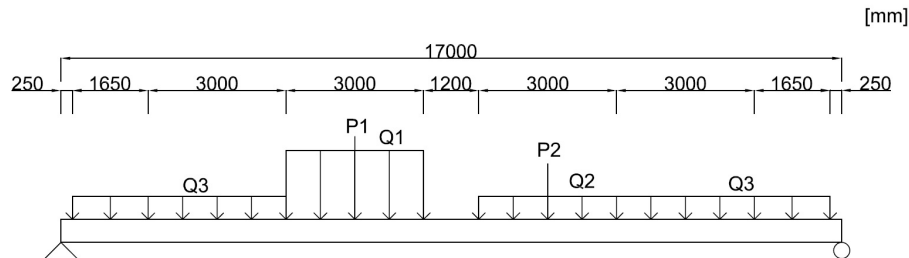
Dimensionerande trafiklaster						
Ekvation		P1 [kN]	P2 [kN]	Q1 [kN/m ²]	Q2 [kN/m ²]	Q3 [kN/m ²]
Brottgräns	6.10b	765	600	11.48	1.50	1.50
Bruksgräns	6.14b	510	400	7.65	1.00	1.00
	6.15b	510	400	3.06	-	-
	6.16b	510	400	-	-	-

Dimensionerande laster i tvärled

De dimensionerande lasterna i tvärled har tagits fram genom att placera de jämnt utbredda lasterna och punktlaster i de lastfält som ger den mest ogynnsamma lasteffekten. Detta ger upphov till två olika lastfall, där lasterna har placerats för att erhålla maximalt moment respektive maximal tvärkraft. Lasternas placering för de två lastfallen visas i Figur 8.6 och Figur 8.7. Med hjälp av lasterna i Tabell 8.5 har dimensionerande moment och tvärkraft beräknats.

Lastfall 1

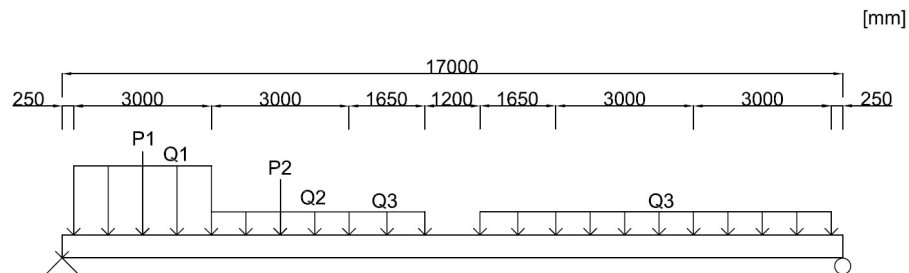
För att erhålla maximalt momentet placeras lasterna närmast mitten enligt Figur 8.6. Lastfält 1 och 2 placeras därmed till vänster respektive höger sida om mitträcket. De tillhörande punktlaster placeras i mitten av respektive lastfält. På resten av brobanan fördelar sig Lastfält 3. För att uppnå det mest ogynnsamma lasteffekterna anses balken vara fritt upplagd.



Figur 8.6: Lastfall 1. Placering av laster för maximalt moment i tvärled. Författarnas egna bild.

Lastfall 2

För att erhålla maximal tvärkraft placeras lasterna närmast en av brokanterna enligt Figur 8.7. Lastfält 1 med tillhörande punktlast placeras längst till vänster. Lastfält 2 placeras i direkt till höger om Lastfält 1 och Lastfält 3 fördelar sig sedan på de övriga ytorna. Balken anses i detta lastfall som fast inspänd då detta ger det mest ogynnsamma resultatet.



Figur 8.7: Lastfall 2. Placering av laster för maximal tvärkraft i tvärled. Författarnas egna bild.

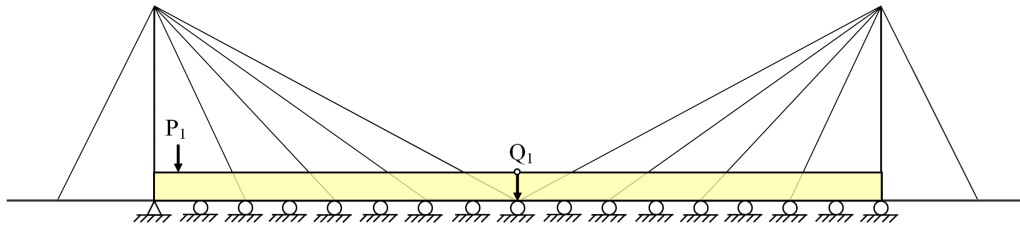
De dimensionerande lasterna i brott- och bruksgränstillstånd för respektive lastfall har beräknats med hjälp av Matlab. Fullständiga beräkningar för framtagning av maximalt moment återfinns i Bilaga VII och beräkningen av maximal tvärkraft återfinns i Bilaga VIII. Resultatet redovisas i Tabell 8.6.

Tabell 8.6: Dimensionerande tvärkraft och moment i tvärled med hänsyn till Lastfall 1 som ger maximalt moment och Lastfall 2 som ger maximal tvärkraft.

Laster i tvärled		Lastfall 1		Lastfall 2	
	Ekvation	V_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	V_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]
Brottgräns	6.10b	1363	8477	1916	5385
Bruksgräns	6.14b	1020	6174	1388	3941
	6.15b	959	5795	1305	3720
	6.16b	938	5625	1265	3636

Dimensionerande laster i längsled

Vid framtagandet av de dimensionerande lasterna i längsled antogs plattan vara fritt upplagd på tvärbalkarna, som modellerades som stöd. Vid beräkning av de dimensionerande lasterna i längsled blev Lastfält 1 dimensionerande eftersom detta gav den mest ogynnsamma lasteffekten. Även broräcket fördelades över hela brobanans längd. Egentyngden för tvärbalkar och betongplattan multiplicerades med lastfältsbredden och har lagts in som punktlaster vid varje stöd. Punktlasten P1 har förenklat placerats mellan de två stöden närmast ena upplaget, för att uppnå maximalt moment och maximal tvärkraft. Beräkningsmodell och placering av lasterna Q1 och P1 visas i Figur 8.8.



Figur 8.8: Beräkningsmodell för dimensionerande laster för betongplattan. Varje tvärbalk antas utgöra ett stöd. Författarnas egna bild.

De dimensionerande lasterna beräknades med hjälp av Matlab, och återfinns i Bilaga IX. Lasterna har tagits fram för brott- och bruksgränstillstånd i både fält och stöd. I Tabell 8.7 visas de erhållna lasterna.

Tabell 8.7: Dimensionerande laster för betongplattan.

Laster längsled, platta		Fält		Stöd	
	Ekvation	V_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	V_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]
Brottgräns	6.10b	492	821	646	513
Bruksgräns	6.14b	331	557	445	357
	6.15b	324	535	410	325
	6.16b	320	520	384	304

För att föra ner lasterna från brobanan i de två längsgående lådbalkarna och vidare till kablarna har förenklingar gjorts. Vid beräkningen av lasterna på de längsgående balkarna har kablarna modellerats som stöd och den verkande tvärkraften i tvärbalkarna har modellerats som punktlaster på lådbalken. Eftersom punktlaster P1 och P2 endast kan placeras på en tvärbalk åt gången har de mest ogynnsamma lasteffekterna itererats fram genom att successivt förflytta punktlaster i längsled. För att erhålla de maximala reaktionskrafterna i varje kabel har punktlaster placerats på tvärbalken vid den aktuella kabeln. Dimensionerande moment och tvärkraft i de längsgående balkarna erhålls genom att placera punktlaster på tvärbalken precis intill ändstöd. De dimensionerande lasterna för de längsgående balkarna visas i Tabell 8.8. Utförligare beräkningar för framtagning av lasterna återfinnes i Bilaga X.

Tabell 8.8: Dimensionerande laster för lådbalkarna.

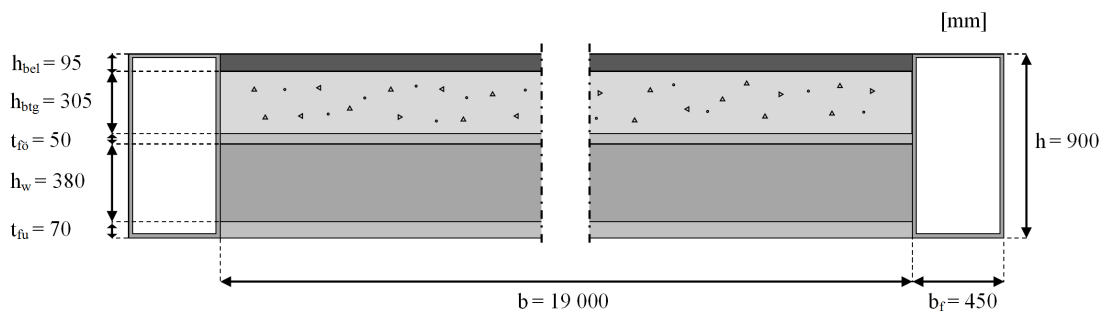
Dimensionerande laster, lådbalkar		
	V_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]
Brottgräns	2068	3639

8.3.3 Vindlast

Konstruktionens form, storlek och dynamiska egenskaper är avgörande för bärverkets respons mot vind. Vindlasterna har beräknats enligt Eurocode (SIS, 2011a). För området uppskattades referenshastigheten till 25 meter/sekund och den omkringliggande vegetationen överensstämmer väl med terrängtyp II. Tillsammans användes dessa för att få fram koefficienter och värden på en ekvivalent vindlast, se Bilaga XI. De har sedan implementerats som en verkande punktlast på konstruktionen.

8.4 Preliminär dimensionering av betongplatta

Beräkningarna för betongplattan har gjorts i längsled för det mest belastade körfältet å tre meter i breddled. Plattan kommer att konstrueras med dimensionerna 75 meter i längsled och en bredd på 19 meter. Höjden på betongplattan har med avseende på konstruktionens höjdbegränsningar valts till 305 millimeter då den tillsammans med beläggningstjockleken på 95 millimeter bildar en höjd på totalt 400 millimeter. Betongplattan med beläggning placeras ovanpå tvärliggande I-profiler. Tvärsnittet illustreras i Figur 8.9 och utförligare beräkningar återfinns i Bilaga XII.



Figur 8.9: Tvärsnitt av farbana med tvärgående I-balk, längsgående lådbalkar och betong med beläggning. Författarnas egna bild.

8.4.1 Beräkningar i brottgränstillstånd

Momentkapacitet

Momentkapaciteten beräknades först med avseende på det beräknade armeringsbehovet. Då konstruktionen inte klarade av den maximalt tillåtna sprickbredden fick dessa beräkningar revideras. Konstruktionen är därför något överarmerad med avseende på momentkapaciteten, som visas i Tabell 8.9. De dimensionerande momenten är de maximala fält- och stödmomenten i brottgränstillstånd från Tabell 8.7.

Tabell 8.9: Momentkapacitet, dimensionerande moment och utnyttjandegrad för stöd och fält.

Momentkapacitet, platta [kNm]		
	Fält	Stöd
M_{Ed}	821	513
M_{Rd}	949	1016
Utnyttjandegrad	86,5%	50,5%

Tvärkraftskapacitet

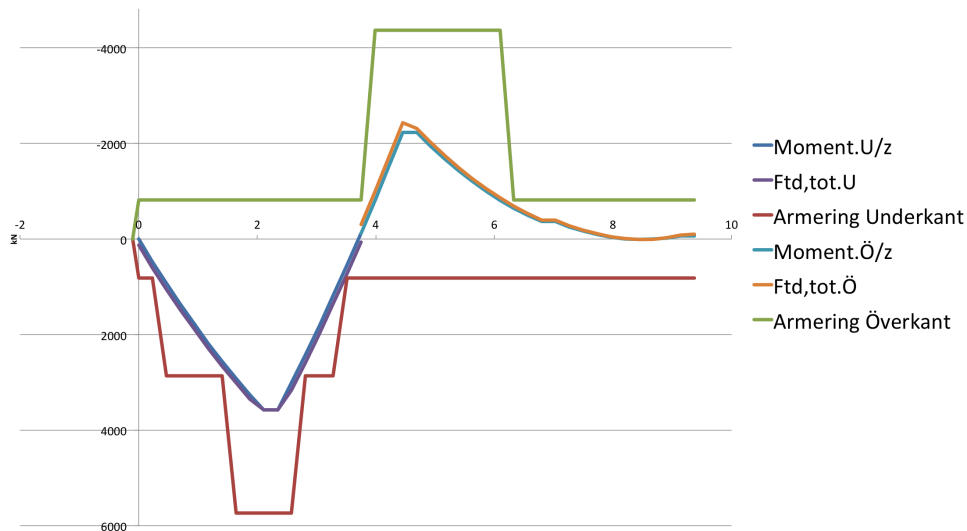
Tvärkraftskapaciteten beräknades först utan någon tvärkraftsarmering. Den beräknade kapaciteten visade sig vid kontroll vara tillräcklig för att ta upp de dimensionerande lasterna. Eftersom det är en samverkanskonstruktion är det rimligt att tvärkrafterna kan tas om hand av betongens egen kapacitet, samt genom den skjuvspänning som överförs i svetsbultarna (Bäckström, 2017). Några beräkningar eller dimensionering för tvärkraftsarmering har därmed inte genomförts. Beräknade värden på tvärkraftskapacitet och utnyttjandegrad ses i Tabell 8.10. Den dimensionerande tvärkraften är maximal tvärkraft i brottgränstillstånd från Tabell 8.7

Tabell 8.10: Tvärkraftskapacitet, dimensionerande tvärkraft och utnyttjandegrad.

Tvärkraftskapacitet, platta [kN]	
V_{Ed}	646
$V_{Rd,c}$	698
Utnyttjandegrad	92,6%
$V_{Rd,max}$	6120
Utnyttjandegrad	10,6%

Anordning av armering

Armeringen kan maximalt levereras i längder om 12 meter och måste därför skarvas i konstruktionens längdriktning. Den erforderliga skarvlängden är beräknad till 197 millimeter. Då det inte uppfyllde minimikravet justerades skarvlängden till 300 millimeter. För att konstruktionen ska uppfylla kraven som ställs enligt Eurocode ska dragkraftskapaciteten alltid överstiga behovet. Beräkningarna för dragkraftsbehov och kapacitet har beräknats och plottats i Excel, se Bilaga XIII. Behovet har beräknats för ett av ytterfacken intill landfästet, och för ett av mittfacken mellan två kablar. Då bron är symmetrisk kommer dessa två fack motsvara beräkningar för övriga fack. I Figur 8.10 visas behovet för ett av ytterfacken i konstruktionen, motsvarande 0-9.375 meter och 65.625-75 i brons längdriktning, grafen visar också kapaciteten hos de inlagda stängerna.



Figur 8.10: Dragkraftsbehov och kapacitet för armering i ytterfack. Författarnas egna bild.

I Figur 8.11 illustreras behovet för ett av mittfacken i konstruktionen, motsvarande 9.375 - 18.75 meter och så vidare i brons längdriktning. Figuren visar också kapaciteten hos de inlagda stängerna. Förankringslängden har beräknats till 200 millimeter, vilket det bedömdes finnas plats till genom att dra armeringen 100 millimeter förbi stödet. Fullständiga armeringsritningar över placering, skarvning och avkortning återfinns i Bilaga XIV.



Figur 8.11: Dragkraftsbehov och kapacitet för armering i mittfack. Författarnas egna bild.

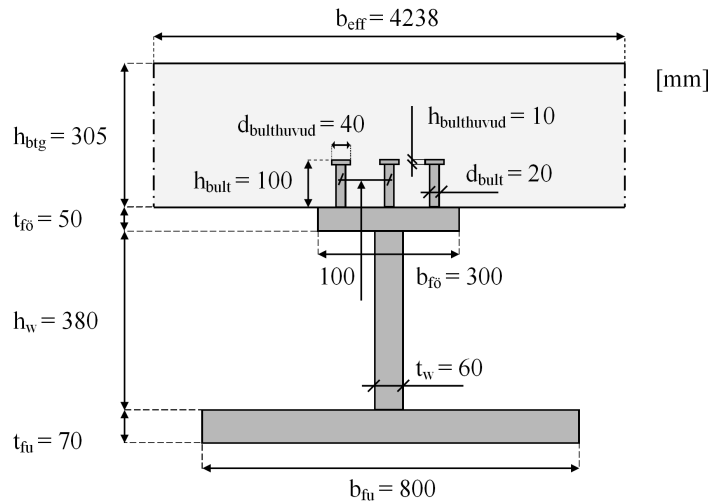
8.4.2 Beräkningar i bruksgränstillstånd

Sprickkontroll

Konstruktionen klarade inte av sprickbredden till en början med den initialt beräknade armeringsmängden. Genom en iterativ process ökades armeringsmängden till dess att sprickbreddskravet på 300 millimeter uppnåddes. Den beräknade sprickbredden uppgick till 171 millimeter i fält och 135 millimeter i stöd.

8.5 Preliminär dimensionering av tvärbalkar

Tvärbalkarna är utformade som ett samverkantvärsnitt med en I-balk i stål och en överliggande betongplatta samt svetsbultar som gör att de två materialen samverkar. En skiss över tvärsnittet samt dess dimensioner visas i Figur 8.12. Betongplattans tjocklek valdes till 305 millimeter och höjden på tvärbalkarna bestämdes vara 500 millimeter på grund av konstruktionens höjdbegränsningar. Övriga dimensioner har itererats fram för att klara av de dimensionerande lasterna. Tvärbalkarna har dimensionerats med hänsyn till moment- och tvärkraftskapacitet, samt svetsbultarnas kapacitet. Kontroller av halssvetsarna mellan liv och fläns, samt tvärbalkens nedböjning har också gjorts. Slutligen kontrollerades även betong- och stålspänningar i kritiska snitt. För utförliga beräkningar se Bilaga XV.



Figur 8.12: Dimensioner för samverkande I-tvärnitt för tvärgående balkar. Författarnas egna bild.

8.5.1 Beräkningar i brottgränstillstånd

Momentkapacitet

I ett samverkanstvärnitt är det fördelaktigt om betongplattan endast är tryckt eftersom den då inte behövs armeras. Vid beräkning av momentkapaciteten ställdes en jämviktsekvation upp för tvärsnittet. Ett så slankt tvärnitt som möjligt eftersträvades, men möjligheterna till detta begränsades framförallt av att det neutrala lagret inte skulle hamna i betongplattan, vilket krävde större dimensioner på I-balken. Den beräknade momentkapaciteten och utnyttjandegraden kan ses i Tabell 8.11. På grund av att det krävdes något större dimensioner på I-balken blev utnyttjandegraden endast 45,5 procent. De dimensionerande momenten som används är de maximala fält- och stödmomenten i brottgränstillstånd från Tabell 8.6.

Tabell 8.11: Dimensionerande moment, momentkapacitet och utnyttjandegrad för tvärbalkar.

Momentkapacitet, tvärbalkar [kNm]	
M_{Ed}	8477
M_{Rd}	18612
Utnyttjandegrad	45,5%

Tvärkraftskapacitet

Tvärkraftskapaciteten för tvärbalken beräknades endast för stålkomponenten. Eftersom denna tvärkraftskapacitet var tillräcklig med en utnyttjandegrad på 29,6 procent behövdes inga ytterligare beräkningar göras. Den beräknade tvärkraftskapaciteten samt utnyttjandegraden återfinns i Tabell 8.12. Den dimensionerande tvärkraften som används är maximal tvärkraft i brottgränstillstånd från Tabell 8.6.

Tabell 8.12: Dimensionerande tvärkraft, tvärkraftskapacitet och utnyttjandegrad för tvärbalkar.

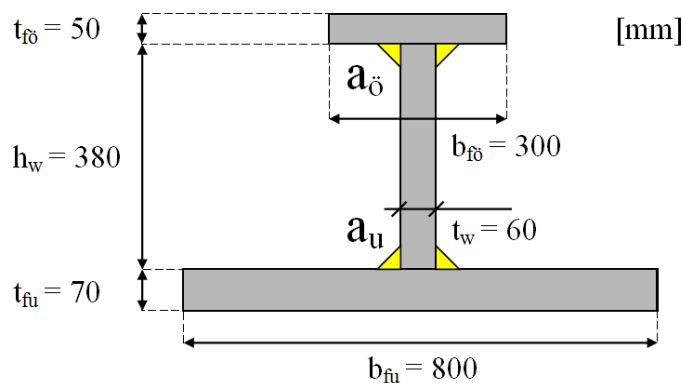
Tvärkraftskapacitet, tvärbalkar [kN]	
V_{Ed}	1916
$V_{pl,Rd}$	6476
Utnyttjandegrad	29,6%

Svetsbultarnas kapacitet

Varje tvärbalk har dimensionerats med tre bultar i bredd med ett centrumavstånd på 100 millimeter. I längsled beräknas det behövas elva bultar per längdmeter, också där med ett centrumavstånd på 100 millimeter. I Figur 8.12 visas svetsbultarnas dimensioner.

Kontroll av halssvetsar

Vid beräkningar av svetsarna som ansluter liv och fläns, även kallat halssvetsar, itererades ett a -mått fram genom att kontrollera svetsarnas kapacitet. Eftersom I-balken inte är symmetrisk har svetsarna olika storlek i över- och underkant. Svetsarnas storlek har beräknats till 7 millimeter i överkant och 11 millimeter i underkant. Detta visas i Figur 8.13 där den övre och undre svetsen benämns $a_{\bar{o}}$ respektive a_u .



Figur 8.13: Utformning av halssvetsar i tvärbalkarna. Författarnas egna bild.

8.5.2 Beräkningar i bruksgränstillstånd

Nedböjning

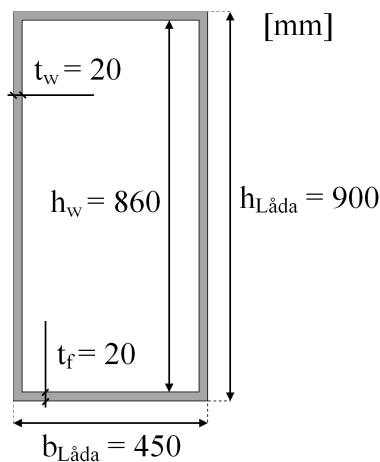
Vid beräkning av nedböjning utgår beräkningarna från lastplaceringen enligt Lastfall 1, vilken visas i Figur 8.6. De dimensionerande lasterna blir då maximala fält- och stödmoment samt maximal tvärkraft i bruksgränstillstånd enligt Tabell 8.6. Vid beräkningen gjordes några förenklingar av lastfördelningen för att kunna använda elementarfall för en fritt upplagd balk. De förenklingar som gjordes var att Q1 ändrades till punktlast som placerades i mitten av körfält 1. Även Q2 räknades om och fördelades över hela balken för att underlätta beräkningen. Kanträckenas egenvikt försummas eftersom de inte ansågs bidra till nedböjningen i lika stor utsträckning som resten av farbanan. Nedböjningen beräknades till 51.4 millimeter, vilket är större än kravet på 47.5 millimeter. Detta beror framförallt på att tvärbalkarna har modellerats som fritt upplagda medan de i själva verket är någonstans mittemellan fritt upplagd och fast inspänd. Ett antagande om en fast inspänning hade resulterat i en mindre nedböjning.

Kontroll av spänningar

Spänningarna i tvärsnittet har kontrollerats i betongens överkant samt i stålets över- och underkant. De beräknade spänningarna uppfyller de ställda kraven se Bilaga XV.

8.6 Preliminär dimensionering av längsgående balkar

De längsgående balkarna kommer att utformas som lådtvärsnitt med en längd på 75 meter. Tvärsnittets höjd valdes till 900 millimeter enligt den tillåtna konstruktionshöjden. Bredden kommer att vara 450 millimeter och tjockleken på liv och flänsar 20 millimeter vardera. I Figur 8.14 visas tvärsnittets dimensioner. Balkarna utformas som lådtvärsnitt eftersom detta ger en högre vridstyvhet jämfört med I-balkar. Detta är önskvärt i denna typ av konstruktioner då den längsgående balken utsätts för vridning på grund av tvärbalkarnas rotation vid infästningen (Bäckström, 2017). Stålkvaliteten som balkarna ska konstrueras i har valts till S355. För utförligare beräkningar se Bilaga XVI.



Figur 8.14: Dimensioner för lådtvärsnitt för längsgående balkar. Författarnas egna bild.

8.6.1 Beräkningar i brottgränstillstånd

Momentkapacitet

Eftersom tvärgående I-balkar är fastsvetsade med jämna mellanrum i lådbalkarna, antas balkarna vara stagade mot vippning. Vid kontroll av tvärsnittsklass visas att tvärsnittet befinner sig i tvärsnittsklass ett. Därav användes det plastiska böjmotståndet vid beräkning av dimensionerande moment. Momentkapaciteten och utnyttjandegraden visas i Tabell 8.13. De dimensionerande momenten som används är de maximala fält- och stödmomenten i brottgränstillstånd från Tabell 8.8.

Tabell 8.13: Momentkapacitet, dimensionerande moment och utnyttjandegrad.

Momentkapacitet, lådbalkar [kNm]	
M_{Ed}	3639
M_{Rd}	5437
Utnyttjandegrad	66,9%

Tvärkraftskapacitet

Tvärsnittskapaciteten beräknades där slankheten för tvärsnittet togs i beaktande. Utifrån detta konstaterades att ingen skjuvbuckling kommer att ske i balkarna. Det medförde att den plastiska tvärkraftskapacite-

ten användes vid kontroll av utnyttjandegraden. Avstyvningar i balken kommer att placeras på samma avstånd som de tvärgående I-balkarna. Tvärkraftskapaciteten och utnyttjandegraden för de längsgående balkarna presenteras i Tabell 8.14. Den dimensionerande tvärkraft som används är maximal tvärkraft i brottgränstillstånd från Tabell 8.8.

Tabell 8.14: Tvärkraftskapacitet, dimensionerande moment och utnyttjandegrad.

Tvärkraftskapacitet, lådbalkar [kN]	
V_{Ed}	2068
$V_{pl,Rd}$	7692
Utnyttjandegrad	26,9%

8.6.2 Beräkningar i bruksgränstillstånd

Nedböjning

Vid beräkning av den maximala nedböjningen av lådbalken har några förenklingar gjorts. Kablarna har, i Matlab, lagts in som stänger enligt CalFEM. För att få den maximala nedböjningen placeras punktlaster P1 och P2 på tvärbalken i mitten av bron. Tvärbalkarna har placerats som punktlaster utefter den längsgående balken. Den maximala nedböjningen beräknas till 86.3 millimeter, vilket är mindre än kravet på 187.5 millimeter. För noggrannare beräkningar se Bilaga XVII.

Utböjning på grund av vindlast

Utböjningen i sidled på grund av vindlast har endast beräknats för en av lådbalkarna utan samverkan med betongplattan, de tvärgående I-balkarna eller den andra lådbalken. Detta anses vara på den konservativa sidan av den verkliga utböjningen eftersom om alla delar hade inkluderats hade detta ökat styvheten och därmed minskat den totala utböjningen. Den totala utböjningen i sidled för en lådbalk beräknades i maximalläget till 216 millimeter. Jämfört med kravet på 187.5 millimeter är resultatet för stort. Det är dock rimligt att den verkliga utböjningen skulle bli lägre, och därmed klara sig inom gränsen, om styvheten för hela farbanan beaktades i beräkningarna.

8.7 Preliminär dimensionering av pyloner

Pylonerna har modellerats som betongpelare. Ett antagande om pylonens dimensioner och mängd armering gjordes till en början och kontrollerades sedan mot de pålagda lasterna. Pylonernas dimensioner valdes till ett kvadratisk tvärsnitt med två meter långa sidor kombinerat med fem armeringsstänger på vardera sida i brons längdriktning. Tvärbalkarnas dimensioner valdes också till ett kvadratisk tvärsnitt med en meter långa sidor. Pyloner och kabelinfästningar i lådbalkarna blir kritiska punkter för påkörning, dessa skyddas dock i viss mån utav broräcken. Vid beräkningarna har en punktlast använts som motsvarar en kollision med motorfordon (SIS, 2011b).

Pylonen antas knäcka i kablarnas utbredningsriktning då det beräknats vara den veka riktningen. I detta fall samverkar inte pylonerna och endast böjstyvheten från en av dem har medräknats. Vid beräkningarna har pylonen setts som fast inspänd i underkant, vid anslutningen mot grundläggningen, och som en led

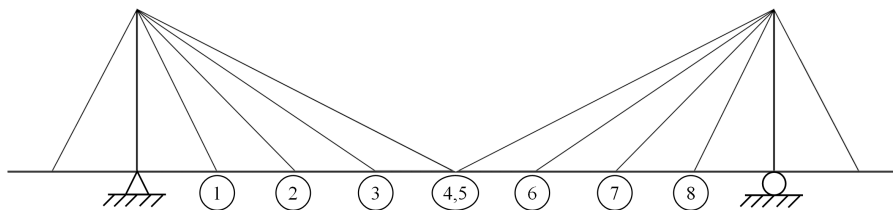
i överkant vid kabelinfästningarna. I den styva riktningen, i tvärbalkens utbredningsriktning, antas de båda pylonerna samverka genom tvärbalken som en ram. Detta innebär att systemet kan ses som en pylon med fördubblad styvhet jämfört med föregående beräkningsmodell (Bäckström, 2017). Därmed har denna riktning ej kontrollerats då den dels är styvare, men också får en kortare knäcklängd. Pylonens normalkraft och momentkapacitet redovisas i Tabell 8.15, för fullständiga beräkningar se Bilaga XVIII.

Tabell 8.15: Dimensionerande reaktionskrafter i pylonerna.

Kapacitet pyloner			
Normalkraft, knäckning [kN]		Moment [kNm]	
N_{Ed}	24755	M_{Ed}	8280
$N_{b,knäck}$	140441	M_{Rd}	21331
Utnyttjandegrad	17,6%	Utnyttjandegrad	38,8%

8.8 Preliminär dimensionering av kablar

Konstruktionen är symmetrisk runt centrumlinjen i både längsled och tvärled, därför har beräkningar enbart gjorts för halva bron. Beräkningsmodell samt kablarnas numrering för ena sidan av bron visas i Figur 8.15. Kabel fyra och fem möts i samma punkt varvid reaktionskraften i den punkten blir fördelad mellan de två kablarna. Infästningarna till kablarna gjuts in i toppen av pylonerna där krafterna från brokablarna kan tas upp av bakåtförankringskablarna.



Figur 8.15: Numrering av kablar för tvärleds beräkningsmodell. Författarnas egna bild.

Vid dimensionering av kablarna har de vertikala reaktionskrafterna från farbanan räknats om till normalkrafter i respektive kabelpar. Även kablarnas egentynghet samt verkande temperaturlaster har beaktats. Eftersom kabelparen kommer att ha olika längd och infallsvinkel mot pylonerna kommer de att utsättas för olika laster och utnyttjandegrader. I Tabell 8.16 presenteras de vertikala reaktionskrafterna för kabel ett till åtta, vilka tagits fram genom beräkningar enligt Bilaga X. Kablarna dimensioneras också för att klara av brott i en av kablarna. Anledningen till detta är för att det vid underhåll ska finnas möjlighet att byta ut en av kablarna, utan att konstruktionen tillfälligt behöver stagas. En annan anledning till dimensioneringen är att förhindra att bron kollapsar vid kollision mellan fordon och kabel. Det dimensionerande fallet blev brott i kabel 2 på grund av att det gav störst normalkraft i en av de kvarvarande kablarna. De vertikala reaktionskrafterna vid brott i kabel 2 visas i Tabell 8.16.

Tabell 8.16: Vertikala reaktionskrafter i kablarna i normalfall samt vid brott i kabel 2.

Vertikala reaktionskrafter i kablarna		
Kabel	Kraft [kN]	Kraft, brott i 2 [kN]
1 & 8	2738	3667
2 & 7	2560	0
3 & 6	2609	3647
4 & 5	1297	1079

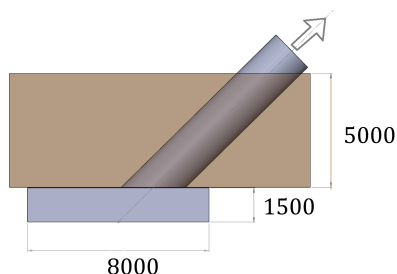
Bakåtförankringen ska i sin tur balansera de horisontella krafterna från kablarna som bär farbanan. Dimensioner och kapaciteter för kablarna har hämtats från DYWIDAG-standarder. För att klara av att ta upp normalkrafterna erfordras 31 trådar i kablarna, med en total diameter på 160 millimeter. För bakåtförankringskablarna krävs 61 trådar, med en total diameter på 225 millimeter. Kablarnas kapacitet samt de resulterande normalkrafterna och utnyttjandegraderna för respektive kabel visas i Tabell 8.17, för utförligare beräkningar se Bilaga XIX.

Tabell 8.17: Dimensionerande normalkrafter i kablarna.

Normalkraft och kapacitet för kablarna			
Kabel	Normalkraft [kN]	Kapacitet [kN]	Utnyttjandegrad
1 & 8	3869	8649	44,7%
2 & 7	4426	8649	51,2%
3 & 6	5486	8649	63,4%
4 & 5	3662	8649	42,3%
Bakåtförankring	15058	17019	88,5%

8.9 Preliminär dimensionering av ankare

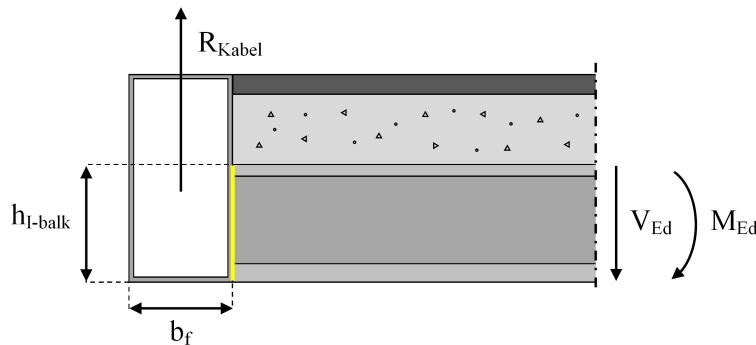
Varje bakåtförankringskabel kommer att fästas i ett begravn ankare. På varje ankare kommer både en vertikal och en horisontell last från kablarna, på 8379 kN respektive 10687 kN, att verka. Ankarets dimensioner och förankringsdjup bestämdes för att förhindra uppryckning och stjälpning. Plattans dimensioner beräknades till 64 m^2 med en höjd på 1.5 meter och kommer att begravas under ett fem meter tjockt lager av fyllnadsmaterial. Kabeln fästs i plattan och gjuts in i en hals som skyddar kabeln upp till markytan. Detta för att den då inte bidrar till någon horisontell kraft som kan välta ankaret. Den vertikala kraften från kabeln motverkas av plattans egentyngd och av det överliggande fyllnadsmaterialet. Utformning av ankaret visas i Figur 8.16 och utförligare beräkningar återfinns i Bilaga XIX.



Figur 8.16: Utformning av ankare. Författarnas egna bild.

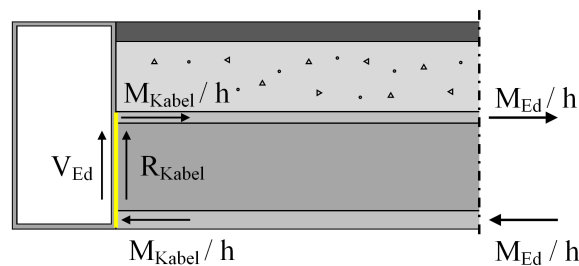
8.10 Preliminär dimensionering av svetsanslutningar

Tvärbalkarna kommer att kopplas samman med de längsgående balkarna genom svetsning. Svetsarna måste dimensioneras och kontrolleras för att klara lastöverföringen. De laster som svetsen dimensionerats för, se Figur 8.17, är det maximala infästningsmomentet, $M_{Ed}=5385 \text{ kNm}$, maximal tvärkraft $V_{Ed}=1916 \text{ kN}$ samt maximal vertikal reaktionskraft från kabel, $R_{Kabel}=2738 \text{ kN}$.



Figur 8.17: Verkande dimensionerande laster på svetsanslutningen (gul färg) mellan tvärbalk och lådbalk. Författarnas egna bild.

I beräkningarna, som återfinns i Bilaga XX, har det antagits att de vertikala lasterna helt tas upp av de vertikala svetsarna. Likväl har det antagits att de horisontella lasterna helt tas upp av de horisontella svetsarna. Således har inte någon samverkan mellan de olika svetsarna eller lasterna tagits i beaktande. Då kabelns reaktionskraft flyttas till att verka i linje med svetsen uppstår också ett verkande moment på svetsen, M_{Kabel} . De verkande momenten från kabelns reaktionskraft och momentet som verkar på infästningen i tvärbalken har sedan delats upp i ett kraftpar som tas upp av de båda flänsarna. Beräkningsmodell med lastuppdeleningen och flyttning av angreppspunkter visas i Figur 8.18. Både de vertikala och de horisontella svetsarna beräknades till 17 millimeter.



Figur 8.18: Beräkningsmodell där momentet har delats upp i kraftpar. De vertikala krafternas angreppspunkt har flyttats i linje med svetsen (gul färg). Författarnas egna bild.

8.11 Kvarvarande dimensionering

Eftersom det endast gjorts en preliminär dimensionering av konstruktionen finns det fortfarande dimensioneringsarbete kvar att göra. Bland annat finns det flera laster som behöver tas hänsyn till och dimensioneras för. Vid den preliminära dimensioneringen av konceptet har de beräkningarna som krävts för att erhålla brons preliminära dimensioner prioriterats.

8.11.1 Övriga laster att beakta

Den enda horisontella lasten som tagits hänsyn till vid den preliminära dimensioneringen är vindlast. Dock har inverkan av vindlast endast kontrollerats i form av utböjning i sidled av farbanan samt beräknats som ett yttre verkande moment på pylonerna. Däremot har det inte gjorts några svängnings- eller vibrationsberäkningar för att kontrollera om det finns risk att bron hamnar i egensvängning. Detta skulle kunna innebära kollaps eller stora strukturella problem. Lådbalkarna kan eventuellt förses med vindnäsor för att minska effekterna av vind och således minska riskerna för sådana fenomen.

Ytterligare horisontella laster som inte beaktats är broms- och accelerationskrafter samt temperaturlaster. Konstruktionen kommer att utformas på ett sådant sätt att horisontallaster från till exempel bromslaster förs genom farbanan till lagren och över till landfästena. Rörelser som uppkommer i farbanan på grund av temperaturlaster kommer också att tas om hand av lagrena. Utförligare beskrivning av lagrens utformning finns i Kapitel 7.6. För landfästena som lagren vilar på har endast en övergripande utformning tagits fram. Ingen dimensionering har berört frontmurar, vingmurar eller lagerpallar. Beräkningar av bland annat bakomliggande jordtryck och släntstabilitet behöver genomföras för att färdigställa landfästernas dimensioner.

Olyckslaster har endast tagits hänsyn till som påkörningslast på pylonerna eller som brott i kablar. Övriga olyckslaster som explosion, brand och jordbävning har inte ingått i beräkningarna men bör tas hänsyn till vid en fortsatt dimensionering. Vidare bör också övriga konstruktionselement med risk för påkörning dimensioneras.

8.11.2 Övriga beräkningar att utföra

Vid dimensionering av betongplattan har fenomen som krympning och krypning inte beaktats. Dessa fenomen kan ge upphov till spänningar i betongplattan och dessa kommer behöva kontrolleras i den fortsatta dimensioneringen.

I dimensioneringen av de längsgående balkarna togs ingen hänsyn till knäckning eller vridning. Eftersom balkarna utsätts för vridning på grund av tvärbalkarnas rotation vid infästningen måste detta kontrolleras. På grund av den potentiella vridningen av tvärsnittet valdes därför lådbalkar som har en större vridstyvhet än I-balkarna. Även buckling och utmattning är fenomen som bortsetts från vid dimensionering av både tvärbalkarna och lådbalkarna. Detta bör framförallt kontrolleras i närhet till kabelinfästningarna samt vid anslutningarna mellan balkarna. Det kan därför vara lämpligt att stärka tvär- respektive lådbalkarna med livavstyvningar. Vid kabelinfästningarna finns det också risk för hålkantbrott i lådbalkarna. För att

motverka detta kan lådbalkarnas flänsar förstärkas vid hålen.

Vid dimensionering av pylonerna behöver spänningskontroller göras i betongen och armeringen. Risken för krossning på grund av tryckande normalkraft och spänningar i nedre delen av pylonen bör också kontrolleras. Betongtvärbalkarna placerade mellan pylonerna har inte dimensionerats. Storleken på tvärbalkarna valdes därför övervägande på grund av estetiska skäl och enkelhet i beräkningar vid symmetri. Resterande dimensionering är att beräkna erforderlig armeringsmängd i tvärbalken samt hur armeringen ska placeras vid infästningen i pylonen.

Beträffande dimensioneringen av kablarna har varken infästningen av kablarna i pylonen eller i de längsgående balkarna detaljdimensionerats. Vid infästningen av kablarna till pylonen har inga förankringsberäkningar gjorts. Det vill säga hur djupt fästet behöver gjutas in, hur stort det behöver vara eller vart det ska placeras för att ta upp dragkrafterna i kablarna har inte beräknats. Kablarna har helt enkelt antagits vara idealiskt infästa i samma punkt i pylonen. Kablarna har inte heller dimensionerats med avseende på vindlaster. Vindlasterna kan ge upphov till vibrationer och svängningar i kablarna som kan skada infästningarna. Detta kan dock lösas med vibrationsdämpare i kablarna om det skulle bli ett problem.

För ankaret som håller emot bakåtförankringskabeln har förenklingar kring jordlagrets bärighet och grundläggning av ankaret gjorts. De jämviktsberäkningarna som gjorts är övergripliga och behöver kompletteras då ankaret i själva verket också interagerar med omkringliggande material.

9 Diskussion

I nedanstående kapitel utvärderas källorna som använts under arbetets gång. Utöver detta diskuteras metoderna som använts under urvalsprocessen och den preliminära dimensioneringen. Rimligheten i resultaten är också något som analyseras.

9.1 Källkritik

Mycket av arbetet är baserat på litteraturstudier samt muntlig kommunikation. Källorna har kritiskt granskats och jämförts under arbetets gång och mycket vikt har lagts vid att hitta pålitliga och tydliga källor. Därmed har de använda källorna genomgående hållit en hög standard med ett högt kvalitativt innehåll för att förebygga felkällor.

Litteraturkällorna innefattar bland annat Trafikverket, kurslitteratur och Eurocoder. Då Trafikverket är en statlig förvaltningsmyndighet som ansvarar för en långsiktig infrastrukturplanering, är deras riktlinjer högst relevanta för arbetet. Kurslitteraturen anses vara av hög kvalitet då den har godkänts av Chalmers som relevant fakta i utbildningen. Eurocoder är europagemensamma dimensioneringsregler för bärverk till bland annat broar och anses därför vara av hög validitet.

Både föreläsare och handledare har varit relevanta källor under arbetets gång. Eftersom de anses ha hög kunskap och mycket erfarenhet inom området har deras åsikter oftast accepterats och värderats högt utan vidare utvärdering. Dock kan deras åsikter vara något subjektiva på grund av deras egna erfarenheter.

9.2 Framtagning av koncept

För att ta fram ett brokoncept kan olika metoder tillämpas. Den valda metoden bestod av att flera framtagna koncept utvärderades genom två urvalsprocesser för att resultera i ett slutgiltigt koncept. Nedan utvärderas urvalsprocessens effektivitet.

Urvalsprocess 1 var en kort, snabb och övergripande process. Tio koncept togs fram genom brainstorming. Eftersom de olika koncepten inte var mer utvecklade än till brotyp, material och spann blev detta urval ej så genomarbetat. Här sållades koncept bort med hänsyn till bland annat brotyp och antal stöd samt subjektiva bedömningar. Detta resulterade i tre kvarvarande koncept som utvecklades vidare i urvalsprocess 2. Detta urval ansågs effektivt eftersom det uppfyllde sitt syfte att snabbt föra urvalet framåt.

Urvalsprocess 2 var en mer omfattande process. De tre kvarvarande koncepten utvärderades ytterligare genom att utvärderingskriterier togs fram och viktades. Att ta fram utvärderingskriterier som låg till grund för bedömning av koncepten var väsentligt för att kunna göra en mer utförlig utvärdering av respektive koncept. Viktning av utvärderingskriterierna ansågs som ett effektivt och bra verktyg för att jämföra utvärderingskriterierna med varandra. Svårigheten i detta steg låg i att enbart fokusera på jämförelsen av de två aktuella kriterierna, utan att påverkas av resonemang från tidigare jämförelser. Bedömningen skedde huvudsakligen utifrån beställarens perspektiv, dock var vissa kriterier svåra att

värdera utifrån detta. Till exempel var det svårt att vikta kriteriet beräkningskomplexitet eftersom det är mest relevant för konstruktören. Att betygsätta koncepten utifrån utvärderingskriterierna ansågs som en bra metod eftersom de viktigaste kriterierna då vägde tyngst vid betygsättningen. Det var dock svårt att sätta betyg på koncepten utifrån vissa kriterier som bidrog till att bedömningar som gjordes blev aningen subjektiva, som till exempel bedömning av den arkitektoniska utformningen. Beräkningarna för materialens kostnad och miljöpåverkan har skett genom överslagsberäkning av konstruktionernas uppskattade dimensioner och kan därmed ge en viss felmarginal i bedömningen.

För att få ytterligare en aspekt vid valet av koncept genomfördes en riskanalys för de tre koncepten. Det fanns svårighet i att bedöma hur omfattande riskanalysen skulle vara samt att uppskatta sannolikheter och konsekvenser. För att beakta dessa svårigheter användes en grov skala från ett till tre, vilket resulterade i att koncepten fick liknande poäng. För att få större spridning hade skalan kunnat förfinas. På grund av den grova skalan ansågs inte riskanalysen som ett effektivt verktyg för att särskilja koncepten eftersom en minimering av riskerna eftersträvas i samtliga koncept. Det är däremot viktigt att en riskanalys utförs för att identifiera möjliga risker samt förebygga dessa så att projektet kan utföras på ett säkert sätt.

Utvärderingskriterierna är specifika för detta projekt där framtagning och viktning av dessa, samt betygsättning av koncepten, har varit övervägande subjektiv. I och med detta hade det kunnat finnas flertalet möjliga lösningar på problemet och det valda konceptet är en av dem. Om urvalsprocessen sett annorlunda ut hade flera koncept kunnat få en liknande poäng, vilket lett till att ytterligare utvärderingar krävts. Vid detta fall skulle fler utvärderingskriterier som särskiljer koncepten i större utsträckning kunna tillämpas för en större spridning i resultatet. Dock är valet av koncept inte enbart baserat på poängen som erhöles i urvalsprocessen. Innan det slutgiltiga valet gjordes en ytterligare bedömning av resultatet. Skulle två koncept få likvärdiga poäng kan alternativt ett subjektivt val göras för att få ett vinnande koncept.

På grund av den höga graden av subjektivitet och anpassning av utvärderingskriterier i projektet är resultatet inte applicerbart på generella projekt. Detta innebär också att val av urvalsmetod kan skilja mellan olika projekt. Valet av metod och utmynnandet i det slutgiltiga konceptet anses dock vara väl underbyggt, baserat på den generella uppfattning om broar som erhållits under kandidatarbetets gång tillsammans med egna värderingar.

9.3 Preliminär dimensionering

Efter att ett slutgiltigt koncept tagits fram utfördes en preliminär dimensionering för att få en uppfattning om konstruktionens dimensioner samt dess kapacitet. Under och efter den preliminära dimensioneringen av bron har flertalet reflektioner genomförts gällande bland annat beräkningsmodeller, rimlighet i resultat och optimering av konstruktionen.

Beräkningsmodeller med tillhörande förenklingar sattes upp för att möjliggöra beräkningar i de programmen som användes. Förenklingar utfördes på den säkra sidan vilket i vissa fall kan ha bidragit till överdimensionering av vissa konstruktionsdelar. Ett exempel på detta är nedböjningen av tvärbalkarna. Eftersom dessa modellerats som fritt upplagda för att få ett resultat på säkra sidan blir även den framräknade nedböjningen något större än den verkliga. Det är möjligt att det, i vissa fall, funnits mer optimala

beräkningsmodeller eller metoder för att få mer korrekta resultat.

Den preliminära dimensioneringen har varit en omfattande process och reflektioner kring rimligheten i de framräknade resultaten har gjorts. Konstruktionens dimensioner bedöms rimliga men vissa komponenter skulle kunnat optimerats. Framförallt har inga försök i att optimera konstruktionshöjden utförts. Både lådbalkarnas och farbanans höjd sattes till den maximalt tillåtna konstruktionshöjden vid uppskattning av dimensionerna, detta för att säkerställa att de kunde ta hand om konstruktionens laster. Istället för att optimera på höjden lades fokus på att optimera livens och flänsarnas tjocklek, samt breddmåten på balkarna. En ytterligare komponent som skulle kunna optimerats är pylonernas dimensioner, då utnyttjandegraden är förhållandevis låg. Nuvarande utformning anses dock ge bron ett stabilt och säkert utseende och med de valda dimensionerna finns även möjlighet att placera inspektionsstegar inuti pylonerna. Dock utfördes ingen dimensionering av stegarna och inte heller exakta bestämmelser av deras placering.

Vidare blev dimensionerna av ankarna som håller bakåtförankringskablarna stora. Detta kan förklaras av att de vertikala och horisontella lasterna som ankaret ska ta hand om är stora. Dimensionerna skulle möjligen kunna minskas om markens inverkan inkluderades i beräkningarna. Dock finns det risk för uppryckning eller stjälpning av ankaret om dimensionerna blir för små, vilket måste beaktas.

Något som också kan vara överdimensionerat är kablarna, på grund av hur de har modellerats under dimensioneringen. Eftersom de modellerats som stöd i beräkningarna blir reaktionskrafterna i dem väldigt stora. Detta är ytterligare ett exempel på att beräkningsmodellen som valts inte alltid är optimal. Vid dimensioneringen av kablarna framgick det att en bakåtförankringskabel per pylon var tillräcklig för att ta hand om dragkrafterna. Dock har inte brons kapacitet vid brott i en av bakåtförankringskablarna kontrollerats. Det är stor sannolikhet att en kollaps av konstruktionen skulle ske om det uppkommer ett brott i en av dessa. För att förebygga denna risk kunde två bakåtförankringskablar per pylon använts, alternativt extra förstärkning mot kollision vid ankaret.

När det gäller utnyttjandegraderna av moment- och tvärkraftskapacitet har försök gjorts för att optimera dessa i största möjliga grad. Vissa utnyttjandegrader är dock inte optimala på grund av andra beräkningskrav. Till exempel behövde tvärbalkens dimensioner förstoras för att uppfylla kravet på att det neutrala lagret skulle hamna i stålet. Därför blev I-balkens dimensioner inte helt optimala, men de är fortfarande rimliga.

I projekt som detta blir beräkningsprocessen komplex eftersom alla beräkningar är beroende av varandra. Detta har försvårat processen eftersom värden måste kontrolleras mot varandra och justering av dimensioner har skett kontinuerligt. Om till exempel dimensionerna på någon komponent ändras kommer också konstruktionens egentyngd att ändras. Detta leder till att de dimensionerande lasterna påverkas och således kan detta leda till att kapaciteten i en viss komponent inte är tillräcklig och nya dimensioner behöver antas.

En svårighet i dimensioneringsfasen har legat i att tillämpa Eurocode på ett korrekt sätt i beräkningarna. Vissa av ekvationerna i Eurocode har varit svåra att tolka och ibland har implementeringen lämnats åt subjektiva tolkningar. Detta kan i sin tur leda till att resultatet inte helt överensstämmer med Eurocode. Däremot har det efter varje beräkning gjorts en kvalitativ bedömning om resultaten ligger inom rimliga gränser. Eurocoderna är skrivna för att anpassas internationellt och ekvationer, reduktionsfaktorer och

standardvärden måste ibland justeras för respektive land. För Sverige finns därför specifika kriterier som måste tas hänsyn till vid beräkningarna. På samma sätt som för ekvationer har dessa kriterier och faktorer ibland varit svåra att tolka.

Sammanfattningsvis har optimering av komponenternas dimensioner eftersträfvats, framförallt på grund av de miljömässiga och ekonomiska fördelarna. Ju mindre dimensioner konstruktionen har desto mindre blir materialåtgången vilket i sin tur är positivt både ur en miljömässig samt ekonomisk synvinkel. Även om viss optimering skulle kunna göras anses ändå dimensionerna och utnyttjandegraderna ligga inom rimliga intervall. Något att ha i åtanke är dock att dessa dimensioner endast är preliminära och att innan bron blir färdig att producera behövs därför ytterligare dimensionering utföras.

10 Slutsats

Syftet med arbetet var att ta fram ett genomförbart brokoncept över Viskan för att möjliggöra en omdragning av väg 27 mellan Viared och Kråkered. Konceptet skulle ta hänsyn till platsspecifika förutsättningar och beställarkrav. Framförallt skulle utformningen anpassas till det befintliga friluftslivet och omkringliggande natur samt ta hänsyn till den begränsade konstruktionshöjden på grund av ridvägen. En ytterligare aspekt var det faktum att stöd eller arbete i Viskan inte var tillåtet. Med bakgrund i dessa krav togs tio potentiella koncept fram som sedan utvärderades i en urvalsprocess i två steg. Utifrån urvalsprocessen kunde ett slutgiltigt koncept erhållas. Resultatet blev konceptet Läderlappen, en snedkabelbro i ett spann.

En av anledningarna till att Läderlappen blev det vinnande konceptet var dess höga poäng i de högst värderade kriterierna; produktionsmetodens områdespåverkan och anpassning till befintlig omgivning. Konceptet ansågs även ha en tilltalande arkitektonisk utformning och passade väl in i omgivningen. Dock är framtagningen av kriterierna samt betygsättningen övervägande subjektiv och medför att det slutgiltiga konceptet inte behöver vara det mest lämpade. Med de givna förutsättningarna och de ställda kraven bedöms ändå Läderlappen som ett rimligt koncept.

Efter urvalsprocessen utfördes en detaljutformning och en preliminär dimensionering av det valda konceptet. Den preliminära dimensioneringen gjordes för att få en uppfattning av konstruktionens dimensioner. Dock skulle dessa dimensioner eventuellt kunna ändras vid en slutgiltig dimensionering. De använda beräkningsmodellerna och dess tillhörande förenklingar kan ha bidragit till överdimensionering av vissa komponenter. Optimering av konstruktionens dimensioner skulle behöva utföras för att minska materialåtgången, vilket skulle vara positivt ur både miljömässiga och ekonomiska aspekter. Dock anses de framräknade preliminära dimensionerna rimliga med hänsyn till det valda konceptet.

Avslutningsvis anses detta projekt både komplext när det gäller att ta fram en konceptuell design samt att dimensionera det valda konceptet. Eftersom det inte finns en ensidig lösning på problemet kan flertalet koncept vara lämpliga. Läderlappen anses uppfylla beställarkraven och de platsspecifika förutsättningarna väl. Det valda konceptet uppfyller kapacitetsbehovet och de preliminära dimensionerna bedöms rimliga. Med kompletterande dimensionering av kvarvarande komponenter och detaljer skulle konceptet kunna appliceras som en lämplig överfart över Viskan.

Litteraturförteckning

- Ahlberg, S. O. & Spade, B. (2001). *Våra broar: en kulturskatt*. Borlänge: Banverket och Vägverket. (Se sidorna 10, 11).
- Bro och Tunnel Management. (2008). *Kodförteckning och beskrivning av Brotyper*. (Se sidorna 10, 11).
- Burström, P. G. (2015). *Byggnadsmaterial* (2:13). Studentlitteratur AB. (Se sidorna 6, 39).
- Bäckström, M. (2017). *Cowi handledning*. Handledning Kandidatarbete 2017. (Se sidorna 12, 14, 23, 32, 44, 48, 50).
- DYWIDAG. (2015). DYWIDAG Multistrand Stay Cable Systems. Hämtad från https://static1.squarespace.com/static/529f28d4e4b0cf8c82ff287b/t/5345427ee4b0bc0250a0b8f7/1397047934480/DSI%7B%5C_%7DDYWIDAG%7B%5C_%7DMultistrand%7B%5C_%7DStay%7B%5C_%7DCable%7B%5C_%7DSystems%7B%5C_%7DENG.pdf. (Se sidorna 30, 31)
- Ekström, D. P. T. (2016). *Grundläggning*. Föreläsning Brobyggnad 2016. (Se sidorna 8, 9).
- Al-Emrani, M., Engström, B., Johansson, M. & Johansson, P. (2013). Bärande konstruktioner. (Se sidan 7).
- Engström, B. (2017). *Betongbroar*. Föreläsning Kandidatarbete 2017. (Se sidorna 9, 10, 12).
- Google. (2017). Vägbeskrivning mellan Viared och Kråkered. Hämtad 4 februari 2017, från <http://www.googlemaps.se>. (Se sidan 1)
- Goto, Y. (2016). *Timber*. Föreläsning Materials Performance 2016. (Se sidan 6).
- Hirt, M. A. & Lebet, J.-P. (2013). *Conceptual and Structural Design of Steel and Steel-Concrete Composite Bridges*. EFPL Press. doi:10.1201/b15429-5. (Se sidorna 11–14)
- Jernkontoret. (2015a). Jernkontoret. Hämtad 3 mars 2017, från <http://www.jernkontoret.se/sv/stalindustrin/tillverkning-anvandning-atervinning/slutprodukter-av-stal/hallfasthet/>. (Se sidan 7)
- Jernkontoret. (2015b). Jernkontoret. Hämtad 3 mars 2017, från <http://www.jernkontoret.se/sv/stalindustrin/tillverkning-anvandning-atervinning/atervinning-av-jarn-och-stal/>. (Se sidan 7)
- Karlsson, M. (2017). *Broprojektering*. Föreläsning Kandidatarbete 2017. (Se sidan 13).
- Nationalencyklopedin. (2015). Grundläggning. Hämtad 7 februari 2017, från <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/grundl%C3%A4ggning>. (Se sidan 8)
- Nilenius, F. (2017). *Grundläggning och landfästen*. Föreläsning Kandidatarbete 2017. (Se sidan 8).
- Plos, M. (2017). *Brotyper*. Föreläsning Kandidatarbete 2017. (Se sidorna 9–11).
- Riksantikvarieämbetet. (2013). Materialguiden - Rapport från Riksantikvarieämbetet. Hämtad från http://samla.raa.se/xmlui/bitstream/handle/raa/3310/Varia%202013%7B%5C_%7D35.pdf?sequence=1%7B%5C_%7DIsAllowed=y. (Se sidan 8)
- Rosendahl, A. (2017). Borås Stad. Borås Stad. Hämtad 9 mars 2017, från <http://www.boras.se/nyheter/nyheter/hurranuarvi110000borasare.5.250b29cd15a36c2877d1b8fa.html>. (Se sidan 1)
- Sandberg, J. (2017). *Föreläsning om underhåll av broar*. Föreläsning kandidatarbete 2017. (Se sidan 32).

- Segerholm, I. (2015). *Byggnadsmaterial*. Föreläsning Byggnadsmaterial 2015. (Se sidan 6).
- SIS. (2007). SVENSK STANDARD Eurokod 1 : Laster på bärverk – Del 2 : Trafiklast på broar. *Euro code SS-EN 1991-2*, (121124). (Se sidorna 37–40).
- SIS. (2011a). SVENSK STANDARD Eurokod 1: Laster på bärverk – Del 1-4: Allmänna laster – Vindlast. *Euro code SS-EN-1991-1-4:2005*, 16(138227). (Se sidan 43).
- SIS. (2011b). SVENSK STANDARD Eurokod 1: Laster på bärverk - Del 1:7 - Allmänna laster - Olyckslast. *Euro code SS-EN-1191-2*, 18(138227). (Se sidorna 38, 49).
- SIS. (2014a). SVENSK STANDARD Eurokod 1: Laster på bärverk – Del 1-1: Allmänna laster – Tunghet, egentynghet, nyttig last för byggnader. *Euro code SS-EN 1991-1-1*, (138227). (Se sidan 37).
- SIS. (2014b). SVENSK STANDARD Eurokod – Grundläggande dimensioneringsregler för bärverk. *Euro code SS-EN 1990*, 21(138227). (Se sidorna 37, 38).
- Svahn, P.-O. (2017). *Produktionsmetoder*. Föreläsning Produktionsmetoder 2017. (Se sidorna 13, 14, 30).
- Svensk Betong. (2014a). Betong begränsar bränder, 2. (Se sidan 7).
- Svensk Betong. (2014b). Miljö och klimat. Hämtad 28 februari 2017, från <http://www.svenskbetong.se/om-betong/fakta-egenskaper/miljo>. (Se sidan 8)
- Svensson, H. (2012). *Cable stayed bridges*. Wilhelm Ernst & Sohn Verlag für Architektur und Technische. Hämtad från <http://ebookcentral.proquest.com/lib/chalmers/reader.action?docID=1343451>. (Se sidorna 12, 14)
- Sällfors, G. (2013). *Geoteknik*. Göteborg: ABC-tryck. (Se sidan 8).
- Thunstedt, P. (2016). *Förvaltning*. Föreläsning Brobyggnad 2016. (Se sidorna 7, 15).
- Trafikverket. (2011a). *TRVK Bro 11*. (Se sidan 15).
- Trafikverket. (2011b). *TRVR Bro 11*. Hämtad från <https://pingpong.chalmers.se/courseId/7442/node.do?id=3376765%7B%5C&%7Dts=1478271571831%7B%5C&%7Du=-1550985199>. (Se sidan 29)
- Trafikverket. (2012a). *Informationsblad mars 2012*. (Se sidan 1).
- Trafikverket. (2012b). Objektspecifik Teknisk Beskrivning, OTB väganläggning. Hämtad från <https://pingpong.chalmers.se/courseId/7864/node.do?id=3598583%7B%5C&%7Dts=1484665054426%7B%5C&%7Du=1519490387>. (Se sidan 4)
- Trafikverket. (2013). *Teknisk Beskrivning Bro, Geoteknik*. (Se sidan 5).
- Trafikverket. (2015). *Handbok för inspektion av byggnadsverk*. (Se sidan 15).
- Trafikverket. (2016). Ett branschgemensamt förvaltningssystem för effektiv förvaltning av konstruktioner. Hämtad från https://batman.trafikverket.se/batinfo/Batman/Biblioteketpdf/03%7B%5C_%7DDokument%20diverse/broschyr%20BaTMan.pdf. (Se sidan 15)
- Träguiden. (2016). Brandegenskaper - TräGuiden. Hämtad 3 mars 2017, från <http://www.traguiden.se/om-tra/materialet-tra/traets-egenskaper/termiska-egenskaper1/brandegenskaper/>. (Se sidan 6)
- Vägverket. (1996a). 1. Broprojektering i olika arbetsskeden; 2. Förberedande arbeten; 3. Geometrisk förutsättningar; 4. Lastförutsättningar. I *Broprojektering - en handbok* (sida 130). Hämtad från [http://www.trafikverket.se/contentassets/2d3974dd742a48b1af8df0345a5d56b3/broprojektering%](http://www.trafikverket.se/contentassets/2d3974dd742a48b1af8df0345a5d56b3/broprojektering%7B%5C&%7Du=1519490387)

7B%5C_%7Den%7B%5C_%7Dhandbok%7B%5C_%7Dkap%7B%5C_%7D1%7B%5C_%7D4.
pdf. (Se sidan 4)

Vägverket. (1996b). 5. Grundläggning; 6. Brotyper. I *Broprojektering- en handbok* (sida 130). Trafikverket. Hämtad från http://www.trafikverket.se/contentassets/2d3974dd742a48b1af8df0345a5d56b3/broprojektering%7B%5C_%7Den%7B%5C_%7Dhandbok%7B%5C_%7Dkap5%7B%5C_%7D6.pdf. (Se sidan 13)

Åstedt, B. (2009). Bågbroar. (Se sidan 11).

Bilagor

Bilaga I

Objektspecifik Teknisk Beskrivning, OTB Väganläggning.

Objektspecifik Teknisk Beskrivning, OTB väganläggning

TOTALENTREPRENAD

För utförande av väganläggning: Väg 27 Viared – Kråkered,
Västra Götalands län,
Borås Stad

Objektnummer: 130846

Ärendenummer: TRV 2012/23837

Datum: 2012-09-14

Rev. datum: 2013-04-23

Handlingsnr: 6.5

Chaosnr 0C075000

Innehåll

1. Allmänt	8
1.1 Avsnitt	8
1.2 Kodade rubriker	8
1.3 Okodade rubriker	10
1.4 Kravhierarkier	10
B. TRAFIK	12
B1. Vägtrafik	12
C. BEFINTLIG MARK, MILJÖ OCH KONSTRUKTIONER SAMT TILLFÄLLIGA ANLÄGGNINGAR	18
C1. Befintlig mark och miljö	18
C1. Befintlig mark och miljö/ Topografi	18
C1. Befintlig mark och miljö/ Bergteknik	21
C1. Befintlig mark och miljö/ Geohydrologi	25
C1. Befintlig mark och miljö/ Geoteknik	28
C1. Befintlig mark och miljö/ Mark- och vattenförorening	33
C1. Befintlig mark och miljö/ Vegetation, jordmån//0/000-2/950 samt 3/700-6/266	34
C1. Befintlig mark och miljö/ Vegetation, jordmån//2/950-3/700	35
C1. Befintlig mark och miljö/ Vattenförekomst, övrigt vatten/Ytvatten	36
C1. Befintlig mark och miljö/ Enskild vattentäkt	38
C1. Befintlig mark och miljö/ Våtmark	38
C1. Befintlig mark och miljö/ Naturmiljö	39
C1. Befintlig mark och miljö/ Kulturmiljö	41
C1. Befintlig mark och miljö/ Rekreation och friluftsliv	41
C2. Befintliga konstruktioner	42
C2. Befintliga konstruktioner/ Väganläggning/ Vägboom	42
C2. Befintliga konstruktioner/ Vägkonstruktion	43
C2. Befintliga konstruktioner/ Vägkonstruktion/ Bundet slitlager och bärlager	44
C2. Befintliga konstruktioner/ Spåranläggning	45
C2. Befintliga konstruktioner/ Vägbro	45
C2. Befintliga konstruktioner/ Dräneringssystem	47
C2. Befintliga konstruktioner/ Byggnad	47
C2. Befintliga konstruktioner/ Belysningssystem	48
C2. Befintliga konstruktioner/ Kantstolpe	48
C2. Befintliga konstruktioner/ Faunastängsel	49
C2. Befintliga konstruktioner/ Trumma	49
C2. Befintliga konstruktioner/ VA-nät	51
C2. Befintliga konstruktioner/ Elledningar	53
C2. Befintliga konstruktioner/ Tele-ledningar inkl opto-ledningar	55
C2. Befintliga konstruktioner/ Fjärrvärmeledningar	57
C2. Befintliga konstruktioner/ Gas-ledningar	58
C2. Befintliga konstruktioner/ Vägmarkering	59
C2. Befintliga konstruktioner/ Vägmarke	60

C3. Tillfällig anläggning och anordning för trafik	60
D. VÄGANLÄGGNING	62
D. Väganläggning// Grupp 1 och 2	68
D. Väganläggning// Grupp 3	70
D. Väganläggning// Grupp 4	71
DB. Vägkonstruktion	72
DB1. Vägkropp och undergrund// Grupp 1 och 2	72
DB1. Vägkropp och undergrund// Grupp 1	73
DB11. Överbyggnad// Grupp 1	80
DB11. Överbyggnad// Grupp 2	80
DB11b. Slitlager	80
DB11bb. Bundet slitlager	80
DB11bb. Bundet slitlager// Grupp 3	81
DB11bc. Obundet slitlager// Grupp 3	82
DB11bc. Obundet slitlager// Grupp 4	83
DB11cc. Obundet bärlager// Grupp 3	83
DB11cc. Obundet bärlager// Grupp 4	84
DB11d. Förstärkningslager// Grupp 3	84
DB11d. Förstärkningslager// Grupp 4	85
DB3. Konstruktion i sidoområde	85
DB31. Slänt	85
DB31. Slänt// Grupp 1 och 2	86
DB31c. Ytterslänt/ Berg// Grupp 1 och 2	86
DB32. Vall, skärm/ Bullerskyddsskärm och bullerskyddsvall/	89
DB32. Vall, skärm/ Bullerskyddsskärm och bullerskyddsvall / Bullerskyddsvall// Pickesjön	89
DB32. Vall, skärm/ Bullerskyddsskärm och bullerskyddsvall// Tränningstorp	90
DB33. Vegetation	91
DB33. Vegetation// Bro 15-1780-1 över Väg 27 öster om Pickesjön	92
DB33. Vegetation/ Gräs, örter o.d. //km 0/000 – 2/950 och km 3/700 – 6/266	93
DB33. Vegetation/ Gräs, örter o.d. //km 2/950 - 3/700	93
DB4. Dräneringssystem	94
DB4. Dräneringssystem// Grupp 1	94
DB41. Dräneringsledning// Grupp 1	94
DB42. Dräneringsbrunn, rensbrunn// Grupp 1	94
DC. Vägbro	95
DC. Vägbro// GC-bro 15-1778-1 över Väg 27 i Viared	95
DC. Vägbro// Bro 15-1779-1 över Väg 27 väster om Pickesjön	96
DC. Vägbro// Bro 15-1780-1 över Väg 27 öster om Pickesjön	96
DC. Vägbro// Bro 15-1782-1 över GC-väg 373, Viskadalsbanan, Väg 1610 och GC-väg 376 vid tpl Osdal	97
DC. Vägbro// Bro 15-1783-1 över Viskan öster om tpl Osdal	97
DC. Vägbro// Bro 15-1784-1 över GC-väg öster om bro 15-1783-1	98

DC. Vägbro// Bro 15-1785-1 över faunapassage väster om tpl Kråkered	98
DC. Vägbro// Bro 15-1786-1 över Väg 41 och EnV_368 vid tpl Kråkered	99
DC. Vägbro// GC-bro 15-1787-1 över Viskan norr om bro 15-1783-1	99
DC1. Bärverk i vägbro	100
DC11. Brobaneplatta	100
DC12. Balk// Bro 15-1782-1, 15-1786-1 och 15-1787-1	100
DC13bb. Pelarstöd// Bro 15-1782-1	100
DC18. Diverse bärverk i vägbro/ Båge// Bro 15-1783-1	100
DC2. Grundläggning av vägbro	101
DC3. Komplettering i vägbro	101
DC31. Beläggning	101
DC35. Övergångskonstruktion	102
DC36b. Grundavlopp i bro	102
DC36c. Dräneringskanal i bro	102
DC36d. Ytavloppssystem i bro// Bro 15-1782-1	102
DC36d. Ytavloppssystem i bro// Bro 15-1783-1	103
DC36d. Ytavloppssystem i bro// Bro 15-1786-1	103
DC38. Diverse kompletteringar i vägbro/ Loddubb	103
DC38. Diverse kompletteringar i vägbro/ Skyddstak för järnväg// Bro 15-1782-1	103
DC38. Diverse kompletteringar i vägbro/ Skärm// Bro 15-1780-1	104
DC41. Slänt// Bro 15-1778-1	104
DC41. Slänt// Bro 15-1779-1	105
DC41. Slänt// Bro 15-1780-1	105
DC41. Slänt// Bro 15-1782-1	106
DC41. Slänt// Bro 15-1783-1	106
DC41. Slänt// Bro 15-1785-1	106
DC41. Slänt// Bro 15-1786-1	106
DC42. Kon// Bro 15-1782-1	107
DC42. Kon// Bro 15-1783-1	107
DC42. Kon// Bro 15-1784-1	107
DC42. Kon// Bro 15-1786-1	108
DC42. Kon// Bro 15-1787-1	108
DC43. Erosionsskydd vid vattendrag// Bro 15-1783-1 och 15-1787-1	108
DE. Dagvattensystem	109
DE1. Dagvattenledning	109
DE2. Dagvattenbrunn	110
DE3. Trumma/ Vägtrumma	111
DE3. Trumma/ Vägtrumma// Smådjurspassager	112
DE4. Dike// Grupp 1, 2 och 3	113
DE4. Dike// Grupp 1//Väg 27 sektion ca 0/000-0/550	114
DE4. Dike// Grupp 1//Väg 27 sektion ca 1/900-2/600	114
DE4. Dike// Grupp 1//Väg 27 sektion ca 3/450-3/680	114

DE4. Dike// Grupp 1//Väg 27 sektion ca 3/900	115
DE5. Anordning för lokalt omhändertagande av dagvatten	115
DE5. Anordning för lokalt omhändertagande av dagvatten// tpl Osdal	116
DE5. Anordning för lokalt omhändertagande av dagvatten// Bro 15-1782-1	116
DE5. Anordning för lokalt omhändertagande av dagvatten// Bro 15-1783-1	116
DE5. Anordning för lokalt omhändertagande av dagvatten// Bro 15-1786-1	117
DE5. Anordning för lokalt omhändertagande av dagvatten// tpl Kråkered	117
DF. Vätskyddsanordning	118
DF1. Stängsel	118
DF1. Stängsel/ Faunastängsel	118
DF1. Stängsel/ Uthopp	119
DF2. Räcke	121
DF2. Räcke/ Broräcke	121
DF2. Räcke/ Broräcke// GC-bro 15-1778-1 samt Bro 15-1779-1 och 15-1786-1	121
DF2. Räcke/ Broräcke// Bro 15-1782-1	122
DF2. Räcke/ Broräcke // Bro 15-1783-1, 15-1784-1 och GC-bro 15-1787-1	122
DF2. Räcke/ Vägräcke	122
DF21. Sidoräcke/ Vägräcke	123
DF22. Mitträcke/ Vägräcke	123
DF25. Räckeskomplettering/ Vägräcke/ Räckesförankring	124
DF25. Räckeskomplettering/ Vägräcke/ Räckesförankring i mark	124
DF25. Räckeskomplettering/ Vägräcke/ Räckesförankring till annat räcke	124
DF25. Räckeskomplettering/ Vägräcke/ Krockdämpare	125
DF25. Räckeskomplettering/ Vägräcke/ Räckesavslutning	125
DF25. Räckeskomplettering/ Vägräcke/ Energiupptagande räckesavslutning	125
DF25. Räckeskomplettering/ Vägräcke/ Ej energiupptagande räckesavslutning	125
DF25. Räckeskomplettering/ Räckesreflexer	125
DF26. Övergång mellan räkestyper	125
DG. Trafikledningsanordning	126
DG1. Vägmarkering	126
DG13. Övrig markering/ Bullerräfflor	127
DG2. Vägmarke, vägschild	128
DG3. Kantstolpe	130
DG4. Portal, stolpe för trafikledningsanordning	130
DG41. Portal	131
DG42. Stolpe för trafikanordning	132
DH. Belysningsystem	132
DH1. Belysningsarmatur	134
DH2. Belysningskälla	136
DH3. Belysningsstolpe, belysningsmast	137
DH4. Styrsystem för belysning	138
DK. Elsystem och telesystem	139

DK. Elsystem och telesystem/ Kabelskåp _____	139
DK. Elsystem och telesystem/ Apparater i kopplingsutrustning _____	139
DK. Elsystem och telesystem/ Centralutrustning _____	140
DK. Elsystem och telesystem/ Kablar _____	145
DK. Elsystem och telesystem/ Kabelbrunnar _____	146
DK. Elsystem och telesystem/ Kanalisation _____	146
DK. Elsystem och telesystem/ Kablar i betongkonstruktion _____	147
DK. Elsystem och telesystem/ Kablar i betongkonstruktion// Bro 15-1782-1 över GC-väg, Viskadalsbanan och Väg 1610 vid tpl Osdal _____	147
DK. Elsystem och telesystem/ Kablar i betongkonstruktion// Bro 15-1783-1 över Viskan öster om tpl Osdal _____	147
DK. Elsystem och telesystem/ Kablar i betongkonstruktion// Bro 15-1786-1 över Väg 41 och enskild väg vid tpl Kråkered _____	147
DK. Elsystem och telesystem/ Ledningssystem _____	148
DZ. Övriga delar i väganläggning _____	148
DZ 1. Övriga delar i väganläggning / "Grodbacken" _____	148
DZ 1. Övriga delar i väganläggning / Grodpassage med ledarmar _____	148
DZ 2. Övriga delar i väganläggning / Befintliga konstruktioner / VA-nät _____	148
DZ 2. Övriga delar i väganläggning / Befintliga konstruktioner / Elledningar _____	149
DZ 2. Övriga delar i väganläggning / Befintliga konstruktioner / Teleledningar inkl. optoledningar _____	150
DZ 2. Övriga delar i väganläggning / Befintliga konstruktioner / Fjärrvärmeledningar _____	151
DZ 2. Övriga delar i väganläggning / Befintliga konstruktioner / Gasledningar _____	152
DZ 3. Övriga delar i Väganläggning / Korsande ledningsgata _____	152
F. SPÅRANLÄGGNING _____	154
FK. Elsystem och telesystem/ Kablar _____	154
FK. Elsystem och telesystem/ Ledningssystem _____	155
FK. // RIVNING AV VÄGSKYDDSANLÄGGNING FUNNINGEVÄGEN _____	155
X. DOKUMENTATION _____	157
X. Dokumentation/ Digitala dokument _____	157
XB. Projekteringsbeskrivning _____	157
XB. Projekteringsbeskrivning/ Anläggningsmodell _____	158
XB. Projekteringsbeskrivning/ Design basis _____	158
XB. Projekteringsbeskrivning/ Landskap, gestaltning _____	158
XB. Projekteringsbeskrivning/ Miljöskydds- och kompensationsåtgärder _____	159
XC. Arbetshandling _____	160
XD. Relationshandling _____	162
XD. Relationshandling/ Vägbro _____	163
XE. Relationshandling/ Belysningsystem _____	163
XF. Drift- och underhållsplan _____	164
XG. Förvaltningshandling _____	165
Referenser till annan handling _____	166

Bilagor:

- Bilaga 1 Krav på geotekniska arbetshandlingar (0C075100)
 - Bilaga 2 Utformning av bro 15-1782-1 över GC-väg 373, Viskadalsbanan, Väg 1610 och GC-väg 376 vid tpl Osdal (0C075200)
 - Bilaga 3 Rutin för utförande belysning av övergångsställe/passage (0C075300)
 - Bilaga 4 PM-märkning krav på märkskyltning av ytvägnätet (0C075400)
 - Bilaga 5 Utformning av effektbelysning på bro 15-1782-1 över GC-väg 373, Viskadalsbanan, Väg 1610 och GC-väg 376 vid tpl Osdal (0C075500)
 - Bilaga 6 Utformning av effektbelysning på vägbro 15-1783-1 över Viskan öster om tpl Osdal (0C075600)
 - Bilaga 7 Beräkningar för avrinningsområde (0C075700)
 - Bilaga 8 Utformning av belysning på GC-371 bro 15-1778-1 över Väg 27 (0C075800)
 - Bilaga 9 Befintlig belysning gällande Borås Stads anläggning (0C075900)
 - Bilaga 10 Förslagsskiss – Överföringsledningar Sobacken, Normalsektion (0C075910)
 - Bilaga 11 Omgrävning Grodbäcken (0C075911)
 - Bilaga 12 Utformning av grodtunnlar och fångstarmar (0C075912)
 - Bilaga 13 Väderskydd KMN (0C075913)
-

1. ALLMÄNT

Här anges hur beskrivningen är disponerad och hur kravtexterna gäller i förhållande till varandra.

Generellt gäller för referenser till krav i annan handling t.ex. Trafikverkets föreskrifter eller andra dokument eller standarder att förutom de krav som framgår av refererad handling gäller även krav som vid tidpunkten för OTB:ns upprättande tillkommit till eller ändrats avseende handlingen. Exempelvis kan tillkommande krav eller ändringar vara uttryckta i senare versioner eller supplement. Med tillkommande eller ändrade krav avses i detta sammanhang även slopade krav, omformulerade krav m.m. samt att beslut om ändringen har tagits av Trafikverket eller annan ansvarig instans.

I beskrivningen ställs ej krav på samtliga i entreprenaden förekommande arbeten. Där krav ej ställts ska ändå erforderliga arbeten utföras för befintliga anläggningar och miljöer som påverkas samt för aktuell anläggning i sådan omfattning och på sådant sätt att funktioner bibehålls eller blir som avsetts. Standard på funktioner och teknisk lösningar som kan utläsas av ställda krav och som erfordras med hänsyn taget till avsedd användning och användningssätt ska därvid användas. Där preciserade krav ej ställts ska utformning och utförande ske med användande av modern teknik och enligt vetenskapliga metoder eller vedertagna och beprövade metoder.

1.1 Avsnitt

Beskrivningen består av följande avsnitt:

- 1. Allmänt
- B. Trafik
- C. Befintlig mark, miljö och konstruktioner
- D. Väganläggning
- F. Järnvägsanläggning med flera anläggningar
- X. Dokumentation
- Referenser till annan handling.

Under avsnitt "B. Trafik" anges den trafik som konstruktionerna i en anläggning ska vara utformade och utförda för.

Under avsnitt "C. Befintlig mark, miljö och konstruktioner" beskrivs befintliga förhållanden som påverkas av den aktuella anläggningens utformning och utförande samt villkor för påverkan under och efter entreprenadtiden.

Under avsnitten "D. Väganläggning", "F. Järnvägsanläggning" med flera anges förutsättningar och krav som gäller för den aktuella anläggningens utformning och utförande.

Under avsnitt "X. Dokumentation" anges krav på dokumentation m.m.

Under avsnitt "Referenser till annan handling" anges en lista med kompletterande uppgifter om handlingar som refereras till.

1.2 Kodade rubriker

Kodade rubriker kännetecknas av att de består av en kod och en benämning. Benämningen är en text som uttrycker kodens innebörd. Exempel: "D. Väganläggning", "DB. Vägkonstruktion".

Första tecknet i koden anger huvudrubrik, exempel: "D" i "D. Väganläggning". Andra tecknet i koden anger dess underordnade rubrik, exempel: "DB" i "DB. Vägkonstruktion". Tredje tecknet och så vidare anger nästa nivå av underordnad rubrik.

En kodad rubrik kan vara specificerad med typer eller platser.

Specificering av typer

Kodade rubriker kan ange typ efter enkelt snedstreck ("/"), exempel: "DF2. Räcke/ Vägeräcke" där texten Vägeräcke är typens benämning. Varje enkelt snedstreck anger en underordnad nivå av rubrik "DF2. Räcke/ Vägeräcke" är således underordnad rubrik till "DF2. Räcke". Dessutom gäller att typ på överordnad nivå är överordnad typ på underordnad nivå. Exempelvis är "DF2. Räcke/ Vägeräcke" överordnad "DF21. Sidoräcke/ Vägeräcke".

Specificering av platser

Kodade rubriker med dubbel snedstreck ("/") anger platser (lägen). Platser kan vara individuella, exempel "DB. Vägkonstruktion// Väg 123 sektion x/xxx-y/yyy". Platser kan också vara grupperade (se vidare nedan), exempel: "DB. Vägkonstruktion// Grupp 2". Platser kan kravmässigt ingå i varandra och varje dubbel snedstreck anger en underordnad rubriknivå. Exempelvis kan en individuell plats vara kravmässigt underordnad en grupp, exempel "DB. Vägkonstruktion// Grupp 2// Väg 123 sektion x/xxx-y/yyy".

Specificering av platser med samma typ av krav

Gruppindelning av väganläggningen används för att reducera upprepningar av krav. Grupp 1 – 4 uttrycker platser (lägen) med samma typ av krav.

TRVK Bro ska tillämpas i sin helhet för konstruktioner den är avsedd för oavsett platser eller grupp av platser om inte annat anges för specifik plats. För övriga konstruktioner i en väganläggning gäller följande principer för gruppindelning av platser med samma typ av krav.

- Krav i Grupp 1 och 2 ställs utifrån TRVK Väg och TK Geo.
 - I Grupp 1 ställs i huvudsak krav på funktioner under rubriken "Funktion" kompletterat med restriktioner i form av krav på tekniska lösningar under rubriken "Teknisk lösning".
 - I Grupp 2 ställs i huvudsak krav på tekniska lösningar under rubriken "Teknisk lösning" enligt krav i TRVK Väg och TK Geo kompletterat med eventuella krav på utformning under rubriken "Funktion".
- Krav i Grupp 3 ställs utifrån VV publikation 2001:9 (projektering och byggande av enskilda vägar) för utformning av väganläggningen och utförande av vägöverbyggnadskonstruktionen. Krav på utförande för övriga konstruktioner som ej omfattas av TRVK Bro ställs utifrån TRVK Väg och TK Geo.
- Krav i Grupp 4 på skogsbilvägar ställs utifrån Skogsstyrelsens skrift, "Anvisningar för projektering och byggande av skogsbilväg klass III och IV" för utformning av väganläggningen och utförande av vägöverbyggnadskonstruktionen. Krav på utförande av övriga konstruktioner som ej omfattas av TRVK Bro ställs utifrån TRVK Väg och TK Geo.

Krav för respektive grupp anges under kodad rubrik i avsnitt "D. Väganläggning". Om där angiven kodad rubrik eller underordnad kod och rubrik saknar gruppangivelse för platser eller enskild platsangivelse gäller kraven för alla platser i väganläggningen om inte annat anges.

1.3 Okodade rubriker

Under de kodade rubrikerna används okodade rubriker för att strukturera texter.

Okodade rubriker (underrubriker) finns för:

- Omfattning
- Funktion
- Teknisk lösning
- Kontroll

Under Omfattning anges eventuell begränsning av kravens giltighet. I avsnitt "D. Väganläggning" anges, enskilda eller grupper av platser i aktuell väganläggning.

Under "Funktion" krävs sådan användbarhet eller sådan för användbarhet nödvändig egenskap, som normalt konstateras genom mätning, provning eller nyttjande, se ABT 06. Rubriken "Funktion" kan vara kompletterad för att uttrycka vad funktionen avser t.ex. "Funktion/ Bärförmåga, stadga, beständighet", "Funktion/ Buller".

Under Teknisk lösning krävs material, vara, konstruktion eller utförande som angetts på ritning, i beskrivning eller på annat sätt, se ABT 06. Rubriken "Teknisk lösning" kan vara kompletterad för att uttrycka vad den tekniska lösningen avser. Kompletteringen i rubriken kan t.ex. vara "Teknisk lösning/ Konstruktion", "Teknisk lösning/ Utförande" eller "Teknisk lösning/ Material och varor".

Under rubriken "Kontroll" krävs kontrollmetoder och för vissa kontroller anges också tidpunkter. Kontroller kan avse kontrollmetoderna Provning (inklusive mätning), Besiktning eller Beräkning. Rubriken Kontroll är vanligen kompletterad med vad den avser t.ex. "Kontroll/ Funktion" eller "Kontroll/ Funktion/ Buller".

För de okodade rubrikerna gäller att vissa är överordnade och vissa är underordnade. Varje enkelt snedstreck ("/") anger en underordnad nivå. Exempelvis är "Funktion" överordnad "Funktion/ Buller" och Teknisk lösning är överordnad "Teknisk lösning/ Märkning" och Kontroll är överordnad "Kontroll/ Funktion" som i sin tur är överordnad "Kontroll/ Funktion/ Buller".

Under en kodad rubrik kan rubriken "Kontroll" vara den enda kontrollrubriken eller vara kompletterad med kontrollrubriker som specificerar funktion eller teknisk lösning. Kraven under "Kontroll" är överordnade (d.v.s. gäller tillsammans med) kraven under de specificerade kontrollrubrikerna.

1.4 Kravhierarkier

Kraven är inrättade i hierarkisk ordning så att krav under överordnad rubrik gäller även som krav under underordnad rubrik. Det innebär att kraven på överordnad nivå i hierarkin gäller för helheten och kompletterar kraven på underordnade nivåer som gäller delar av helheten. I de fall krav på överordnad nivå inte direkt kan tillämpas på lägre nivå ska de ses som indirekta krav på lägre nivå för att delarna ska ges egenskaper som överensstämmer med kraven på helheten.

Särskilt gäller att i de fall när kraven på underordnad nivå innebär en ändring eller motsägelse av krav på högre nivå att krav på lägre nivå ska gälla.

I de fall krav saknas på underordnad nivå gäller krav på överordnad nivå.

Krav i denna OTB gäller alltid före krav i dokument det hänvisas till om motsägelse finns.

Under rubriken "Kontroll" på överordnad nivå i hierarkin ställs krav att kontrollmetoderna beräkning, provning och besiktning ska tillämpas. Detta gäller om det inte är uppenbart att någon av metoderna ej behöver tillämpas vid kontroll på underordnad nivå. Om någon av metoderna anges som krav på underordnad nivå behöver endast angiven metod användas där. Dock gäller att krav på kontroll av material

angivna på överordnad nivå alltid ska gälla. Om kontrollmetodmetod ej anges preciserad ska Entreprenören själv precisera kontrollmetod med anledning av vad som kan utläsas av ställda krav och hans egna tekniska lösningar i upprättade arbetshandlingar.

B. TRAFIK**B1. Vägtrafik**

Av personbilarna ska 70% förutsättas ha dubbdäck under perioden 1 oktober till 15 april.

Det ska förutsättas att vägbanan saltas under perioden 1 oktober till 15 april.

Av tabell (B1).1 framgår trafikbelastning. Observera att angivna trafiksiffror är för år 2035 och är dimensionerande.

Smalare vägren och mittremsa än 2 m dimensioneras på samma sätt som närliggande körfält.

Tabell (B1).1. Trafikbelastning.

Grupp / Plats	Kommentar	Ref. hast km/h	ÅDT _k År 2035	ÅDT År 2035	Tung trafik %	Årlig trafikförändring, pb % / år	Årlig trafikförändring, lb % / år	Std-axlar/tungt fordon B-faktor
Grupp 1								
<u>Viaredsmotet</u>								
K1, mot öst		70	9000		13	1,5	1,5	1,3
K2, mot öst		70	4000		13	1,5	1,5	1,3
K1, mot väst		70	9000		13	1,5	1,5	1,3
K2, mot väst		70	4000		13	1,5	1,5	1,3
<u>Väg 27</u>								
Km 0/000-0/340 K1, mot öst	Mötesfri landsväg	50	5800		15,5	1,5	1,5	1,3
Km 0/000-0/340 K2, mot öst	Mötesfri landsväg	50	5800		15,5	1,5	1,5	1,3
Km 0/000-0/340 K1, mot väst	Mötesfri landsväg	50	5800		15,5	1,5	1,5	1,3
Km 0/000-0/340 K2, mot väst	Mötesfri landsväg	50	5800		15,5	1,5	1,5	1,3
Km 0/341-2/280 mot öst	Mötesfri landsväg	80	7000		15	1,5	1,5	1,3
Km 0/341-2/280	Mötesfri	80	5000		18	1,5	1,5	1,3

Grupp / Plats	Kommen- tar	Ref. hast km/h	ÅDT _k År 2035	ÅDT År 2035	Tung trafik %	Årlig trafik- föränd- ring, pb % / år	Årlig trafik- föränd- ring, lb % / år	Std- axlar/ tungt for- don B- faktor
K1, mot väst	landsväg							
Km 0/341-2/280 K2, mot väst	Mötesfri landsväg	80	3000		12	1,5	1,5	1,3
Km 2/281-2/950 K1, mot öst	Mötesfri landsväg	80	5000		14	1,5	1,5	1,3
Km 2/281-2/950 K2, mot öst	Mötesfri landsväg	80	5000		14	1,5	1,5	1,3
Km 2/281-2/950 K1, mot väst	Mötesfri landsväg	80	5000		14	1,5	1,5	1,3
Km 2/281-2/950 K2, mot väst	Mötesfri landsväg	80	5000		14	1,5	1,5	1,3
Km 2/951-3/110 mot öst	Mötesfri landsväg	80	5000		14	1,5	1,5	1,3
Km 2/951-3/080 mot väst	Mötesfri landsväg	80	5000		14	1,5	1,5	1,3
Km 3/111-3/700 K1, mot öst	Mötesfri landsväg	80	4800		12	1,5	1,5	1,3
Km 3/111-3/700 K2, mot öst	Mötesfri landsväg	80	3000		12	1,5	1,5	1,3
Km 3/081-3/700 K1, mot väst	Mötesfri landsväg	80	4800		12	1,5	1,5	1,3
Km 3/081-3/700 K2, mot väst	Mötesfri landsväg	80	3000		12	1,5	1,5	1,3
Km 3/701-5/630 K1, mot öst	Mötesfri landsväg	80	4000		19	1,5	1,5	1,3
Km 3/701-5/630 K2, mot öst	Mötesfri landsväg	80	2500		19	1,5	1,5	1,3
Km 3/701-5/700 mot väst	Mötesfri landsväg	80	6000		19	1,5	1,5	1,3
Km 5/631-5/850 mot öst	Mötesfri landsväg	80	4000		16	1,5	1,5	1,3
Km 5/701-6/100 mot väst	Mötesfri landsväg	80	4000		16	1,5	1,5	1,3
Km 5/851-6/266	Mötesfri	80	10500		16	1,5	1,5	1,3

Grupp / Plats	Kommen- tar	Ref. hast km/h	ÅDT _k År 2035	ÅDT År 2035	Tung trafik %	Årlig trafik- föränd- ring, pb % / år	Årlig trafik- föränd- ring, lb % / år	Std- axlar/ tungt for- don B- faktor
mot öst	landsväg							
Km 6/101-6/266 mot väst	Mötesfri landsväg	80	10500		16	1,5	1,5	1,3
<u>Tpl Osdal</u>								
Ramp Raö_15 Avfart från Viared		80	3000		6	1,5	1,5	1,3
Ramp Rpö_16 Påfart mot Kråke- red		80	1500		7	1,5	1,5	1,3
Ramp Rav_17 Avfart från Kråke- red		80	1500		7	1,5	1,5	1,3
Ramp Rpv_18 Påfart mot Viared		80	3000		6	1,5	1,5	1,3
<u>Tpl Kråkered</u>								
Ramp Raö_19 Avfart från Viared		80	1500		13	1,5	1,5	1,3
Ramp Rpö_20 Påfart mot Kråke- red		80	6000		13	1,5	1,5	1,3
Ramp Rav_21 Avfart från Kråke- red		80	6000		13	1,5	1,5	1,3
Ramp Rpv_22 Påfart mot Viared		80	1500		13	1,5	1,5	1,3
Väg 1640 Lv_32	Landsväg med mö- tande trafik	70	1500		5	2,5	4	1,3
Väg 1610 Lv_33	Landsväg med mö- tande trafik	50	5000		8	1,5	1,5	1,3

Grupp / Plats	Kommen- tar	Ref. hast km/h	ÅDT _k År 2035	ÅDT År 2035	Tung trafik %	Årlig trafik- föränd- ring, pb % / år	Årlig trafik- föränd- ring, lb % / år	Std- axlar/ tungt for- don B- faktor
Väg 41 Lv_35	Landsväg med mö- tande trafik	70	9000		13	1	1	1,3
Grupp 2								
Viaredsvägen Lv_31	Kommunal gata	50	3500		19	0	1	1,3
Gässlösavägen Lv_34	Kommunal gata	50	2500		12	1,5	1,5	1,3
GC- väg vid sek- tion km 0/180 Gc_371	Kommunal GC-väg			GC-väg ska dimensioneras för 150 000 std.- axlar.				
GC- väg vid sek- tion km 2/830 Gc_373	Kommunal GC-väg							
GC- väg vid Tpl Osdal Gc_376	Kommunal GC-väg							
GC- väg vid sek- tion km 3/350 Gc_374	Kommunal GC-väg							
Grupp 3								
Enskild väg ca vid sektion km 0/100- 0/340 EnV_36Viared	Väglklass II Bärighets- klass A	30		0-24	VV publikation 2001:9			
Enskild väg vid sektion km 1/000 EnV_361	Väglklass II Bärighets- klass A	30		0-24	VV publikation 2001:9			
Enskild väg ca vid sektion km 1/480 EnV_362	Väglklass II Bärighets- klass A	30		0-24	VV publikation 2001:9			
Enskild väg vid sektion km 1/480-	Väglklass II Bärighets-	30		0-24	VV publikation 2001:9			

Grupp / Plats	Kommen- tar	Ref. hast km/h	ÅDT _k År 2035	ÅDT År 2035	Tung trafik %	Årlig trafik- föränd- ring, pb % / år	Årlig trafik- föränd- ring, lb % / år	Std- axlar/ tungt for- don B- faktor
1/750 EnV_363	klass A							
Enskild väg vid sektion km 2/270 EnV_364	Väglklass II Bärighets- klass A	30		0-24	VV publikation 2001:9			
Enskild väg ca vid sektion km 3/120- 3/220 EnV_365	Väglklass II Bärighets- klass A	30		0-24	VV publikation 2001:9			
Enskild väg ca vid sektion km 3/700- 4/000 EnV_366	Väglklass II Bärighets- klass A	30		0-24	VV publikation 2001:9			
Enskild väg ca vid sektion km 2/500- 2/800 EnV_367	Väglklass II Bärighets- klass A	30		0-24	VV publikation 2001:9			
Enskild väg ca vid sektion km 4/550- 4/620 och km 4/750-4/930 EnV_369	Väglklass II Bärighets- klass A	30		0-24	VV publikation 2001:9			
Enskild väg ca vid sektion km 5/450- 5/560 EnV_368	Väglklass II Bärighets- klass A	30		0-24	VV publikation 2001:9			
Grupp 4								
Cykel- och vand- ringsled ca vid sektion km 1/000- 1/200 Gc_372								
Cykel- och vand- ringsled ca vid sektion km 4/000- 4/450 Gc_375								

Grupp / Plats	Kommentar	Ref. hast km/h	ÅDT _k År 2035	ÅDT År 2035	Tung trafik %	Årlig trafikförändring, pb % / år	Årlig trafikförändring, lb % / år	Std-axlar/ tungt fordon B-faktor
Skogsbilväg ca vid sektion 1/700 (vändplan till befintlig enskild väg)	Vägklass IV, tillgänglighetsklass B							
Skogsbilväg ca vid sektion 2/600 (vändplan till befintlig enskild väg)	Vägklass IV, tillgänglighetsklass B							
Skogsbilväg ca vid sektion 2/750 (vändplan till befintlig Väg 1640)	Vägklass IV, tillgänglighetsklass B							
Skogsbilväg ca vid sektion 5/600 Km 0/000-0/120	Vägklass IV, tillgänglighetsklass B							

ÅDT= Årsmedeldygnstrafik

ÅDT_k= Årsmedeldygnstrafik per körfält

B-faktorn beskriver hur många standardaxlar som varje tungt fordon representerar. Standardaxel definieras enligt TRVK Väg kapitel 2.1.1

C. BEFINTLIG MARK, MILJÖ OCH KONSTRUKTIONER SAMT TILLFÄLLIGA ANLÄGGNINGAR

Omfattning

Omfattning avser befintliga förhållanden samt befintligheter som påverkas av anläggningens utformning och utförande.

Funktion

Befintlig mark och miljö samt konstruktioner, såsom byggnader, broar, vägar, andra anläggningar etc. utanför arbetsområdet som påverkas av den aktuella anläggningens utformning och utförande ska ha oförändrade funktioner under utförandet och efter färdigställandet om inte annat anges. Exempelvis ska då befintliga tillfarter till angränsande markområden och fastigheter vara anpassade för fortsatt användbarhet om inte annat anges.

Befintlig mark och miljö samt konstruktioner, såsom byggnader, broar, vägar, andra anläggningar etc. inom arbetsområdet vilka inte ingår i den aktuella anläggningen och inte ska rivas, ska vara anpassade och ha oförändrade funktioner under utförandet och efter färdigställandet om inte annat anges.

Där det anges att någon konstruktion ska rivas ska t.ex. även konstruktion i mark för t.ex. grundläggning samt eventuella tillhörande befintliga el-, va- och dagvattensystem och markutrustningar o.d. rivas om det erfordras för markens utformning och användning. De delar som eventuellt kan lämnas kvar ska anpassas. Återställning efter rivning eller flyttning ska ske till standard lika omgivande mark.

Kontroll

Kontroll ska ske genom provning (inklusive mätning), beräkning och besiktning enligt upprättat kontrollprogram och tillhörande kontrollplaner. Kontroll ska ske så att det verifieras att krav och utfästelser för teknisk lösningar och funktioner för berörd eller ändrad befintlig miljö och anläggning uppfylls enligt kontrakts- och arbetshandlingar vid produktion, vid trafiköppning/slutbesiktning och under garantitiden. Kontroll ska ske på vedertaget sätt. Om okonventionella eller okända metoder används för kontroll ska sådana metoder beskrivas särskilt.

C1. Befintlig mark och miljö

C1. Befintlig mark och miljö/ Topografi

Omfattning

Väg 27

Delsträcka km 0/000 – 2/800

Området är kuperat med skogsbeklädda höjdparter mellan lägre belägna områden bestående av våtmarker. Våtmarkspartierna är bevuxna med gräs eller gles trädvegetation. Två högspänningsledningar korsar den planerade vägen i ca km 0/250. Marknivåer ligger på ca +170 vid Viaredsmotet och ökar till ca +180 vid den planerade cirkulationsplatsen vid ca km 0/340. Därefter varierar marknivåerna längs sträckan mellan +170 och +185 fram till km 1/900.

Vid ca km 1/200 passerar vägen ca 100 m söder om Pickesjön.

Från fastmarkspartiet öster om våtmarken vid Tränningstorpasjön vid ca km 2/000, som ligger på nivå ca +165, sluttar terrängen ner mot Viskadalen.

Delsträcka km 2/800 – 3/500

Området utgörs av relativt plan ängsmark och hästhagar avgränsat av skogsbeklädda höjdparter i väster och öster. Vid ca km 2/800 korsar den planerade vägen Viskadalsbanan samt Väg 1610. Terrängen sluttar från ca +150 till ca +136 vid Väg 1610 vid ca km 2/900. Marknivåerna i övrigt varierar längs sträckan mellan ca +128 och +137 och ligger som lägst vid Viskan vid ca km 3/300. Borås ridhus är beläget inom området.

Delsträcka km 3/500 – 6/266

Området är kuperat med skogsbeklädda höjdparter mellan lägre belägna områden bestående av våtmarker. Våtmarkspartierna är bevuxna med gräs eller gles trädvegetation. Marknivåer varierar längs sträckan mellan +132 och +180.

Marknivåer ökar från ca +135 vid km 3/500 till ca +175 vid km 5/150. Vid ca km 5/200 korsar planerad väg en ravin i östlig-västlig riktning. På norra sidan av ravinen stupar berget brant vid km 5/150 från ca +175 ner till ravinbotten. Botten ligger på nivå ca +163 fram till ca km 5/220 och ökar till +180 vid ca km 5/400. Terrängen sluttar därefter mot Kråkered i öster. Vid ca km 5/580 korsas Väg 41, som ligger på nivå ca +163.

Vid ca km 6/150 ansluter planerad Väg 27 till befintlig väg på nivå ca +148.

Landsvägar

Väg 1640 (Lv_32)

Området består av relativt flack skogsmark omväxlande med våtmarksparter. Marknivåer varierar mellan ca +172 och +166 m.

Väg 1610 (Lv_33)

Planerad väg ligger i läget för befintlig Väg 1610. Marknivåer varierar mellan ca +133 och +141 m.

Väg 41 (Lv_35)

Planerad väg ligger i läget för befintlig Väg 41. Marknivåer varierar mellan ca +158 och +168 m.

Kommunala gator

Viaredsvägen (Lv_31)

Området består av åkermark samt skogsmark. En högspänningsledning korsar den planerade vägen på ca km 0/600. Marknivåer varierar längs sträckan och ligger mellan ca +187 vid Företagsgatan vid km 0/000 och ca +180 vid den planerade cirkulationsplatsen vid ca km 0/340 där Lv_31 ansluter till Väg 27.

Gässlösavägen (Lv_34)

Terrängen sluttar svagt mot söder och består av skogsmark. Marknivåer varierar mellan ca +133 och +137 m.

Enskilda vägar

EnV_36 Viared

Området består av ett relativt flackt skogsområde med uppstickande bergsparter och våtmark. En högspänningsledning korsar den planerade vägen i ca km 0/100. Marknivåer varierar mellan +174 och +179 m.

EnV_361

Området består av flack skogsmark. Delar av vägsträckan består av befintlig grusväg. Marknivåer ligger på ca +185 m.

EnV_362

Den planerade vägsträckan består av befintlig grusväg. Omgivande området består av skogsmark med två bergspartier i öster. Marknivåer varierar mellan ca +175 och +180 m.

EnV_363

Området består av ett skogsområde med uppstickande bergspartier. Marknivåerna sluttar svagt mot öster och varierar mellan ca +180 och +170 m.

EnV_364

Området består av ett skogsområde där marken sluttar ner mot planerad Väg 27. Marknivåer varierar mellan ca +165 och +175 m

EnV_365

Området består av tämligen flack terräng bestående av ängsmark. Marknivåer ligger på ca + 130 m.

EnV_366

Området består av tämligen flack terräng bestående av åker- och ängsmark. Området korsas av en bäck i ca km 0/100. Inom området är ett timmerupplag beläget. Marknivåerna ligger på ca + 135 m.

EnV_367

Området består av ett skogsområde där marken sluttar ner mot Viskadalsbanan och Väg 160. Marknivåer varierar mellan ca + 135 och + 170.

EnV_368

Området består av skogsmark där terrängen sluttar ner mot planerad Väg 27. Enskild väg planeras följa en bäckravin i ett sankmarksområde. Marknivåer varierar mellan ca +163 och +173 m. Delar av den planerade vägsträckan består av befintlig grusväg.

EnV_369

Området består av kuperad skogsmark med inslag av mossar i sänkorna. Marknivåerna varierar mellan +172 och +178 m. Delar av den planerade vägsträckan består av befintlig grusväg.

Gc-vägar

Gc_371

Området består av tämligen flack skogsmark av blandskog. Marknivåer ligger på ca +180 m.

Gc_373

Området består av skogsmark där terrängen sluttar brant ner mot planerad Lv_33. Den planerade vägsträckan består idag av en asfalterad lokalväg. Marknivåer varierar mellan ca +138 och +150 m.

Gc_374

Området består av relativt plan ängsmark. Marknivåer ligger på ca +130 m. Delar av den planerade vägsträckan består av befintlig grusväg.

Gc_376

Området utgörs av hästthagar, galoppbana och ängsmark. Marknivåer varierar mellan + 128 och +135 m. Viskan korsar den planerade vägen i nord-sydlig riktning vid ca km 0/450.

Cykel- och vandringsled vid sektion ca km 1/000 – 1/200 (Gc_372)

Området består av ett relativt flackt skogsområde av blandskog, delvis kalhugget, som sluttar ner mot Pickesjön. Norr om vägen är ett sankmarksparti beläget. I öster mellan planerad väg och Pickesjön finns ett fastmarksparti. Marknivåer varierar mellan ca +175 och +185 m. Delar av den planerade vägsträckan består av befintlig grusväg.

Cykel- och vandringsled ca vid sektion km 4/000-4/450 (Gc_375)

Skogsbeklädd höjd mellan ca +135 och + 165 m. Den planerade cykel- och vandringsleden går på skrå längs höjdens västsluttning.

C1. Befintlig mark och miljö/ Bergteknik

Omfattning

Resultat från utförda bergundersökningar redovisas i Markteknisk undersökningsrapport/Bergteknik (MUR/Bergteknik). Resultaten omfattar kartering av berg i dagen, kärnbörning, svavelanalyser samt provning av bergets mekaniska egenskaper.

Nedan följer en allmän beskrivning av berggrunden. Strukturer och sprickor är beskrivna enligt högerhandsregeln.

Allmänt

Berggrunden i området domineras av förgnejsade granitbergarter (granit, granodiorit, tonalit) och har starka eller svaga rosa toner, ljusa eller gråa toner beroende på varierande innehåll av kalifältpat, kvarts eller biotit. Basiska mörka bergarter som gabbro och amfibolit utgör en mindre andel av berggrunden. Migmatisering har givit upphov till sliror av mörkt respektive ljust material.

Bergmassan är söndersprucken längs fyra dominerande sprickgrupper samt sprickor med varierande orientering. Sprickgrupperna redovisas i tabellen nedan.

<i>Sprick-grupp</i>	<i>Sprickorientering</i>	<i>Sprickavstånd (m)</i>
1	Parallella med foliationen med stupning mot nord-nordöst (270-320° /20-30°)	0,02-0,06 där det är skivigt. Övrigt 0,10-0,45
2	Branta nord-sydliga (stupningsvinkel 70-90°)	0,40-0,60, 1,0-1.20
3	Branta öst-västliga (stupningsvinkel 60, 80-90°)	1,50-30
4	Branta nordväst-sydöstliga (stupningsvinkel 80-90°).	0,20-0,35, 0,50-0,60
	Övriga sprickor har varierande strykning och är vanligen brantstående.	

Förkastningar och sprickzoner har framför allt nordnordöstlig-sydsydvästlig sträckning, t ex Viskans dalgång, samt nordvästlig-sydöstlig sträckning. Dessa bildar tydliga strukturer i topografin, såsom dalgångar och höjdryggar.

Berggrunden är veckad, vilket resulterar i variationer i foliationens strykning och stupning. Väster om Viskans dalgång är foliationen huvudsakligen flack till svagt stupande mot nordöst till östsydöst (320°-20° / 15-35°). Öster om Viskans dalgång är foliationen allmänt brantare än i områdets västra delar, med måttlig stupning mot norr till östnordöst (300° - 335° /30-50°N). Även flackare stupning (20°) förekommer.

Bergskärningar

Nedan följer beskrivning av vägsträckor med planerade bergskärningar. Angivna sektioner är ej exakta.

Väg 27

Km 0/030-0/460

Planerad väg går från Viaredsmotet (Väg 40) upp i ett område med omväxlande berg och jord. På sträckan planeras en cirkulationsplats.

Berggrunden består av en grå - röd medelkornig gnejsig granit med sliror av mörkt grå, mer glimmerhaltig amfibolit. Graniten och amfiboliten har ett migmatitiskt utseende, d.v.s. övergår i varandra på ett diffust, delvis uppsmält sätt utan tydliga kontakter. Det förekommer även pegmatiter. Vid berghällskarteringen noterades svag gnejsighet. Ådringen/mineralorienteringen stupar måttligt mot östnordöst, $345^\circ / 35^\circ$. Foliation i kärna KBH 1 är flack ($10-20^\circ$). Observerade sprickor stupar mot östnordöst och sydöst ($350^\circ / 20-40^\circ$ resp. $45^\circ / 20^\circ$), ställvis med skivig uppsprickning (sprickavstånd $< 0,5$ m). Det förekommer även branta-vertikala sprickor som stryker i nordnordöst-sydsydväst. Dessutom förekommer sprickor som stupar brant mot sydväst ($145^\circ / 75^\circ$).

Km 0/540-0/600

Planerad väg passerar en mindre höjd med endast en liten hållblottnings inom planerat vägområde.

Berget är blottat på en liten håll i sektionen. Berggrunden utgörs av en röd medelkornig gnejsig granit. Närliggande hållar uppvisar lätt gnejsighet med mineralorientering som stupar måttligt mot nordöst ($325^\circ / 35^\circ$). Sprickor har ej kunnat mätas på den lilla hållblottningen, men närliggande hållar uppvisar sprickor som stupar brant-vertikalt mot nordöst samt flacka sprickor.

Km 0/840-1/160

Planerad väg går över ett jordtäckt område för att sedan passera en dal där en bäck rinner ut från Pikesjön. Dalsidorna utgörs av bergblottningar omväxlande med jord.

Berggrunden utgörs av en medelkornig röd ådrad/slirig gnejsig granit med inslag av mörkt grå till svart finkornig amfibolit, i form av decimeter- till meterstora sliror. Även inslag av pegmatit förekommer. Observationerna från berghällskarteringen bekräftas i kärnkarteringen. I KBH 2 förekommer ett större amfibolitinslag vid kärnlängd c:a 3-4 m. Foliationen stupar mot öst till nordnordöst ($0 / 20^\circ$ till $325^\circ / 20^\circ$). Detta bekräftas i kärnkarteringen. Dalen som bäcken rinner genom stryker i nordnordöst-sydsydväst, parallellt med vertikala sprickor som stryker i $30-40^\circ / 90^\circ$. Dessa skärs av sprickor parallella med den flacka foliationen, och bildar därmed "trappsteg" i terrängen. Övriga förekommande sprickor är nordsydliga, branta-vertikala med stupning mot väst vertikala med nordväst-sydöstlig strykning samt enstaka medelbranta till branta sprickor som lutar mot sydsydöst, nordöst och sydväst ($70^\circ / 60-80^\circ$ resp. $325^\circ / 30^\circ$ resp. $145^\circ / 50^\circ$). De senare två sprickorna stupar ut mot planerad väg på vänster respektive höger sida. I borrkärna KBH 2 spricker berget framför allt upp längs biotitplan i den gnejsiga graniten.

Km 1/260-1/560

Planerad väg går upp ur dalen går därefter över ett flackt jordtäckt parti med ringa hållblottningar. I östra delen av skärningen passeras en bergsrygg som stryker i nordöst-sydväst. En skogsväg går delvis i befintlig skärning i bergsryggens västra sida.

Berggrunden domineras av en slirig gnejsig granit. I den östra bergsryggen övergår graniten norrut i en grå biotitrik granodiorit som är slirig med röda/ljusa grova ådror bestående av kvarts och fältspat. Foliationen stupar svagt mot nordöst ($315-335^\circ / 20-30^\circ$). Sprickor är flacka eller parallella med foliationen, samt vertikala med öst-västlig och nord-sydlig strykning ($90^\circ / 90^\circ$ resp. $0 - 20^\circ / 90^\circ$). Det förekommer även vertikala nordväst-sydöstliga sprickor ($315^\circ / 90^\circ$). I den norra delen ger dessa sprickor upphov till block med kantstorlek $< 0,6$ m.

Km 1/660-1/760

Planerad väg passerar ett mindre, jordtäckt höjddparti.

Berggrunden består av en röd medel- till grovkornig gnejsig granit. Graniten är ställvis ådrig/slirig, inslag av amfibolit och pegmatit förekommer i mindre omfattning. Foliationen stupar svagt mot öst till östsydöst ($0-30^\circ / 20-25^\circ$). Sprickor är flacka eller parallella med foliationen eller öst-västliga med brant-vertikal lutning mot norr ($270-300^\circ / 60-90^\circ$). Det förekommer också nordöst-sydvästliga vertikala sprickor samt sprickor stupande mot väst ($190^\circ / 60^\circ$).

Km 2/100-2/260

Allmänt: Planerad väg passerar ett höjdparti på vägens högra sida. Terrängen består omväxlande av jord och berg som till största delen är mosstäckt.

Blottat berg består av en röd medelkornig bandad/ådrad gnejsig granit. Inslag av pegmatit och sliror av amfibolit förekommer. Foliationens strykning varierar mellan nord-sydlig till nordväst-sydöstlig med stupning mot öst ($310-0^\circ / 10-20^\circ$). Sprickor är nordöst-sydvästliga med brant-vertikal stupning mot nordväst ($220-230^\circ / 70-90^\circ$). Det förekommer även öst-västliga vertikala sprickor.

Km 2/340-2/820

Planerad väg passerar en dalsida på vänster sida och därefter ett höjdparti på vägens högra sida. Terrängen består omväxlande av jord och berg som till största delen är mosstäckt.

Blottat berg består av en röd bandad gnejsig granit. Foliation/bandning har ej kunnat mätas men i närliggande hållar stupar den c:a 15° mot öst. Sprickor har stupning mot nordnordväst ($250^\circ / 65^\circ$). Även nordväst-sydöstliga och c:a nord-sydliga vertikala sprickor förekommer i närliggande hållar. Det förekommer rikligt med lösa block i slänten runt höjdpartiet, både morän och block från uppsprucket berg.

Km 3/460-3/950

Planerad väg går från ett flackt område i anslutning till Viskan upp längs ett höjdparti på vägens högra sida.

Berggrunden består i norr av röd bandad gnejsig granit, vilken söderut övergår i massformig svart metabasit (gabbro). Blandningarna mellan bergarter förekommer. Foliation/bandning i den gnejsiga graniten stupar åt nordöst ($315^\circ / 30^\circ$). Vertikala sprickor med nord-sydlig strykning och öst-västlig strykning förekommer samt öst-västliga med medelbrant stupning. Berggrunden är allmänt uppsprucken. I söder finns block med kantstorlek $< 0,6$ m. Utfallna block ligger i och nedanför slänterna längs hela bergspartiet.

Km 4/220-4/340

Planerad väg går upp på ett höjdparti, längs en hög, brant slant på vägens vänstra sida.

Berggrunden består av röd bandad gnejsig granit med decimeter- till meterstora inslag av svart metabasit (gabbro). Växellagringar mellan bergarterna förekommer. Även pegmatiter förekommer. Graniten är ställvis starkt rödfärgad. Foliationen stupar mot norr till nordnordöst ($270^\circ / 20^\circ$ till $300^\circ / 20-40^\circ$). Sprickor som mätts är parallella med foliationen och vertikala med västnordväst-östsydöstlig strykning. Berggrunden är uppsprucken i block. Lösa block ligger i och nedanför slänterna.

Km 4/400-4/860

Planerad väg går upp i ett större höjdparti och följer en kraftigt uppsprucken släntsida som slutar nedåt på höger sida om vägen. Terrängen består omväxlande av jord och berg med stora mängder lösa block i den branta slänten.

Berggrunden är heterogen med diffusa övergångar mellan ingående bergartsled. Observerade bergblottningar består av röd medelkornig bandad gnejsig granit, ställvis starkt rödfärgad. I graniten förekommer ställvis 0,3-0,5 m breda linser och band av svart metabasit, samt blandformer av granit och metabasit. Även inslag av pegmatit förekommer. Detta stämmer väl överens med kärnan från KBH 3. Foliationen stupar mot norr till nordöst ($315^\circ / 45-50^\circ$). Dominerande sprickor är parallella med foliationen, d.v.s. med medelbrant stupning mot norr till nordöst, ställvis med skivig uppsprickning. De nordöstligt stupande sprickorna stupar ut mot planerad väg på dess högra sida. Det förekommer även sprickor med stupning mot syd ($90^\circ / 50^\circ$). Övriga sprickor är vertikala och stryker i nord-syd, öst-väst, nordväst-sydöst och nordöst-sydväst ($0^\circ / 90^\circ$ resp. $90^\circ / 90^\circ$ resp. $120-150^\circ / 90^\circ$ resp. $20-50^\circ / 70-90^\circ$). Dessa sprickgrupper ger ställvis upphov till block.

Km 4/860-5/140

Planerad väg passerar en bergbrant. Vägen går därefter in i lätt kuperad terräng med omväxlande berg och jord, för att slutligen löpa ut på en bro över en brant dalsida.

Berggrunden består av en ljus röd till gråröd medelkornig bandad/ådrad gnejsig granit. Bandningen utgörs av glimmerrika gråa partier omväxlande med kalifältspatrikare röda partier. Pegmatitinslag och linser av metabasit förekommer i graniten. Foliationen stupar flackt mot norr ($270^\circ / 20^\circ$). Sprickor är vertikala och stryker i c:a öst-väst, nordnordväst-sydsydöst och nord-syd resp. De öst-västliga sprickorna är dominerande och bildar den branta dalsidan i slutet av skärningen, samt tillsammans med flacka sprickor även ”trappsteg” i terrängen. Flacka sprickor, d.v.s. parallella med foliationen uppträder återkommande. Övriga enstaka sprickor är nordöst-sydvästliga med vertikal stupning samt c:a öst-västliga med stupning mot syd ($80^\circ / 60^\circ$). Lösa block förekommer allmänt i terrängen, framför allt i talusbranten vid c:a km 4/800-4/850 samt nedanför den branta dalsidan vid c:a km 5/140.

Km 5/260-5/520

Planerad väg kommer att gå på en bro och passera en dal för att sedan gå upp på en höjdrygg. Terrängen består omväxlande av jord och berg.

Berggrunden består av en röd fin-medelkornig gnejsig granit med inslag av mörkt grågrön amfibolit. Graniten och amfiboliten har migmatitiskt utseende, d.v.s. övergår i varandra på ett diffust, delvis uppsmält sätt utan tydliga kontakter. Observationerna från berghällskarteringen bekräftas i karteringen av kärna KBH 4 som består av en blandning av amfibolit och gnejsig granit. Foliationen varierar mellan ($270^\circ / 20^\circ$) och stupande mot norr och nordöst ($270^\circ / 30-50^\circ$ resp. $320-330^\circ / 30-50^\circ$). I kärnan KBH 4 stupar foliationen $0-20^\circ$. Vid berghällskarteringen har följande sprickor uppmätts. Öst-västliga sprickor, nord-sydliga sprickor, samt sprickor parallella med foliationen (stupning mot norr till nordöst). Dessutom förekommer enstaka sprickor som stupar mot syd ($90^\circ / 60^\circ$) och mot sydöst ($130^\circ / 70^\circ$) samt sprickor som stupar brant mot sydsydväst ($120^\circ / 80^\circ$). Berggrunden är delvis skivigt och storblockigt uppsprucken. Lösa block förekommer allmänt i terrängen.

Övriga vägar

Lv_31, Viaredsvägen, km 0/330-0/630

Planerad väg går från åkermark till ett flackt skogsparti. Terrängen består omväxlande av jord och berg.

Observerade bergblottningar utgörs av en grå till röd medelkornig ådrad gnejsig granit. Glimmerhalten varierar. Inslag av pegmatit och linser av amfibolit förekommer ställvis. Foliationen stupar mot nord-nordöst och östsydöst ($290^\circ / 20-30^\circ$ resp. $20-40^\circ / 15-35^\circ$). Sprickor är parallella med foliationen, d.v.s. stupar mot norr och östsydöst. Det förekommer även c:a nord-sydliga vertikala sprickor samt nordöst-sydvästliga vertikala sprickor. Dessutom noteras enstaka c:a öst-västliga med stupning mot syd ($115^\circ /$

75° till 90° / 90°), sprickor med stupning mot norr (270° / 60°), nord-sydliga vertikala sprickor (0° / 90°) samt sprickor som stupar mot sydväst (160° / 60°). Berggrunden är blockig.

Lv_32, Väg 1640, km 0/340-0/620

Planerad väg går genom odlingsmark och relativt flack skogs- och myrmark. I slutet av sträckan finns ett höjdområde på vänster sida. Terrängen består omväxlande av jord och berg.

Bergblottningar består av en röd medelkornig bandad gnejsig granit med låg glimmerhalt. Det förekommer även inslag av ljus röd, mer grovkornig gnejsig granit. Även mindre pegmatitinslag har observerats. Foliationen, där den kunnat mätas, har en stupning på c:a 20°. Förekommande sprickor är nord-öst-sydvästliga med stupning mot nordväst (200-230° / 75-90°) och nordväst-sydvästliga med vertikal stupning. Det förekommer även enstaka öst-västliga vertikala sprickor. Vid km 0/630 har lösa block observerats.

Kråkeredsmotet, ramp Raö_19 och ramp Rpv_22 (Väg 27 km 5/400-5/550)

Planerad trafikplats läggs i ett huvudsakligen jordtäckt område med blockig morän. Där ramperna ansluter till planerad Väg 27 går de in i ett större höjdparti med omväxlande jord och berg.

C1. Befintlig mark och miljö/ Geohydrologi

Omfattning

Dimensionerande värden avser förhållanden efter uppräknig för klimatförändringar för 2100.

Dimensionerande vattenstånd (höjdsystem RH 70) för Viskan vid broläge för broar 15-1783-1 och 15-1787-1 framgår av tabell (C1).1.

Tabell (C1).1. Dimensionerande vattenstånd (höjdsystem RH 70) för Viskan vid broläge för broar 15-1783-1 och 15-1787-1.

Vattennivåer	m
HHW-100 år	130,2
HHW-50 år	130,1
MHW	129,1
MW	128,0
MLW	127,9
LLW-50 år	127,9

Dimensionerande flöden för Viskan vid broläge för broar 15-1783-1 och 15-1787-1 framgår av tabell (C1).2.

Tabell (C1).2. Dimensionerande flöden för Viskan vid broläge för broar 15-1783-1 och 15-1787-1.

Flöden	Dygnsmedelvärden m ³ /s
HHQ-100 år	91
HHQ-50 år	83
MHQ	39
MQ	8,6
MLQ	1,4
LLQ-50 år	0,6

Faktor för momentanflöde, HHQ:1,0

Dimensionerande vattenhastigheter för Viskan vid broläge för broar 15-1783-1 respektive 15-1787-1 framgår av tabell (C1).3.

Tabell (C1).3. Dimensionerande vattenhastigheter för Viskan vid broläge för broar 15-1783-1 och 15-1787-1.

Vattenhastigheter	m/s	m/s
V(max)100 år	0,8	1,0
V(max) 50 år	0,8	1,0
V(medel hög)	0,6	0,7
V(medel)	0,4	0,4
V(medel låg)	0,1	0,1
V(min) 50 år	0	0,0

Tabell (C1).4 redovisar uppmätt fri grundvattenyta i öppna grundvattenrör.

Tabell (C1).4 uppmätt fri grundvattenyta i öppna grundvattenrör.

Borrhål	Sektion ca	Nivå markyta	Datum avläsning	Nivå m	Djup m
0106	0/180	179,3	2009-04-29	177,6	1,7
			2009-06-02	177,3	2,0
			2009-08-19	177,7	1,6
			2012-05-21	177,9	1,4
1102	1/100	183	2009-04-29	180,9	2,1
			2009-06-02	180,4	2,6
			2009-08-19	180,7	2,3
			2012-05-09	181,1	1,9
1605	1/680	173,8	2009-04-29	171,8	2,0
			2009-06-02	171,7	2,1
			2009-08-19	172	1,8
			2012-05-10	172	1,8

Borrhål	Sektion ca	Nivå markyta	Datum avläsning	Nivå m	Djup m
2209	2/220	170,3	2009-04-29	167,4	2,9
			2009-06-02	torrt	
			2009-08-19	torrt	
			2012-05-14	168,3	2,0
2407	2/480	164,7	2009-04-29	164,5	0,2
			2009-06-03	164,5	0,2
			2009-08-19	164,5	0,2
			2012-05-21	164,6	0,1
2608	2/600	160,6	2009-04-29	159,9	0,7
			2009-06-03	159,9	0,7
			2009-08-19	159,95	0,65
			2012-05-21	160	0,6
3003	Rpö_16 TPL Osdal	130,9	2009-04-29	130,4	0,5
			2009-06-03	130,2	0,7
			2009-08-18	130,6	0,3
			2012-05-21	131	-0,1
AFGW3209	3/280	128,8	2012-05-28	128,12	0,68
			2012-06-08	128,05	0,75
AFGW3303	3/310	129,1	2012-05-28	128,47	0,63
			2012-06-08	128,43	0,67
3502	5/550	135,2	2009-04-29	131,5	3,7
			2009-06-03	torrt	
			2009-08-18	torrt	
			2012-05-21	132,4	2,8
6001	Rav_21 TPL Kråkered	148,1	2009-05-06	146,6	1,5
			2009-06-03	146,5	1,6
			2009-08-18	147,5	0,6
			2012-05-21	147,6	0,5

Väg 27

Delsträcka km 0/000 – 2/800

Vattennivån i öppna skruvprovtagningshål, avlästa 2008 och 2009, var belägen 0 till 1,1 m under befintlig markyta i de sonderingspunkter där friktionsjord påträffats. I punkt 2406 har den fria vattenytan påträffats 2,0 m under befintlig markyta. I flera undersökningspunkter har de öppna skruvborrhålen rasat eller varit torra.

Delsträcka km 2/800 – 3/700

I samband med provtagning har, i öppna skruvborrhål mellan km 2/800 och 3/000 avlästa 2009, ingen fri vattenyta påträffats (torrt).

Vattennivån i öppna skruvprovtagningshål, avlästa 2009, mellan km 3/000 och 3/160 samt mellan km 3/350 och 3/700 var belägen 1 till 2,5 m under befintlig markyta i de sonderingspunkter där friktionsjord påträffats. I en punkt har det öppna skruvborrhålet varit torrt.

Vattennivån i öppna skruvprovtagningshål, avlästa 2009, vid Viskans strandbrink var belägen 0,9 till 3,6 m under befintlig markyta i de sonderingspunkter där friktionsjord påträffats.

Vattennivån i öppna skruvprovtagningshål, avlästa 2009, vid Viskans strandbrink var belägen 0 till 1,2 m under befintlig markyta i de sonderingspunkter där torv påträffats ytnära.

Delsträcka km 3/700 – 6/266

Vattennivån i öppna skruvprovtagningshål, avlästa 2009, var belägen 0,4 till 2,3 m under befintlig markyta i de sonderingspunkter där friktionsjord påträffats. I några punkter har det öppna skruvborrhålet varit torrt.

Vattennivån i öppna skruvprovtagningshål, avlästa 2009, var belägen 0,1 till 0,8 m under befintlig markyta i de sonderingspunkter där torv påträffats ytnära, vid ca km 5/180, 5/560 och vid Rpö_20, trafikplats Kråkered.

Vattennivån i öppna skruvprovtagningshål, avlästa 2012, var belägen vid markytan vid km 5/200, och 0,8 till 1,8 m under befintlig markyta vid ca km 6/150 i de sonderingspunkter där torv påträffats ytnära.

Landsvägar

Väg 1640 (Lv_32)

Vattennivån uppmätt i öppna skruvprovtagningshål låg 0 – 0,1 m under markytan vid avläsningstillfället 2009-03-11.

Kommunala gator

Viaredsvägen (Lv_31)

Ingen fri vattenyta påträffades i det öppna skruvprovtagningshålet vid avläsningstillfället 2009-02-20

Gässlösavägen (Lv_34)

Vattennivån uppmätt i öppet skruvprovtagningshål låg 2,5 m under markytan vid avläsningstillfället 2009-02-12.

GC-vägar

Gc_376

Vattennivån uppmätt i öppna skruvprovtagningshål vid Viskans strandbrink låg 0,7 - 2,2 m under markytan vid avläsningstillfället 2009-05-12.

C1. Befintlig mark och miljö/ Geoteknik

Omfattning

Utförda geotekniska undersökningar och resultat redovisas i Markteknisk undersökningsrapport/Geoteknik (MUR/Geoteknik) (0G071300).

Härledda värden för friktionsvinkel samt E-modul från utförda CPT-undersökningar redovisas i MUR/Geoteknik.

Förekomst av block på ytan varierar längs med sträckan. Entreprenören ska bilda sig en egen uppfattning av mängden block genom fältbesök. Genomborrade block vid jordbergsondering redovisas i MUR/Geoteknik.

I nedanstående text görs en sammanfattande beskrivning av de geotekniska förhållandena. Beskrivningen baseras på resultat från de undersökta punkterna, således kan de geotekniska förhållandena variera mellan punkterna och inom det undersökta området.

Väg 27

Delsträcka km 0/000 – 2/800

ca km 0/000 - 1/900

Markförhållandena i de undersökta punkterna består av fastmarkspartier med ytnära berg och/eller berg i dagen omväxlande med områden där jordmäktigheten i huvudsak är mindre än 5,5 m. Lokalt har jordlagren en mäktighet på upp till ca 8 m vid ca km 1/600.

Jordlagerföljden består av ett tunt lager mulljord som överlagrar omväxlande siltig sand, sandig silt eller siltig/sandig morän. Lokalt har även siltig lera påträffats. Berg i dagen förekommer ställvis. Det förekommer ytskikt av torv eller gyttja, i huvudsak i lågmarkspartierna.

Den uppmätta vattenkvoten varierar mellan 129 och 860 % i torven och mellan 29 och 60 % i gyttjan. Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 10 och 58 % i moränen och mellan 11 och 41 % i silten och sanden.

Bro 15-1778-1, ca km 0/180

Vid ca km 0/180, består jordlagerföljden av 0,5 m mulljord som överlagrar siltig morän på berg. Djup till berg varierar mellan 1 till 3,3 m. Enligt en provgropsundersökning är moränen normalblockig med en ytblockighet på 19 st block /100 m³ av storleken 200 – 630 mm och 10 st block/100m³ av storleken 630-1800 mm. I jordvolymen är 37 % av mängden material över 63 mm.

Bro 15-1779-1, ca km 1/000

Vid ca km 1/000, består jordlagerföljden av ett tunt lager mulljord som överlagrar ca 1 till 2,4 m siltig sand på berg. Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 18 och 26 % i sanden. Enligt en provgropsundersökning vid km 1/100 är moränen blockfattig med en ytblockighet på 8 st block /100 m³ av storleken 200 – 630 mm och 5 st block/100m³ av storleken 630-1800 mm. I jordvolymen är 12 % av mängden material över 63 mm.

Bro 15-1780-1, ca km 1/480

Vid ca km 1/480, består jordlagerföljden av ett tunt lager mulljord och siltig sand som överlagrar upp till 3,5 m siltig lera på berg. Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 23 och 41 % i sanden och i den siltiga leran.

Enligt en provgropsundersökning vid km 1/680 är moränen blockfattig med en ytblockighet på 9 st block /100 m³ av storleken 200 – 630 mm och 5 st block/100m³ av storleken 630-1800 mm. I jordvolymen är 36 % av mängden material över 63 mm.

ca km 1/900 – 2/160

Söder om Tränningstorpasjön mellan ca km 1/900 och 2/160 består jordlagerföljden i de undersökta punkterna av torv som överlagrar morän. Uppskattad torvmäktighet (trycksondering) ligger mellan 1,5 och 5 m. Jordmäktigheten är som störst vid ca km 2/000 där torv uppskattas till 3,5 – 5 m och djup till fast botten ligger på ca 10 - 13 m. Ca 60 m söder om vägsträckningen har torvdjup på mer än 8 m uppmätts. Torven har en förmultningsgrad mellan H2 och H7. Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 173 och 1621 %. Den uppmätta naturliga vattenkvoten är 22 % i moränen.

ca km 2/160 – 2/800

Markförhållandena i de undersökta punkterna består av fastmarkspartier med ytnära berg omväxlande med områden där jordmäktigheten i huvudsak är upp till 7 m. Lokalt är jorddjupen större än 10 m mellan ca km 2/430 till 2/550.

Jordlagerföljden består av ett tunt lager mulljord som överlagrar omväxlande siltig sand, sandig silt eller siltig/sandig morän. Det förekommer ytskikt av torv med mäktighet upp till 2,3 m, i huvudsak i lågmarkspartierna.

Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 68 och 804 % i torven. Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 11 och 20 % i moränen och mellan 4 och 50 % i silten och sanden.

Enligt en provgropsundersökning vid km 2/220 är moränen normalblockig med en ytblockighet på 25 st block /100 m³ av storleken 200 – 630 mm och 14 st block/100m³ av storleken 630-1800 mm. I jordvolymen är 43 % av mängden material över 63 mm.

Delsträcka km 2/800 – 3/700

ca km 2/800 – 3/000

Sonderingar utförda vid ca km 2/830, visar att djup till berg varierar mellan 4 och 7 m. Jordlagerföljden i de undersökta punkterna består av ett tunt lager mulljord som överlagrar ett tunt lager sand på sandig morän på berg. Den naturliga vattenkvoten är uppmätt till 13 % i sanden och 6 % i den sandiga moränen i provtagningspunkt 2808.

Bro 15-1782-1, km 2/850 – 2/930

Sonderingar utförda vid ca km 2/850 – 2/930, visar att jordlagren utgörs av ett tunt lager mulljord som överlagrar friktionsjord ner till djup som uppgår till mellan 5 och 21 m. De mäktigare jordlagren, bestående av siltig sand och sandig silt, påträffas österut. Djup till berg vid km 2/877 varierar mellan 8,5 och 11,5 m. Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 4 och 33 % i friktionsjorden.

Sonderingar utförda i läge för de två planerade cirkulationsplatserna vid trafikplats Osdal visar att djup till fast botten eller berg är ca 6 m i den norra cirkulationsplatsen och ca 15 i den södra cirkulationsplatsen. Jordlagren utgörs av friktionsjord i form av sand- och siltjordar. Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 4 och 21 % i friktionsjorden.

ca km 3/000 – 3/700

Vägsträckningen passerar Viskadalens mäktiga isälvsediment som uppgår till ca 30 m i de centrala delarna av dalen. Sedimenten varierar här mellan sandig silt och siltig sand. Lokalt har lager av gyttja och torv påträffats vars mäktighet uppgår till ca 0,6 - 2,3 m vid Viskans strandbrink.

Bro 15-1783-1, ca km 3/300

Sonderingar utförda vid ca km 3/300, visar att jordlagren utgörs omväxlande av sand- och siltjordar ner till djup mellan 18 och 25 m. Det förekommer ytskikt av torv/gyttja med en mäktighet av ca 1,5 m vid Viskans västra strandbrink. Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 9 och 36 % i friktionsjorden och mellan 48 och 145 % i torven/gyttjan.

Bro 15-1784-1, ca km 3/350

Sonderingar utförda vid ca km 3/350, visar att djup till fast botten eller berg varierar mellan 11 och 25 m. CPT sonderingarna inte har kunnat neddrivas mer än till mellan 11 och 14 m djup. Jordlagerföljden består av ett tunt lager mulljord som överlagrar omväxlande sand- och siltjordar. Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 7 och 25 % i friktionsjorden.

Delsträcka km 3/700 – 6/266

ca km 3/700 – 5/160

Markförhållandena för delsträckan fram till ca km 5/160 består av fastmarkspartier med ytnära berg och/eller berg i dagen omväxlande med områden där jordmäktigheten i huvudsak är mindre än 5 m i de undersökta punkterna. Lokalt har jordlagren en mäktighet på upp till ca 7 m vid ca km 3/700 till km 3/800 samt 4/100 och upp till 9,5 m vid ca km 4/000 och ca km 4/420.

Jordlagerföljden består av ett tunt lager mulljord som överlagrar omväxlande siltig sand och sandig silt. Lokalt förekommer siltig/sandig morän och siltig lera. Berg i dagen förekommer ställvis. Det förekommer ytskikt av torv eller gyttja, i huvudsak i lågmarkspartierna.

Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 171 och 542 % i torven och mellan 32 och 95 % i gyttjan. Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 19 och 27 % i moränen och mellan 5 och 45 % i silten och sanden.

Bro 15-1785-1, ca km 5/160 – 5/220

Vid läget för den planerade faunapassagen visar utförda sonderingar mellan km 5/160 och 5/220 att djup till fast botten varierar mellan 1,0 och 12 m där de större mäktigheterna återfinns närmast nordvästra branten. Provtagning visar att torv återfinns ner till mellan 2,6 och 6 m djup. Det är osäkert om hela jordprofilen innehåller torv då de djupare lagren inte har provtagits. Torven har förmultningsgrad H3 till H8. Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 652 och 1121 %.

ca km 5/220 – 5/550

Sonderingar utförda mellan ca km 5/250 och 5/550 visar att djupet till fast botten är ringa. Markförhållanden består av fastmarkspartier med ytnära berg och/eller berg i dagen. Jorddjupen varierar i regel mellan 0,1 till 1,3 m, med enstaka undantag på upp till 4,2 m i början av sträckan.

Bro 15-1786-1, ca km 5/550 - 5/610

Sonderingar utförda mellan ca km 5/550 och 5/610, visar att djup till fast botten eller berg varierar mellan 1,0 och 5,0 m. I läge för Väg 41 utgörs jordlagerföljden av upp till 2,0 m fyllning som överlagrar sand och grus på berg. Väster om Väg 41 finns ett tunt torvlager som överlagrar morän eller sandig silt på berg. Öster om Väg 41 utgörs jordlagerföljden av morän på berg. Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 87 och 511 % i torven, mellan 16 och 50 % i moränen och mellan 10 och 38 % i sanden och gruset.

ca km 5/610 – 6/266

Sonderingar utförda för Väg 27 från km 5/650 till 6/250 visar att djup till fast botten eller berg varierar i regel mellan 0,5 och 7 m i de undersökta punkternas läge. Jordlagerföljden består i de undersökta punkterna av ett tunt lager mulljord som överlagrar siltig eller grusig sand fram till km 6/150. Undersökning norr om befintlig väg vid km 6/250 visar att jordlagerföljden består av 4 m torv som överlagrar gyttjig silt ner till 5 m djup. Söder om befintlig väg, mellan km 6/150 och 6/200, återfinns torvmäktigheter på upp till ca 6 m som överlagrar ett tunt lager gyttja som vilar på ca 1 m sand. Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 115 och 759 % i torven och gyttjan samt mellan 12 och 26 % i sanden.

Sonderingar utförda för på- och avfarter till Väg 41, trafikplats Kråkered, visar jorddjup på upp till 3,5 m. Provtagning av jordlagerföljden visar att torv och gyttja förekommer omväxlande med silt och siltig lera. Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 73 och 1378 % i torven och gyttjan samt mellan 37 och 48 % i silt och siltig lera.

Vid den planerade cirkulationsplatsen på Väg 41 norr om Väg 27 visar sonderingar att jordlagrens mäktighet varierar mellan 2,5 och 10 m. Jordlagerföljden består av 0 till 2 m fyllning på torv som underlagras ställvis av sandig silt. Provtagning har inte utförts till större djup än 5 m.

Inga sonderingar har utförts vid den planerade cirkulationsplatsen på Väg 41 söder om Väg 27.

Landsvägar

Där inga sonderingar har utförts beskrivs topografi och markens beskaffenhet under C1. Befintlig mark och miljö/ Topografi.

Väg 1640 (Lv_32)

Utförda sonderingar visar att jordlagrens mäktigheter är små i de undersökta punkternas läge. I början av sträckan fram till ca km 0/200 förekommer en mosse väster om planerad väg. Utförda undersökningar mellan km 0/200 och anslutning till Väg 27 visar att djup till fast botten varierar mellan 0,6 och 2,4 m. Mellan ca km 0/300 och 0/500 utgörs jordlagren generellt av mulljord ovan siltig sand. Lokalt (ca km 0/400) överlagras sanden av torv. Öster om den planerade vägen är en mosse belägen. Enligt utförda

sonderingar överlagras sanden av 3,5 m torv. Berg i dagen förekommer ställvis. Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 196 och 1348 % i torven och mellan 13 och 60 % i sanden.

Väg 1610 (Lv_33)

Utförda sonderingar visar att jordlagrens mäktigheter varierar mellan ca 6 och 15 m. Jordlagren utgörs av ett tunt lager mulljord på omväxlande silt och sand. Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 5 och 23 % i silten och sanden.

Väg 41 (Lv_35)

Inga sonderingar har utförts för denna sträcka.

Kommunala gator

Viaredsvägen (Lv_31)

Utförda sonderingar visar att jordlagrens mäktigheter är små. Jordlagerföljden vid km 0/200 utgörs av ett ca 0,2 m tunt lager mulljord som överlagras siltig morän till ett djup av 2,8 m. Mellan km 0/300 och km 0/600 varierar djup till berg i de undersökta punkterna mellan 0,5 och 1,7 m. Vid km 0/200 är den uppmätta naturliga vattenkvoten uppmätt till 17 % i den siltiga moränen. Berg i dagen förekommer i slutet av sträckan.

Gässlösavägen (Lv_34)

Utförd sondering visar att jordlagrens mäktigheter är ca 15 m vid km 0/200. Jordlagren utgörs av omväxlande silt och sand. Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 22 och 25 % i silten och sanden.

Enskilda vägar

Där inga sonderingar har utförts beskrivs topografi och markens beskaffenhet under C1. Befintlig mark och miljö/ Topografi.

EnV_36Viared

Utförda sonderingar visar att jordlagrens mäktighet är små. Djup till fast botten varierar mellan 0,8 m och 2,4 m. Utförda sonderingar har avslutats då sonderingsmotståndet blivit för stort, d.v.s. mot block, berg eller fast lagrad friktionsjord. Jordlagerföljden i de undersökta punkterna består av siltig lera överlagrande grusig/siltig sand. Lokalt finns det inslag av sandig torv i ytan. Berg i dagen förekommer ställvis. Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 14 och 17 % i den grusiga/siltiga sanden och siltiga leran och är uppmätt till 99 % i den sandiga torven.

EnV_361

Endast den delen av vägsträckan som korsar Väg 27 har undersökts. Utförda sonderingar visar att jordlagrens mäktigheter är små. Djup till berg varierar mellan 1,0 m och 2,4 m. Jordlagret i de undersökta punkterna består av siltig sand. Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 18 och 26 % i den siltiga sanden.

EnV_362

Endast den delen av vägsträckan som korsar Väg 27 har undersökts. Utförda sonderingar visar att jordlagrens mäktigheter är små. Djup till berg varierar mellan 0,7 m och 1,4 m. Jordlagren i de undersökta punkterna består av gyttig morän väster om vägen och i övrigt av ett tunt siltigt sandskikt överlagrande siltig lera. Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 21 och 58 % i moränen och mellan 23 och 41 % i den siltiga sanden och leran.

EnV_363

Inga sonderingar har utförts för denna sträcka.

EnV_364

Inga sonderingar har utförts för denna sträcka.

EnV_365

Inga sonderingar har utförts för denna sträcka.

EnV_366

Inga sonderingar har utförts för denna sträcka.

EnV_367

Inga sonderingar har utförts för denna sträcka.

EnV_368

Inga sonderingar har utförts för denna sträcka.

EnV_369

Inga sonderingar har utförts för denna sträcka.

GC-vägar

Där inga sonderingar har utförts beskrivs topografi och markens beskaffenhet under C1. Befintlig mark och miljö/ Topografi.

Gc_371

Utförd provtagning visar att jordlagren består av ca 1 m dyig torv i ytan alternativt siltig lera som överlagrar siltig sand. Friktionsjordens mäktighet har inte undersökts. Den naturliga vattenkvoten varierar mellan 12 och 40 % i den siltiga sanden och siltiga leran och mellan 54 och 81 % i den dyiga torven.

Gc_373

Inga sonderingar har utförts för denna sträcka.

Gc_374

Inga sonderingar har utförts för denna sträcka.

Gc_376

Bro 15-1787-1

Sonderingar utförda vid ungefärligt läge för bro 15-1787-1, visar att jordlagren utgörs av omväxlande sand- och siltjordar ner till ca 25 m djup vid Viskans västra strandbrink och mellan 14 och 17 m vid Viskans östra strandbrink. Det förekommer ytskikt av torv/gyttja med en mäktighet upp till ca 2,3 m vid Viskans båda strandbrinkar. Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan 18 och 30 % i friktionsjorden och mellan 51 och 199 % i torven/gyttjan.

Cykel- och vandringsled vid sektion ca km 1/000 – 1/200 (Gc_372)

Inga sonderingar har utförts för denna sträcka.

Cykel- och vandringsled ca vid sektion km 4/000-4/450 (Gc_375)

Inga sonderingar har utförts för denna sträcka.

C1. Befintlig mark och miljö/ Mark- och vattenförorening

Omfattning

Viskan är kraftigt förorenad och flera miljögifter finns ansamlade i bottensedimentet i de lugnflytande partierna som exempelvis delarna Djupasjön, Guttasjön och Rydboholm. Dessa ligger nedströms vägområdet.

Planerad väg korsar Viskan vid Osdal. I denna del av Viskan sker ingen eller mycket begränsad sedimentation av partiklar eftersom vattenhastigheten är för hög.

I tidigare skeden har man konstaterat att de ytliga gyttjiga jordlagren från Viskans strandkant (0-0,5m under markytan) uppvisar halter av bly, kvicksilver, kadmium och krom i nivåer över riktvärden för KM (känslig markanvändning). Även innehåll av dioxin har detekterats, men under riktvärden för KM.

Nu utförd kompletterande provtagning av jordlager (0-0,2 m under markytan) i samma område visar att flertalet metaller överskrider riktvärden för KM samt att halter av barium, krom och zink överskrider riktvärden för minde känslig markanvändning (MKM), d.v.s. koncentrationen av dessa metaller är allvarligare ur miljösynpunkt. Dioxin och bromerade flamskyddsmedel detekterades i ett jordprov.

I ca sektion 3/450 till 3/900 kan antas att marken är uppfylld vilket har konstaterats i ca 3/800 till 3/900 där undersökningar utförts. Provgropsgrävning vid skjutbanor visar på fyllnadsmaterial av grovt material (block, sten och grus) med inslag av tegel och metallskrot. Mycket höga halter av bly men även till del koppar påträffas i kulfången. Se vidare MUR/ Miljöteknik.

Teknisk lösning

I misstänkt förorenade och dokumenterat förorenade områden, som återfinns inom och i närheten av vägområdet, ska Entreprenören utföra miljöteknisk provtagning i den omfattning som krävs för att bedöma planerade arbetens inverkan på miljö- och hälsorisker. Provtagningen ska även utgöra ett underlag för bedömning av relevanta avhjälpandeåtgärder av vägteknisk och miljöteknisk karaktär.

Entreprenören ska anta följande volymer och föroreningsgrader:

- KM, men < MKM: ca 3000 m³
- MKM, men < FA: ca 800 m³
- Farligt avfall: ca 300 m³

Kontroll

Kontroller med avseende på förorenad mark redovisas i MEG (0N071000).

C1. Befintlig mark och miljö/ Vegetation, jordmån//0/000-2/950 samt 3/700-6/266

Omfattning

Avser sträcka 0/000 - 2/950 och 3/700 – 6/266.

Teknisk lösning

Erforderlig avverkning och viss stubbrytning inom arbetsområdet utförs genom beställarens försorg av Borås Stad och kan vara pågående under viss del av anbudstiden. Kvarvarande hyggesrester och stubbar tillfaller entreprenören som ska göra fältbesök under anbudsstiden för att skaffa sig kännedom om omfattning av dessa.

Befintlig vegetation och jordmån ska hanteras som en resurs vid utformning och utförande, se kap DB33. Vegetation/ Gräs, örter o.d.

Befintlig trädvegetation med högt naturvärde eller värde av gestaltningsmässiga skäl i direkt anslutning till arbetsområdet ska sparas och skyddas. Områden har markerats av beställaren i fält med bandmarkering vit /rödrandig plastband, 8 st objekt, se tabell nedan samt karta Vegetation, jordmån i MEG, bilaga 2 (0N071020).

Bandmarkering ska innan maskiner framförs i arbetsområdet ersättas med skyddstaket av entreprenören som är stormfasta och väl synliga för förare från hytt även vintertid under hela byggnadstiden.

Träd får ej skadas.

Koordinater R 90 5 GON v 0: -1 Höjdsystem : RH 70	Punkt nr, enligt karta "Vegetation, Jordmån" i MEG, bilaga 2 (0N071020)	Befintlig trädvegetation med högt naturvärde eller gestaltningsvärde - beskrivning:
N 6397453, E 60688	4	Torraka i arbetsområdets gräns.
N 6397395, E 60520	5	Lokal med revlummer, område ca 5x5m.
N 6397182, E 60612	6	Stor gran, omkrets stam ca 200 cm.
N 6397088, E 60613	7	2 större granar, omkrets stam ca 200 cm.
N 6397132, E 60642	9	Stor gran, omkrets stam ca 200 cm.
N 6397318, E 61045	13	Torraka i arbetsområdets gräns.
N 6397315, E 61058	14	Stor gran, omkrets stam ca 200 cm.
N 6397164, E 61645	15	Delar av ett bestånd alar vid Viskans strand.

Kontroll

Kontroll att skydd enligt ovan är intakta och att träd och ytor enligt tabell ovan är orörda ska ske dagligen då arbete i linjen vid områdena pågår. Kontroll noteras i dagbok.

C1. Befintlig mark och miljö/ Vegetation, jordmån//2/950-3/700

Omfattning

Nedan beskrivs fem olika områden på sträckan med värdefull jordmån som ska tas tillvara inom vägområdet enligt kap DB33. Vegetation/ Gräs, örter o.d. Områden finns redovisade på karta Vegetation, Jordmån i MEG (0N071020). Gräs och örter har lagskydd och stora botaniska värden. Växterna överlever som frö eller rotdelar i markskiktet under vintern varför också själva marklagret är mycket värdefullt.

(7a) botaniska värden

(7b) sandig mark med typisk torrmarksflora, funktion för en rik och varierad insektsfauna

(7c) så kallade friska gräsmarker.

(7d) hedområde öster om Viskan området är mycket artrikt med unika naturvärden. Området innefattar även arbetsområdet och omgivande mark mellan 7d och ca km 3/700.

(7e) botaniska värden

Teknisk lösning

Marklagret ska banas av enligt kap DB33.Vegetation/Gräs, örter o.d. Åtgärden är en så kallad kompensationsåtgärd enligt Miljöbalken för att kompensera för den förlust av arter som sker vid vägens anläggande.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning. Se vidare beskrivning i MEG (0N071000).

C1. Befintlig mark och miljö/ Vattenförekomst, övrigt vatten/Ytvatten

Omfattning

Nedan beskrivs de avrinningsområden, sjöar och vattendrag som påverkas av utbyggnaden av Väg 27, antingen direkt eller indirekt genom avvattnings från vägen.

Delsträcka 0/000 – ca 0/560

Kvarnbäcken / Kvarnsjöns avrinningsområde, delavrinningsområden framgår av ritning 000W9701 och är benämnda nr A1-A3. På sträckan avvattnas vägen mot bäck och sjö belägen norr/nordöst om Viaredsmotet.

Nedströms Viaredsmotet västerut har delar av Kvarnbäcken fina strömsträckor. Den ekologiska statusen är god.

Delsträcka ca 0/560 – ca 1/075

Delavrinningsområden framgår av ritning 000W9701 och är benämnda A4-A6.Vattendrag på denna sträcka rinner till Hälasjön.

Delsträcka ca 1/075 – ca 1/330

Hagabäcken, delavrinningsområde benämnt A7 i Vahandling (000W9701, 000W9702). Hagabäcken tog förut emot vatten från Pickesjön men det gamla utloppet är numera dämmt och sjön avattnas nu norrut. Hagabäcks flöde är därför lägre och lugnflytande, nedströms finns dock en kort sträcka med block, grus och strömmande vatten. Hagabäck har sitt utlopp i klarvattensjön Bosjön ca 1,9 km mot sydväst.

Pickesjön

I Pickesjön finns naturvärde klass 3.

Delsträcka ca 1/330 – ca 1/950

Avrinningsområde till Gasslången, bl.a.Tränningstorpabäcken. Delavrinningsområden framgår av ritning 000W9702 och är benämnda A8-A10. Bäcker som rinner till Gasslången.

Delsträcka ca 1/950 – ca 2/850

Tränningstorpasjön och "Grodbacken" (namn enligt detta FU). Delavrinningsområden framgår av ritningarna 000W9702 och 000W9703 och är benämnda A11-A13. + A15-A16. Sjön är belägen norr om linjen i sektion 2/000 till 2/100. Mellan Tränningstorpasjön och Djupasjön, ca 2/100-2/900, påverkar vägen befintlig bäck "Grodbacken" som rinner österut mot Viskan. Tränningstorpasjön avvattnas i huvudsak mot öster. Smågolarna söder om vägen har kontakt med vattnet vid Tränningstorpasjön.

Delsträcka ca 2/400 – ca 5/100

Viskans huvudavrinningsområde

Delavrinningsområden framgår av ritningarna 000W9702 - 000W9704 och är benämnda nr A15 och A16 till 1-A26.

Viskan

Vattendraget är kraftigt förorenad av historiska utsläpp och flera miljögifter finns ansamlade i bottensedimentet. Den ekologiska såväl som den kemiska vattenstatusen bedöms som dålig. Naturvårdsverket har uppmanat Borås Stad att rena Viskan från förorenat sediment från tidigare decenniers utsläpp. En av de åtgärder som planeras är att ändra åfåran så att vatten leds förbi Djupasjön. Sjön kan komma att nyttjas som undervattensdeponi för sediment från andra delar av Viskan.

Gässlösabäcken

Ett dike/bäck som påverkas av utbyggnaden öster om Viskan. Diket omfattas av generellt biotopskydd enligt miljöbalken.

Delsträcka km 5/100 – etappens slut

Stora Transåssjön

Stora Transåssjön är en med vissa naturvärden, klass 4. Den bäck med lopp mellan Skrämbosjön och Stora Transåssjön korsas av Väg 27 vid ca 6/200. Delavrinningsområden framgår av ritningarna 000W9704 – 000W9705 och är benämnda nr A27-A32.

Funktion

Väganläggningens miljöpåverkan på vattendragen ska minimeras. Se vidare MEG (0N071000).

Teknisk lösning

När det gäller Viskan får arbeten i vatten ej ske.

I mossar kommer torv att grävas ur. Inom dessa urgrävningsområden ska marken i anslutning till väganläggningen återställas till befintliga nivåer. Åtgärder får ej påverka ytor utanför vägområdet.

Befintliga vattennivåer i våtmarker ska bibehållas.

För att förhindra påverkan på vattenmiljön ska orenat dagvatten från schaktarbeten inte ledas direkt till befintliga vattendrag eller våtmarker. Allt vatten från gjutarbeten är akut giftigt för vattenlevande organismer och får ej släppas till recipient. För alla typer av vatten gäller att utsläpp ej får försämra vattenkvaliteten. Se vidare beskrivning i MEG (0N071000).

Kontroll

Provtagning och analys utförs enligt kontrollprogram för ytvatten. Se vidare beskrivning i MEG (0N071000).

C1. Befintlig mark och miljö/ Enskild vattentäkt

Omfattning

Brunnar i närheten av arbetsområdet redovisas på planritningar 000W9401-000W9405. Genomförda provtagningar redovisas i MEG (0N071000).

Inga kommunala dricksvattentäkter förekommer i området idag, varken som yt- eller grundvattentäkter. Dricksvattenförsörjningen sker mestadels med enskilda brunnar men kommunalt vatten förekommer bland annat på Bråt övningsområde.

Enskilda dricksvattenbrunnar är koncentrerade till området runt Viareds trafikplats, Tränningstorp, Osdal och Kråkered. Vid Tränningstorp är alla brunnar utom en borrhäls i berggrunden. Inga naturliga källor har identifierats men förekommer sannolikt lokalt på sluttningarna utmed hela sträckan. Enstaka energibrunnar förekommer också på sträckan, bland annat på två fastigheter i Tränningstorp.

Funktion

Enskilda brunnar får inte påverkas negativt av väganläggningen avseende kvalitet, kvantitet eller nivå.

Kontroll

Kontroll ska ske genom provning.

Ett kontrollprogram för enskilda brunnar har tagits fram och provtagning har påbörjats. Se beskrivning i MEG (0N071000).

C1. Befintlig mark och miljö/ Våtmark

Omfattning

Följande våtmarksområden påverkas av anläggningen av Väg 27.

ca km 0/470 - 0/850, ca km 1/580 – 1/640

Jordlagerföljden består av 0,3 - 2 m mellantorv som överlagrar siltig morän omväxlande med partier som utgörs av siltiga jordar. Torven vilar ställvis på gytta vars mäktighet är ca 0,5 m. Jordmäktigheten är i huvudsak mindre än 5 m. Torven har förmultningsgrad H5 eller H6.

ca km 1/900 - 2/160, km 2/280 – 2/600

Området består av sumpskog, öppet kärr och öppen mosse vid passage av Tränningstorpasjön cirka 20 m

från denna vid km ca 1/900 - 2/160 samt öppen mosse belägen söder om huvudvägen vid ca km 2/280 - 2/600.

I södra delen av våtmarken (söder om ny Väg 27) vid Tränningstorpasjön finns några gölar och en tjärn.

Grundvattenytan ligger ca 0 till 0,2 m under markytan i våtmarken men kan under torrperioder sjunka någon till några decimeter. På sträckan underlagras terrassnivån av morän i öster men av ett allt mäktigare torvlager västerut. Torvmäktigheten uppgår i regel till 1,5 - 5 m men torvdjup på 8 m har uppmätts ca 60 m söder om den planerade vägen. Torven är låg- till högförmultnad med förmultningsgrad H2-H7.

Öppen mosse finns vid ca km 2/280 – 2/600 öster om Tränningstorpasjön och Liden söder om huvudvägen ca km 2/280 - 2/600, ca 50 m in på EnV_364 mot Tränningstorp och ca 200 m söderut längs Lv_32 mot Funningen.

Lv_32 vilken ansluter till Väg 27 i ca km 2/280 tangerar två torvområden vilka hör till mossen. Dels i början av sträckan mellan km 0/100 och km 0/250 och dels i slutet av sträckan mellan km 0/550 och fram till anslutning med Väg 27. Fram till ca 0/400 på Lv32 utgörs de naturliga jordlagren av fast morän jord, därefter sträcker sig vägen i kanten av mossen där torvjordlagren, ca 50 m öster om Lv_32, har en mäktighet av ca 4 m.

Risk för dränering av ovanstående våtmarker finns då vattenytan är hög i de bågiga våtmarkerna och har vid inventering konstaterats ligga någon till några decimeter under markytan. Installerade grundvattenrör utmed sträckan visar en trycknivå någon till några decimeter under markytan. Grundvattenrören visar trycknivån på grundvattnet i moränen men moränen korresponderar sannolikt hydrauliskt med torven ovanför.

Funktion

Det är mycket viktigt att de hydrologiska förhållandena säkerställs så att tillförseln av vatten till småvatten och våtmarker längs hela vägsträckan bibehålls. Våtmarkerna får inte dräneras. Vattennivåer och vattenkemi (exempelvis pH) ska bibehållas.

Kontroll

Kontroller redovisas i MEG (0N071000).

C1. Befintlig mark och miljö/ Naturmiljö

Omfattning

Riksintressen för naturvård förekommer inte inom utredningsområdet, inte heller några särskilt utpekade objekt med formellt skydd i form av naturreservat, naturminne eller av Skogsstyrelsen beslutade biotopskydd.

Skyddade arter djur

I artskyddsförordningen (2007:845) listas växter och djur som omfattas av internationellt samt nationellt skydd. I artskyddsförordningens bilaga 1 förtecknas arter som omfattas av EU's fågeldirektiv samt art- och habitatdirektiv. I bilaga 2 anges de arter som omfattas av nationell eller regional fridlysning. I det aktuella området finns följande arter som listas i artskyddsförordningens båda bilagor: storlom, tofsvipa, enkelbeckasin, sånglärka, törnskata, åkergroda, vanlig groda, vanlig padda, skogshare och hasselmus.

Hasselmus och åkergroda är betecknade med N i bilaga 1 till artskyddsförordningen och har därmed ett särskilt omfattande skydd. Enligt 4 § artskyddsförordningen är det bland annat förbjudet att skada eller förstöra djurens fortplantningsområden eller viloplatser. Hasselmus har påträffats i skogarna både norr och söder om vägens sträckning vid inventering 2006 och 2011. Dels i kraftledningsgatorna söder och

väster om Viared och väster om Väg 1610 och dels i höjd med Osdals lada. Åkergroda leker i Tränningstorpasjön samt närliggande småvatten.

För arter som är fridlysta enligt bilaga 2 till artskyddsförordningen, exempelvis vanlig groda och vanlig padda, är det bland annat förbjudet att döda eller skada exemplar av arten samt att ta bort eller skada ägg, rom, larver eller bon.

Hotade arter djur

Följande arter i det berörda området finns med på den svenska rödlistan där hotade och missgynnade arter är listade: göktyta, sånglärka och mindre hackspett varav samtliga räknas som nära hotade.

Skyddade arter växter

Växtarter i området som omfattas av artskyddsförordningen bilaga 2 är:

- lummer (Väg 27: ca 2/125, 2/650, 2/800 och Lv 32: ca 0/560).

Följande delområden med höga naturvärden finns på sträckan, områdes läge redovisas på karta Natur och Kulturmiljöer i MEG (0N071010):

Omr. 1. Pickesjön, skogssjö, häckande storlom finns här. Arten skyddas i Artskyddsförordningen. Klass 3, naturvärden.

Omr.2. Våtmarker vid Tränningstorpasjön samt göl söder om sjön består av sumpskog, öppet kärr och öppen mosse med höga naturvärden. Mossen har stora värden som lekvatten för padda, vanlig groda och åkergroda. Klass 2, höga naturvärden.

Omr. 3 Kulturmärken vid torplämning. Klass 4, vissa naturvärden.

Omr. 4. Öppen mosse med visst värde för groddjursfaunan. Här finns vanlig groda, arten är liksom övriga grod- och kräldjur fridlysta. Klass 4, vissa naturvärden.

Omr. 5. Äldre barrskog med inslag av grova granar, torrakor och lågor. Skogen har viss betydelse för biologisk mångfald och kvaliteter för friluftsliv. Klass 4, vissa naturvärden.

Omr. 6. Sandavlagring med isälvsmaterial, bevuxen med lövskog, fortsätter på hedmarkerna öster om Väg 41. Klass 4, vissa naturvärden.

Omr. 7a. Våtmarker och översvänningsmarker intill Viskan. Botaniska värden och stora ornitologiska värden. Klass 3, Naturvärden.

Omr. 7b. Sandig mark med så kallad typisk torrmarksflora. Förutsättningar för rik och varierad insektsfauna. Klass 1, unika naturvärden.

Omr. 7c. Så kallade friska gräsmärken med syltåg, stubbtåg, luddtåtel och höstfibbla. I små grusslänter finns också blåeld, äkta johannesört, backnejlika och kanadabinka. Klass 2, höga naturvärden.

Omr. 7d. Hedområde, mycket artrikt, med de rödlistade arterna törnskata och sånglärka. Klass 1, unika naturvärden.

Omr. 7e. Igenväxt betesmark. Klass 3, naturvärden.

Omr 8. Gässlösabäcken. Dike med naturvärde för biologisk mångfald. Diket omfattas av det generella biotopskyddet enligt miljöbalken.

Omr. 9. Bergbrant med stora block, rasmarker och så kallade senvuxna aspar. Klass 3, naturvärden.

Omr. 10. Våtmark med visst värde för groddjursfaunan i området med förekomst av åkergroda och vanlig groda. Klass 3, naturvärden.

Omr. 11. Ravin med kärr klassat som nyckelbiotop med gran och tall samt en del döda träd med mycket höga naturvärden. Klass 3, naturvärden.

Funktion

De listade områdena ovan som alla gränsar direkt till arbetsområdet, har alla funktion som fortplantningsområden, viloplatser, område med goda betingelser för respektive djur- eller växtart, flertalet med skydd enligt § 4 artskyddsförordningen, denna funktion får därför ej påverkas.

Teknisk lösning

Under byggskedet ska åtgärder vidtas vid område 1 Pickesjön, med anläggning av bullerskyddsvall. Vid område 2 Våtmarker vid Tränningstorpasjön, vidtas åtgärder under byggskedet med plaststaket så att migrerande (djur som flyttar) grod- och kräldjur hindras att komma in i arbetsområdet, se AF, AFD.43.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

C1. Befintlig mark och miljö/ Kulturmiljö

Omfattning

Cirka 500 meter norr om Väg 27 är Sankt Sigfrids griftegård belägen som är Borås största begravningsplats. Nära platsen ska ny bro 15-1787-1, uppföras. Platsen är känd som en av landets vackraste begravningsplatser och får ej utsättas för buller och störning från byggtrafik vid urnsättning, gravsättning eller liknande tillfällen, information om dessa tider ska inhämtas av entreprenören.

I arbetsområdet och dess närhet finns kulturhistoriska lämningar som omfattas av lagskydd (Lag (1988:950) om kulturminnen m.m.). Dessa redovisas på karta Natur- och kultur i MEG (0N0071010). I samband med upprättande av en arbetsplan för Väg 27, delen Viared – Kråkered, utfördes en arkeologisk utredning. Ytterligare arkeologiska insatser kommer inte att krävas för vägutbyggnaden enligt länsstyrelsen.

Funktion

Fornlämningar utanför vägområdet får ej påverkas. Påträffas nya arkeologiska lämningar, utöver de som redovisas, ska arbetet omedelbart avbrytas och Beställaren tillkallas.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

C1. Befintlig mark och miljö/ Rekreation och friluftsliv

Omfattning

Områdets markanvändning domineras av skogsbruk. Då flera av skogsområdena ligger i nära anslutning till bostadsområdena utgör de också närrekreationsområden. Delområden som används mycket för rekreation /strövområde på sträckan är Pickesjön, som är ett uppskattat utflyktsmål som används för promena-

der, cykelturer och friluftsbad. Sjön är även av intresse för fritidsfisket. Vidare är omgivningarna kring Viskandalen även kallat Osdals mader ett värdefullt närströvsområde för boråsarna. Området nyttjas bland annat för ridning, bete, hundträning och promenader. Viskan är även av intresse för fritidsfisket. Området kring Osdal Bråt har en lång historia som militärt område och delar av området används i dag som skjutbana och av Borås Fältrittklubb. Området mellan km 2/900 – 5/600 är ett tätortsnära naturområde och området närmast Kråkered är ett populärt rekreationsområde.

Funktion

Ovanstående platser används för rekreation och som strövsområde, varför tillgänglighet till dessa områden ska möjliggöras på ett trafiksäkert sätt för besökare under byggnadstiden.

Kontroll

Kontroll ska ske veckovis gångpassager genom arbetsområdet, noteras i dagbok i Entreprenörens ordinarie egenkontroll.

C2. Befintliga konstruktioner

Omfattning

Omfattning framgår av förfrågningsunderlaget och fältbesök.

Funktion

Entreprenören ska säkerställa att befintliga konstruktioner, såsom byggnader, ledningar, väg- och spår- anläggningar mm, som påverkas av entreprenaden får bibehållen funktion. Utefter vägsträckningen finns ett antal befintliga system som påverkas av vägutbyggnaden

Ledningar ska vara i drift, med bibehållen funktion, under entreprenadtiden. Eventuella avbrott ska planeras i samråd med respektive ledningsägare.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning och/eller inmätning.

C2. Befintliga konstruktioner/ Väganläggning/ Vägbom

Omfattning

Befintlig vägskyddsanläggning Funningevägen, km 136+108, kommer av annan entreprenör byggas om från halvbomsanläggning till helbomsanläggning med hinderdetektor innan projekt Väg 27 startar. Arbetet beskrivet under rubrik "FK./Rivning av vägskyddsanläggning Funningevägen" avser rivning av det ombyggda vägskyddet.

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

Teknisk lösning

Befintlig vägbom, vid sektion 3/330 på Väg 27, flyttas till ny enskild väg EnV_365 där den ansluter till ny GC-väg Gc_376.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.



Bild (C2).1. Befintlig vägbom vid sektion 3/330.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

C2. Befintliga konstruktioner/ Vägkonstruktion

Omfattning

Omfattning framgår av förfrågningsunderlagets planskisser.

Teknisk lösning

Befintliga vägar som kommer i konflikt med den nya väganläggningen schaktas bort inom arbetsområdet. Väg 1640:s korsning med järnvägen utgår. Området närmast järnvägen på västra sidan fylls upp och ansluts till befintliga slänter. Väg 1640: s beläggning i befintlig anslutning till Väg 1610 kantskärs längs Väg 1610 och stödremsa anläggs längs Väg 1610.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

C2. Befintliga konstruktioner/ Vägkonstruktion/ Bundet slitlager och bärlager

Omfattning

Tabell (C2).1. Bedömda beläggningstjocklekar.

Väg	Beläggningstyp	Beläggningstjocklek (cm)
Tpl Viaredsmotet 0/000	Bitumenbundet slitlager	12
Kyrkbackaliden 0/140	Bitumenbundet slitlager	ca 15
Enskild väg 1/020	Grusslitlager	
Enskild väg 1/490	Grusslitlager	
Enskild väg 1/700	Grusslitlager	
Enskild väg 2/230	Grusslitlager	
Enskild väg 2/625	Grusslitlager	
Väg 1640 2/815	Bitumenbundet slitlager	14
Väg 1610 2/890	Bitumenbundet slitlager	15
Väg 1610 2/910	Bitumenbundet slitlager	18
Enskild väg 2/960	Bitumenbundet slitlager	ca 15
Enskild väg 3/240	Bitumenbundet slitlager	ca 15
Enskild väg 3/350	Grusslitlager	
Enskild väg 3/600	Bitumenbundet slitlager	ca 15
Enskild väg 3/750	Grusslitlager	
Enskild väg 4/090	Grusslitlager	
Enskild väg 4/170	Grusslitlager	
Enskild väg 4/280	Grusslitlager	
Enskild väg 5/540	Grusslitlager	
Väg 41 5/580	Bitumenbundet slitlager	ca 15

Teknisk lösning

Bundna slit- och bärlager rivs separat.

Asfalten som ska avlägsnas då avfarten vid Viared samt från Funningevägen rivs bedöms vara fri från tjärasfalt.

I området söder om Osdal trafikplats finns tjärasfalt med höga halter PAH. Under asfalten finns tjärindränkt makadam. Vid arbeten med att ta bort vägen ska förekomst och utbredningen av tjärasfalt klarläggas genom provtagning. Fältmässigt test enligt Trafikverkets metodik (publikation 2004:90) bör ge tydlig indikation.

Utifrån Trafikverkets dokumentation (asfaltsliggaren) samt årtalen då vägarna anlades, finns det skäl att anta att risk för förekomst av stenkolstjära kan finnas i de undre beläggningsslagren utmed större delen av de vägar som berör den nya. Entreprenören ska anta att asfaltmassor som innehåller stenkolstjära över MKM-värden ingår i angivna volymer som redovisas för farligt avfall under C1. Befintlig mark och miljö/ Mark- och vattenförorening /Teknisk lösning.

Vid arbete i asfalt ska Entreprenören ha extra uppmärksamhet på indikation av förekomst av tjärasfalt och tjärindränkt bärlager

Upprivna beläggningssmassor utom de som innehåller stenkolsjära med en halt PAH ”summa 16 PAH” över 300 mg/kgTS, tillfaller Entreprenören.

Upprivna bitumenbundna beläggningssmassor ska återanvändas i objektet i enlighet med krav i VV publikation 2004:91 Handbok för återvinning av asfalt.

På vägar där asfalt ska rivas, och där det saknas uppgifter om förekomst av tjärasfalt, ska entreprenören förutsätta att halterna PAH-16 är lägre än 300 mg/kgTS.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

C2. Befintliga konstruktioner/ Spåranläggning

Omfattning

Ny Väg 27 kommer korsa Viskadalsbanan med bro 15-1782-1 i sektion ca 2/850.

Viskadalsbanan är enkelspårig

Befintligt spår utgörs av skarvspår med 43-kilos räl på träslipers med spikbefästning.

Ballast utgörs av makadam klass 1.

Hjälpkraftledning utgörs av 3-fas friledning 35mm² CU-lina förlagd på pinnisolator av porslin. Lina är nadjad på isolator med tråd.

Bärande konstruktioner utgörs av stolpar utförda enligt Trafikverkets standard med platsgjutna fundament.

Kontaktledningssystem utgörs av N4,9/5,9 med kontakttråd 80mm² Cu samt bärlina 50mm² Cu. Utliggare av typ dragstång-rör med pinnisolator av porslin.

Återledning utgörs av 130 mm² CU-lina.

Funktion

Arbete på och invid järnvägsanläggningen ska bedrivas så att tågtrafiken kan pågå utan störning, förutom då avstängning av spår särskilt har avtalats, se AF AFD.136.

Kontroll

Kontrollprogram ska upprättas.

C2. Befintliga konstruktioner/ Vägbro

Omfattning

Osdalsbron över Viskan på enskild väg SO Borås Ridhus.

Teknisk lösning

Bild (C2).2. Osdalsbron



Bild (C2).3. Osdalsbron

Bron tillhör Borås Stad men får användas som tillfällig bro av Entreprenören under entreprenadtiden. Entreprenören ska senast vid datum för slutbesiktning återlämna bron till Borås Stads förråd i Ramnaslätt. Bron ska vara i ett stycke och användbar vid avlämning.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning vid avlämning.

C2. Befintliga konstruktioner/ Dräneringssystem

Omfattning

Eventuella dräneringssystem med dräneringsledningar och dränerande diken som berörs av Väg 27 framgår inte av underlaget. Vid trafikplats Viared och trafikplats Kråkered bedöms det emellertid finnas befintliga dräneringssystem för de befintliga vägnäten.

Följande dräneringssystem som Entreprenören ska ta hänsyn till antas finnas inom området:

- Viared: Väg 27 km 0/000 – Lv_31 km 0/275
- Anslutning till Väg 1640 vid km 0/050 – 0/150
- Trafikplats Osdal: Väg 27 ca km 2/900 vid anslutningar till Väg 1610 (Varbergsvägen) cirkulationsplatser vid Väg 1610 ca km 0/150 och Väg 1610 ca km 0/400
- Trafikplats Kråkered: Väg 27 km 5/575 vid anslutningar till Väg 41, cirkulationsplatser vid Väg 41 ca km 0/150 och Väg 41 ca km 0/450
- Kråkered: Väg 27 ca km 6/200 vid anslutning till befintlig Väg 27.

Funktion

Befintliga dräneringssystem inom och utanför arbetsområdet som påverkas av utformning och utförande av aktuell väganläggning ska anpassas för förhållanden som kommer att råda under utförandet och efter färdigställandet av aktuell anläggning.

Kontroll

Intyg ska uppvisas på godkännande av berörda fastighetsägare eller väghållare avseende det befintliga dräneringssystemets funktion efter väganläggningens färdigställande.

Vid förändring av befintliga system ska det befintliga systemet mätas in i x-, y-, z-led och redovisas. Koordinatsystem ska vara Sweref 99 TM, RH 2000.

C2. Befintliga konstruktioner/ Byggnad

Omfattning

I riskområdet belägna befintliga byggnaders tillstånd, konstruktion och grundläggningssätt samt tillåtna vibrationer redovisas i ”Riskanalys mark- och bergschaktningsarbeten” daterad 2012-05-23 (0Y079000).

Kontroll

Kontroll framgår av ”Riskanalys mark- och bergschaktningsarbeten” daterad 2012-05-23 (0Y079000).

C2. Befintliga konstruktioner/ Belysningssystem

Omfattning:*Tabell (C2).2*

Väg	Typ av belysningsstolpe
Viaredsvägen	Belysningstolpe 10 m med 2,5 arm samt 1 st armatur
Viaredsmotet 0/000	Belysningstolpe 12 m 1 st armatur
Viaredsmotet 0/000	Belysningstolpe 12 m 3 st armatur
Kyrkbackaliden 0/000-0/110	Belysningstolpe 6 m med 1,5 m arm samt 1 st armatur
Kyrkbackaliden 0/140	Trästolpe 8 m med 1 st arm och armatur. Luftledning
Väg 1610 0/400-0/500	Fackverksmast 12 m, 1 st armatur
Väg 1640 Osdal	Trästolpe 8 m med 1 st arm och armatur. Luftledning
Gässlösavägen 0/100	Stolpe 8 m med 1,5 m arm och armatur.
Väg 41 0/400-0/440	ESV stolpe 10 m med 3,5 m arm, 1 st armatur

Teknisk lösning

Befintlig belysning rivs inom arbetsområdet.

C2. Befintliga konstruktioner/ Kantstolpe

Omfattning

Kantstolpar utmed Väg 41 och Väg 27 km 5/600-6/266.

Teknisk lösning

Kantstolpar ska rivas i erforderlig omfattning.

C2. Befintliga konstruktioner/ Faunastängsel

Omfattning

Faunastängsel.

Funktion

Faunastängslets funktion ska upprätthållas under hela entreprenadtiden.

Teknisk lösning

Befintliga viltstängsel flyttas och kompletteras i erforderlig omfattning.

C2. Befintliga konstruktioner/ Trumma

Omfattning

Befintliga trummor som bedöms påverkas av utformning och utförande av Väg 27.

Redovisade lägen är ungefärliga. Utsättning ska begäras från respektive ledningsägare innan arbete påbörjas. Ägare är Borås Stad om annat inte anges.

- Väg 40:
 - o Km 0/000 (Väg 27): Dim Ø1200 mm, mtrl okänt. Belägen under Väg 40.
 - o Km 0/000 (Väg 27): Dim Ø500 mm, betong. Belägen söder om Väg 40 i bäck under befintlig gc-väg/grusväg österut mot Borås.
- Väg 27:
 - o Km 0/950: Dim Ø300 mm, mtrl okänt. Belägen väster om Väg 27 under befintlig väg.
 - o Km 1/850: Dim Ø400 mm, mtrl okänt. Belägen söder om Väg 27 under befintlig EnV_ 363.
 - o Km 2/200: Dim Ø400 mm, mtrl okänt. Belägen öster om Väg 27.
 - o Km 2/620: Dim Ø600 mm, mtrl okänt. Belägen norr om Väg 27 under befintlig väg.
 - o Km 2/680: Dim okänd, mtrl okänt. Belägen norr om Väg 27 under stig.
 - o Km 2/810: Dim Ø300 mm, mtrl okänt. Belägen söder om Väg 27 under befintlig väg 1640.
 - o Km 3/325: Dim Ø500 mm, betong. Belägen söder om Väg 27 i Gässlösabäcken.
 - o Km 3/350: Dim Ø500 mm, betong. Belägen söder om Väg 27 i Gässlösabäcken.
 - o Km 3/350: Dim Ø600 mm, betong. Belägen söder om Väg 27 i Gässlösabäcken.
 - o Km 3/685: Dim okänd, mtrl okänt
 - o Km 3/700: Dim Ø600 mm, betong. Belägen under Lv_34 (Gässlösavägen) vid sektion ca km 0/248.
 - o Km 3/700: Dim Ø1000 mm, betong. Nedströms i Gässlösabäcken under befintlig stig/väg.

- Km 3/700: Dim Ø600 mm, betong. Belägen väster om Väg 27, söder om Gässlösabäcken.
- Km 3/750: Dim Ø500 mm, betong. Belägen väster om den här sektionen och söder om Gässlösabäcken.
- Km 3/800: Dim Ø600 mm, betong. Belägen väster om den här sektionen och söder om Gässlösabäcken
- Km 3/850: Dim Ø600 mm, betong. Belägen väster om den här sektionen och söder om Gässlösabäcken
- Km 3/900: Dim Ø600 mm, betong. Belägen väster om den här sektionen och söder om Gässlösabäcken
- Km 4/000: Dim Ø600 mm, betong. Belägen väster om den här sektionen och söder om Gässlösabäcken
- Km 4/090: Dim Ø300 mm, mtrl okänt.
- Km 4/200: Dim Ø300 mm, plast. Nedströms/väster om den här sektionen.
- Km 4/200: Dim Ø300 mm, betong. Nedströms/väster om den här sektionen.
- Km 4/200: Dim okänd, mtrl okänt. Belägen nedströms/väster om den här sektionen.
- Km 6/146: Dim Ø1200 mm, stål.
- Varbergsvägen (Lv_33/Väg 1610):
 - Km 0/050: Dim Ø300 mm, mtrl okänt. Belägen öster om gamla Varbergsvägen i södra delen av träningsbana för hästar.
 - Km 0/262: Dim Ø500 mm, stentrumma under järnvägen. Ägare är Trafikverket.
- EnV_366:
 - Km 0/140: Dim Ø400 mm, mtrl okänt. Belägen öster om den här sektionen.
 - Km 0/300: Dim Ø500 mm, mtrl okänt.
 - Km 0/336: Dim Ø500 mm, mtrl okänt.
 - Km 0/350: Dim Ø170 mm, mtrl okänt.
- Väg 41:
 - Km 0/588: Dim Ø700 mm, mtrl okänt. Ägare är Trafikverket.
- Rpv_22:
 - Km 0/178: Dim Ø300 mm betong.

Funktion

Befintliga trummor i anslutning till entreprenaden, som bedöms påverkas utformning och utförande av Väg 27, ska vara skyddade från och tåla ökade belastningar från aktuell väganläggning och dess trafiklaster samt byggtrafik m.m.

Utformningen ska anpassas till av Entreprenören projekterad väganläggning. Befintliga trummor ska anpassas till förändrade flöden till följd av den nya väganläggningen, beräknade enligt VVMB 310.

Beräknade flöden enligt VVMB 310 (dimensionerande regn: 10 min varaktighet, 50-års återkomsttid, klimatkoefficient 20 %) redovisas på ritningar 000W9701-000W9705. Beräkningsförutsättningar redovisas i bilaga 7 (OC075700).

Befintliga trummors funktion ska säkerställas under byggskedet och efter genomförd nybyggnad av väganläggning.

Teknisk lösning

Där det behövs byts befintliga trummor till nya trummor anpassade till dimensionerande flöden, alternativt rensas.

Omläggning av trummor ska utföras och uppfylla krav enligt TRVK Väg.

Där befintlig trumma åtgärdas ska befintlig väg återställas till samma skick som innan arbetet påbörjades.

Järnvägstrumma under Viskadalsbanan ska rensas.

Kontroll

Kontroll ska ske genom inmätning och besiktning före och efter genomförd.

Täthet, deformation och riktningsavvikelse ska kontrolleras enligt Svenskt Vatten P91.

C2. Befintliga konstruktioner/ VA-nät

Omfattning

Befintliga vatten-, dagvatten och spillvattenledningar som bedöms påverkas av utformning och utförande av Väg 27.

Redovisade lägen är ungefärliga. Utsättning ska begäras från respektive ledningsägare innan arbete påbörjas. Ledningsägare är Borås Energi och Miljö om inte annat anges.

- Väg 27:
 - o Km 0/023: Dim Ø600 mm (innerdiameter), spillvattenledning av BTG
 - o Km 0/023: Dim Ø500 mm (innerdiameter), SENTAB vattenledning, i skyddsror
 - o Km 0/110: Dim Ø400 mm (innerdiameter), vattenledning av STÅL
 - o Km 3/112: Dim Ø225/184 mm, vattenledning av PE
 - o Km 5/599: Dim Ø110/90 mm, vattenledning av PEH
 - o Km 5/600: Dim Ø200/164 mm, tryckspillvattenledning av PEH
- Lv_31:
 - o Km 0/152: Dim Ø600 mm (innerdiameter), dagvattenledning av BTG
 - o Km 0/152: Dim Ø300 mm (innerdiameter), spillvattenledning av BTG
 - o Km 0/152: Dim Ø 400 mm (innerdiameter), vattenledning av SEGJÄRN
 - o Km 0/275 (Belägen 80 m österut den här sektionen): Dim Ø600 mm (innerdiameter), dagvattenledning av BTG

- Km 0/275 (Belägen 80 m österut den här sektionen): Dim Ø300 mm (innerdiameter), spillvattenledning av BTG
 - Km 0/275 (Belägen 80 m österut den här sektionen): Dim Ø400 mm (innerdiameter), vattenledning av SEGJÄRN
- Rav_17:
 - Km 0/303: Dim Ø225/184 mm, vattenledning av PE
- Rpö_16:
 - Km 0/251: Dim Ø225/184 mm, vattenledning av PE
- Gc_376:
 - Km 3/120 (Väg 27): Dim Ø225/184 mm, vattenledning av PE. Belägen öster om den här sektionen.
- EnV_365:
 - Km 0/031: Dim Ø225/184 mm, vattenledning av PE
- Väg 41:
 - Km 0/150: Dim Ø110/90 mm, vattenledning av PEH
 - Km 0/150: Dim Ø200/164 mm, tryckspillvattenledning av PEH
- Raö_19:
 - Km 0/198: Dim Ø110/90 mm, vattenledning av PEH
 - Km 0/199: Dim Ø 200/164 mm, tryckspillvattenledning av PEH
- Rpö_20:
 - Km 0/021: Dim Ø110/90 mm, vattenledning av PEH
 - Km 0/021: Dim Ø 200/164 mm, tryckspillvattenledning av PEH
- Rav_21:
 - Km 0/580: Dim Ø110/90 mm, vattenledning av PEH
 - Km 0/580: Dim Ø 200/164 mm, tryckspillvattenledning av PEH
- Rpv_22:
 - Km 0/435: Dim Ø110/90 mm, vattenledning av PEH
 - Km 0/435: Dim Ø 200/164 mm, tryckspillvattenledning av PEH

Funktion

Befintliga VA ledningar inom och i anslutning till entreprenaden, som bedöms påverkas av utformning och utförande av Väg 27, ska vara skyddade från och tåla ökade belastningar från aktuell väganläggning och dess trafiklaster samt byggt trafik m.m.

Utformningen ska anpassas till av Entreprenören projekterad väganläggning och befintliga ledningars funktion, som ska vara lika efter eventuellt erforderlig ombyggnad.

Befintliga ledningars funktion ska säkerställas under byggskedet och efter genomförd nybyggnad av väganläggning.

Teknisk lösning

Omläggning där det erfordras. Se kapitel DZ.2 Övriga delar i väganläggning/befintliga konstruktioner/VA-nät.

Kontroll

Kontroll ska ske genom mätning och besiktning.

C2. Befintliga konstruktioner/ Elledningar

Omfattning

Befintliga elledningar som bedöms påverkas av utformning och utförande av Väg 27.

Redovisade lägen är ungefärliga. Utsättning ska begäras från respektive ledningsägare innan arbete påbörjas.

Ledningsägare är Borås Elnät om inte annat anges.

- Väg 27:
 - o Km 0/023: 2 st 0.4 kV-kablar, 2 st belysningskablar
 - o Km 0/110: 1 st 0.4 kV-kablar, 1 st belysningskablar
 - o Km 0/141: 4 st 10 kV-kablar, 4 st signalkablar, 1 st belysningskabel
 - o Km 0/247: HSP luftledning 130 kV
Borås Elnät planerar att markförlägga ledningen efter färdigställandet av Väg 27
 - o Km 0/256: HSP luftledning 130 kV
Borås Elnät planerar att markförlägga ledningen efter färdigställandet av Väg 27
 - o Km 2/621: HSP 10 kV, 1 st tomrör SRN 160
 - o Km 2/793: HSP luftledning (Ej i drift)
 - o Km 3/827 – 3/860: HSP 10 kV
 - o Km 2/895 – 3/910: HSP luftledning (Ej i drift)
 - o Km 3/942: HSP 10 kV
- Enskildväg 36Viared:
 - o Km 0/096: HSP luftledning 130 kV.
 - o Km 0/107: HSP luftledning 130 kV.
 - o Km 0/222: 4 st signalkablar, 1 st belysning, 2 st 0.4 kV kablar.
- Gc_371:
 - o ca km 0/175 (väg27): HSP luftledning 130 kV och 40 kV (Vattenfall). Belägen ca 60 m väster om Väg 27.

- ca km 0/175 (Väg 27) HSP luftledning 130 kV. Belägen ca 40 m väster om Väg 27.
- ca km 0/175 (Väg 27) HSP luftledning 130 kV. Belägen väster om Väg 27.
- Lv_31:
 - Km 0/185: 4 st elledningar 10 kV, 1 st 130 kV jordkabel, 3st signalkablar.
 - Km 0/275 (Belägen 67 m österut den här sektionen): 4 st elledningar (elstråk) 10 kV, 1 st 130 kV jordkabel, 3 st signalkablar, 1st 0.4 kV / belysning.
 - Km 0/591: HSP luftledning 130 kV och 40 kV (Vattenfall).
- Lv_32 (Väg 1640):
 - Km 0/113: SRN 160 rör, 0.4 kV kabel, jordkabel Cu 35, HSP elledning 10 kV.
 - Km 0/145 (Belägen 18 m österut den här sektionen): SRN 160 rör, 0.4 kV kabel, jordkabel Cu 35, HSP elledning 10 kV. OBS: Transformatorstation i området.
 - Km 0/176: HSP luftledning (Ej i drift).
- EnV_367:
 - Km0/020: HSP 10 kV, tomrör SRN 160, belysning jordkabel Cu 35.
 - Km0/040: HSP luftledning (Ej i drift).
- Lv_33 (Väg 1610):
 - Km 0/400 – 0/482: elledning (för belysning ovan mark) 0.4 kV.
 - Km 0/466: HSP elledning 10 kV, belysning jordkabel Cu 35.
- Lv_34 (Gässlösavägen):
 - Km 0/100 – 0/137 (Fortsätter mot skjutbanegatan): HSP elledning 10 kV, 1 st signalkabel, 0.4 kV kabel Cu 70.
 - Km 0/170: HSP luftledning (Ej i drift)
 - Km 0/208: HSP elledning 10 kV.
- Enskildväg 366:
 - Km 0/060: HSP luftledning (Ej i drift)
 - Km 0/204: HSP luftledning (Ej i drift)
 - Km 0/300: HSP elledning 10 kV.

Funktion

Befintliga elledningar inom och i anslutning till entreprenaden, som bedöms påverkas av utformning och utförande av Väg 27, ska vara skyddade från och tåla ökade belastningar från aktuell väganläggning och dess trafiklaster samt byggtrafik m.m.

Utformningen ska anpassas till av Entreprenören projekterad väganläggning och befintlig ledningsfunktion, som ska vara lika efter eventuellt erforderlig ombyggnad.

Befintliga ledningars funktion ska säkerställas under byggskedet och efter genomförd nybyggnad av väganläggning. Eventuella avbrott planeras i samråd med respektive ledningssägare.

Teknisk lösning

Omläggning där det erfordras. Se kapitel DZ.2 Övriga delar i väganläggning/befintliga konstruktioner/Elledningar.

Vid behov ska överfarter, med skydd mot ökad belastning, anordnas. Materialupplag, manskapsbodar m.m. får ej placeras så att befintliga ledningar blir oåtkomliga för respektive ledningsägare.

Kontroll

Kontroll ska ske genom mätning och besiktning.

C2. Befintliga konstruktioner/ Tele-ledningar inkl opto-ledningar

Omfattning

Befintliga tele- och optoledningar som bedöms påverkas av utformning och utförande av Väg 27.

Redovisade lägen är ungefärliga. Utsättning ska begäras från respektive ledningsägare innan arbete påbörjas.

Ledningsägare är Skanova om inte annat anges.

- Väg 27:
 - o Km 0/102: Teleledning: Två kopparkablar är i trafik (accessnät/3062 för accessnät) och två kopparkablar 3063, 6064 är ur trafik (transportnät).
 - o Km 0/134: Tre optokablar 3091, 31048, 11044 (transportnät).
 - o Km 0/137: Optokabel (Splitvision Borås).
 - o Km 2/576: Luftledning tele: Accessnät.
 - o Km 2/622: Optokabel (Splitvision Borås).
 - o Km 2/858: Optokabel 3266 (transportnät).
 - o Km 2/999: Teleledning: Kopparkabel 3024 ur trafik (transportnät) dock i trafik mellan B/Cm och ridhuset (accessnät).
 - o Km 3/115: Optokabel (Splitvision Borås).
 - o Km 3/635: Teleledning: Kopparkabel (accessnät) / kopplingspåle.
 - o Km 3/640: Teleledning: Kopparkabel 3023 (accessnät) B/Cm-Brandövningsplatsen.
 - o Km 4/190: Teleledning: Fyra kopparkablar 3024, 3062, 3063, 3064 är ur trafik (transportnät).
- EnV_36Viared:
 - o Km 0/225: Tre optokablar 3091, 31048, 11044 (transportnät).
 - o Km 0/225: Optokabel (Splitvision Borås).
- Lv_31:
 - o Km 0/150: Tre optokablar 3091, 31048, 11044 (transportnät).
 - o Km 0/162: Optokabel (Splitvision Borås).

- Km 0/185: Teleledning: Två kopparkablar är i trafik (accessnät/3062 för accessnät) och två kopparkablar 3063, 6064 är ur trafik (transportnät).
- Km 0/275 (Belägen 75 m österut den här sektionen): Tre optokablar 3091, 31048, 11044 (transportnät).
- Km 0/275 (Belägen 82 m österut den här sektionen): Optokabel.
- Km 0/275 (Belägen 87 m österut den här sektionen): Teleledning: Två kopparkablar är i trafik (accessnät/3062 för accessnät) och två kopparkablar 3063, 6064 är ur trafik (transportnät).
- EnV_364:
 - Km 0/100: Luftledning tele: Accessnät.
 - Km 0/130, belägen 13 m norr om den här sektionen: Luftledning tele: Accessnät.
- Lv_32 (Väg 1640):
 - Km 0/110: Optokabel (Splitvision Borås).
 - Km 0/145 (Belägen 19 m österut den här sektionen): Optokabel (Splitvision Borås).
 - Km 0/150 – 0/170: Luftledning tele: Accessnät.
 - Km 0/219: Teleledning.
- EnV_367:
 - Km 0/000: Luftledning tele: Accessnät.
 - Km 0/020: Optokabel (Splitvision Borås).
 - Km 0/220: Luftledning tele: Accessnät.
 - Km 0/560: Luftledning tele: Accessnät.
- Gc_373:
 - Km 0/446 (Väg 1610), belägen 30 m västerut den här sektionen (Väg 1610): Optokabel 3266 (transportnät).
 - Km 0/446 (Väg 1610), belägen 30 m västerut den här sektionen (Väg 1610): Optokabel (Splitvision Borås eller Skanova).
 - Km 0/463 (Väg 1610), belägen 12 m österut den här sektionen (Väg 1610): Optokabel (Splitvision Borås).
- Lv_33 (Väg 1610):
 - Km 0/463: Optokabel (Splitvision Borås).
- Gc_376:
 - Km 3/000 (Väg 27), belägen 93 m norrut den här sektionen: Teleledning: Kopparkabel 3024 ur trafik (transportnät) dock i trafik mellan B/Cm och ridhuset (accessnät).
 - Km 3/150 (Väg 27), belägen 69 m nordost den här sektionen: Optokabel (Splitvision Borås).
- Rav_17:
 - Km 0/302: Optokabel (Splitvision Borås).

- Km 0/442: Teleledning: Kopparkabel 3024 ur trafik (transportnät) dock i trafik mellan B/Cm och ridhuset (accessnät).
- Raö_15:
 - Km 0/243: Teleledning: Kopparkabel 3024 ur trafik (transportnät) dock i trafik mellan B/Cm och ridhuset (accessnät).
 - Km 0/341: Teleledning: Kopparkabel 3024 ur trafik (transportnät) dock i trafik mellan B/Cm och ridhuset (accessnät).
- Rpö_16:
 - Km 0/096: Teleledning: Kopparkabel 3024 ur trafik (transportnät) dock i trafik mellan B/Cm och ridhuset (accessnät).
 - Km 0/254: Optokabel (Splitvision Borås).
- EnV_365:
 - Km 0/033: Optokabel (Splitvision Borås).
 - Km 0/224, belägen 7 m norr om den här sektionen: Optokabel (Splitvision Borås).
 - Km 0/239: Optokabel (Splitvision Borås).
- Lv_34 (Gässlösavägen):
 - Km 0/100 – 0/137 (Fortsätter mot skjutbanegatan): Teleledning.

Funktion

Befintliga tele- och optokablar inom och i anslutning till entreprenaden, som bedöms påverkas av utformning och utförande av Väg 27, ska vara skyddade från och tåla ökade belastningar från aktuell väganläggning och dess trafiklaster samt byggtrafik m.m.

Utformningen ska anpassas till av Entreprenören projekterad väganläggning och befintlig ledningsfunktion, som ska vara lika efter eventuellt erforderlig ombyggnad.

Befintliga ledningars funktion ska säkerställas under byggskedet och efter genomförd nybyggnad av väganläggning. Eventuella avbrott planeras i samråd med respektive ledningssägare.

Teknisk lösning

Vid behov ska överfarter, med skydd mot ökad belastning, anordnas.

Materialupplag, manskapsbodas m.m. får ej placeras så att befintliga ledningar blir oåtkomliga för respektive ledningssägare.

Omläggning där det erfordras. Se kapitel DZ.2 Övriga delar i väganläggning/befintliga konstruktioner/Teleledningar inkl. optoledningar.

Kontroll

Kontroll ska ske genom mätning och besiktning.

C2. Befintliga konstruktioner/ Fjärrvärmeledningar

Omfattning

Berörda fjärrvärmeledningar som bedöms påverkas av utformning och utförande av Väg 27.

Redovisade lägen är ungefärliga. Utsättning ska begäras från respektive ledningsägare innan arbete påbörjas. Ledningsägare är Borås Energi och Miljö om inget annat anges.

- Väg 27:
 - o Km 0/142: Enkelledning dimension 273×450 mm.
- EnV_36Viared:
 - o Km 0/222: Enkelledning dimension 273×450 mm
- Gc_371:
 - o Km 0/150 (Väg 27): Belägen väster om den här sektionen. Enkelledning dimension 273×450 mm
- Lv_31:
 - o Km 0/275 (Belägen 92 m österut den här sektionen): Enkelledning dimension 273×450 mm.

Funktion

Befintliga fjärrvärmeledningar inom och i anslutning till entreprenaden, som bedöms påverkas av utformning och utförande av Väg 27, ska vara skyddade från och tåla ökade belastningar från aktuell väganläggning och dess trafiklaster samt byggtrafik m.m.

Utformningen ska anpassas till av Entreprenören projekterad väganläggning och befintliga ledningars funktion, som ska vara lika efter eventuellt erforderlig ombyggnad.

Befintliga ledningars funktion ska säkerställas under byggskedet och efter genomförd nybyggnad av väganläggning. Eventuella avbrott planeras i samråd med respektive ledningsägare.

Teknisk lösning

Vid behov ska överfarter, med skydd mot ökad belastning, anordnas.

Materialupplag, manskapsbodar m.m. får ej placeras så att befintliga ledningar blir oåtkomliga för respektive ledningsägare.

Omläggning där det erfordras. Se kapitel DZ.2 Övriga delar i väganläggning/befintliga konstruktioner/Fjärrvärmeledningar.

Kontroll

Kontroll ska ske genom mätning och besiktning.

C2. Befintliga konstruktioner/ Gas-ledningar

Omfattning

Berörda gasledningar som bedöms påverkas av utformning och utförande av Väg 27.

Redovisade lägen är ungefärliga. Utsättning ska begäras från respektive ledningsägare innan arbete påbörjas. Ledningsägare är Borås Energi och Miljö om inte annat anges.

- Väg 27:
 - o Km 3/114: dim Ø 101/125 mm, 2 st gasledningar, 4 bars nät, material PE.
- Rav_17:
 - o Km 0/302: dim Ø 101/125 mm, 2 st gasledningar, 4 bars nät, material PE.
- Rpö_16:
 - o Km 0/253: dim Ø 101/125 mm, 2 st gasledningar, 4 bars nät, material PE.

Funktion

Befintliga gasledningar inom och i anslutning till entreprenaden, som bedöms påverkas av utformning och utförande av Väg 27, ska vara skyddade från och tåla ökade belastningar från aktuell väganläggning och dess trafiklaster samt byggtrafik m.m.

Utformningen ska anpassas till av Entreprenören projekterad väganläggning och befintliga ledningars funktion, som ska vara lika efter eventuellt erforderlig ombyggnad.

Befintliga ledningars funktion ska säkerställas under byggskedet och efter genomförd nybyggnad av väganläggning.

Teknisk lösning

Innan schaktarbete intill befintliga gasledningar påbörjas ska respektive ledningsägare kontaktas för utsättning av ledningar och godkännande av arbetstillstånd. Vid behov ska överfarter, med skydd mot ökad belastning, anordnas.

Materialupplag, manskapsbodar m.m. får ej placeras så att befintliga ledningar blir oåtkomliga för respektive ledningsägare.

Omläggning där det erfordras. Se kapitel DZ.2 Övriga delar i väganläggning/befintliga konstruktioner/Gasledningar.

Kontroll

Kontroll ska ske genom mätning och besiktning.

C2. Befintliga konstruktioner/ Vägmarkering

Omfattning

Markeringar i anslutning till ny väg, linjer samt körfältspilar fräses där så erfordras för god linjeföring.

Teknisk lösning

Befintlig vägmarkering ska fräsas med försegling.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning

C2. Befintliga konstruktioner/ Vägmarke

Omfattning

Vägmärken och vägvisning längs nuvarande vägar som ansluter till den nya vägen rivs .

Markbunden vägvisning, portal, vägmärken rivs i anslutningen cirkulationen Viaredsmotet.

Anslutning Kyrkbackavägen- Viaredsvägen vägmärken, vägvisning rivs.

Viaredsvägen vid Företagsgatan vägmärken och vägvisning rivs.

Väg 27 anslutning Kråkeredsmotet vägvisning rivs.

Teknisk lösning

Befintliga vägmärken ska rivas, flyttas respektive sättas upp nya enligt Vägmarkesförteckning och skyltförteckning, se även DG2. Vissa utav dessa åtgärder innebär att arbeten ska utföras utanför de i handlingarna angivna arbetsområdet.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning

C3. Tillfällig anläggning och anordning för trafik

Omfattning

Enligt av Entreprenören upprättade TA-planer.

Funktion

Tillfällig väganläggning eller anordning som anordnas under entreprenadtiden för att trafiken ska kunna passera genom arbetsområdet.

Följande gäller:

- vägen ska vara jämn och klara aktuell trafik.
- referenshastigheten 50 km/h
- korsningar, överledningar, anslutningarvägar ska vara belysta
- omledningsvägar ska vara belagda om huvudvägen är det
- omledningsvägar ska begränsas av barriärer.
- antalet körfält får inte vara färre efter omledningen
- minsta fria bredd ska vara 4,5 m och minsta fria höjd 4,7 m.
- vägmarkering ska utföras på belagd yta

Tillfälliga vägtrafikanordningar ska utföras enligt TRVK Apv TDOK 2012:86

Trafikverkets tekniska krav för Arbeta på väg.

Tillfälliga väganläggningar och trafikanordningar ska utföras enligt godkänd trafikanordningsplan.

Tillfällig belysning skall anordnas med en medel belysningsnivå på minst 10lux och ha en jämnhet över 40 %.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning och mätning.

D. VÄGANLÄGGNING

Omfattning

Aktuell väganläggning har omfattning enligt tabell (D.1). Delar som utgör tillfällig väganläggning är inte förtecknade. Krav på tillfällig väganläggning för allmän trafik anges under C3. Tillfällig anläggning och anordning för trafik.

Tabell (D).1 Aktuell väganläggnings vägsträckor, broar/brolägen och andra platser (lägen).

Plats (läge)			Kommentar	Ritningar
Väg, vägavsnitt	Bro/ Annan plats	Grupp		
Väg 27 Km 0/000-6/266	Bro 15-1782-1 Bro 15-1783-1 Bro 15-1784-1 Bro 15-1785-1 Bro 15-1786-1	1	Mötesfri landsväg	Planskiss 0 00 T 02 01 - 0 00 T 02 05 Profil 0 01 T 03 01 - 0 01 T 03 07 Typsektion 0 01 T 04 01 Typritning 2 42 K 20 01 Typritning 4 41 K 20 01 Förslagsskiss 2 43 K 20 01
Väg 27 Trafikplats Osdal Km 2/900 – 3/100	Ramp Raö_15 Ramp Rpö_16 Ramp Rav_17 Ramp Rpv_18	1	Mötesfri landsväg	Planskiss 0 00 T 02 03 Profil 0 15 T 03 01, 0 16 T 03 01, 0 17 T 03 01 0 18 T 03 01 Typsektion 0 00 T 04 01
Väg 27 Trafikplats Kråkered Km 5/600-6/100	Ramp Raö_19 Ramp Rpö_20 Ramp Rav_21 Ramp Rpv_22	1	Mötesfri landsväg	Planskiss 0 00 T 02 05 Profil 0 19 T 03 01, 0 20 T 03 01, 0 21 T 03 01 0 22 T 03 01 Typsektion 0 00 T 04 01
Väg 1640 Ansl till Väg 27 i km 2/270 höger sida Lv_32 Km 0/000-0/640		1	Landsväg med mötande trafik	Planskiss 0 00 T 02 02 Profil 0 32 T 03 01 Typsektion 0 00 T 04 01
Väg 1610 Ansl till Väg 27 i km 2/950, Trafikplats Osdal		1	Landsväg med mötande trafik	Planskiss 0 00 T 02 03 Profil 0 33 T 03 01 Typsektion 0 00 T 04 01

Plats (läge)			Kommentar	Ritningar
Väg, vägvagn	Bro/ Annan plats	Grupp		
Lv_33 Km 0/000-0/500				
Viaredsvägen Ansl till Väg 27 i km 0/340 höger sida Lv_31 Km 0/100-0/600		2	Kommunal gata	Planskiss 0 00 T 02 01 Profil 0 19 T 03 01 Typsektion 0 00 T 04 01
Gässlösavägen Ansl till Väg 27 i km 3/700 vänster sida Lv_34 Km 0/100-0/260		2	Kommunal gata	Planskiss 0 00 T 02 03 Profil 0 34 T 03 01 Typsektion 0 00 T 04 01
GC- väg Gc_371 0/000-0/220	Bro 15-1778-1	2	Kommunal gc-väg	Planskiss 0 00 T 02 01 Typsektion 0 00 T 04 01 Typritning 0 40 K 20 01
GC- väg Gc_373 Km 0/000-0/220		2	Kommunal gc-väg	Planskiss 0 00 T 02 03 Typsektion 0 00 T 04 01
GC- väg Gc_376 Km 0/000-0/405	Bro 15-1787-1	2	Kommunal gc-väg	Planskiss 0 00 T 02 03 Typsektion 0 00 T 04 01 Typritning 0 40 K 20 01
GC- väg Gc_374 Km 0/000-0/190		2	Kommunal gc-väg	Planskiss 0 00 T 02 01 Typsektion 0 00 T 04 01
Enskild väg Ansl till Väg 27 i km 0/340 vänster sida EnV_36Viared Km 0/000-0/230		3	Enskild väg	Planskiss 0 00 T 02 01 Typsektion 0 00 T 04 01
Enskild väg EnV_361 Km 0/000-0/290	Bro 15-1779-1	3	Enskild väg	Planskiss 0 00 T 02 01 Typsektion 0 00 T 04 01 Typritning 0 40 K 20 01
Enskild väg EnV_362	Bro 15-1780-1	3	Enskild väg	Planskiss 0 00 T 02 02 Typsektion 0 00 T 04 01

Plats (läge)			Kommentar	Ritningar
Väg, vägavsnitt	Bro/ Annan plats	Grupp		
Km 0/000-0/250				Förslagsskiss 1 43 K 20 0 1
Enskild väg EnV_363 Km 0/000-0/280		3	Enskild väg	Planskiss 0 00 T 02 02 Typsektion 0 00 T 04 01
Enskild väg EnV_364 Km 0/000-0/100		3	Enskild väg	Planskiss 0 00 T 02 02 Typsektion 0 00 T 04 01
Enskild väg EnV_365 Km 0/000-0/100		3	Enskild väg	Planskiss 0 00 T 02 03 Typsektion 0 00 T 04 01
Enskild väg EnV_366 Km 0/000-0/390		3	Enskild väg	Planskiss 0 00 T 02 03 - 0 00 T 02 04 Typsektion 0 00 T 04 01
Enskild väg EnV_367 Km 0/000-0/560		3	Enskild väg	Planskiss 0 00 T 02 02 - 0 00 T 02 03 Typsektion 0 00 T 04 01
Enskild väg EnV_369 Km 0/000-0/200 Km 0/320-0/430		3	Enskild väg	Planskiss 0 00 T 02 04 Typsektion 0 00 T 04 01
Enskild väg EnV_368 Km 0/000-0/280		3	Enskild väg	Planskiss 0 00 T 02 05 Typsektion 0 00 T 04 01
Cykel- och vand- ringsled ca vid sek- tion km 1/000-1/200 Gc_372		4	Cykel- och vandningsled	Planskiss 0 00 T 02 01
Cykel- och vand- ringsled ca vid sek- tion km 4/000-4/450 Gc_375		4	Cykel- och vandningsled	Planskiss 0 00 T 02 04
Skogsbilväg ca vid sektion 1/700 (vänd- plan till befintlig enskild väg)		4	Skogsbilväg	Planskiss 0 00 T 02 02

Plats (läge)			Kommentar	Ritningar
Väg, vägavsnitt	Bro/ Annan plats	Grupp		
Skogsbilväg ca vid sektion 2/600 (vändplan till befintlig enskild väg)		4	Skogsbilväg	Planskiss 0 00 T 02 03
Skogsbilväg ca vid sektion 2/750 (vändplan till befintlig Väg 1640)		4	Skogsbilväg	Planskiss 0 00 T 02 03
Skogsbilväg ca vid sektion 5/600 Km 0/000-0/120		4	Skogsbilväg	Planskiss 0 00 T 02 05

Funktion

Väganläggningen ska vara utformad och utförd så att följande krav är uppfyllda:

- Vägverkets föreskrifter om tekniska egenskapskrav vid byggande av vägar och gator, vägregler, VVFS 2003:140
- Vägverkets föreskrifter om bärförmåga, stadga och beständighet hos byggnadsverk vid byggande av vägar och gator, VVFS 2004:31
- Vägverkets föreskrifter om tillämpning av europeiska beräkningsstandarder, VVFS 2004:43
- Vägutrustning 94. Dock gäller att terrängtyp ska vara terrängkategori som bestäms enligt Boverkets handbok Snö- och vindlast kap 2.21.
- TRVK Bro 11 2011:085 (i dokumentet kallad TRVK Bro)
- TK Geo 11, 2011:047 (i dokumentet kallad TK Geo). Vägar och broar i grupp 1 och 2 utförs i geoteknisk kategori 2. Vägar i grupp 3 och 4 utförs i geoteknisk kategori 1.

Väganläggningen ska vara utformad enligt bifogade plan- och profilritningar samt typritningar och förslagsskisser.

Avvikelse från i förfrågningsunderlaget angivna profilhöjder och planläge för Väg 27, med tillhörande trafikplatser, får göras enligt följande:

- KM 0/000-2/500 Delområde 1 "Viared - Tränningstorp": $\pm 2,0$ m i plan och $\pm 0,5$ m i profil
- KM 2/500- 4/000 Delområde 2 "Viskadalen": ingen
- KM 4/000- 5/550 Delområde 3 "Gässlösa - Kråkered": $\pm 2,0$ m i plan- och profil
- KM 5/550- 6/266 Delområde 4 "Kråkered": ingen

För övriga vägar gäller att avvikelser från i förfrågningsunderlaget angivna plan- och höjdlägen får göras med $\pm 1,0$ m i plan och $\pm 0,5$ m i profil.

Undantag där inga avvikelser får göras är där höjder är angivna på GC_376 i Osdal samt Lv_31 i Viared. Dock ska anslutningen av Lv_31 till Väg 27 följa VGU. All utformning ska utgå från ett trafiksäkerhetstänkande.

Trafikmiljön ska vara utformad förlåtande.

Oskyddade trafikanter ska vara beaktat.

Utformning ska ske med hänsyn tagen till landskapsbild, natur- och kulturmiljö samt hur bebyggelsen är lokaliserad.

Grundprincipen för vägområdets gestaltning, ska vara en vägkropp väl integrerad i det omgivande landskapet, på varje specifik passage. Ett övergripande projektmål i entreprenadskedet är, att skapa en god helhet mellan vägen och det omgivande landskapet. Den nya vägen ska dessutom ges ett individuellt karaktärsdrag som ger sträckan en egen identitet.

Bergskärningar utförs exponerade och täcks ej över. Detta för att undvika etablering av ett monotont "väglandskap", med höga, tekniskt korrekta eller gräsbevuxna slänter och istället använda och utnyttja bergets lokala karaktär för att berika gestaltningen av vägrummet. Se sektion och illustration under kapitel DB31c. Ytterslänt/ Berg//Grupp 1 och 2.

Vägbankar i odlingslandskapet ska underordnas det öppna landskapet. Detta kan ske genom modellering med särskilt flack släntlutning vid passagen av Viskans dalgång enligt principer redovisade på ritning 200 T 02 06. Det förutsätter dock att entreprenören tecknar separat avtal med Borås Stad för ianspråkstagande av erforderlig mark.

Utformnings- och gestaltungsstandarden ska vara enhetlig för alla delar i väganläggningen.

Väganläggning inklusive sidoområden ska vara utformad, gestaltad och konstruerad:

- Trafiksäkert
- Vara tillgänglig med avsedd kapacitet
- Estetiskt tilltalande
- Miljöriktig
- Med god bärförmåga och stabilitet
- Med säkerhet mot upplyftning
- Beständiga
- Genomtänkta i helhet och detalj, med för platsen anpassade utformningar

Teknisk lösning

Vägar ska utformas med lägst den standard som redovisas av kontrakthandlingarnas plan- och profilritningar samt typritningar och förslagsskisser.

Utformningen ska ske inom de ramar som anges i förfrågningsunderlagets gestaltungskrav och med förutsättningar enligt kapitel B1 Vägtrafik. Standardnivån ska vara jämn.

Vid avvikelse från förfrågningsunderlagets profilutförande ska samspelet mellan vägens plan- och profilgeometri beaktas. Eventuella avvikelser får ej medföra ökade driftskostnader för ägare av korsande anläggningar eller väghållaren av aktuell väg. Avvikelser får ej medföra "oskön linjeföring" genom olämplig kombination av geometriska element, se VGU Arbetsmetodik "Val av linjeföring".

Avvikelser från förfrågningsunderlagets profilhöjder får ej utföras inom område med kommunal detaljplan.

Framkomlighetskontroll ska göras för korsningar på allmänna vägar med typfordon Lsp, med utrymmesklass C.

Vid utformning och dimensionering av delar i väganläggning som omfattas av TRVK Väg (TRV 2011:072) ska gällande krav uppfyllas.

I de fall Entreprenören väljer eller det föreskrivs tekniska lösningar eller kända material enligt TRVK Väg (TRV 2011:072), TRVK Bro eller TK Geo 11, 2011:047 och krav på material eller utförande där åberopas genom hänvisning till AMA Anläggning 10, ska produktionsresultatet uppfylla krav enligt AMA Anläggning 10 med ändringar och tillägg enligt TRVAMA Anläggning 10 Rev 1 varvid krav ställda för kategori A eller bro i förekommande fall ska tillämpas. Dock gäller att krav enligt denna OTB ska uppfyllas.

Kravnivå för enskilda produkter, material eller varor ska uppfylla implementerade SS-EN standarder och där sådan saknas ska nivå på tillämplig egenskap specificerad i AMA Anläggning 10 med ändringar och tillägg enligt TRV AMA Anläggning 10 Rev1 uppfyllas, varvid krav ställda för kategori A eller bro i förekommande fall ska uppfyllas.

För material eller vara ska tillverkarens intyg visa att den tekniska livslängden minst motsvarar kraven på dimensionerande livslängd för den anläggningsdel eller den installation som material eller vara är avsedd för.

Ingående material ska ha sådana egenskaper att konstruktionsdelen i allt väsentligt behåller sina hållfasthetsegenskaper under hela den dimensionerande tekniska livslängden.

Om för material eller vara särskilda bestämmelser för SS-EN utgivits ska Entreprenören eller dennes leverantör genom kontroll eller intyg eller genom verifiering enligt nivå 1 visa att bestämmelserna för aktuell standard tillämpas i bestämmelserna angivna förutsättningar avseende till exempel utförande och samhörighet med andra standarder.

Material till obundna och bundna överbyggnadslager ska vara volymbeständiga och får inte visa tendenser till sönderfall. För material vars egenskaper inte är kända ska styvhetsmodul, frostisoleringsegenskaper, beständighet, tjälfarlighetsegenskaper och dränerande förmåga deklarerats. Med ej kända egenskaper menas alternativa material till de i TRVK Väg samt TK Geo 11, 2011:047

Kontroll

Under byggskedet ska Entreprenören följa upp och kontrollera i tillräcklig omfattning att beräkningsförutsättningar, beräkningsantaganden, materialegenskaper och lagertjocklekar samt övriga produktionsresultat och gjorda utfästelser för material och varor som förutsatts vid projekteringen överensstämmer med förutsättningar och antaganden som använts vid projekteringen.

Kontroll ska ske av utförd produktion och färdig väganläggning inför trafiköppning och under garantitiden.

Kontroll för del av väganläggning ska i övrigt ske på så sätt som anges under aktuell rubrik. Är kontrollmetod ej angiven gäller att kontroll ska ske enligt vedertagna och beprövade metoder eller enligt dokumenterade vetenskapliga metoder eller genom besiktning där besiktningsmannen avgör om alla krav uppfyllts.

Kontroll ska ske enligt av Entreprenören upprättat kontrollprogram.

Kontroll ska ske enligt upprättat kontrollprogram med tillhörande kontrollplaner enligt följande krav.

- Kontroll ska ske genom beräkning, provning (inklusive mätning) och besiktning.
- Kontroll vid projektering ska ske i huvudsak genom erforderliga kompletterande undersökningar samt kontroll av bärförmåga, stadga, geometrisk utformning etc. samt i övrigt genom kontroll av projekteringsresultat och arbetshandlingar på sätt som erfordras för att säkerställa att krav och utfästelser uppnås.

- Kontroll ska ske vid produktion, vid trafiköppning/slutbesiktning och under garantitiden på sådant sätt och i sådan omfattning att det kan verifieras att krav och utfästelser för tekniska lösningar och funktioner för färdig väganläggning och dess delar uppfylls enligt kontrakts- och arbetshandlingar. Där specifika krav på kontroll ställs ska dessa uppfyllas.
- Om tekniska lösningar refererar till TRVK Väg, TK Geo eller TRVK Bro ska kontroll ske på sätt som framgår av dessa. Där krav på material, varor eller utförande åberopas genom hänvisning till AMA ska kontroll ske enligt dessa skrifter med ändringar och tillägg enligt TRVAMA Anläggning 10, rev1, kategori A eller bro.
- I de fall tekniska lösningar inte refererar till ovannämnda publikationer ska en särskild specifikation avseende kontroll upprättas enligt TRVK Väg, kap 1.1.1 eller i förekommande fall enligt TRVK Bro, kapitel A.1.4.
- Kontroll av att material eller vara samt bestyrkande där en europeisk standard, SS-EN, finns ska ske genom deklaration enligt standarden. Där sådan standard ej finns gäller att kontroll samt bestyrkande ska ske genom certifiering enligt nivå 1 enligt AMA Anläggning 10 kod YE eller genom tillverkarförsäkring enligt nivå 2- 4. Om ballastmaterialet är produktcertifierat enligt AMA Anläggning 10 YE Nivå 1 för ballastegenskaperna: krossytegrad, nötningsegenskaper, finmaterialkvalitet, petrografi och organisk halt anses dessa krav på material i färdigt lager vara uppfyllda.

D. Väganläggning// Grupp 1 och 2

Omfattning

Omfattning inklusive grupptillhörighet anges i Tabell (D).1.

Funktion

Väganläggningen ska vara utformad och utförd så att lägst god standard uppfylls enligt krav i VGU inkl Supplement & Info. Väganläggningen i sin helhet inkl kantremisor måste rymmas inom det fastställda vägområdet.

Referenshastighet för Väg 27 är 80 km/h, förutom mellan Viaredsmotet och anslutningen med Viaredsvägen där referenshastighet är 50 km/h.

Väg 27 ska utformas med god nybyggnadsstandard för referenshastighet 80 km/h på sträckan 0/340 - 6/266 med undantag för sträckan 4/100- 4/500 där horisontalradien 420 m innebär att vägens planstandard är mindre god. Avsteget har gjorts för att undvika ett allt för stort intrång i Huvagårdsberget.

Väg 27 ansluts till Väg 40 till befintlig cirkulationsplats. Två utgående och två inkommande körfält.

Viared km 0/340, cirkulationsplats. I väster två inkommande och två utgående körfält

Tränningstorp km 2/300, fyrvägs korsning, väjningsreglerad, separata körfält för vänstersvängande trafik.

Trafikplats Osdal km 2/900-3/100, planskild trafikplats av klövertyp, separata körfält för på- och avfart.

Trafikplats Kråkered km 5/600-6/100, planskild trafikplats av klövertyp, separata körfält för på- och avfart.

Trafikplatserna Osdal och Kråkered utformas enligt klöverprincipen med åtskilda avfarter och påfarter. Ramperna utformas enligt bif. typ sektioner och med där angivna bredder.

Tvårfall och skevningsutjämning ska utformas enligt god standard i VGU. De högre värdena på tvårfall bör användas.

Rampernas sidoområden ska utformas enligt sidoområdestyp B enligt VGU, sektion landsbygd - vägrum, kap. 8.4 Detaljutformning av sidoområden. Erforderlig säkerhetszon för god standard enligt VGU ska säkerställas. Ytor inom trafikplatserna ska utformas så att anläggningen på ett estetiskt och trafiksäkert sätt anpassas till omgivande landskap.

Ett antal busshållplatser ingår i projektet, dessa ska utformas med standard minst enligt VGU (se även VGU info nr 13 augusti 2008). Innan byggnation ska samråd ske med Västtrafik och vid hållplatser på kommunal gata med Borås Stad.

På ny infart till Viareds industriområde ska fickhållplatser i båda riktningar anläggas. Hållplatsen i riktning mot Väg 27 förses med väderskydd. Erforderliga gångvägar ansluts till hållplatserna.

På Väg 27, km 2/800 anläggs en fickhållplats i östlig riktning inklusive gångvägar.

Vid trafikplats Osdal på Väg 1610 anläggs fickhållplatser i båda riktningar. Hållplatsen i sydlig riktning ska av trafiktekniska skäl utformas med en skiljande refug. Hållplatserna ska ha plats för en angörande och en väntande buss samt förses med erforderliga gångvägsanslutningar. Båda hållplatserna förses med väderskydd.

Vid trafikplats Kråkered på Väg 41 anläggs fickhållplatser i båda riktningarna. Båda hållplatserna förses med väderskydd. Gångvägsanslutningar ska anläggas till busshållplatserna samt en pendelparkering för 10 st bilar i anslutning till hållplatserna.

Fyra cirkulationsplatser ingår i projektet.

Teknisk lösning

Gässlösa km 3/700, Separat körfält för vänstersvängande trafik, väjningsreglerad. Högersväng från Väg 27 utförs enligt skiss i figur (D).1.

Varje rondell ska utformas som en enkel gräsyta infattad av råkantstöd av granit RV4 (visning 120 mm) satt i betong med motstöd av betong. Brätte ska utföras av storgatsten med minsta tjocklek 140 mm. Kantstöd mot köryta ska utföras med granit RF4 (visning 40 mm) satt i betong med motstöd av betong. Refuger utformas med råkantstöd av granit RF4 (visning 120 mm) satt i betong med motstöd av betong. Refugytor ska hårdgöras.

Resultaterande lutning vid anslutning får vara högst 3 % på 25 meters längd.

Kommunala gator: utformas enligt bifogade typsektioner och med där angivna bredder.

- Viaredsvägen: Där gångväg är parallell med körbana ska kantstöd av betong anläggas med visning 120 mm.

Väderskydd ska vara av modell enligt bilaga 13. De levereras av Västtrafik och monteras av Entreprenören. Överkant betongplatta ska ligga i samma nivå som omgivande markyta, dvs det ska inte vara någon nivåskillnad. El dras fram i det högra bakre hörnet under sittbänken där en kopplingsplint finns. Hål för kabel finns i betongplattan (gult plaströr). Grusbädd för väderskydd ska ha tjocklek 80 mm och bestå av packad bergkross 0-40 mm. Total överbyggnad under väderskydd 0,5 m. Kontakt tas med Västtrafik, Peter Svensson tel 0500-464400, mobil 0703-423724. Avrop tre veckor före leverans av väderskyddet.



Figur (D).1. Skiss av högersväng från Väg 27 till Gässlösavägen (Lv_34).

D. Väganläggning// Grupp 3

Omfattning

Omfattning inklusive grupptillhörighet anges i Tabell (D).1.

Funktion

Väganläggning ska vara utformad och utförd enligt VV publikation 2001:9 (projektering och byggande av enskilda vägar), kap 3.3 - 3.5.

Väggprofil ska vara anpassad till omgivande mark med en jämn standard på vertikal och horisontal linjeföring och så att den nya vägen inte försvårar för boende och användandet av omgivande mark.

Korsning med väg tillhörande Grupp 1 ska uppfylla krav för sådan väg.

Gårdsanslutningar ska vara utformad med ändamålsenliga vilplan, lutningar och radier.

Teknisk lösning

Väganläggning ska vara utformad och utförd enligt VV publikation 2001:9 (projektering och byggande av enskilda vägar), kap 4 - 4.6. Anordningar för dräneringssystem och dagvattensystem vara utformade

och utförda i enlighet med TRVK Väg, kapitel 5, samt uppfylla kraven enligt Anläggnings AMA 10 med ändringar och tillägg enligt TRV AMA Anläggning 10 Rev1.

Kontroll

Kontroll ska ske enligt VV publikation 2001:9 (projektering och byggande av enskilda vägar).

D. Väganläggning// Grupp 4**Omfattning**

Omfattning inklusive grupptillhörighet anges i Tabell (D).1.

Funktion

Väganläggning ska utformas som en cykel- och vandringsled eller som skogsbilväg.

Skogsbilväg ska vara anpassad till omgivande mark med en jämn standard på vertikal och horisontal linjeföring och så att den nya vägen inte försvårar för boende och användandet av omgivande mark.

Skogsbilvägs anslutning till annan väg skall vara utformad enligt krav för respektive vägtyp de ansluter till

Teknisk lösningCykel- och vandringsled, Gc 372

För att inte göra allt för stora intrång i den kuperade terrängen föreslås vägen utföras med mycket låg standard. Träd och stubbar borttages på en bredd av 2,0 m. Befintligt humuslager banas av samt bärlager och obundet slitlager påförs på denna bredd.

Vid behov ska geotextil anbringas innan bärlager och obundet slitlager påförs.

Cykel- och vandringsled, Gc 375

För att inte göra allt för stora intrång i den kuperade terrängen föreslås vägen utföras med mycket låg standard. Träd och stubbar borttages på en bredd av 2,0 m. Om det kan utföras utan bergsprängning eller långa slänter ska befintligt humuslager banas av samt bärlager och obundet slitlager påförs med tvärfall max 8 % på denna bredd. Annars kan bredden på bärlager och slitlager minskas till 1,0 m. Längslutning ska vara max 10%. På korta sträckor kan 15% längslutning accepteras.

Vid behov ska geotextil anbringas innan bärlager och obundet slitlager påförs.

Skogsbilvägar

Där vägstandard inte anges på ritning eller i denna OTB ska skogsbilvägar utformas och utföras enligt Skogsstyrelsens skrift "Anvisningar för projektering och byggande av skogsbilväg klass III och IV", vägklass IV, enligt kapitel B.1 Vägtrafik. Skogsbilvägars/vändplaners läge på planskiss är ungefärligt och anpassas efter terrängen.

Kontroll

Kontroll av cykel- och vandringsled ska ske genom besiktning.

Kontroll av skogsbilväg ska ske enligt krav i Skogsstyrelsens skrift "Anvisningar för projektering och byggande av skogsbilväg klass III och IV".

DB. Vägkonstruktion

Funktion

Vägkonstruktion ska vara utformad och utförd så att krav på bärförmåga, stadga och beständighet är uppfyllda.

DB1. Vägkropp och undergrund// Grupp 1 och 2

Funktion

Vägkropp och undergrund ska vara utformad och utförd med dimensionerande tekniska livslängder enligt tabell (DB1).1

Tabell (DB1).1 Dimensionerande teknisk livslängd.

Bitumenbundna lager	20 år
Hydrauliskt bundna lager	40 år
Obundna lager	40 år
Undergrund och underbyggnad	40 år
Förstärkning av undergrund	80 år

I tabell (DB1).2 angivna krav på tjällyftning ska uppfyllas.

Tabell (DB1).2 Största tillåtna tjällyftning.

Väg, vägavsnitt	Maximal tjällyftning
Väg 27	40 mm
Ramper i tpl. Osdal och tpl. Kråkered	40 mm
Väg 1640 och Väg 1610	60 mm
Viaredsvägen	100 mm
Gässlösavägen	100 mm
GC-vägar	60 mm

Skillnad i tjällyftning mellan väg och anslutande väg ska högst vara 40 mm på vägskaalkurvans längd.

Skillnad i tjällyftning i övrigt ska vara godtagbar med hänsyn till dimensionerande trafikbelastning enligt tabell (B).1. Ritningar och beräkningar ska visa hur risk för olägenheter minimeras vid övergång mellan terrassmaterial med olika tjällyftningsegenskaper. Terrassmaterialets tjällyftande egenskaper ska kontrolleras i byggskedet.

Vägkroppen ska dräneras på vatten men ej så att det får till följd att våtmarker dräneras.

Teknisk lösning

För att säkerställa att vägkroppen dräneras på vatten ska utökad underbörning ske till minst 1,5 m under terrassnivå. Berget ska vara losshållet till 1,5 m under terrassnivå. Stickprov kommer att tas av Beställaren. Undantaget är vid våtmarker där utökad underbörning ej är tillåten.

Kontroll

Kontroll sker genom besiktning under garantitiden via Beställarens upphandlade driftentreprenad.

Då skador eller lokal ojämnheter påträffas som kan vara orsakade av tjäle ska karteringen utföras av Entreprenören enligt i VVMB 120, avsnitt 8.

Föreligger misstanke om bärighetsrelaterade skador ska Entreprenören utföra provbelastning med fallvikt enligt VVMB 112 eller annan tillämplig beprövad metod. Sådan bärighetsmätning bör om möjligt utföras under senare delen av tjällossningen och/eller höst.

DB1. Vägkropp och undergrund// Grupp 1**Funktion**Jämnheter i längdled mätt med mätbil

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

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

Väg	Jämnhetskrav för 20m-sträckor		Jämnhetskrav för 400m-sträckor	
	Vid trafiköppning	Under garanti-tiden	Vid trafiköppning	Under garanti-tiden
Väg 27	IRI $\leq 1,50$ för 95 % av sträckorna	IRI max=2,30 för 90 % av sträckorna IRI tillväxt $\leq 0,08$ mm/m,år	$s \leq 0,5$ $x \leq (1,2 - 0,4s)$	$s \leq 0,6$ $x \leq (1,8 - 0,4s)$
Ramper i tpl. Osdal och Kråkered	IRI $\leq 2,0$ för 95% av sträckorna	IRI max = 3,0 för 90 % av sträckorna IRI tillväxt $\leq 0,1$ mm/m, år	$s \leq 0,6$ $\bar{x} \leq (1,6 - 0,4s)$	$s \leq 0,8$ $\bar{x} \leq (3,0 - 0,4s)$
Väg 1610 Väg 1640	IRI $\leq 1,80$ För 95 % av sträckorna	IRI max=3,20 För 90 % av sträckorna IRI tillväxt $\leq 0,14$ mm/m,år	$s \leq 0,6$ $\bar{x} \leq (1,5 - 0,4s)$	$s \leq 0,7$ $\bar{x} \leq (2,5 - 0,4s)$

Jämnhet i tvärled mätt med mätbil

I tabell (DB1).4 framgår gällande kravnivåer för jämnhet i tvärled-mätt med mätbil.

Tabell (DB1).4. *Krav avseende jämnhet i tvärled vid otjälade förhållande mätt med mätbil.*

Väg	Jämnhetskrav för 20m-sträckor		Jämnhetskrav för 400m-sträckor		Maximal spår-djupsutveckling, år 3 till år 5
	Vid trafiköppning	Under garantitiden	Vid trafiköppning	Under garantitiden	
Väg 27	Medelvärde för 20 m $\leq 3,0$ mm för 95 % av sträckan	Medelvärde för 20m $\leq 15,0$ mm på 90 % av sträckan	Medelvärde för 400m $\leq 2,5$ mm på 95 % av sträckan	Medelvärde för 400m $\leq 12,0$ mm på 90 % av sträckan	1,4 mm/år
Ramper i tpl. Osdal och Kråkered	Medelvärde för 20 m $\leq 3,0$ mm på 95 % av sträckan	Medelvärde för 20m $\leq 15,0$ mm på 90 % av sträckan	Medelvärde för 400 m $\leq 9,0$ mm på 90 % av sträckorna	Medelvärde för 400m $\leq 10,0$ mm på 90 % av sträckan	1,0 mm/år
Väg 1610 Väg 1640	Medelvärde för 20 m $\leq 5,0$ mm på 95 % av sträckan	Medelvärde för 20 m $\leq 15,0$ mm på 90 % av sträckan	Medelvärde för 400 m $\leq 14,0$ mm på 90 % av sträckan	Medelvärde för 400m $\leq 12,0$ mm på 90 % av sträckan	1,0 mm/år

Spår som på en 20-meterssträcka överskrider 15 mm under garantitiden ska åtgärdas på 20-meterssträckan samt 40 m före respektive efter sträckan. Krav efter åtgärd för sådant fel är max 5,0 mm för 20 m resp. max 4,5 mm för 400 m sträcka.

Jämnhet i längdled och tvärled mätt med rätskiva

Där möjligheter inte finns att mäta med mätbil enligt VVMB 122 gäller krav på jämnhet i längdled och tvärled mätt med rätskiva enligt VVMB 107 enligt tabell (DB1).5 för aktuell referenshastighet.

Tabell (DB1).5. *Jämnhet i längdled och tvärled mätt med rätskiva.*

Referenshastighet	Acceptansintervall för kontrollpunkt
VR 50 km/h VR 60 km/h	$ A \text{ o } B : \leq 3$ $ C : \leq 4$ $ A-C \text{ o } B-C : \leq 4$
VR 70 km/h VR 80 km/h	$ A \text{ o } B : \leq 2$ $ C : \leq 4$ $ A-C \text{ o } B-C : \leq 3$

Krav i tabell (DB1).5 gäller vid trafiköppning. Under garantitid gäller krav i tabell (DB1).5 multiplicerade med faktorerna :

- 1,5 för krav gällande i längdled.
- 4.0 för krav gällande i tvärled.

Intill broar gäller, utöver krav mätt med mätbil, att på en sträcka av 6,0 m före och 6,0 m efter brons övergångskonstruktion får ojämnheter i vägkonstruktionens beläggning inte vara större än 6,0 mm relativt en 5 m lång rätskiva utlagd i vägens längdriktning. Ett mått större än 10 mm mellan övergångskonstruktionen och underkanten på rätskivan godtas inte.

Beläggningens överyta intill övergångskonstruktionen ska vara 5,0 mm högre än övergångskonstruktionens överyta med tolerans +3 resp. -2 mm.

Tvärfall, mätt med mätbil

I tabell (DB1).6 framgår gällande kravnivåer för tvärfallsavvikelse.

Tabell (DB1).6 Tvärfallsavvikelse vid trafiköppning/ slutbesiktning, mätt med mätbil.

Väg	Maximal tvärfallsavvikelse
Väg 27, 0/000-6/266	$s \leq 0,35$ $\bar{x}$ inom $0 \pm (0,40-0,4s)$
Ramper i tpl. Osdal och Kråkered	$s \leq 0,40$ $\bar{x}$ inom $0 \pm (0,45-0,4s)$
Viaredsvägen 0/100-0/600 Väg 1610, 0/000-0/500 Väg1640 ,0/000-0/640	$s \leq 0,45$ $\bar{x}$ inom $0 \pm (0,50-0,4s)$

Resultanten (z) mellan längd- och tvärlutning får inte understiga 0,5 % på någon del av vägen. Detta ska särskilt observeras vid skevningsövergångar.

Vid bro är tillåten tvärfallsavvikelse noll i direkt anslutning till bron och tillåts öka linjärt till värdena i tabell (DB1).6 inom en övergångssträcka på 50 m.

Tvärfall, mätt med rätskiva

Där möjligheter inte finns att mäta med mätbil enligt VVMB 122 ska krav på tvärfallsavvikelse mätt med rätskiva enligt VVMB 107 gälla för aktuell tvärfallsklass enligt tabell (DB1).7.

Tabell (DB1).7. Tvärfallsavvikelse mätt med rätskiva vid slutbesiktning/trafiköppning.

Kontrollobjekt	Vägsträcka av 400 m längd eller körfält med 800 m längd.
VR 50 km/h	
Acceptansintervall vid trafiköppning/slutbesiktning.	$s \leq 0,45$ $\bar{x}$ inom $\pm(0,55-0,46s)$
Acceptansintervall under garantitiden	$s \leq 0,70$ $\bar{x}$ inom $\pm(0,75-0,46s)$
VR 80 km/h	
Acceptansintervall vid trafiköppning	$s \leq 0,40$ $\bar{x}$ inom $\pm(0,50-0,46s)$
Acceptansintervall under garantitiden	$s \leq 0,65$ $\bar{x}$ inom $\pm(0,70-0,46s)$

Tjällyftning

Vägkonstruktionen ska vara utformad och utförd enligt TRVMB 301. PMS Objekt är jämställd med TRVMB 301. Samtliga säsonger för VViS-station 1508 Viared, ca 500 m öster om Viaredsmotet längs Väg 40, ska beräknas med avseende på tjällyft och tjäldjup. Den säsong som ger största tjällyftet ska vara dimensionerande.

Sprickor

Sprickor får inte vara större än vad som motsvaras av sprickindex 5, bedömt enligt VTI meddelande 916:2001 (utveckling av nedbrytningsmodeller) samt Bära eller brista — Handbok i tillståndsbedömning av belagda gator och vägar.

Tjälsprickor får inte förekomma.

Lokala ojämnheter

Lokala ojämnheter får inte vara större än 6 mm mätt med 3 m lång rätskiva.

Pothål

Hål får inte förekomma.

Kontroll

Kontroll av färdig vägkonstruktion ska ske genom föreskriven provning och besiktning av vägbanan inför trafiköppning/slutbesiktning och under garantitiden.

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

Provning och besiktning av vägbanan ska ske vid tidpunkter som anges i tabell (DB1).8. Dock gäller att tvärfall kontrolleras endast vid mätning 1 samt att fallviktsmätning ska göras i anslutning till trafiköppning eller inom 1 månad från trafiköppning samt i anslutning till garantibesiktning.

Tabell (DB1).8 Mättillfällen.

Mätning 1	Vid trafiköppning eller inom 1 månad från trafiköppning
Mätning 2	År 2 under garantitiden
Mätning 3	År 3 "
Mätning 4	År 4 "
Mätning 5	Vid garantibesiktning

Bärförmåga, stadga och beständighet

Krav på bärförmåga, stadga och beständighet ska kontrolleras genom provning med fallviktsmätning samt genom bedömning av resultat från övrig kontroll av krav på vägbanan.

Fallviktsmätningarna ska enbart genomföras som kontroll på vägkonstruktioner som inte innehåller hydraulisk bundna lager enligt VVMB 112 samt utvärderas enligt VVMB 114 för data erhållna vid provbelastning av väg med FWD-apparat. Mätningarna ska om möjligt genomföras vid likvärdiga temperatur- och fuktighetsförhållanden samt redovisas för Beställaren efter varje mättillfälle och i sin helhet vid garantibesiktningen.

Jämnhet i längdled, tvärled och tvärfallsavvikelse mätt med mätbil

Kravnivåerna på vägbanans jämnhet i längdled och tvärled samt tvärfallsavvikelse angivna för de olika vägarna, ska kontrolleras genom mätning med mätbil enligt VVMB 122.

Utvärdering av IRI-tillväxt görs från mätning nr 3.

Storleken på initial förändring av IRI (mellan referensmätning (mätning nr1) och mätning nr 2) ska bedömas och utvärderas i samråd med Beställaren.

Vid redovisning av mätbilens resultat ska sektionsangivelser för samtliga körfält överensstämja med vägens längdmätning i projektet. Resultat ska redovisas i tabeller samt grafiskt i diagram och på plankarta. Fel ska framgå tydligt. Mätvärdena ska också redovisas i digitalt format.

Referenspunkter för mätbilens mätningar sätts på kantbalk för broar eller i berg på ungefär var femte kilometer och ska vara automatiskt identifierbara för mätbilen.

Mätförfarande och beräkningar av kriterievariabler för vägytans jämnhet i längdled ska enligt tabell (DB1).9.

Tabell (DB1).9 Mätförfarande och beräkning av kriterievariabler för jämnhet i längdled mätt med mätbil.

Kontrollobjekt:	Ett körfält av 400 m längd. Samtliga kontrollobjekt undersöks.
Mätförfarande:	Mätning utförs med mätbil, mätningen ska utföras enligt VVMB 122.
Mätvariabler:	Mätvariabel (x), x= jämnhetsindex (IRI, mm/m, medelvärde för 20m-delsträcka). Medelvärdet för mätvariabeln i stickprovet $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x \text{ över } 400 \text{ m.}$
Kriterievariabler:	x, $\bar{x}$, s.

Mätförfarande och beräkningar av kriterievariabler för vägytans tvärfallsavvikelse ska ske enligt tabell (DB1).10.

Tabell (DB1).10 Mätförfarande och beräkning av kriterievariabler för tvärfallsavvikelse. mätt med mätbil.

Kontrollobjekt:	Ett körfält av 400 m längd. Samtliga kontrollobjekt undersöks.
Mätförfarande:	Mätning utförs med mätbil, mätningen ska utföras enligt VVMB 122 regressionslinjemetod.
Mätvariabler:	Mätvariabel (x), (x= medelavvikelse från riktvärde för ytans lutning tvärs vägen mätt i %) Medelvärdet för mätvariabeln i stickprovet $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x \text{ över 400 m.}$
Kriterievariabler:	$\bar{x}$, s,

Jämnhet i längdled, tvärled och tvärfallsavvikelse mätt med rätskiva

Om mätning inte kan genomföras med mätbil enligt VVMB 122 ska mätning ske genom mätning med rätskiva enligt VVMB 107 och VVMB 908.

Jämnheten i längdled och tvärled mätt med rätskiva ska kontrolleras enligt tabell (DB1).11a och (DB1).11b samt aktuell referenshastighet.

Tabell (DB1).11a Mätförfarande och kriterievariabler för mätning av jämnhet i längdled och tvärled mätt med rätskiva.

Kontrollobjekt:	Vägsträcka av 400 m längd eller körfält med 800 m längd.
Stickprov:	n=15, kontrollpunkterna valda i längs- och tvärled inom kontrollobjektet enligt förfarande beskrivet i VVMB 107 och 908
Mätförfarande:	Mätning ska utföras enligt VVMB 107
Mätvariabler:	Avvikelse från rätskivenormal i var och en av rätskivans mätpunkter (1,2 och 3)
Kriterievariabler:	I varje kontrollpunkt: A: Rätskivenormal avvikelse i mätpunkt 1 B: Rätskivenormal avvikelse i mätpunkt 3 C: Rätskivenormal avvikelse i mätpunkt 2 Differens A-C och B-C Andel kontrollpunkter med godkända värden på samtliga kriterievariabler.

Tabell (DB1).11b Kriterier för godkännande av krav på jämnhet i längdled och tvärled mätt med rätskiva.

Referenshastighet	Urvalssannolikhet för kontrollobjekt	Antal godkända kontrollpunkter
VR 50 km/h - VR 90 km/h	1/2	12 av 15

Vid anslutning till bro gäller att kontroll av vägbanans jämnhet 6 m före och 6 m efter bro ska ske relativt en 5 m lång rätskiva lagd i vägen längdriktning. Beläggningens höjd över övergångskonstruktionen mäts med samma rätskiva-

Beläggningens överyta intill övergångskonstruktionen mäts med en rätskiva placerad över övergångskonstruktionen i färdriktningen och som har en längd som minst motsvarar övergångskonstruktionens längd i vägens riktningen plus 400 mm, dock minst 1 m.

Tvärfallsavvikelse mätt med rätskiva ska kontrolleras med rätskiva vid trafiköppning/slutbesiktning enligt tabell (DB1).12.

Tabell (DB1).12 Mätförfarande för mätning av tvärfallsavvikelse mätt med rätskiva vid slutbesiktning/trafiköppning.

Kontrollobjekt:	Vägsträcka av 400 m längd eller körfält med 800 m längd. Kontrollobjekt väljs för undersökning med urvalssannolikheten $\frac{1}{2}$, se VVMB 908.
Stickprov:	n=15, kontrollpunkterna valda i längdlängd- och tvärled inom kontrollobjektet enligt förfarande beskrivet i VVMB 107 och VVMB 908
Mätförfarande:	Mätning utförs med 3 m rätskiva, med monterad lutningsmätare. Mätning ska utföras enligt VVMB 107
Mätvariabler:	Mätvariabeln är avvikelse från riktvärdet för lagerytans lutning tvärs vägen, mätt i procent.
Kriterievariabler:	$\bar{x}$, s,

Sprickor, lokala ojämnheter, potthål

Kontroll sker genom besiktning under garantitiden via Beställarens upphandlade driftentreprenad. Sprickor kommer att identifieras och analyseras (karteras) enligt Bära eller brista — Handbok i tillståndsbedömning av belagda gator och vägar.

DB11. Överbyggnad// Grupp 1

Funktion

Bärighet

Överbyggnad i vägkropp ska vara utformad och utförd enligt TRVK Väg, kap 4.7 med laster enligt kapitel 2.2. Särskild kravspecifikation ska upprättas enligt krav i kapitel 1.1.1 och ska redovisa och hänvisa till vetenskapliga metoder eller vedertagna och beprövade metoder.

Entreprenören ska därvid visa:

- vilka gränsvärden som måste uppnås för att avsedda egenskaper ska kunna erhållas
- vilka metoder som används för mätning och testning
- att antagna egenskaper erhålls
- vilka åtgärder som kommer att vidtas om antagna egenskaper inte erhålls

Frosthalka

Frosthalka som har sin orsak i val av material eller konstruktion får ej förekomma lokalt och oförutsett på vägbana.

Kontroll

Frosthalka

Kontroll sker genom besiktning under garantitiden via Beställarens upphandlade driftentreprenad.

DB11. Överbyggnad// Grupp 2

Funktion

Överbyggnad i vägkropp ska vara utformad och utförd med bärighet enligt TRVK Väg, dock gäller att DK 2 ska användas vid dimensionering.

Teknisk lösning

Överbyggnad i vägkropp ska vara utformad och utförd så att den uppfyller krav enligt TRVK Väg. Valda varor, material och utförande ska uppfylla krav i AMA Anläggning 10 med ändringar och tillägg enligt TRV AMA Anläggning 10 Rev1, kategori A eller Bro när sådan indelning finns.

DB11b. Slitlager

DB11bb. Bundet slitlager

Funktion

Friktion

Belagda vägar ska vid barmarksförhållanden ha ett friktionstal som inte understiger 0,5 bestämt enligt VVMB 104.

Friktionstalet i sidled får inte variera med mer än 0,25 vid något tillfälle.

För delar med yta mindre än 2,0 m² av vägbanan samt vägmarkering ska friktionstalets medelvärde över en 1,0 m sträcka överstiga 0,45.

Stensläpp och bruksförluster

Stensläpp/bruksförluster får inte förekomma. Skillnaden i kontrolllytorna för skadat och oskadat parti mätt enligt SS-EN 13036-1 får högst uppgå till 20 %.

Kontroll

Friktion

Kontroll sker genom besiktning och provning under garantitiden via Beställarens upphandlade driftentreprenad. Kontroll kommer att ske enligt VVMB 104, Alternativ 2.

Kontroll av friktionstalet i sidled ska utföras genom mätning i två linjer varav en mätning i vänster hjulspår.

Kontroll av vägmarkeringars friktion ska ske enligt VVMB 501.

Stensläpp och bruksförluster

Kontroll sker genom besiktning under garantitiden via Beställarens upphandlade driftentreprenad. Sprickor kommer att identifieras och analyseras (karteras) enligt Bära eller brista — Handbok i tillståndsbedömning av belagda gator och vägar.

Om stensläpp/bruksförluster skulle iakttas ska omfattning bestämmas genom jämförelse mellan skadat och inte skadat parti enligt SandPatchmetoden SS-EN 13036-1.

Mätlängden för skadade sträckor delas upp i partier om 20 m sträckor för aktuellt arbetsdrag. På skadat 20 m parti görs 10 stycken mätningar i den yta eller de ytor som bedöms mest öppna. Medeltalet av dessa 10 mätvärden representerar respektive skadat 20 m parti.

Oskadade vägsträckor delas upp i partier med mätlängder <100 m. Mätningar ska ske på 10 st. slumpvis utvalda punkter på varje sådan sträcka. Medeltalet av dessa 10 mätvärden representerar respektive oskadat parti.

Värdet för varje skadat 20 m parti jämförs med värdet för oskadad beläggning.

DB11bb. Bundet slitlager// Grupp 3

Omfattning

EnV_365 ska ha bundet slitlager.

Funktion/ Jämnhet

Slitlagerytans jämnhet ska vara 4 mm på bundet underlag och 6 mm på obundet underlag mätt med 5 m rätskiva.

Kontroll/ Funktion/ Jämnhet

Kontroll ska ske vid slutbesiktning enligt följande:

- Jämnheten mäts som största tillåtna avvikelse från en 5 m lång rätskiva, lagd i godtycklig riktning.
- Lokala ojämnheter, t.ex. hål sten- och beläggningssläpp kontrolleras genom besiktning.

Teknisk lösning

Vägen ska utföras med minst 45 mm bitumenbundet slitlager.

Som slitlager accepteras återvinningsmassor från uppriven beläggning med en tjocklek av ca 6 cm eller minst 150 kg/m². Återvinningsmassorna ska vid utläggandet vara krossade eller uppfrästa. Krossning eller fräsning ska ha skett inom 1 månad före utläggandet. Massorna ska packas och vattnas rikligt vid utläggning. Arbetet ska redovisas i journal.

Fräsmassor från bitumenbunden beläggning som återanvänds ska förseglas inom 1 dygn efter utläggningen eller tidigare om risk för spår och materialförlust finns på grund av trafik. Förseglingen ska ha bindemedelstyp BE60R kalkylvärdet ska vara 2,0 kg per m², stenstorleken ska vara 2–6 mm.

Kontroll/ Teknisk lösning

Tjockleken ska kontrolleras genom mätning före och efter utläggning. Sådan mätning ska utföras var 20:e m i minst tre punkter per sektion.

DB11bc. Obundet slitlager// Grupp 3

Omfattning

EnV_36Viared, EnV_361, EnV_362, EnV_363, EnV_364, EnV_366, EnV_367, EnV_368 och EnV_369 ska ha obundet slitlager.

Funktion

Slitlagerytans jämnhet ska vara 9 mm mätt med 3 m rätskiva.

Tvårfall för vägbana ska inte understiga 3 %.

Teknisk lösning

Micro-Devalvärden bestämt enligt SS-EN 1097-1 får inte överstiga 30. Micro-Devalvärden ska ej heller vara under 7.

Obundna slitlager ska dammbindas med kalciumklorid, ca 0,5 kg/m², emulsion eller likvärdigt.

Kontroll

Kontroll vid slutbesiktning av jämnhet ska ske genom mätning av avvikelse från en 3 m lång rätskiva, lagd i godtycklig riktning på grusslitlagret. Vid kontroll av tvårfall ska rätskiva var utrustad med lutningsmätare.

Rätskiva och lutningsmätare ska uppfylla krav enligt VVMB 107.

Nötningsegenskaperna för material i färdigt lager ska kontrolleras enligt SS-EN 1097-1. Provtagning ska ske minst en gång per 20 000 m², dock minst två gången per objekt och täkt.

Tjockleken på obundna slitlager ska kontrolleras genom avvägning före och efter utläggning. Sådan avvägning ska utföras var 20:e m med minst tre punkter per sektion.

Materialprov ska tas på färdigt lager enligt TRVMB 611.

DB11bc. Obundet slitlager// Grupp 4

Funktion

Obundna slitlager ska utföras med 15 mm jämnhetstolerans mätt med 3 m rätskiva.

Teknisk lösning

Micro-Devalvärden bestämt enligt SS-EN 1097-1 får inte överstiga 30. Micro-Devalvärden får inte heller vara under 7.

Tjockleken på obundna slitlager ska vara 50 mm.

Obundna slitlager ska utföras homogent och fritt från separationer.

Obundna slitlager ska dammbindas med kalciumklorid, ca 0,5 kg/m², emulsion eller likvärdigt.

Kontroll

Kontroll av jämnhet ska ske vid slutbesiktning genom mätning av avvikelser från en 3 m lång rätskiva, lagd i godtycklig riktning på gruslagret.

Vid kontroll av tvärfall ska rätskiva var utrustad med lutningsmätare.

Rätskiva och lutningsmätare ska uppfylla krav enligt VVMB 107.

Tjockleken på obundna slitlager ska kontrolleras genom avvägning före och efter utläggning. Sådan avvägning ska utföras var 20:e m med minst tre punkter per sektion.

DB11cc. Obundet bärlager// Grupp 3

Funktion

Bärlagrets överyta ska utföras med 9 mm jämnhet sett över 3 m.

Teknisk lösning

Nötningsegenskaperna för material i färdigt lager uttryckt som Micro-Devalvärde bestämt enligt SS-EN 1097-1 får inte överstiga 30.

Bärlager ska utföras homogent och fritt från separationer.

Kontroll

Kontroll av jämnhet ska ske genom mätning av avvikelser från en 3 m lång rätskiva, lagd i godtycklig riktning på bärlagret.

Nötningsegenskaperna för material i färdigt lager ska kontrolleras enligt SS-EN 1097-1. Provtagning ska ske enligt TRVMB 611 minst en gång per 20 000 m², dock minst två gånger per objekt och täkt.

Tjockleken på bärlager ska kontrolleras genom avvägning före och efter utläggning. Sådan avvägning ska utföras var 20:e m med minst tre punkter per sektion.

Packningsresultat ska redovisas i journal.

Materialprov för kontroll av kornstorleksfördelning ska tas på färdigt lager.

Materialprov ska tas på färdigt lager enligt TRVMB 611.

DB11cc. Obundet bärlager// Grupp 4

Funktion

Bärlagret ska utföras med 15 mm jämnhetstolerans sett över 3 m.

Teknisk lösning

Nötningsegenskaperna för material i färdigt lager uttryckt som Micro-Devalvärde bestämt enligt SS-EN 1097-1 får inte överstiga 30 för vägar utan beläggning.

Bärlager ska utföras homogent och fritt från separationer.

Bärlagrets tjocklek för cykel- och vandringsleder ska vara 150 mm.

Kontroll

Kontroll av jämnhet ska ske genom mätning av avvikelse från en 3 m lång rätskiva, lagd i godtycklig riktning på bärlagret.

Tjockleken på bärlager ska kontrolleras genom avvägning före och efter utläggning. Sådan avvägning ska utföras var 20:e m med minst tre punkter per sektion.

Packningsresultat ska redovisas i journal.

DB11d. Förstärkningslager// Grupp 3

Funktion

Förstärkningslagret ska utföras med 12 mm jämnhetstolerans sett över 3 m.

Teknisk lösning

För material i färdigt lager på vägar med obundet slitlager får Micro-Devalvärdet bestämt enligt SS-EN 1097-1 inte överstiga 30.

Förstärkningslager ska utföras homogent och fritt från separationer.

Kontroll

Kontroll av jämnhet ska ske genom mätning av avvikelse från en 3 m lång rätskiva, lagd i godtycklig riktning på förstärkningslagret.

Tjockleken på förstärkningslager ska kontrolleras genom avvägning före och efter utläggning. Sådan avvägning ska utföras var 20:e m med minst tre punkter per sektion.

Packningsresultat ska redovisas i journal.

Materialprov för kontroll av kornstorleksfördelning ska tas på färdigt lager enligt TRVMB 611.

DB11d. Förstärkningslager// Grupp 4

Funktion

Förstärkningslager ska utföras med 12 mm jämnhetstolerans sett över 3 meter.

Teknisk lösning

För material i färdigt lager på vägar med obundet slitlager får Micro-Devalvärdet bestämt enligt SS-EN 1097-1 inte överstiga 30.

Förstärkningslager ska utföras homogent och fritt från separationer.

Kontroll

Kontroll av jämnhet ska ske genom mätning av avvikelser från en 3 m lång rätskiva, lagd i godtycklig riktning på förstärkningslagret.

Tjockleken på förstärkningslager ska kontrolleras genom avvägning före och efter utläggning. Sådan avvägning ska utföras var 20:e meter med minst tre punkter per sektion.

Packningsresultat ska redovisas i journal.

Materialprov för kontroll av kornstorleksfördelning ska tas på färdigt lager enligt TRVMB 611 minst en gång per 45 000 m² dock minst två gånger per objekt och täkt.

DB3. Konstruktion i sidoområde

DB31. Slänt

Funktion

Slänter ska vara utformade och utförda så att de harmonierar med omgivningens terrängform, vegetation och jordmån. Flacka lutningar och mjuka, rundade övergångar till den angränsande marken ska utföras.

Slänterna ska, i övergång mot befintlig väg, anpassas till dessa så att övergången inte kan uppfattas av trafikanterna.

Den flacka slänten medger att räcken endast används där det är nödvändigt med hänsyn till bankhöjd eller av andra säkerhetsskäl.

Lösa stenar och block får inte finnas i slänter.

Erosion i slänter får inte förekomma.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

DB31. Slänt// Grupp 1 och 2

Funktion

Vägens sidområden utformas enligt sidområdestyp B enligt VGU, Sektion landsbygd – vägrum, kap 8.4 Detaljutformning av sidområden.

Utformning av slänter ska ske med hänsyn till risk för avkörning enligt VGU, Sektion landsbygd – vägrum.

Vid öppna landskap och låga bankar ska slänter utformas så att räckan undviks om detta medges med hänsyn till vägområdets utbredning.

Längden på övergångar mellan bank och skärning ska vara väl tilltagen. Släntröner och slänthöjd avrundas och mindre klackar får inte finnas inom säkerhetszonen.

I gräns mot befintlig väg ska slänterna vara utformade så att övergången mellan etapper inte kan upplevas efter färdigställandet, vare sig vad gäller modellering eller återvegetering.

Avschaktningar och tryckbankar ska ges en platsanpassad modellering och jordtäckas, så att de anpassas till omgivande marks lutningar och markanvändning.

Teknisk lösning

Jordschaktning, krav på utförande: Jordslänter ska läggas i lutning 1: 2 eller flackare, om inte annat anges på broskisser eller i denna beskrivning. Alla jordslänter ska utformas så att en mjuk övergång mot omgivande terräng uppnås. Släntavrundningar utformas enligt VGU eller mjukare.

Om Entreprenören har överskott av mjuka massor kan denne, efter överenskommelse med Borås Stad och i samråd med beställaren, använda massorna för terrängmodellering av den södra vägbanken på ömse sidor om Viskan. (km 2/950-3/700).

En hagyta anordnas vid sektion ca km 2/900-3/100 på norra sidan Väg 27 mellan Gc_376 och ridhuset, se ritning 200T0206. Hagytan förses med ett 200 mm tjockt slitlager bestående av befintligt material (sand) från den befintliga uppställningsytan som schaktas ner. Hagytans underliggande lager ska vara väl-dränerat.

Uppställningsyta för personbilar och hästransporter anordnas vid sektion ca km 3/100-3/200 på norra sidan Väg 27 mellan EnV_365 och Gc_376, se ritning 200T0206. Uppställningsytan dimensioneras för större hästransporter (totalvikt 25 ton) med ett slitlager (50 mm) bestående av 0-18. Det ska vara möjligt att köra in från EnV_365 till uppställningsytan längs hela sträckan.

I Trafikplats Osdal får ej uppfyllnad över profilinjenivå för Väg 27 och dess ramper ske.

DB31c. Ytterslänt/ Berg// Grupp 1 och 2

Funktion

Slutlig bergkontur ska beakta ställda krav i denna handling och i enlighet med förslagsfoto, se figur (DB31c).1.

Bergytterslänt utformas naturliknande.

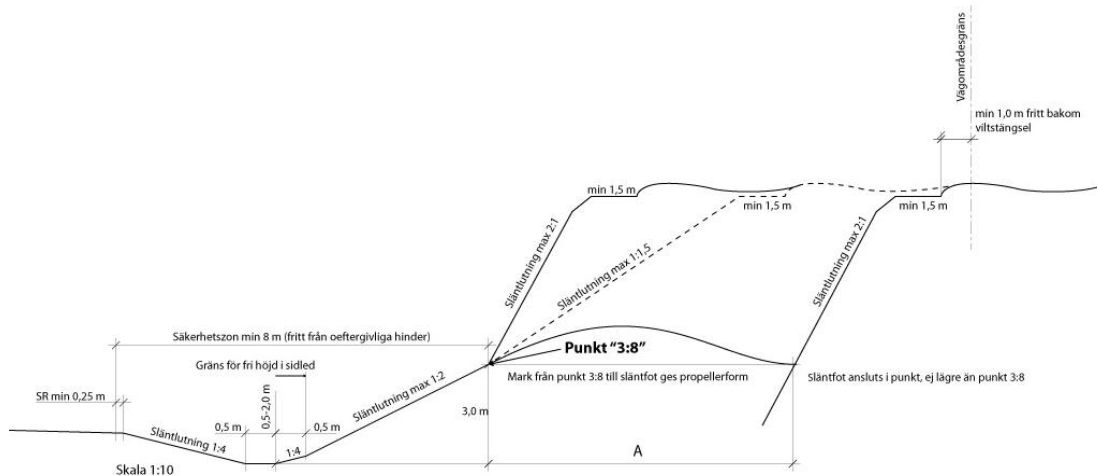
Med naturliknande menas att en traditionell, tekniskt korrekt bergskärning med synliga pipor inte utförs. Bergschaktning görs utan "konturhål" som är parallella till bergyttervägg. Berget ska med sin karaktär hos den lokala bergarten användas för att gestalta vägrummet och skapa den förankring/integrering i landskapet som är avsikten i projektet och för att undvika ett monotont "väglanskap".



Figur (DB31c).1 Illustration av ambitionen med "naturliknande" bergskärningar, exemplifierat med passage längs Väg E6 i Småröd, söder om Munkedal. Här har en anpassning till och ett arbete med bergets naturliga foliering och sprickor gjort det möjligt att skapa en skärning som berikar vägrummet visuellt, jämfört med såväl en brantare traditionell bergskärning med synliga borrhypor, eller en flackare bergskärning men som senare täckts över (jfr den gräsbevuxna slänten där det synliga berget slutar i bildens högra del).

Sprängda bergslänter ska utformas så att de är så naturlika som möjligt för att anpassa vägmiljön till övrig miljö. Inga synliga borrhypor ska finnas kvar efter sprängning och bergrensning.

Bergslänter ska vara stabila och risk för nedfallande block ska ej finnas.

Teknisk lösning

Figur (DB31c).2. Typsektion "Skärning, hög" modifierad för projektet.

Bergskärningar får utföras med maximal lutning 2:1. Hela skärningen inklusive sido- områden för faunastängsel ska rymmas inom arbetsområdet.

Synlig släntfot i bergslänt ska vara placerad minst 8 m från belagd vägkant och 3 m över dikesbotten, se punkt "3:8" i figur (DB31c).2.

Bergslänt ska oberoende av släntlutning bergrensas och spolas till fast berg. Alternativ till spolning är blåsning. Inget löst material får finnas kvar i slänten efter spolning/blåsning. Slänten får ej täckas med något material.

Om avståndet A i figur(DB31c).2 är mindre än 4 m och slänterna är brantare än 1:1,5 ska slänten förstärkas med erforderlig ytförstärkning.

Jordavrymning bakom släntkrön ska utföras till bergytan och minst 1,5 m utanför slutligt släntkrön. Vid blockutfall i släntkrön ska jordavrymningen anpassas så att det är 1,5 m avrymt utanför krönet.

För passagerna km 4/480 till 4/560 (bägge sidor) 4/560 till 4/580 (norra sidan), 5/340 till 5/450 (södra sidan) samt kl 5/400 till 5/460 (bägge sidor) ska Beställare (projektledning, bergtekniker och gestaltungsansvarig informeras efter avtäckning och beredas tid och möjlighet att göra en fältsyn. Inför fältsynen ska yttre gräns för säkerhetszon, projekterad släntfot och projekterat släntkrön sättas ut längs hela den aktuella skärningen. Efter fältsyn och i samråd med Beställaren ska Entreprenören ta fram förslag till utformning.

Entreprenören har oinskränkt ansvar för skador uppkomna vid kast i samband med sprängning under entreprenadtiden, detta ansvar har ingen tidsbegränsning. Eventuellt identifierade skador för skog, mark, fastigheter o.dyl. ska vara slutreglerade med fastighetsägaren innan slutbesiktning.

Bergytterslänter med lutning brantare än 1:1 ska uppfylla krav enligt bergschaktningsklass 2 i Anläggnings AMA 10, tabell och figur CBC/2.

Entreprenören ska kalla Beställaren för kontroll av slänter efter sprängning och utlastning men innan förstärknings- och bergrensningsarbeten utförts.

Entreprenören ska upprätta och leverera arbetsberedningar.

Sprängplan ska vara tillhanda till Beställaren innan första sprängningen utförs. Entreprenören ska sedan leverera ny sprängplan till Beställaren vid ändringar.

Kontroll

Uppfyllelse av målet om naturliknande utförande av bergslänter säkerställs genom besiktning.

DB32. Vall, skärm/ Bullerskyddsskärm och bullerskyddsvall/**Funktion**

Bullerskyddsåtgärdernas funktion är att skärma av luftburet ljud från vägtrafik genom att utgöra en helt tät yta från markyta och upp till krön.

Föreskrivna bullerskyddsskärmar eller bullerskyddsvallar får förutsättas uppfylla funktionskraven för de byggnader och miljöer de är avsedda att skydda. Nya beräkningar för bullerskyddsåtgärder ska utföras om vägbanans eller sidoområdets utformning innebär förändrade beräkningsförutsättningar. Årtal för beräkning ska vara år 2035 och för trafikmängd ska 13500 fordon ÅDT förutsättas. Andel tung trafik ska förutsättas vara 18% av den totala trafiken.

Bullerskyddsskärmar ska ha en beständighet motsvarande 20 års teknisk livslängd. Fundament till bullerskyddsskärmar ska ha en beständighet motsvarande 40 års teknisk livslängd.

Vid anläggning av skärm i lutande terräng ska skärm trappas.

Kontroll

Kontroll ske genom besiktning.

**DB32. Vall, skärm/ Bullerskyddsskärm och bullerskyddsvall
/ Bullerskyddsvall// Pickesjön****Funktion**

Bullerskyddsvall ska skydda området Pickesjön med känslig fågelfauna, häckande storlom, och sjön som är välbesökt som rekreatjonsområde.

Teknisk lösning

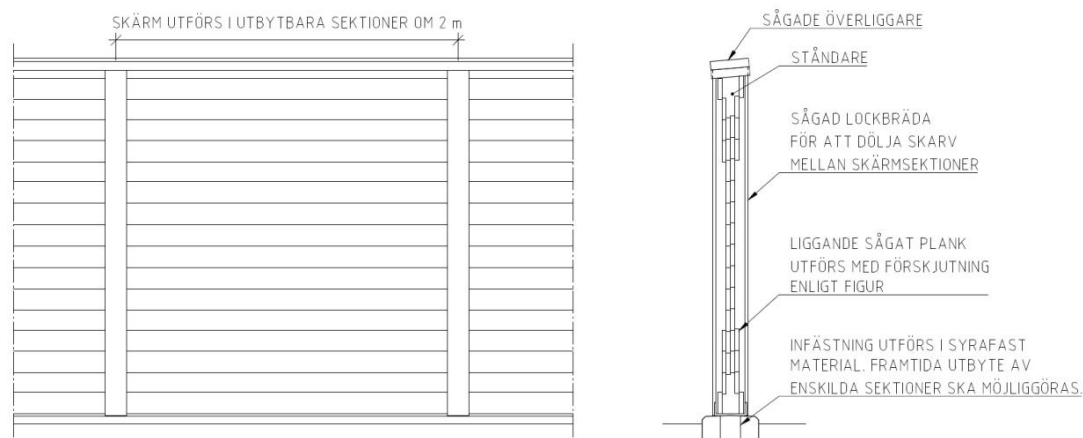
Vid Pickesjön ska en bullerskyddsvall med krönhöjd minst 2 m ovan vägbanans profilhöjd uppföras som första arbetsmoment så snart en byggväg finns i väglinjen på delsträcka ca km 1/150 – 1/270. Denna vall ska vara utformad med brant lutning mot bullerkällan (1:2). Vallen vid Pickesjön ska utformas med krönet svagt rundat i tvärsektion och i längdled variera mjukt i höjd men får ej understiga krönhöjd enligt ovan.

DB32. Vall, skärm/ Bullerskyddsskärm och bullerskyddsvall// Tränningstorp

Teknisk lösning

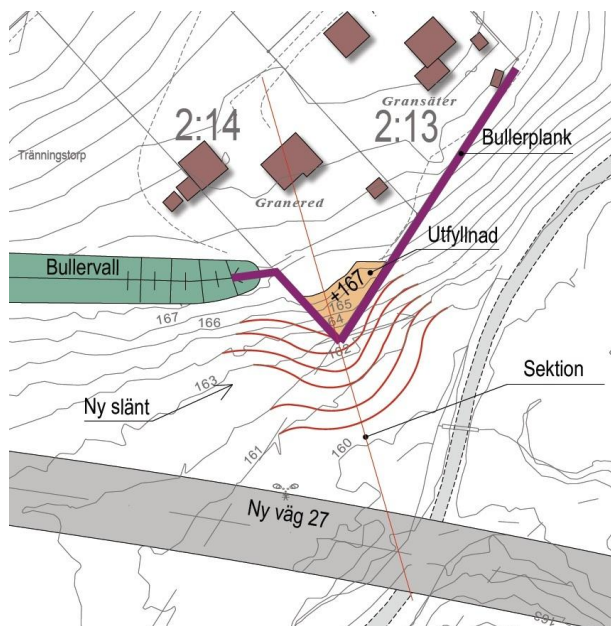
Bullerskyddsåtgärden ska vara minst 2 m över projekterad eller befintlig marknivå.

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

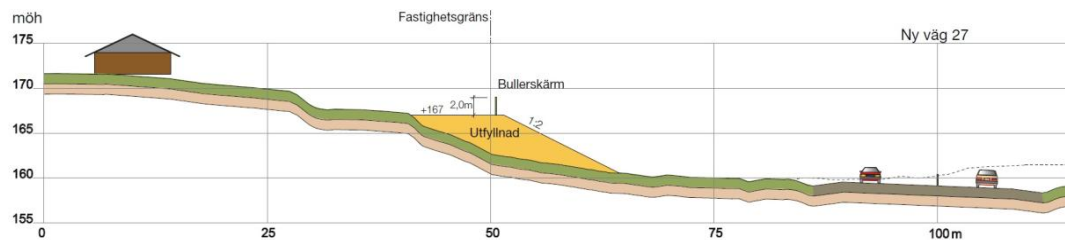


Figur (DB32).1. Utformning av bullerskärm, elevation och sektion

Bullerskyddsåtgärder ska utföras vid fastigheterna Osdal 2:13 och 2:14, se ritning 0 00 T 02 02 och 0 00 T 02 03. Utformningsprincipen för bullerskyddsgårderna beskrivs i Figurer (DB32).2 och (DB32).3. På en del av sträckan kan det bli aktuellt att kombinera bullerskyddsvall och bullerskyddsskärm. I åtgärden ingår uppfyllnad på en mindre del av fastighet Osdal 2:14.



Figur (DB32).2. Plan, förslag på bullerreducerande åtgärder vid Tränningstorp (Osdal)



Figur (DB32).3. Sektion, förslag på bullerreducerande åtgärder vid Tränningstorp (Osdal)

Slutgiltig placering och utformning av bullerskyddsskärmar och bullerskyddsvallar ska ske i samråd med beställaren.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

DB33. Vegetation

Funktion

All ny vegetation ska på förekommande platser ansluta till landskapets växtlighet. Gräs, örter o.d. i avbaningsmassor ska bidra till anläggningens anpassning mot omgivande landskap och ge upplevelsen av ett naturligt grönt och med årstiderna varierande sidoområde.

Teknisk lösning

Vegetationsjorden avbanas och lagras i strängar vars höjd anpassas till geotekniska förutsättningar, dock ej högre än att en luftomsättning och dränerande förhållanden bibehålls.

Avbaningsmassorna ska läggas tillbaka på motsvarande markavsnitt där de hämtades. Massor från olika områden med olika fröbanker och av olika jordarter ska inte blandas.

Där tillvaratagna avbaningsmassor föreskrivs återföras ska massorna vattnas under hela första växtsäsongen så de fröer och rotdeklar som finns i massorna slår rot och kommer i god tillväxt.

Innan avbaningsmassorna läggs ut, ska större stenar och rötter rensas bort för att medge slåtter i driftskedet. För att möjliggöra etablering av vegetation, ska lagertjockleken som läggs ut vara min 0,2 m. Eftersom porös jord underlättar etablerandet av vegetation, ska de avbaningsmassor som läggs ut absolut inte packas.

Kontroll

Kontroll ska genom besiktning.

DB33. Vegetation// Bro 15-1780-1 över Väg 27 öster om Pickesjön

Funktion

Funktionen för bron är att utgöra en trygg skyddad plats för djur som vill röra sig över Väg 27 utan att störas av trafik och människor. Vegetation i kombination med skärmar närmast betongbarriären och utmed vägen i dess längdriktning, skyddar mot ljud och ljus från biltrafiken.

Den skyddande funktionen ska uppnås genom att förse bron med vegetation. Denna vegetation ska tillåtas att växa upp till ca 1 m över skärmens överkant.

Teknisk lösning

Jordlagret på bron ska bestå av 400 mm fukthållande avbaningsmassor samt 200 mm tillvaratagen vegetationsjord. Entreprenören ska tillse att det bildas buskage och låga träd och vid markskiktet även sly, gräs och örter och ett naturligt marktäcke. Därefter ska plantering ske med följande arter; brakved, hassel, slån, olvon, fläder, hallon och björnbär.

Alla öppna markytor i anslutning till bron ska tätas och täckas med jord eller sand från närliggande område och därefter förses med avbaningsmassor. Ytor från bron till angränsande skogsområde ska utföras likt plantering på bron.

Drift- och underhållsplan ska upprättas för skötsel av vegetation och markytor på och i anslutning till bron.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

DB33. Vegetation/ Gräs, örter o.d. //km 0/000 – 2/950 och km 3/700 – 6/266

Omfattning

Slänter och utfyllnadsområden tillhörande grupp 1 och 2.

Funktion

Arter i gräsfröblandningar ska vara lågväxande och tåliga för begränsade skötselinsatser samt väl anpassade till ståndorten och bidra till biologisk mångfald.

Teknisk lösning

På sträckan ska vegetationsskiktet banas av, förvaras och därefter återläggas på samma plats.

Slänter påföres avbaningsmassor och stödsås.

Stödsådd av gräs utförs med ca 30 % av normal frömängd. Hälften av gräsfrömängden ska bestå av för området anpassad fröblandning.

DB33. Vegetation/ Gräs, örter o.d. //km 2/950 - 3/700

Omfattning

Slänter och utfyllnadsområden för alla vägar mellan km 2/950 – 3/700.

Funktion

Jordmånen på sträckan har som funktion att efter anläggningen är utförd återskapa hög biologisk mångfald på vägsänter i markytan. I den befintliga tillvaratagna jordmånen finns särskilt värdefull fröbank och rotdeklar från gräs och örter. Fröbanken gynnar en naturlig återetablering av de arter som fanns på platsen innan vägarbetet.

Efter färdigställande innebär funktionen att vara livsmiljö för gräs och örter med särskilt högt naturvärde som blir livsmiljö även för småkryp, insekter som fjärilar och liknande från omgivande naturmark som kan sprida sig in i vägområdet.

Genom den kontinuerliga slåtter som sedan sker av vägrenar varje år bibehålls funktion sedan den speciella växtmiljö som ibland endast finns i en "hävdad" (kontinuerligt klippt) gräsyta med stor biologisk mångfald som också har stora estetiska värden, några av delområdena ofta lik en sommaräng.

Teknisk lösning

Torv får ej hanteras i detta område.

Grässådd får ej utföras i detta område. Gräs förutsätts självtablera.

Slänter ska förses med tillvaratagen jordmån från sträckan innehållande värdefull fröbank och rotdeklar med särskilt högt naturvärde. Åtgärden är en så kallad kompensationsåtgärd enligt Miljöbalken för att kompensera för den förlust av arter som sker vid vägens anläggande.

Jordmån från de fem olika delområdena beskrivna i kap C1. Befintlig mark och miljö/vegetation, jordmån//2/950 – 3/700, ska hållas åtskilda och återföras på vägsänter inom respektive delsträcka.

DB4. Dräneringssystem

DB4. Dräneringssystem// Grupp 1

Funktion

Dräneringssystem i vägkonstruktion ska vara utformat och utfört så att de egenskaper, som förutsatts eller antagits hos ingående material i vägkonstruktionen, säkras över tiden.

Flöden ska beräknas enligt VVMB 310.

Dräneringssystem ska säkra att:

- risk för skred eller uppflytning ej uppkommer.
- bärförmåga, staga och beständighet är acceptabel.
- portrycket under dimensioneringsperioden inte överstiger det som förutsatt vid dimensionering av vägkonstruktionen.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning och mätning.

DB41. Dräneringsledning// Grupp 1

Funktion

Dränledning ska ha god hydraulisk kontakt med överbyggnaden eller annan del i konstruktionen den är avsedd att dränera.

Rör ska uppfylla krav på deformation, toleransklass A, enligt Svenskt Vatten P91.

Teknisk lösning

Ledningar till dränering ska minst ha innerdiametern 100 mm.

Endast dräneringsrör i raka längder med slät insida får användas som dräneringsledning. Där dränering av undergrund behöver utföras får dräneringen utföras med plastfilterdrän.

Dränledningar och plastfilterdräner ska placeras utanför beläggningskant.

Rör och rördelar av PVC och PP ska uppfylla kraven för märkning med Nordic Poly Mark.

Kontroll

Kontroll ska ske genom mätning och besiktning.

DB42. Dräneringsbrunn, rensbrunn// Grupp 1

Teknisk lösning

Dräneringsbrunn eller rensbrunn ska placeras på max c/c-avstånd 80 m samt vid eventuella brytpunkter.

Drän- och rensbrunn på dränledning ska vara utformad och utförd enligt TRVK Väg, kapitel 5.3.6.2 och 5.3.6.3.

Brunn och brunnsdelar av PVC och PP ska uppfylla kraven för märkning med Nordic Poly Mark.

Kontroll

Kontroll ska ske genom mätning och besiktning.

DC. Vägbro**Funktion**

Vägbroar ska dimensioneras för ÅDT enligt avsnitt B, tabell (B.1).1.

Krav på utformning och gestaltning framgår, i förekommande fall, av beskrivning, typritningar eller förslagsskisser för respektive bro.

Anläggningar ska vara utformade så att tillsyn, drift och underhåll kan utföras effektivt.

Mått som följer av dimensioneringskrav gäller före mått uppmätta på förslagsskisser och typritningar.

Eventuella stödmurar ska utföras med en teknisk livslängd på 80 år.

Teknisk lösning

Synliga betongytor ska formsättas med brädor. Avsteg från formsättningskraven i TRVK Bro, D.1.4.6, anges under aktuell kod och rubrik.

Horisontell gjutfog får inte placeras i synliga ytor på vingmurar, sidoskärmar eller ramben.

På synliga ytor ska formstag av kompositmaterial eller rostfritt material användas.

Negativa lager godtas ej.

Synliga voter utöver de på typritningar eller förslagsskisser visade får ej utföras.

Eventuella stödmurar ska utföras i platsgjuten betong.

Kontroll

Vid tillämpning av SS-EN 1090-2 ska Trafikverkets krav enligt TRV AMA Anläggning 10, bilaga TRV GBD/3 gälla.

Stumsvetsade skarvar i huvudkonstruktion oavsett plåttjocklek ultraljudprovas till 100 % och magnetpulverprovas till minst 25 %.

DC. Vägbro// GC-bro 15-1778-1 över Väg 27 i Viared**Funktion**

Bron ska ansluta till GC-väg 371.

Bron ska placeras symmetriskt över Väg 27. Fria avståndet mellan framkant landfästen ska vara minst 36,0 m.

Fri höjd över Väg 27 ska vara minst 4,70 m.

Brons vertikalradie i bromitt ska vara mellan 700 och 1000 m så att godtagbar avvattning erhålls. Bro 15-1778-1 och 15-1779-1 ska utformas med samma vertikalradie.

Teknisk livslängd ska vara 80 år.

Teknisk lösning

Bron ska utformas enligt detaljer på Typritning 0 40 K 20 01.

Bron ska utföras i betong.

DC. Vägbro// Bro 15-1779-1 över Väg 27 väster om Pickesjön**Funktion**

Bron ska ansluta till EnV_361.

Bron ska placeras symmetriskt över Väg 27. För att erhålla öppenhet ska det fria avståndet mellan framkant landfästen vara minst 34,0 m.

Fri höjd över Väg 27 ska vara minst 4,70 m.

Brons vertikalradie i bromitt ska vara mellan 700 och 1000 m så att godtagbar avvattning erhålls. Bro 15-1778-1 och 15-1779-1 ska utformas med samma vertikalradie.

Teknisk livslängd ska vara 80 år.

Teknisk lösning

Bron ska utformas enligt detaljer på Typritning 0 40 K 20 01.

Bron ska utföras i betong.

DC. Vägbro// Bro 15-1780-1 över Väg 27 öster om Pickesjön**Funktion**

Bron ska utgöra en trygg och skyddad plats för djur som vill röra sig över Väg 27 utan att störas av trafik och människor.

Enskild väg över bron anläggs med maximal längslutning om 1:20. Anslutande sidområden modelleras med så flacka slänter som möjligt, som medges med hänsyn till vägområdets begränsning.

Teknisk livslängd ska vara 80 år.

Teknisk lösning

Bron ska utformas enligt Förslagsskiss 1 43 K 20 01.

Bron ska utföras i betong.

Brons hela bredd ska dimensioneras för trafiklast, dock endast i ett körfält med godtycklig placering.

Betongbarriär innanför skärmar på ömse sidor om bron ska dimensioneras för en påkörningslast av 150 kN. Kraften ska anbringas vinkelrätt mot betongbarriär, 100 mm nedanför överkant. Kraftens utbredning i längdled ska vara 0,5 m.

Överkant farbaneplatta lutas minst 1% från centrumlinje till bakkant ramben för vattenavrinning.

För att underlätta för mindre djur att röra sig på bron ska stenblock spridas ut över markytan. Block ska även placeras i vägkant för att undvika uppkörning på brons övriga markytor. Dessa block ska vara minst 0,7-0,8 m höga över blivande mark. Därutöver ska block även samlas i några stenrösen. Stenblock ska vara naturliga block från morän, ej sprängda. Även trädstockar, multnande trädstammar och döda grenar ska läggas på bron.

DC. Vägbro// Bro 15-1782-1 över GC-väg 373, Viskadalsbanan, Väg 1610 och GC-väg 376 vid tpl Osdal

Funktion

Följande passager ska inordnas under bron, redovisade från väster:

- GC-väg 373
 - Fri höjd ska vara minst 2,70 m.
- Viskadalsbanan
 - Fri höjd över RÖK ska vara minst 6,35 m på en bredd av 1,8 m på ömse sidor om spår-mitt. I övrigt ska krav enligt fria rummet i BVF 586.20 innehållas. Landfäste och mellanstöd ska placeras med ett fritt avstånd av minst 5,5 m från spårmitet för att underhåll av bro ska kunna utföras utan tågavstängning.
- Väg 1610
 - Fri höjd ska vara minst 4,70 m.
- GC-väg 376
 - Fri höjd ska vara minst 2,70 m.

Bron ska förses med en GC-bana på norra sidan.

Hasselmuspassage ska anordnas under bron. Om stödmur, vid GC 373, anläggs ska denna passage fästas på utsida mur. Se vidare MEG (0N071000).

Teknisk livslängd ska vara 120 år.

Teknisk lösning

Bron ska utformas enligt detaljer på Typritning 2 42 K 20 01. Beställarens principförslag på utformning finns redovisat i form av ett bildmontage i bilaga 2 (0C075200).

Bron ska utföras som en balkbro i betong eller som en samverkansbro i betong och stål.

Bron ska minst spänna mellan km 2/850 – 2/914, räknat från första centrumlinje stöd i väster till sista centrumlinje stöd i öster.

Under broarbetet ska skyddsinplankning ske för underliggande järnväg enligt Banverkets ritning 517 020 rev B. Fri höjd $\geq 5,8$ m för tåghastighet 100-160 km/h och brolängd i spårets längdriktning >15 m ska gälla.

DC. Vägbro// Bro 15-1783-1 över Viskan öster om tpl Osdal

Funktion

Teknisk livslängd ska vara 80 år.

Teknisk lösning

Bron ska utföras enligt Förslagsskiss 2 43 K 20 01.

Synliga betongytor på vingmurar och landfästen ska formsättas med liggande brädform.

DC. Vägbro// Bro 15-1784-1 över GC-väg öster om bro 15-1783-1

Funktion

Teknisk livslängd ska vara 80 år.

Teknisk lösning

Bron ska utföras enligt Förslagsskiss 2 43 K 20 01.

Synliga betongytor på vingmurar och landfästen ska formsättas med liggande brädform.

DC. Vägbro// Bro 15-1785-1 över faunapassage väster om tpl Kråkered

Funktion

Brons funktion är att möjliggöra för vilt att passera under Väg 27 i deras rörelse utmed ravinen.

Den fria höjden ska vara minst 6,0 m på 7,0 m bredd.

Passagens ytterändar ska utföras med samma lutning som anslutande vägslänt.

I ravinen ska det i största möjligaste mån ges möjlighet för djur att passera förbi vägbygget under entreprenadtiden.

Gående ska ges möjlighet att torrskodda passera under/genom bron.

Teknisk livslängd ska vara 80 år.

Teknisk lösning

Centrumlinje bro ska placeras i en linjes riktning mellan koordinat X=6395678.599, Y=62698.255 och X=6395674.323, Y=62735.944. Plansystem RT 90 5 gon V 0:-1.

Längs med den ena av sidorna inuti passagen ska på det läggas ut stenblock på en bredd av ca 1 m. De enskilda stenarna ska vara naturliga block från morän, ej sprängda, med en diameter på 0,2 – 0,4 m. Blockens funktion är att skapa skydd och strukturer för smådjur som passerar genom bron.

Övriga ytor på mark inuti rörbron ska förses med naturligt material i form av sand, grus eller jord inblandat med lite sten och ska hämtas från närområdet.

DC. Vägbro// Bro 15-1786-1 över Väg 41 och EnV_368 vid tpl Kråkered

Funktion

Bron ska placeras symmetriskt över Väg 41.

Följande passager ska inordnas under bron, redovisade från väster:

- EnV_368
 - Fri höjd ska vara minst 4,70 m.
- Väg 41
 - Fri höjd ska vara minst 4,70 m.

Teknisk livslängd ska vara 80 år.

Teknisk lösning

Bron ska utformas enligt detaljer på Typritning 4 41 K 20 01.

Bron ska vara utformad med minsta fria brobredd 16,5 m.

Bron ska utföras i betong eller som en samverkansbro i betong och stål.

Bron ska minst spänna mellan km 5/557 – 5/606, räknat från första centrumlinje stöd i väster till sista centrumlinje stöd i öster.

DC. Vägbro// GC-bro 15-1787-1 över Viskan norr om bro 15-1783-1

Funktion

Bron ska ansluta till GC-väg 376.

Brons vertikalradie i bromitt ska vara mellan 700 och 1000 m så att godtagbar avvattning erhålls.

Teoretisk spännvidd ska vara minst 35 m.

Teknisk livslängd ska vara 80 år.

Teknisk lösning

Brons kantbalk ska utformas enligt detalj på Typritning 0 40 K 20 01.

Bron ska vara utformad med minsta fria brobredd 5,0 m.

Bron ska utföras i betong eller som en samverkansbro i stål och betong.

Om bron används till byggtrafik under entreprenadtiden ska Entreprenören säkerställa att avvattning ej sker direkt ner i Viskan.

DC1. Bärverk i vägbro

DC11. Brobaneplatta

Teknisk lösning

För de broar som förses med rörelsefogar ska dessa vara förlagda vid broändarna.

DC12. Balk// Bro 15-1782-1, 15-1786-1 och 15-1787-1

Teknisk lösning

Om lådbalkar utförs av stål ska de utföras som slutna stålkonstruktioner med slutna fack enligt TRVK Bro, E.2.2.1.4. Varje enskilt läckage får inte vara större än 20 mm³ fri luft/sek vid 0,1 Bar.

Om lådbalkarna utförs av rostfritt stål ska stålsorten 1.4162 enligt SS-EN 10088-3 användas.

Om lådbalkarna utförs av rostfritt stål behöver täthetskravet enligt ovan inte uppfyllas.

Om lådbalkarna utförs av stål ska de ha kulör NCS S7010-G50Y, glanstal 70. Slutmålning ska ske på plats. Innan slutmålning sker ska provmålning genomföras på plats på tre provytor á minst 2 m². Provmålning ska ske i samråd med beställaren.

Kontroll

Kontroll av all målning ska ske genom besiktning.

DC13bb. Pelarstöd// Bro 15-1782-1

Teknisk lösning

Brostöd i närheten av spår ska skyddas av plattform enligt TRVK Bro B.5.2.5. Skivstöd eller skivor som förband mellan pelare får ej utföras. Se bildmontage i bilaga 2 (0C075200).

Slänt ställs i minst 1:1,7 för att dölja så stor del som möjligt av plattformens utsida mot Väg 1610.

Slänten ska ansluta till samma höjd på plattform längs med hela sträckan.

DC18. Diverse bärverk i vägbro/ Båge// Bro 15-1783-1

Teknisk lösning

Bågarna ska utföras i stål och vara en del av den bärande konstruktionen.

Bågen ska ha kulör lika Golden Gate (Sherwin Williams, "Fireweed", SR 6328) NCS S5040-Y80R. Glanstal 70 på bågarna.

De längsgående sidobalkarna mellan bågarnas avslut ska ha samma kulör som bågen.

Hängstagen ska ha kulör NCS S7010-G50Y, glanstal 20.

Slutmålning av bågen ska ske på plats. Innan slutmålning sker ska provmålning genomföras på plats på tre provytor á minst 2 m². Provmålning ska ske i samråd med Beställaren.

Kontroll

Kontroll av all målning ska ske genom besiktning.

DC2. Grundläggning av vägbro**Kontroll**

Beställaren ska underrättas senast 5 dagar före planerad utläggning av packad fyllning så att denne kan närvara vid kontroll av schaktbotten före utläggning av fyllning.

DC3. Komplettering i vägbro**Teknisk lösning**

En skylt med god beständighet som anger året för färdigställande samt bronummer ska monteras på varje bro. Placering bestäms i samråd med Beställaren.

Klotterskydd av typ ”offerskydd” ska anbringas på synliga betongytor på underbyggnader.

DC31. Beläggning**Teknisk lösning**

Beläggning på broar ska utföras enligt Tabell (DC31).1.

(DC31).1. Beläggning på broar

Bro	Beläggning	Övrigt
15-1778-1 (GC-bro)	5 mm Tätskiktsmatta 20 mm ABT 8 / B 70/100 60 mm ABT ≥ 11 / B 160/220	Kantsten RV4 placeras i vingmurars förlängning på en sträcka av ca 2 m för att leda bort dagvatten från bron. Erosionsskydd anordnas vid kantstens avslut. Kantsten ska sättas i betong med motstöd av betong.
15-1779-1	Typbeläggning nr 1, uppbyggnad 2aIA, enligt TRVR Bro G.3.2.9.	Kantsten RV4 placeras i vingmurars förlängning på en sträcka av ca 2 m för att leda bort dagvatten från bron. Erosionsskydd anordnas vid kantstens avslut. Kantsten ska sättas i betong med motstöd av betong.
15-1780-1	Se Förslagsskiss 1 43 K 20 01.	
15-1782-1	Typbeläggning nr 4, uppbyggnad 2IIIA, enligt TRVR Bro G.3.2.9.	Kantsten RV4 placeras i vingmurars förlängning på en sträcka av ca 2 m för att leda bort dagvatten från bron. Erosionsskydd anordnas vid kantstens avslut. Kantsten ska sättas i betong med motstöd av betong.

15-1783-1	Typbeläggning nr 4, uppbyggnad 2IIIA, enligt TRVR Bro G.3.2.9.	
15-1784-1	Typbeläggning nr 4, uppbyggnad 2IIIA, enligt TRVR Bro G.3.2.9.	
15-1785-1	Om beläggning utförs direkt på brobanepatta ska typbeläggning nr 4, uppbyggnad 2IIIA, enligt TRVR Bro G.3.2.9 användas. I övriga fall se kap. DB. Vägkonstruktion.	
15-1786-1	Typbeläggning nr 4, uppbyggnad 2IIIA, enligt TRVR Bro G.3.2.9.	Kantsten RV4 placeras i vingmurars förlängning på en sträcka av ca 2 m för att leda bort dagvatten från bron. Erosionsskydd anordnas vid kantstens avslut. Kantsten ska sättas i betong med motstöd av betong.
15-1787-1 (GC-bro)	5 mm Tätskiktsmatta 20 mm ABT 8 / B 70/100 60 mm ABT ≥ 11 / B 160/220	Kantsten RV4 placeras i vingmurars förlängning på en sträcka av ca 2 m för att leda bort dagvatten från bron. Erosionsskydd anordnas vid kantstens avslut. Kantsten ska sättas i betong med motstöd av betong.

DC35. Övergångskonstruktion

Teknisk lösning

I brokonstruktioner där rörelsefogar i brobanepattan anordnas ska övergångskonstruktionerna ha bullerdämpande plattor.

Övergångskonstruktion ska dras ut 100 mm, och gummidelen 150 mm, utanför kantbalkens utsida.

DC36b. Grundavlopp i bro

Teknisk lösning

Grundavlopp ska utföras av rostfritt stål enligt VV ritning nr 584:6S-m.

DC36c. Dräneringskanal i bro

Teknisk lösning

Dräneringskanaler intill kantbalk får inte ha inblandning av epoxi.

DC36d. Ytavloppssystem i bro// Bro 15-1782-1

Funktion

Största tillåtna avstånd mellan ytavloppen ska vara 20 m. Det ska säkerställas att körbanan på norra sidan avvattnas via ytavlopp i GC-bana.

Teknisk lösning

Ytavlopssystem ska anordnas enligt Typritning 2 42 K 20 01.

Ytavlopp ska utföras enligt VV ritning nr 584:6S-k rev A, alt 2. Hela ytavlopssystemet (ytavlopp, långsgående rör och stuprör mm) ska utföras i rostfritt stål.

Dagvattnet ska ledas ner i magasin för lokalt omhändertagande. Magasinet anordnas under ordnad sprängsten i slänt vid det östra landfästet. Se kapitel DE5. Anordning för lokalt omhändertagande av dagvatten.

DC36d. Ytavloppssystem i bro// Bro 15-1783-1**Teknisk lösning**

Ytavlopssystem ska anordnas enligt Förslagsskiss 2 43 K 20 01.

Ytavlopp ska utföras enligt VV ritning nr 584:6S-k rev A, alt 2. Hela ytavlopssystemet (ytavlopp, långsgående rör och stuprör mm) ska utföras i rostfritt stål.

Dagvattnet ska ledas ner i magasin för lokalt omhändertagande enligt Förslagsskiss 2 43 K 20 01. Se även kapitel DE5. Anordning för lokalt omhändertagande av dagvatten.

DC36d. Ytavloppssystem i bro// Bro 15-1786-1**Funktion**

Största tillåtna avstånd mellan ytavloppen ska vara 20 m.

Teknisk lösning

Ytavlopssystem ska anordnas enligt Typritning 4 41 K 20 01.

Ytavlopp ska utföras enligt VV ritning nr 584:6S-k rev A, alt 2. Hela ytavlopssystemet (ytavlopp, långsgående rör och stuprör mm) ska utföras i rostfritt stål. Dagvattnet ska ledas ner i magasin för lokalt omhändertagande. Magasinet anordnas under ordnad sprängsten i slänt vid det östra landfästet. Se kapitel DE5. Anordning för lokalt omhändertagande av dagvatten.

DC38. Diverse kompletteringar i vägbro/ Loddubb**Teknisk lösning**

Mellanstöd ska förse med loddubbar enligt AMA DEP.1832.

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

Bro över järnväg ska förse med skyddstak enligt TRVK Bro G.12.3. Skyddstaket ska utföras enligt Banverkets ritningar nr 2-517 400 (Rev B) och 2-517 401 (Rev A), alternativ 2.

DC38. Diverse kompletteringar i vägbro/ Skärm// Bro 15-1780-1

Funktion

Skärmar ska ha en beständighet motsvarande 20 års teknisk livslängd.

Teknisk lösning

Skärmar ska vara av sågat virke impregnerat i träskyddsklass AB. Skärmarna ska utformas enligt Förslagsskiss 1 43 K 20 01.

Skärmarnas övergång mot omgivande mark ska terränganpassas genom trappning och anslutning mot mark ska vara tät för att utgöra funktion som bullerskärm.

DC41. Slänt// Bro 15-1778-1

Funktion

För de delar av slänter som utförs med ordnad sprängsten får genomväxning ej ske.

Erforderliga åtgärder ska vidtas så att gräsbeklädnad ej eroderas i till bron anslutande vägslänter.

Teknisk lösning

Slänt under bro ska utföras med väl ordnad sprängsten. Släntens utbredning framgår av Typritning 0 40 K 20 01.

Sprängsten ska bestå av utåt flata stenblock. Stenarna ska ha en ungefärlig utåtvänd yta 0,12-0,20 m² och en tjocklek av minst 20 cm, mätt på tunnaste stället. Mellan de större stenarna tätas med mindre stenar. Bild (DC41).1 visar den yta som önskas innan fogning. Fog utförs med makadam 8-16 eller likvärdig fraktion.



Bild (DC41).1. Eftersträvad stenläggning i brokoner innan komplettering med kross i fogar.

Begränsningskant ska utföras rak utan kantsten. Övriga ytor i kon i anslutning till bron ska gräsbesås i enlighet med anslutande vägslänter. Material ska tas från bergschakt i projektet.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

DC41. Slänt// Bro 15-1779-1**Funktion**

För de delar av slänter som utförs med ordnad sprängsten får genomväxning ej ske.

Teknisk lösning

Slänt under bro ska utföras med väl ordnad sprängsten. Släntens utbredning framgår av Typritning 0 40 K 20 01.

Sprängsten ska bestå av utåt flata stenblock. Stenarna ska ha en ungefärlig utåtvänd yta 0,12-0,20 m² och en tjocklek av minst 20 cm, mätt på tunnaste stället. Mellan de större stenarna tätas med mindre stenar. Bild (DC41).1 visar den yta som önskas innan fogning. Fog utförs med makadam 8-16 eller likvärdig fraktion.

Begränsningskant ska utföras rak utan kantsten. Övriga ytor i kon i anslutning till bron ska gräsbesås i enlighet med anslutande vägslänter. Konens utbredning framgår av Typritning 0 40 K 2001.

Material ska tas från bergschakt i projektet.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

DC41. Slänt// Bro 15-1780-1**Funktion**

För de delar av slänter som utförs med ordnad sprängsten eller makadam får genomväxning ej ske. För de till bro anslutande vägslänter som ställs brantare än 1:2 ska erforderliga åtgärder vidtas så att gräsbeklädnad ej eroderas.

Teknisk lösning

Slänt under bro ska utföras med väl ordnad sprängsten samt med makadam 8-16 eller likvärdig fraktion. Utbredning framgår av Förslagsskiss 1 43 K 20 01. Ordnad sprängsten ska bestå av utåt flata stenblock. Stenarna ska ha en ungefärlig utåtvänd yta 0,12-0,20 m² och en tjocklek av minst 20 cm, mätt på tunnaste stället. Mellan de större stenarna tätas med mindre stenar. Bild (DC41).1 visar den yta som önskas innan fogning. Fog utförs med makadam 8-16 eller likvärdig fraktion. Begränsningskant ska utföras rak utan kantsten.

Material ska tas från bergschakt i projektet.

Övriga ytor i kon i anslutning till bron ska gräsbesås likt angränsande vägslänter

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

DC41. Slänt// Bro 15-1782-1**Funktion**

Slänt under bro ska utföras så att genomväxning inte sker.

Teknisk lösning

Slänt under bro ställd brantare än 1:3 ska utföras med väl ordnad sprängsten. Släntens utredning ska vara under hela bronns bredd samt längs med vingmurar, 0,5 m ut från utsida vingmur. Ordnad sprängsten ska bestå av utåt flata stenblock. Stenarna ska ha en utåtvänd yta 0,12-0,20 m² och en tjocklek av minst 20 cm, mätt på tunnaste stället. Mellan de större stenarna tätas med mindre stenar. Bild (DC41).1 visar den yta som önskas innan fogning. Fog utförs med makadam 8-16 eller likvärdig fraktion. Begränsningskant ska utföras rak utan kantsten.

Slänt under bro ställd flackare än 1:3 ska utföras med makadam 8-16 eller likvärdig fraktion. Begränsningskant ska utföras rak utan kantsten. Släntens utredning ska vara under hela bronns bredd.

Material ska tas från bergschakt i projektet.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

DC41. Slänt// Bro 15-1783-1**Funktion**

Gående ska ges möjlighet att passera under bron i direkt anslutning till landfästena på ömse sidor om Viskan, se Förslagsskiss 2 43 K 20 01.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

DC41. Slänt// Bro 15-1785-1**Funktion**

Erforderliga åtgärder ska vidtas så att gräsbeklädnad ej eroderas i till bron anslutande väglänter.

Teknisk lösning

Slänt ska gräsbesås likt angränsande väglänter.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

DC41. Slänt// Bro 15-1786-1**Funktion**

Slänt under bro ska utföras så att genomväxning inte sker.

Teknisk lösning

Slänt under bro ställd brantare än 1:3 ska utföras med väl ordnad sprängsten. Släntens utredning ska vara under hela brons bredd samt längs med vingmurar, 0,5 m ut från utsida vingmur. Ordnad sprängsten ska bestå av utåt flata stenblock. Stenarna ska ha en ungefärlig utåtvänd yta 0,12-0,20 m² och en tjocklek av minst 20 cm, mätt på tunnaste stället. Mellan de större stenarna tätas med mindre stenar. Bild (DC41).1 visar den yta som önskas innan fogning. Fog utförs med makadam 8-16 eller likvärdig fraktion. Begränsningskant ska utföras rak utan kantsten.

Slänt under bro ställd flackare än 1:3 ska utföras med makadam 8-16 eller likvärdig fraktion. Begränsningskant ska utföras rak utan kantsten. Släntens utredning ska vara under hela brons bredd.

Material ska tas från bergschakt i projektet.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

DC42. Kon// Bro 15-1782-1**Funktion**

Erforderliga åtgärder ska vidtas så att gräsbeklädnad ej eroderas i de till bron anslutande vägslänter.

Teknisk lösning

Kon ska försees med tillvaratagen jordmån från sträckan enligt DB33. Vegetation/ Gräs, örter o.d. //km 2/950 - 3/700.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

DC42. Kon// Bro 15-1783-1**Funktion**

Erforderliga åtgärder ska vidtas så att gräsbeklädnad ej eroderas i de till bron anslutande vägslänter.

Teknisk lösning

Kon ska försees med tillvaratagen jordmån från sträckan enligt DB33. Vegetation/ Gräs, örter o.d. //km 2/950 - 3/700.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

DC42. Kon// Bro 15-1784-1**Funktion**

Erforderliga åtgärder ska vidtas så att gräsbeklädnad ej eroderas i de till bron anslutande vägslänter.

Teknisk lösning

Kon ska förses med tillvaratagen jordmån från sträckan enligt DB33. Vegetation/ Gräs, örter o.d. //km 2/950 - 3/700.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

DC42. Kon// Bro 15-1786-1**Funktion**

Erforderliga åtgärder ska vidtas så att gräsbeklädnad ej eroderas i de till bron anslutande väglänter.

Teknisk lösning

Kon ska gräsbesås likt angränsande väglänter.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

DC42. Kon// Bro 15-1787-1**Funktion**

Erforderliga åtgärder ska vidtas så att gräsbeklädnad ej eroderas i de till bron anslutande väglänter.

Teknisk lösning

Kon ska förses med tillvaratagen jordmån från sträckan enligt DB33. Vegetation/ Gräs, örter o.d. //km 2/950 - 3/700.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

DC43. Erosionsskydd vid vattendrag// Bro 15-1783-1 och 15-1787-1**Teknisk lösning**

Arbete i Viskan är ej tillåtet, därför ska spont slås och erosionskydd utläggas enligt Förslagsskiss 2 43 K 20 01, i övrigt gäller TK Geo 9.2.3.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

DE. Dagvattensystem

Funktion

Dagvattensystem ska leda bort dagvatten och vatten från dräneringssystem så att dämning ej sker och väganläggningens egenskaper inte försämras.

Dagvattensystemet ska eliminera att:

- skada på väganläggningen uppstår
- vatten rinner in på vägbanan
- skada för tredje part uppstår.

Teknisk lösning

Dagvattensystemet ska vara utformat så att värdefulla vattendrag, som Hagabäcken, Tränningstorpsbäcken, Viskan och Gässlösabäcken, skyddas från utsläpp vid eventuella olyckor. För att skydda recipienter från utsläpp vid eventuella olyckor och ge räddningstjänsten möjlighet att omhänderta utsläpp ska fördröjningsåtgärder vidtas inom vägområdet så att rinntiden till recipienter blir 30 minuter eller större.

Dagvattensystem ska vara utformat och utfört för vattenflöden beräknade enligt VVMB 310.

Ledningar och trummor med teoretisk spännvidd $\leq 2,0$ m ska dimensioneras enligt krav i TRVK Väg, kapitel 5.2.

Dagvattensystem ska vara märkt och skyltat så att drift och underhåll kan ske utan särskild lokalisering åtgärd.

Vid utformning med öppna vattenytor ska dammar för uppsamling/fördröjning av dagvatten utföras så att dammarna smälter in och harmonierar med omgivande miljö vad gäller formgivning av mark, ytskikt och vegetation. Material, färg och formgivning av eventuella skyddsräcken för dammarna ska utformas så att de smälter in i omgivande miljö.

Kontroll

Kontroll ska ske genom provning och besiktning. Besiktningen ska även omfatta anslutande ytor utanför vägområdet.

DE1. Dagvattenledning

Funktion

Vatten i ledning får inte frysa till is.

Ledning ska vara tät.

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

Rör och rördelar till dagvattenledning av betong ska uppfylla krav enligt SS-EN 1916 och SS 227000 samt vara försedda med varaktig märkning som anger tillverkare och tillverkningsdatum och andra uppgifter som är nödvändiga för rörens identifiering. Betongrör ska vara deklarerade och kvalitetssäkrade.

Rör och rördelar av PVC och PP ska uppfylla kraven för märkning med Nordic Poly Mark. Rör- och rördelar av PE ska uppfylla krav enligt SS-EN 12666-1.

Fogning av plaströr ska utföras med gummiring som är godkänd av leverantören, anpassad för den levererade rörtypen och enligt tillverkarens anvisningar. Gummiring ska uppfylla krav enligt SS-EN 681-1.

Svetsning av PE-rör ska utföras enligt tillverkarens anvisningar och av person med dokumenterad kunskap och erfarenhet av svetsning och som minst har utbildning enligt Svenskt Vattens diplomkurs i svetsning.

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

Teknisk lösning

Ledningar till dagvatten ska minst ha innerdiametern 200 mm.

Ledningar med diameter > 200 mm ska förses med spjälgaller vid in och utlopp.

Dagvattenledningar ska vara utformad med lutning enligt TRVK Väg, tabell 5.3-2.

Kontroll

Kontroll av täthet, deformation och riktningsavvikelse för självfallsledningar ska utföras enligt Svenskt Vatten P91. Krav enligt toleransklass A ska uppfyllas.

TV-inspektion ska utföras enligt Svenskt Vatten P93.

Täthetsprovning av tryckledningar ska utföras enligt VAV P78 respektive VAV P79.

DE2. Dagvattenbrunn

Funktion

Brunn ska vara öppen för genomströmning från anslutande ledningar.

Teknisk lösning

Nedstigningsbrunnar ska placeras i lednings brytpunkter. Avstånd mellan brunnar får inte vara större än att rensning/spolning av ledningssträckan är möjlig.

I belagda ytor ska gjutjärnsbetäckningar av teleskoptyp användas och läggas 2 – 5 mm under vägytans nivå.

I grusvägar ska brunnsbetäckningar ligga minst 100 mm under vägytan och vara övertäckta. Gallerbetäckning ska placeras så nära kantstöd som möjligt med beaktande av öppningsmöjlighet för betäckningen och så att gallerstavar ligger vinkelrätt mot trafikens körriktning. Uppfällbart galler ska placeras så att stängning sker i trafikens körriktning. Betäckning ska uppfylla krav enligt SS-EN 124.

Förtillverkade delar till brunn av betong ska uppfylla av tillverkaren redovisade tekniska kvaliteter samt vara av sortiment som uppfyller krav enligt SS-EN 1917 och kompletterande svenska krav i SS 227001. Överdel till dagvattenbrunn av betong ska vara försedd med dränhål.

Brunn av betong ska vara deklarerad och kvalitetssäkrad.

Förtillverkade delar till brunn av plast ska uppfylla kraven för kvalitetsmärkningen Nordic Poly Mark. Brunn av plast ska vara certifierade av SWEDAC eller likvärdigt ackrediteringsorgan..

Kontroll

Kontroll ska ske genom provning och besiktning.

Kontroll av täthet och brunnssnivå ska ske enligt Svenskt Vatten P91. Krav enligt toleransklass A ska uppfyllas.

DE3. Trumma/ Vägtrumma

Funktion

Trummors funktion ska säkerställas under byggskedet och efter genomförd nybyggnad av väganläggning.

Vattenförande trummor ska anordnas så att vandringshinder inte uppstår för vattenlevande organismer eller djur som använder befintliga vattendrag som vandringsstråk.

Förtydligande till krav i handling är att vattendrag ej ska betraktas som fiskförande avseende öring eller lax.

Se vidare AFD.161 samt MEG (0N071000).

Teknisk lösning

Trummor ska anpassas till av entreprenören projekterad väganläggning och dimensioneras och anpassas till beräknade flöden enligt VVMB 310. Hänsyn ska tas till uppskattade avrinningsområden och beräknade 50-årsflöden som redovisas på ritningar 000W9701-000W9705.

Rör- och rördela till trumma av betong ska vara av hållfasthetsklasser anpassade till väganläggningen och dess trafik.

Rör- och rördelar till trumma/vägrör av plast med innerdiameter = 1000 mm ska ha ringstyvhet minst 8 kPa, trumma/vägrör av plast med innerdiameter > 1000 mm ringstyvhet minst 4 kPa och för ej trafikerade ytor minst 4 kPa. Godstjockleken i rörets eller rördelens innervägg får ingenstans understiga 0,005 gånger nominella innerdiameter plus 0,5 mm. Övriga rörväggar får inte i någon punkt vara tunnare än 0,5 mm.

Trumma/vägrör av plast ska ha beständig märkning som anger beteckningen "VÄGRÖR", tillverkare (namn eller varumärke), råmaterial (PE, PVC eller PP), ringstyvhet (kPa), nominell storlek, tillverkningsstidpunkt (år och månad).

Rör och rördelar av PVC och PP ska uppfylla kraven för märkning med Nordic Poly Mark. Rör- och rördelar av PE ska uppfylla krav enligt SS-EN 12666-1.

Fogning av plaströr ska utföras med gummiring som är godkänd av leverantören, anpassad för den levererade rörtypen och enligt tillverkarens anvisningar. Gummiring ska uppfylla krav enligt SS-EN 681-1.

Utformning och utförande ska ske enligt TRVK Väg, kapitel 5.3.2.

För att undvika att det med tiden uppstår ett fall precis utanför trumman, ska botten nedströms trumman erosionssäkras.

Höjdläge och lutning för trummor ska vara inom i tabell (DE3).1 angivna utförandetoleranser. Lutningsavvikelsen avser vattengång och gäller såväl hela längden som godtycklig dellängd. Bakfall får inte förekomma. Tillåten avvikelse i profil avser avvikelse från den verkliga räta linjen mellan inlopp och utlopp.

Tabell (DE3).1.

Projekterad lutning, ‰	Tillåten lutningsavvikelse, ‰	Största tillåtna överskridande av projekterad inloppshöjd, mm	Största tillåtna underskridande av projekterad utloppshöjd, mm
<10	±1,0	40	80
10–30	±2,0	60	90
>30	±2,5	80	120

Vinkeländringarna i skarven mellan två rör får inte vara större än den vinkeländring som skarven är konstruerad för.

Trummor ska utföras som enkeltrummor där så är möjligt.

Trummor ska skäras i linje med slänten.

Vid anläggandet av en vägtrumma ska arbetet ske på ett sådant sätt att det aktuella vattendraget grumlans så lite som möjligt.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning och beräkning.

Kontroll av täthet, deformation och riktningsavvikelse ska utföras enligt Svenskt Vatten P91. Krav enligt toleransklass A ska uppfyllas.

Trumma av rör av termoplast får, inom 3 månader efter fyllning över trumma och i samband med slutbesiktning, högst ha 7 % deformation. Trumma av plåtrör får, inom 3 månader efter fyllning över trumma och i samband med slutbesiktning, högst ha 1,5 % deformation.

DE3. Trumma/ Vägtrumma// Smådjurspassager

Teknisk lösning

Åtta trummor för smådjurspassager ska anläggas. Två av dessa ska vara kombinerade vatten/smådjurspassager. Beställaren gör anmälan om vattenverksamhet för dessa två passager. Lägen för passagera visas på karta Natur- och kulturmiljö i MEG (0N071010) samt i följande tabell.

Passage nr	Sektion	Typ av passage
1	ca 0/470	Smådjur (torrtrumma)
2	ca 0/620	Smådjur (torrtrumma)
3	ca 0/825	Smådjur (torrtrumma)
4	ca 1/210	Kombinerad vatten/smådjur
5	ca 1/590	Smådjur (torrtrumma)Smådjur
6	ca 1/840	Kombinerad vatten/smådjur
7	ca 4/225	
8	ca 4/895	Smådjur (torrtrumma)

Materialet som används som underlag i smådjurspassager ska vara sand, grus eller jord inblandat med lite sten hämtat från näraliggande områden. Krossmaterial får ej förekomma i eller i anslutning till en smådjurspassage.

Då en smådjurspassage kombineras med en vattenförande trumma, ska den placeras inuti trumman. Trumman ska grävas ned och läggas på en nivå 0,3-0,6 m under vattendragets botten. Den fria öppningen ska horisontellt och vertikalt vara minst 600 mm efter installation. Den våta perimetern ska bibehållas. Passagen ska vara konstruerad så att den ligger över högsta högvattenståndet och i övrigt utformas enligt förslagsbilder i figur, (DE3).1, nedan.



Figur (DE3).1: Förslagsbilder på kombinerad passage.

Området på en sträcka av 20 meter intill en smådjurspassage ska förses med vegetation som är naturligt förekommande i området runt den. För att djur som använder passagen ska ha fri sikt ut ur den, ska dock ingen vegetation förekomma direkt framför dess mynningar.

Kontroll

Kontroll sker genom besiktning.

DE4. Dike// Grupp 1, 2 och 3

Funktion

Landsvägar, kommunala gator, GC-vägar och enskilda vägar ska generellt avvattnas via diken.

Diken längs vägkonstruktion ska vara utformad med hänsyn till:

- behov av avledning av dagvatten
- behov av dränering av väganläggningens konstruktioner
- behov av snömagasin
- sidoområdets utformning från trafiksäkerhetssynpunkt och skötselsynpunkt.
- rening av vägdagvatten
- skydd mot dränering av befintliga våtmarker

Dikens anslutning till trumma ska vara utformad så att uppströms dämning inte kan ske om inte annat anges för specifik sektion.

Vattensamlingar vid bank ska förhindras.

Vatten från högre liggande mark som kan rinna ned i skärningsslänt får inte orsaka olägenheter, t.ex. erodera slänter.

Teknisk lösning

Diken ska utföras gräsbeklädda.

DE4. Dike// Grupp 1//Väg 27 sektion ca 0/000-0/550**Funktion**

Vägdagvatten från Väg 27 ska kunna fördröjas innan det når befintlig trumma 1200 mm under Väg 40.

Teknisk lösning

Anläggning av ledning med avstängningsanordning eller anläggning av dämt dike.

Diken ska utföras gräsbeklädda.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning och beräkning.

DE4. Dike// Grupp 1//Väg 27 sektion ca 1/900-2/600**Funktion**

Där Väg 27 passerar våtmarkerna vid sektion ca 1/900-2/600 ska vägdagvatten inte släppas ut till våtmarkerna.

Den vertikala transporten av vatten från diket ska fördröjas för att förhindra att vägdagvatten sprids till omgivningen.

Teknisk lösning

Diken ska utföras med en genomsläpplighet av vatten motsvarande $3 \times 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$.

Diken ska utföras gräsbeklädda.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning och beräkning.

DE4. Dike// Grupp 1//Väg 27 sektion ca 3/450-3/680**Teknisk lösning**

Från Väg 27:s lågpunkt vid sektion ca 3/450 fram till korsningen med Gässlösabäcken vid sektion ca 3/680 ska omvänt dike ska anläggas på vägens södra sida med utlopp till Gässlösabäcken.

Dikets botten ska tätas för att undvika föroreningstransport.

Diken ska utföras gräsbeklädda.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning och beräkning.

DE4. Dike// Grupp 1//Väg 27 sektion ca 3/900**Funktion**

Vägdagvatten från Väg 27 öster om korsningen med Gässlösabäcken sektion ca 3/680 ska kunna fördröjas innan det når Gässlösabäcken.

Teknisk lösning

Anläggning av ledning med avstängningsanordning eller anläggning av dämt dike öster om sektion ca 3/900.

Diken ska utföras gräsbeklädda.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning och besiktning.

DE5. Anordning för lokalt omhändertagande av dagvatten**Funktion**

Anordning för lokalt omhändertagande av dagvatten ska anordnas för rening, fördröjning och flödesutjämning av vägdagvatten, se MEG (0N071000).

Dimensionerande återkomsttid för nederbörd ska vara 5 år.

Dimensionering ska göras så att vattnets uppehållstid i reningsanordning blir minst ett dygn. VVMB 310, kapitel 9.4. Rening av vägdagvatten ska beaktas.

Större flöden än för den dimensionerande nederbörden ska kunna ledas förbi reningsanordning.

Reningsanläggningar för dagvatten ska avskilja minst 50–70 % av vägdagvattnets icke upplösta föroreningar.

Dammkonstruktion får högst ha en hydraulisk konduktivitet på 10^{-7} m/s.

Sedimenterat material ska kunna rensas bort på ett miljömässigt godtagbart sätt utan att reningsanläggningen förlorar sin funktion eller skadas.

Reducering av föroreningshalter genom utspädning med rent vatten eller mindre förorenat vatten får inte förekomma.

Reningsanläggningen ska vara tillgänglig för lastfordon via väg med standard motsvarande skogsbilväg.

Kontroll

Kontroll ska ske genom provning och besiktning.

DE5. Anordning för lokalt omhändertagande av dagvatten// tpl Osdal

Funktion

Förorenat vägdagvatten från Väg 27 sektion 2/800 – 3/100, Raö_15, Rpö_16, Rav_17 och Rpv_18 ska hindras från att infiltrera till grundvattnet och transporteras vidare till Viskan. Detta avser både föroreningar från eventuell olycka med farligt gods samt oljespill.

Teknisk lösning

Vägdagvatten från Väg 27 sektion 2/800 – 3/100, Raö_15, Rpö_16, Rav_17 och Rpv_18 ska ledas till dagvattendamm för rening av dagvatten.

Damm och diken som leder till dammen ska utföras täta, d.v.s.. högst ha en hydraulisk konduktivitet på 10^{-7} m/s.

Dammen ska förses med avstängningsmöjlighet.

Vägdagvattendammen ska ha ständig vattenyta och kunna avskilja och rymma oljeutsläpp om 1000 liter. Dammen ska placeras och vara utformad på ett sådant sätt att den liknar andra småvatten eller våtmarker i omgivande landskap och upplevs som ett naturligt vatten.

Kontroll

Kontroll ska ske genom provning, besiktning och beräkning.

DE5. Anordning för lokalt omhändertagande av dagvatten// Bro 15-1782-1

Funktion

Vägdagvatten från bro 15-1782-1 får inte släppas direkt utan fördröjning och utan hänsyn till rening.

Teknisk lösning

Vägdagvatten från bro 15-1782-1 ska ledas till utjämnings-/fördröjningsmagasin som anläggs i anslutning till bro. Placering av magasin enligt kapitel DC36d. Ytavloppssystem i bro// Bro 15-1782-1 över GC-väg 373, Viskadalsbanan, Väg 1610 och GC-väg 376 vid tpl Osdal.

Kontroll

Kontroll ska ske genom provning, besiktning och beräkning.

DE5. Anordning för lokalt omhändertagande av dagvatten// Bro 15-1783-1

Funktion

Vägdagvatten från bro 15-1783-1 får inte släppas direkt utan fördröjning och utan hänsyn till rening. Föroreningsstötar efter olyckor ska kunna hindras innan de når Viskan.

Teknisk lösning

Vägdagvatten från bro 15-1783-1 ska ledas till utjämnings-/fördröjningsmagasin som anläggs i anslutning till bro. Placering av magasin enligt kapitel DC36d. Ytavloppssystem i bro// Bro 15-1783-1 över Viskan öster om tpl Osdal.

Kontroll

Kontroll ska ske genom provning, besiktning och beräkning.

DE5. Anordning för lokalt omhändertagande av dagvatten// Bro 15-1786-1

Funktion

Vägdagvatten från bro 15-1786-1 får inte släppas direkt utan fördröjning och utan hänsyn till rening.

Teknisk lösning

Vägdagvatten från bro 15-1786-1 ska ledas till utjämnings-/fördröjningsmagasin som anläggs i anslutning till bro. Placering av magasin enligt kapitel DC36d. Ytavloppssystem i bro// Bro 15-1786-1 över Väg 41 och EnV_368 vid tpl Kråkered.

Kontroll

Kontroll ska ske genom provning, besiktning och beräkning.

DE5. Anordning för lokalt omhändertagande av dagvatten// tpl Kråkered

Funktion

Dagvattenflöden från avrinningsområde A27 och A28 (se ritning 000W9405) som leds under Väg 41 i befintlig trumma (dimension 700 mm), ca 300 m nordost om Bro 15-1786-1, ska kunna fördröjas/utjämnas innan det når befintlig bäck som leder vidare till Stora Transåssjön.

Teknisk lösning

Anläggning av fördröjnings-/utjämningsanordning.

Anordningen ska konstrueras med hänsyn till dagvattenrening.

Anordningen ska förses med avstängningsmöjlighet.

Anordningen ska kunna avskilja och rymma oljeutsläpp om 1000 liter.

Anordningen ska placeras och vara utformad på ett sådant sätt att den liknar andra småvatten eller våtmarker i omgivande landskap och upplevs som ett naturligt vatten.

Kontroll

Kontroll ska ske genom provning, besiktning och beräkning.

DF. Vägskyddsanordning

DF1. Stängsel

DF1. Stängsel/ Faunastängsel

Omfattning

Faunastängsel ska sättas upp utmed Väg 27 dock ej i Viskadalen mellan ca 2/950 och ca 3/870.

Funktion

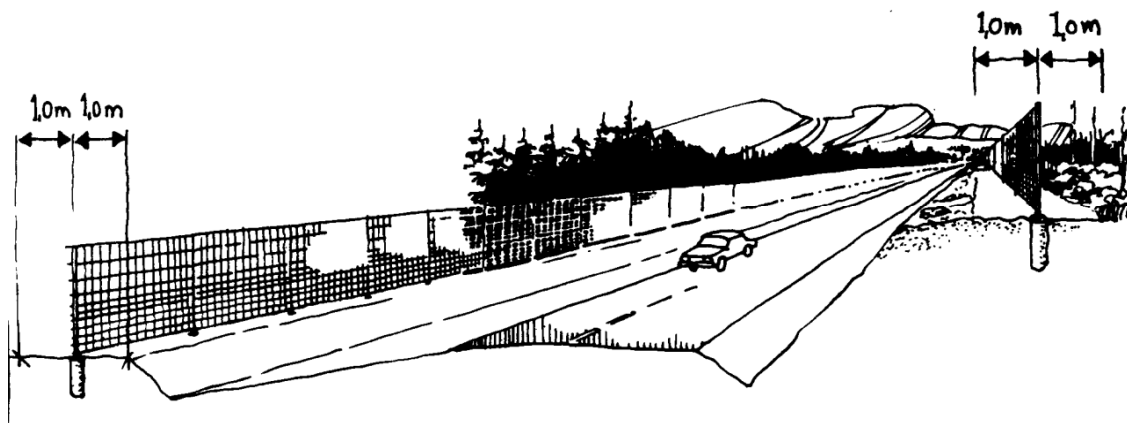
Faunastängsel ska ha en beständighet motsvarande 20 års dimensionerande teknisk livslängd.

Placeringen av faunastängsel ska ske så långt från vägkant som medges med hänsyn till vägområdets gräns. Stängslet sätts så att dess huvudriktning företrädesvis är parallell med vägen.

Stängsel ska sättas upp på båda sidor av vägen.

När stängsel korsar eller löper parallellt med en kraftledning för högspänning, ska samråd ske med ledningsägare beträffande åtgärder för att förhindra att stängslet blir strömförande.

Stängsel ska placeras inom vägområdet. Stängsel kan avbrytas mot bergvägg med lutning 2:1 eller brantare, med en höjd av minst 4 m och som är av större längd. Stängsel placeras så att djuren leds utmed stängslet. För att öka djurens uppmärksamhet på hindret ska en hinderfri remsa med en bredd på minst 1 m finnas längs stängslets båda sidor se figur nedan.



Figur Placering av stängsel i vägens sektion.

En mjuk och med terrängen följsam placering ska eftersträvas.

Där stängslets raklinje bryts ska ett bågformat utförande väljas för att leda djuren framåt.

För att djuren dels inte ska lockas att forcera stängslet och dels ska ledas förbi öppningar mot sidoväg utan stängsel, bör nätet dras bågformigt från huvudvägen och minst 30 m in på båda sidor av den anslutande vägen.

Vid planskild korsning bör stängslet i först hand fortsätta in under bron. Om detta inte är möjligt, ska stängslet istället anslutas till brons konstruktion så att inga öppningar uppstår där djur kan komma in på det stängslade vägområdet.

Avbrott och öppningar i stängslet styr var djuren passerar över vägen och fordonsförare ska därför uppmärksammas på sådana passager. Stängslets begynnelse- och slutpunkt ska väljas så att överraskningsmomentet mellan fordonsförare och vilt blir minsta möjliga. Stängsel längs väg genom skogsparti får inte börja respektive sluta vid skogsbrynet, utan ska fortsätta minst 85 m ut i öppen terräng. Vid stängselände ska trafikanter i båda riktningarna informeras genom varningsmärken om risken att vilt kan korsa vägen. Där det är möjligt ska stängsel också avslutas genom anslutning till naturliga hinder som i sig omöjliggör passage för viltet, t.ex. stora broar eller branta bergväggar.

Stängsel längs båda sidorna av vägen ska börja respektive sluta i samma sektion, så att en fullgod styrning av viltet runt stängseländan uppnås.

Broar ska vara åtkomliga för inspektion och skötsel liksom andra anordningar som finns mellan faunas-tängsel och vägen.

Vid broar anordnas grindar i sådan omfattning så att driftpersonal inte behöver beträda väg.

Teknisk lösning

Brottlasten för horisontell kantråd i rutnät får ej understiga 6 kN och för innertrådar ej 3 kN. Trådtjockleken får ej understiga 3,5 mm för kantråden och 2,5 mm för innertråden.

Stolpe i stål ska vara utformad och monterad så att den tål 200 N horisontell belastning 2 m över markytan utan att skadas eller att bestående deformation uppstår.

Där spännkraften i nätet verkar utdragande på märlor och nitar kan detta motverkas genom montering mellan dubbla stolpar.

Stängslet skall ha en höjd av 2,2 m från terrängsidan, avstånd mellan stolpar skall vara högst 3 m

och minsta stolpdiameter skall vara 40 mm med godstjocklek 2,0 mm. Stängslet ska ansluta tätt till befintlig mark. Stängslet ska utformas med maskvidd 5 cm upp till 1,0 meter över mark.

Stolpar får avvika högst 5 cm på 2 meters höjd (1,5°) från lodlinjen.

Anslutande ägovägar ska försees med dubbelgrind bredd 4,35 m. Grinden sätts 12 m från körbanekant. Skogsbilväg som ansluter till Väg 41 vid ca sektion 5/600 försees med dubbelgrind bredd 4,35 m. Grinden sätts 24 m från körbanekant.

I anslutning till korsande vägar ska finnas minst en grind. Gånggrindar ska vara självstängande.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

DF1. Stängsel/ Uthopp

Omfattning

Omfattning ska utföras med 4 stycken uthopp utmed Väg 27.

Funktion

Funktionen hos uthopp är att konstruktionen utnyttjar höjdskillnader i marknivån på var sida om ett stängsel. Genom att göra marknivån på den sida av stängslet som vetter mot vägbanan högre än marknivån på andra sidan stängslet, tillåts djur som hamnat på vägbanan att hoppa ut.

Teknisk lösning

Uthopp ska placeras i anslutning till östar sidan av Viaredsrondellen, vid fyrvägs korsningen Lv32 och i anslutning till faunastängslets början vid Gässlösa, enligt nedanstående rekommendationer.

- i närheten av stängselöppningar och slut. Ett lämpligt avstånd mellan ett stängselavslut och ett uthopp är ca 100-200 m.
- vid kända vandringsstråk och konfliktpunkter med vilt.
- vid öppna vägkorsningar.
- vid planskilda broar dit djuren leds av terräng och vegetation men som är olämpliga för djurpassage. Detta eftersom en del djur föredrar att hoppa över stängslet i stället för att passera under/över bron.
- vid ställen där terrängen är mycket varierande och där därmed risken för glipor mellan stängsel och mark är stor.
- vid ställen där det finns en stor risk för att grindar ofta lämnas öppna eller där risken för stängselskador är stor.
- vid platser där det är långt till närmsta faunapassage och det därmed föreligger en större risk för att djur försöker ta sig in på vägbanan.
- vid breda anslutningsvägar utan stängsel och där faunapassager ofta förekommer.
- uthopp bör lokaliseras så att de lätt kan upptäckas av djuren även om de är stressade eller panikslagna. Exempelvis kan uthopp placeras där faunastängsel bildar ett hörn. På så vis leds djuren automatiskt till uthoppet via stängslet.
- uthopp ska placeras avskilt och i områden långt från körbanan som är lugna och trygga för djuren.

Höjdskillnaden mellan uthoppets in- och utsida ska vara 2 m.

Den markyta där djur som använder ett uthopp landar ska förses med homogent material såsom sand. Djuren ska kunna se fast mark, inte tät slyvegetation. Landningsplatsen ska vidare vara fri från större sten eller vegetation som kan skada de djur som använder uthoppet. Sprängsten ska inte förekomma på landningsplatsen. Se figur (DF1).1.



Figur (DF1).1 Faunastängsel placeras i murens nederkant.

För att ett djur som har tänkt använda ett uthopp ska få tid att i lugn och ro inspektera uthoppet, kan området i anslutning till ett uthopp förses med skyddande vegetation.

Kontroll

Kontroll sker genom besiktning.

DF2. Räck**Funktion**

En familj av räckan eller räck ska uppfylla krav enligt Anläggning AMA 10 med ändringar och tillägg enligt TRV AMA Anläggning 10 Rev1.

Teknisk lösning

Räckan samt krockdämpare ska vara CE-märkta enligt SS-EN 1317-5.

Kontroll

Kontroll ska ske genom redovisning av intyg som visar att krav uppfylls.

DF2. Räck/ Broräck**Funktion**

Broräcken ska vara av samma typ och från samma leverantör som anslutande vägräcken.

Teknisk lösning

Räckens fotplåtar ska ej undergutas. Infästningen ska utformas med en öppen spalt på minst 40 mm höjd mellan fotplåt och kantbalkens översida.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning och mätning.

DF2. Räck/ Broräck/ GC-bro 15-1778-1 samt Bro 15-1779-1 och 15-1786-1**Funktion**

Broar ska förses med broräcken som uppfyller kraven för kapacitetsklass H2.

Teknisk lösning

Broräcke placeras symmetriskt på kantbalken i dess längsriktning. Samtliga broräckesfack på kantbalk ska förses med skyddsnät.

DF2. Räckel/ Broräckel/ Bro 15-1782-1

Funktion

Bron ska försees med 3 st broräckel som uppfyller kraven för kapacitetsklass H2.

Teknisk lösning

Broräckel placeras symmetrisk på kantbalken i dess längsriktning. Samtliga broräckelsfack på kantbalk samt mellan GC-bana och körbana ska försees med skyddsnät.

DF2. Räckel/ Broräckel // Bro 15-1783-1, 15-1784-1 och GC-bro 15-1787-1

Funktion

Bron ska försees med broräckel som uppfyller kraven för kapacitetsklass H2.

Teknisk lösning

Broräckelsfack ovan GC-väg ska försees med skyddsnät.

DF2. Räckel/ Vägräckel

Funktion

Vägräckel ska vara utformat och utfört:

- med en teknisk livslängd av minst 20 år.
- enligt skaderiskklass B enligt SS-EN 1317-2 eller -3, SS-ENV 1317-4 eller VVMB 350.
- enligt förhållandena på platsen.
- så att räckel ska behålla sin funktion i stark kyla.

Räckel ska vara utformade och placerade så att ett enhetligt utseende längs vägsträckan erhålls.

Om stödmur anläggs vid GC-väg 373 under bro 15-1782-1 ska denna försees med räckel med spjälgrindar enligt TRVK Bro G.9.1.1.2.

Teknisk lösning

Skrivar ska vara märkta enligt SS-EN ISO 898-1.

Räckel ska monteras enligt tillverkarens anvisningar.

Linspänningen på ställineräckel ska uppfylla tillverkarens krav.

Klass EXC2 enligt SS-EN 1090-2 ska tillämpas för räckel och motsvarande skyddsanordningar av stål.

All svetsning ska utföras på fabrik och före varmförzinkning.

Räckels avvikelse i höjddel får vara högst ± 30 mm från de nominella måtten och i tvärdel högst ± 30 mm från de nominella måtten.

Räckelsständer ska vara vertikala.

Minst en del av gängat gods (mutter eller gängad stång) till skarvning, förankring och uppspänning av ställineräcken ska vara utfört av rostfritt material som minst uppfyller krav för SS-EN 10088-3-1.4301 (AISI 304).

Där rostfritt och förzinkat material blandas ska gängorna och övriga anliggningsytor vid montaget smörjas med för ändamålet lämpligt medel med hög beständighet

Utstickande detaljer som t.ex. krokar får inte förekomma. På ståndare ska hörn vända mot trafiken utföras avrundade.

Uppsättning av räcke får inte medföra att vägbanan trycks upp.

DF21. Sidoräcke/ Vägräcke

Funktion

Räcke ska uppfylla krav för kapacitetsklass N2 och ha arbetsbredd W5 enligt SS-EN 1317-2.

Teknisk lösning

Sidoräcke ska utformas som balkräcke.

Balkprofilens godstjocklek får inte understiga 3 mm.

Vägräckesavslutningar för sidoräcke ska vinklas ut och förankras i ytterslätten för att ”stänga fönstret” mot höga bankar och fasta hinder. Utvinkling i sidled 1:15 till 2,0 m utanför vägbankant, därefter 1:10 till 4,0 m utanför, därpå 1:8 i sidled. På bankslänt ska navföljarförankringen placeras minst ca 6,0 m utanför vägbankanten.

Sidoräckes navföljare ska läggas 0,05 m från belägningskant mot stödremsan.

DF22. Mitträcke/ Vägräcke

Omfattning

Trafiken i de olika riktningarna ska för Väg 27 avskiljas med mitträcke, se typsektionsritningar 000T0401 och 001T0401.

Funktion

Räcke ska uppfylla krav för kapacitetsklass N2 och ha arbetsbredd W4 enligt SS-EN 1317-2. Skaderisk-klassen ska vara B.

Vid påkörning av räcket får vägytan inte påverkas. Räckets infästning i mark ska förbli intakt.

Räcket ska vara möjligt att höjjustera i samband med belägningsåtgärd.

Räckesavslutningar för mitträcket får inte medföra rampeffekt, dock accepteras traditionell avslutning med nedböjning och förankring av ställineräcke.

Teknisk lösning

Mitträcke ska vara av typ ställineräcke.

Mitträcket ska förses med längdmätning enligt vägatabankens längdmätning med markering var 100:de m. Distanstavlor ska vara dubbelsidiga. Tavlan ska ha måtten B=250 mm H=160 mm. Tavlan ska ha blå

botten med vit icke reflekterande färg. Texten ska vara utformad som kilometersiffra med texthöjden 80 mm och med en 100-meterssiffra med texthöjden 60 mm.

Räckesförankringar i mitten ska tydliggöras väl för trafikanterna genom reflexstolpar eller liknande.

För placering, utformning och omfattning av räckesreflexer gäller VGU, Vägmarkering och vägkants-utmärkning.

DF25. Räckeskomplettering/ Vägräcke/ Räckesförankring

Funktion

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

Teknisk lösning

Varje räckesdel ska förankras enligt leverantörens instruktioner.

DF25. Räckeskomplettering/ Vägräcke/ Räckesförankring i mark

Funktion

Förankring av vägräcke i vägräckesände enligt SS-ENV 1317-4 godtas om kapacitetsklassbestämmande krockprov för räckets har gjorts med den aktuella vägräckesändan.

Krockdämpare godtas som förankring av icke förspänt vägräcke i kapacitetsklass N1 och N2 enligt SS-EN 1317-2 om krockdämparen kan överföra dimensionerande krafter till grundläggning.

Teknisk lösning

Förankring av ställineräcke ska vara inspekterbar.

Förankring ska ske av räckesände, före och efter stor riktningsändring samt vid öppningsbar övergång.

DF25. Räckeskomplettering/ Vägräcke/ Räckesförankring till annat räcke

Funktion

Räcke med högre kapacitetsklass får normalt utgöra förankring för anslutande räcke med lägre kapacitetsklass. Sådan hopkoppling ska uppfylla krav på övergång enligt DF26.

Teknisk lösning

Förspända räckens typ ställineräcken får inte förankras i andra räckens utan att särskilda åtgärder vidtas för att föra ner dragkrafterna i mark.

En öppningsbar övergång godtas inte som del i förankring eller som kraftöverföring mellan anslutande räckens

DF25. Räckeskomplettering/ Vågräcke/ Krockdämpare

Funktion

Krockskydd i form av krockdämpare ska vara avledande/riktningsgivande (redirective) och uppfylla krav för enligt SS-EN 1317-3.

Teknisk lösning

En krockdämpare får inte förankras i asfalt.

DF25. Räckeskomplettering/ Vågräcke/ Räckesavslutning

Funktion

Energiabsorberande räckesavslutningar får endast användas där utvinkling inte är möjlig.

Räckesavslutningar får inte medföra rampeffekt.

DF25. Räckeskomplettering/ Vågräcke/ Energiupptagande räckesavslutning

Funktion

En energiupptagande vågräckesände ska minst uppfylla krav enligt SS-ENV 1317-4.

DF25. Räckeskomplettering/ Vågräcke/ Ej energiupptagande räckesavslutning

Funktion

Räckesavslutning får inte vara penetrerande. Avslutning av ställineräcke i nedströmsände av räcke ska vid påkörning från räckeshållet kunna lösa ut så att ett påkörande fordon inte fastnar.

DF25. Räckeskomplettering/ Räckesreflexer

Teknisk lösning

Räckesreflexer ska vara utformade och utförda på mitträcken för alla vägar med $VR \geq 80$ km/h där belysning inte ska utföras. Krav på räckesreflexer framgår av VGU, Vägmarkering och vägkantsutmärkning.

DF26. Övergång mellan räckestyper

Funktion

En övergång mellan olika räcken ska utjämna kapacitets- och deformationsegenskaper så att sannolikheten för t ex fickbildning och skador orsakade av plötsliga variationer minimeras. Den ska även kunna

överföra förekommande laster. En övergång ska ha en kapacitetsklass som inte understiger den lägsta eller överstiger den högsta hos de två hopkopplade räcken samtidigt som arbetsbredden inte överstiger den högsta hos dessa räcken.

Teknisk lösning

I övergångens längsled ska styvheten i tvärled variera kontinuerligt mellan de anslutna räckenas styvheter.

Alla längsgående delar på varje räck ska via kopplingselement med motsvarande hållfastheter och styvheter vara förbundna med det andra räcket. Hållfastheten i varje förband ska inte understiga hållfastheten hos skarvar i anslutande räcken.

I längsled ska höjdläget hos varje kopplingselement ändras kontinuerligt utan steg, lutningen hos dessa delar får inte överstiga 8%.

Längsgående delars sidoläge ska variera kontinuerligt utan steg mellan förbundna räcken, vinkeln mot anslutande räckens trafiksida får inte överstiga 5°.

DG. Trafikledningsanordning

Funktion

Trafikledningsanordningar placerade inom säkerhetszonen och som inte skyddas av räck eller motsvarande ska vara eftergivliga. Anordning bedöms som eftergivlig om den minst uppfyller krav för skaderiskklass 1 för vald hastighetsklass enligt SS-EN 12767 – stolpe för trafikledningsanordning av enkelt rör med cirkulärt eller kvadratisk tvärsnitt och med största tvärmått och godstjocklek 63 respektive 3 mm anses uppfylla krav på eftergivlighet för klass NE100 enligt SS-EN 12767 utan provning om röret är tillverkat av material med karakteristisk hållfasthet f_{yk} som inte överstiger 355 MPa.

Teknisk lösning

Eftergivliga stolpar ska väljas enligt VGU del Väg- och gatuutrustning kap 3, Eftergivlig väg- och gatuutrustning.

Kontroll

Kontroll ska ske genom redovisning av intyg som visar att krav uppfylls.

DG1. Vägmarkering

Omfattning

Väg 27 km 0/000-0/300 2+2 väg, 0/300-0/380 cirkulation, 0/380-6/250 2+1 väg med av- och påfarter, Anslutande väg från Viared industriområde 0/000-0/600 1+1 väg .

Avfart till Väg 41, 0/000-0/600, norra sidan.

Påfart från Väg 41, 0/000-0/600, norra sidan.

Påfart från Väg 41, 0/000-0/600, södra sidan.

Avfart till Väg 41, 0/000- 0/489, södra sidan.

Väg 41, 1+1 väg med cirkulationer 0/000- 0/700.

Anslutande väg till Skjutbanegatan 0/100-0/270 1+1 väg

Avfart till Väg 1610, 0/000-0/550, norra sidan.

Påfart från Väg 1610, 0/070-0/400, norra sidan.

Avfart till Väg 1610, 0/000-0/400, södra sidan.

Påfart från Väg 1610, 0/000-0/550, södra sidan.

Väg 1610 med cirkulationsplatser 0/000-0/500

Anslutande väg till Väg 1640, 0/000-0/630 1+1 väg.

Funktion

Vägmarkering ska vara utformad enligt Vägmärkesförordningen, SFS 2007:90 och Transportstyrelsens föreskrifter TSFS 2010:171 om vägmarkeringar samt VGU, Vägmarkering och vägkantsutmärkning.

Vägmarkeringarna ska vara utformade och utförda enligt TBT Vägmarkering, kapitel 2-5 samt 7

Teknisk lösning

Vägmarkering ska utföras enligt TBT Vägmarkering, kapitel 6.

Vid beläggning på trafikerad vägbana ska åtgärdstider för vägmarkeringsklass 1-2 tillämpas enligt TBT Vägmarkering, kapitel 8 och 13.

Kontroll

Funktion

Vägmarkeringarna kontrolleras enligt VVMB 501. Vid kontroll gäller att:

- entreprenaden ska utgöra ett mätobjekt
- kontroll ska utföras på alla vägar
- omfattning ska bestämmas med faktorn $k = 1$.
- längsgående markering i vått och torrt ska ske med mätbil s.k. ecodyn, metodbeskrivning för mobil mätning, bilaga VV publikation 2009:22 Kontrollmätning av längsgående vägmarkering med mätbil
- mätning ska ske i oktober månad under garantitiden (2 år).
- kontrollmätning ska vara gjord och redovisad av oberoende part inför slutbesiktning och garantibesiktning av vägmarkering.

Teknisk lösning

Kontroll ska ske genom mätning.

En kontrollmätning ska vara gjord och redovisad av oberoende part inför slutbesiktning och garantibesiktning.

DG13. Övrig markering/ Bullerräfflor

Teknisk lösning

Kanträffling ska utföras enligt VV publikation 2006:37 (säker framkomlighet).

DG2. Vägmarke, vägskyt

Omfattning

Vägvisning som enligt trafikregleringsplan ska utföras utanför gällande arbetsområde ombesörjs av Beställaren.

All vägvisning och placering av vägmärken inom arbetsområdet ska utföras av Entreprenören.

För vägvisning ska detaljerad skyltritning upprätta, som detaljerat uppger utseende. Upprättas enligt VGU vägmärken, dessa ska godkännas av Beställaren innan tillverkning får ske. Placering av vägvisning enligt VGU vägmärken, Entreprenören och Beställaren ska vara överens om placering.

Funktion

Vägvisning ska klargöra för alla trafikanter på ett säkert och effektivt sätt såväl i dagsljus som i mörker hur de ska köra och vilken väg de bör välja för att ta sig till sitt resmål. Vägmärken ska klart visa de regler och bestämmelser som trafikanten ska följa.

Vägvisning ska utföras och utformas enligt VVFS 2006:66.

Vägvisningsmål anges i Ritning 000T4001, 000T4002, 000T4003, 000T4004 och 000T4005" samt skyltförteckning. .

Vägmärken ska utformade och utförda enligt:

- Vägmärkesförfordningen, SFS 2007:90.
- Vägverkets föreskrift VVFS 2007:305 om vägmärken och andra anordningar med ändringar t o m Trafikverkets föreskrift TRVFS 2010:21 Bekantgörande av författning som ändrar en författning i Trafikverkets författningssamling.
- Transportstyrelsens föreskrifter TSFS 2010:172 om ändring i Vägverkets föreskrifter VVFS 2007:305 om vägmärken och andra anordningar.
- Vägverkets föreskrifter VVFS 2008:272 om storlekar på vägmärken och andra anordningar med ändringar t o m Vägverkets föreskrifter VVFS 2008:379 om ändring i Vägverkets föreskrifter VVFS 2008:272 om storlekar på vägmärken och andra anordningar.

Vägmärken ska ha reflexfolie av högre reflekterande typ och dimensioneras och konstrueras så att de får minst 18 års teknisk livslängd.

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

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

För övriga skyltar, exempelvis större lokaliseringmärken och portalplacerade skyltar, godtas följande formfaktorer:

$\mu = 1,15 + 0,05 \text{ l/h}$, dock högst 1,8.

l = största sidlängd.

h = minsta sidlängd.

För skyltar till markplacerade vägmärken med största breddmått 1,6 m godtas att vindlasten placeras centriskt.

Skyltar utsatta för last av plogsnö ska antas belastade inom i SS EN 12899 1 Annex A angiven yta. Lastintensiteten beror på skyltens avstånd från vägbankant och plogningshastigheten, se tabell (DG2.).1.

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

Avstånd mellan vägbanans och vägmärkets kant, m	Plogningshastighet, km/h	
	50	60
	Klass ¹⁾ /kN/m ²	
< 3,0	DSL2/2,5	DSL4/4
3,0 - < 5,0	DSL1/1,5	DSL3/3
5,0 - < 6,0	DSL0/0	DSL2/2,5
6,0 - 7,0	DSL0/0	DSL1/1,5

¹⁾ klassbeteckningar enligt SS-EN 12899-1

Plogningshastighet för Väg 27 ska vara 60 km/h

Skylt inklusive stolpe ska uppfylla under DG42 angivna krav i bruksgränstillstånd.

Vägmärken ska vara vinklade och reflekterande på sådant sätt att de syns optimalt och inte bländar trafikanter.

Vägmärken ska vara monterade i raka montage vertikalt och horisontellt.

Vägmärken får inte skymmas av belysningsanordningar e.d. Körfältsvägvisare i portal ska vara monterade med horisontell underkant.

Teknisk lösning

Vägmärken ska ha reflexmaterial som minst uppfyller krav för CR1 RA2 enligt SS-EN 12899-1. Vägmärken på portaler ska ha mikrop Prismatiskt reflexmaterial som uppfyller krav enligt Handbok Vägmärken tabell 5.5. Olika reflexmaterial får inte blandas i samma uppsättning.

Vägmärken ska vara märkta med en etikett som anger typ av reflexmaterial, fabrikat, vägmärkestillverkare, tillverkningsår samt garantitid. Etiketten ska vara permanent häftande och klart läsbar garantitiden ut. Etiketten placeras på märkets baksida: på lokaliseringmärken i nedre högra kanten, på standardvägmärken i högra delen av märket.

Efter överenskommelse mellan Entreprenören och Beställaren utförs cykelvägvisning, Entreprenören och Beställaren ska vara överens om placering och utformning.

Vägvisning och vägmärken ska utföras enligt ritningarna 000T4001, 000T4002, 000T4003, 000T4004 och 000T4005, samt skylt- och vägmärkesförteckning.

Delen Viared 0/000- Kråkered 6/260.

Delen Väg 41 0/000-0/600

samt av och påfarter Kråkereds trafikplats 0/000-0/600, 0+0/600.

Delen Väg 1610 0/000-0/500

samt av och påfarter Osdals trafikplats 0/000-0/550, 0/025-0/400, 0/000-0/450 och 0/000-0/550

Vägmärken ska placeras enligt VGU, Vägmärken.

Markplacerade vägmärken ska monteras vertikalt, lutningen får inte överstiga 1° relativt lodlinjen.

För att undvika bländning ska lokaliseringsmärken vinklas ca 5° från väglinjen, se Handbok Vägmärken avsnitt 7.4.

Kontroll

Innan fundament grävs ner ska Entreprenör markera plats för fundament och detta ska gemensamt besiktigas av tillsammans med Beställaren på plats.

DG3. Kantstolpe

Omfattning

Väg 27 0/000 -6/250.

Av- och påfarter till Väg 41,

Väg 41.

Av- och påfarter till Väg 1610

Väg 1610 med cirkulationsplatser

Anslutande väg till Väg 1640

Teknisk lösning

För placering och utformning gäller VGU, Vägmarkering och vägkantsutmärkning.

Kantstolpar sätts normalt med c/c 50 m.

Vid kurvradier, då tre stolpar inte syns i en följd samt vid montage i mitträcken, halveras dessa avstånd. Vid horisontalradier < 700 m ska kantstolpar vara placerade med c/c 25 m och vid vertikalradier < 2500 m ska kantstolpar vara placerade med c/c 25 m.

Vid extrema förhållanden, övergångar på 2+1-vägar och liknande förhållanden, monteras kantstolpar mellan vägbanorna med ett inbördes avstånd om 10 m.

Kantstolpar ska alltid utföras genomgående och vid räcke placeras i linje med räckesstolparna.

Reflektorer ska vara vita utom vid busshållplats, parkeringsplats och korsning/anslutning, då de ska vara gula.

DG4. Portal, stolpe för trafikledningsanordning

Funktion

Fundament till portaler ska ha en teknisk livslängd av minst 40 år.

Stolpar och portalben ska ha en teknisk livslängd av minst 20 år.

Portaler ska i såväl brott- som bruksgränsstadiet dimensioneras för att i framtiden möjliggöra en utökning med 25 % av skyltarean.

Material och bärare ska uppfylla krav på bärförmåga, stadga och beständighet under de förutsättningar som råder på platsen.

Fundament får inte placeras i dikesbotten.

Fundament för anordning som inte skyddas av räcke ska placeras så att ingen del sticker upp mer än 0,1 m ovan markytan.

Teknisk lösning

För stålkonstruktioner gäller kapitel 5 i Vägverkets föreskrifter VVFS 2004:31 om bärförmåga, stadga och beständighet hos byggnadsverk vid byggande av vägar och gator med följande tillägg:

- Stålkonstruktioner ska utföras enligt krav i AMA Anläggning 10 GBD.1 med ändringar och tillägg enligt TRV AMA Anläggning 10.
- För material ska slagseghetsprovningsen vara specificerad vid temperatur 0° C eller därunder.
- För utmattningsbelastade konstruktioner ska utförandeklass EXC 3 enligt SS-EN 1090-2 tillämpas.
- Svetsning ska utföras på fabrik.
- Material ska levereras med kontrollintyg 3.1 enligt SS EN 10 204. Vid leverans av stål S235 JR och S275 JR, enligt SS EN 10 025, med godstjocklek under 25 mm får kontrollintyg 3.1 enligt ovan ersättas med kvalitetsintyg 2.2 enligt SS EN 10 204.

För aluminiumkonstruktioner gäller kapitel 10 i Vägverkets föreskrifter VVFS 2004:31 om bärförmåga, stadga och beständighet hos byggnadsverk vid byggande av vägar och gator med följande tillägg:

Aluminiumkonstruktioner ska utföras enligt krav i AMA Anläggning 10 GBE.1 med ändringar och tillägg enligt TRV AMA Anläggning 10.

- För utmattningsbelastade konstruktioner ska utförandeklass EXC 3 enligt SS-EN 1090-3 tillämpas.
- Svetsning ska utföras på fabrik.
- Material ska levereras med kontrollintyg 3.1 enligt SS-EN 10204.

Stolpars eller portalbens avvikelser från lodlinjen får inte överstiga 5 mm/m.

DG41. Portal

Funktion

Fundament till portaler ska ha en teknisk livslängd av minst 40 år.

Portaler ska uppfylla krav i brott- och bruksgränstillstånd enligt Vägutrustning 94 kap 2.5.

Portaler ska i såväl brott- som bruksgränsstadiet dimensioneras för att i framtiden möjliggöra en utökning med 25 % av skyltarean. Krav på överskjutande kapacitet avser även grundläggningen.

Portaler ska uppfylla krav på fritt rum enligt VGU.

DG42. Stolpe för trafikanordning

Funktion

Stolpe ska uppfylla krav i brott- och bruksgränstillstånd.

Dimensionering ska ske för inverkan av egentyngd, vindlast och last av plogsnö. Last mot trafikanordning ska bestämmas enligt DG2.

Dimensionering kan ske enligt allmänna dimensioneringsregler eller enligt SS-EN 12899-1 och genom beräkning eller provning.

Partialsäkerhetsfaktor PAF1 enligt SS-EN 12899-1 avsnitt 5.2 får användas om annat inte anges.

För fasta vägmärken med skyltarea understigande 0,7 m² monterade med överkant skylt maximalt 3,5 m över markyta godtas bärare av stålrör med karakteristisk hållfasthet fyk minst 235 MPa, ytterdiameter minst Ø 60 mm och vägg tjocklek minst 2,25 mm utan särskild dimensionering för last av vind eller plogsnö.

Stolpar inom säkerhetszonen ska vara eftergivliga vid påkörning eller vara placerade bakom räcke.

Krav på eftergivlighet framgår av, VGU, Väg- och gatuutrustning, kap 3 Eftergivlig vägutrustning.

Stolpe inklusive trafikanordning ska beträffande temporära utböjningar och vridningar minst uppfylla krav för klass TDB4 respektive TBT4 enligt SS-EN 12899-1 avsnitt 5.4.

DH. Belysningssystem

Omfattning

Belysning ska uppföras på följande platser:

- För cirkulationsplatsen vid Väg 27 i Viared, km 0/340, och anslutande vägar från befintligt Viaredsmot samt ny sträckning av Viaredsvägen Lv_31 och ny anslutning till befintlig bensinstation Shell. Belysning avslutas med 75 m efter cirkulationsplatsen på huvudväg. I rondellens mitt placeras en belysningsstolpe med flera armaturer.
- För vägkorsning vid Tränningstorp, km 2/300 och Gässlösa, 3/700 gäller utbredningen av belyst område till huvudväg med början 75 m innan respektive avfart till 75 m efter respektive avfart. På mindre anslutande väg till väg ska belysningen omfatta max 3 vägbredder, mätt på normalbredden på den anslutande vägen.
- För cirkulationsplatserna vid Väg 1610 i Osdal och Väg 41 i Kråkered, gäller utbredningen av belyst område till belysning huvudväg med början 75 m innan respektive infart i cirkulationerna. Befintlig belysning i norra delen av Väg 1610 rivs och ersätts med likvärdig belysning som ny anslutande väg. I rondellernas mitt placeras en belysningsstolpe med flera armaturer.
- För trafikplats Osdal, km 2/900-3/100 och Kråkered, km 5/600-6/100 gäller utbredningen av belyst område till 75 m innan respektive korsning, till 35 m efter respektive korsning. Vägport och väg mellan de två cirkulationerna ska belysas med en övergång till befintlig Väg 1610 respektive Väg 41.
- För Lv 34.
- För Env 36 Viared
- För Env 367

- För Gc-väg 371 Viared, km 0/175 och bro 15-1778-1 över Väg 27. För Gc-väg 373 Osdal samt under och på Bro 15-1782-1 och Gc-väg 376 utmed Väg 1610.
- För pendelparkeringen i Kråkered.
- För busshållplatser i Viared, Osdal och Kråkered.
- Övergångställen i Osdal (3 st) och Kråkered (1 st)

Effektbelysning används för att betona formerna hos huvudbalkar och bropelare för projektets viktigare broanläggningar under dygnets mörka timmar, se nedan.

Effektbelysning av följande broar ska utföras:

- För Bro 15-1782-1 över GC-väg 373, Viskadalsbanan, Väg 1610 och GC-väg 376 vid tpl Osdal
- För Vägbro 15-1783-1 över Viskan öster om tpl Osdal
- För Vägbro 15-1786-1 över Väg 41 och enskild väg vid tpl Kråkered

Funktion

Belysning ska bidra till trafikrummets synbarhet, rumsliga gestaltning och atmosfär. I synbarhet inkluderas effekter på visuell ledning, funktionsuppfattning, konfliktuppfattning samt påverkan av bländning.

Krav på belysningsklasser och nivåer för trafikplatser, cirkulationsplatser och vägar på landsbygd gäller enligt följande.:

- För cirkulationsplatser och trafikplatser gäller belysningsklass CE3 enligt VGU samt regionala riktlinjer VVÅ 2001:01.
- För väg från befintlig cirkulation RV40 till ny cirkulation Väg 27 i Viared, km 0/340 gäller belysningsklass MEW4 enligt VGU samt regionala riktlinjer VVÅ 2001:01.
- För väg Env 36 Viared, Env 367 gäller MEW5 enligt VGU
- För väg Lv 34 gäller MEW4 enligt VGU
- För GC-vägar gäller belysningsklass S3 enligt VGU.
- För informationsplatser gäller att informationstavlor belyses så att god läsbarhet erhålls. I zon för parkerade bilar, med utbredning till hela informationsplatsens yta, gäller belysningsklass CE4 enligt VGU.
- Belysning för övergångsställe utför enligt "Rutin för utförande belysning av övergångsställe/passage" [0C075300]

Effektbelysning av broar

Syftet är att lyfta fram broarna och framhäva brons form även nattetid. Detta utföres med ett kallare ljus än övriga delar av vägbelysningen men för bågbro 15-1783-1 ska bågens färg accentueras med en varmare ljus på insidan av varje båge. Med detta får trafikanter och gående en bättre rumsuppfattning. För broar 15-1782-1 och 15-1786-1 framhävs främre huvudbalkar samt bropelare.

Teknisk lösning

Belysningssystem ska utföras enligt följande krav:

- Trafikverkets krav och rekommendationer i VGU samt regionala riktlinjer VVÅ 2001:01.

- Svensk standard SS437 01 40 (Anvisningar för anslutningar av lågspänningsinstallationer till elnätet).
- EBR-standard KJ 41:09 Kabelförläggning.
- Elinstallationer ska vara utförda med materiel som är fabriktillverkat och katalogfört.
- Gällande starkströmsföreskrifter.
- Kraftleverantörens anvisningar.
- Komponenter ska märkas och littereras enligt VV Publikation 2007:54 (systemnummer och komponentbeteckningar) samt enligt gällande version av PM Märkning Ytvägnätet.

Kontroll

Kontroll ska ske genom redovisning av intyg från tillverkare som visar att krav uppfylls.

Entreprenören ska även kontrollera genom att utföra, protokollföra och redovisa följande provningar. isolationsmätning av fasledare och PEN ledare

- provning kontinuitet hos skyddsledare, PEN-ledare och potentialutjämningsledare
- kontrollera att krav i utlösningsvillkor uppfylls
- funktionsprovning av styrsystem
- funktionsprovning av belysningssystem
- belysningsmätning.

DH1. Belysningsarmatur

Teknisk lösning

Armaturer på Trafikverkets vägar ska vara avsedda för högtrycksnatrium i gatumiljö för fordonstrafik. Typ av fabrikat Thorn Civic med kupat glas eller likvärdigt.

Armaturer på kommunala vägar ska vara avsedda för högtrycksnatrium i gatumiljö för fordonstrafik. Typ av fabrikat HH Design, Norden 6201 eller likvärdigt.

Armaturer för Gc-väg ska vara avsedda för keramisk metallhalogen av högtryckstyp. Typ av fabrikat HH Design, Norden 6201 eller likvärdigt.

Armaturer på bro 15-1778-1 och bro 15-1782-1 ska monteras infällt/dolt i räckena på båda sidor och vara kontinuerlig samt väl avbländad ingen störande bländning får förekomma varken för fotgängare eller bilister. Typen ska vara LED-belysning av fabrikat från Luxlight med tillhörande driftdon eller likvärdigt. Principen för belysning av bron ska vara enligt bilaga 8 (OC075800).

Armaturer för vägport på Gc-väg ska vara avsedda för lysrör. Typ av fabrikat Malux C95 Titan eller likvärdigt.

Armaturer för belysning på för övergångsställe utförs enligt bilaga 3 "Rutin för utförande belysning av övergångsställe/passage" (OC075300)

Samtliga armaturer för effektbelysning skall förses med avbländningsskydd i tillräcklig omfattning så att ingen störande bländning uppstår för bilister och fotgängare. Typ av bländskydd skall framtagas i samband med provbelysning.

Armaturer för effektbelysning av bro 15-1782-1 ska vara av typen Fagerhult, Simes Megafocus 250 W eller likvärdigt. Dessa monteras på utsidan av främre huvudbalk 1 st i vid varje landfäste. Totalt 4 st. Effektbelysning av pelare på denna bro ska vara Erco Focalflood Facade luminaire 22 w eller likvärdigt 2st på varje pelare. Principen för belysning av bron ska vara enligt bilaga 5 (0C075500).

Armaturer för effektbelysning av bro 15-1783-1 ska vara av typen Fagerhult, Simes Megafocus 250 W eller likvärdigt. Dessa monteras på insidan av bågarna längs ner mot landfästena 2 st en på varje sida om hängstagen . Totalt 8 st. Principen för belysning av bron ska vara enligt bilaga 6 (0C075600).

Armaturer för effektbelysning av bro 15-1786-1 ska vara av typen Fagerhult, Simes Megafocus 250 W eller likvärdigt. Dessa monteras på utsidan av främre huvudbalk 1 st i vid varje landfäste. Totalt 4 st. Effektbelysning av pelare på denna bro ska vara Erco Focalflood Facade luminaire 22 w eller likvärdigt 2st på varje pelare. Principen för belysning av bron ska vara enligt bilaga 5 (0C075500).

Armaturer ska vara försedda med konventionella driftdon av lågförlusttyp.

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

Samtliga komponenter ska vara monterade så att de inte tar skada av vibrationer.

I tunnel, vägport o d, där rengöring avses ske genom spolning av vatten eller rengöringsvätska ska armatur vara utförd så att den uppfyller kraven för kapslingsklass IP 65.

Armaturer ska riktas med avseende på ljusutbredning och eventuell bländningsrisk.

Effektbelysning på broar ska provbelysas och utvärderas innan beställning av armaturer i samråd med Beställaren.



Figur (DH1).1 Datorgenererad modellvy för effektbelysning av bro 15-1782-1 (Osdal) .

Teknisk lösning

Belysningsarmaturer ska försees med märkning enligt figur YTB/1 i RA EL 09 och vara läsbar från marken och i färdriktningen utvisande isatt lamptyp.

DH2. Belysningskälla**Funktion**

Ljuskällor ska väljas med största möjliga miljöhänsyn, vilket bl.a. innebär minimerat kvicksilverinnehåll och största ljusutbyte.

Avser högtrycksnatrium

Ljuskällan ska ha en "servicelife" på minst 24 000 timmar, samt vara av typen "förhöjt ljusutbyte". Den ska även vara skaktålig.

Avser metallhalogen

Ljuskällan ska ha en "servicelife" på minst 16 000 timmar, samt vara av typen "förhöjt ljusutbyte". Den ska även vara skaktålig. Färgtemperatur ska vara 3000 K.

Avser metallhalogen för effektbelysning av bro 15-1782-1 och 15-1786-1

Ljuskällan ska ha en "servicelife" på minst 16 000 timmar, samt vara av typen "förhöjt ljusutbyte". Den ska även vara skaktålig. Färgtemperatur ska vara 4000 K.

Avser metallhalogen för effektbelysning av bro 15-1783-1

Ljuskällan ska ha en "servicelife" på minst 16 000 timmar, samt vara av typen "förhöjt ljusutbyte". Den ska även vara skaktålig. Färgtemperatur ska vara 3000 K.

Avser lysrör

Ljuskällan ska ha en "servicelife" på minst 48 000 timmar, samt färgtemperatur 3000 K. Den ska även vara skaktålig.

Avser Led-belysning infällt/dolt i räcken bro 15-1778-1 och bro 15-1782-1

Armaturen inklusive driftdon ska ha en livslängd på minst 60 000 timmar. Färgtemperatur 3000 K.

Avser Led-belysning på pelare på bro 15-1782-1 och 15-1786-1

Armaturen inklusive driftdon ska ha en livslängd på minst 60 000 timmar. Färgtemperatur 4000 K.

DH3. Belysningsstolpe, belysningsmast

Funktion

Dimensionerande teknisk livslängd för belysningsstolpar och master ska vara 25 år och belysningsarmaturer ska vara utformade för teknisk livslängd av 15 år.

Eftergivliga uppfångande stolpar ska väljas enligt VGU del Väg- och gatuutrustning kap 3, Eftergivlig väg- och gatuutrustning. Stolpar skall ej vara av Aluminium.

Stolpar och master ska uppfylla krav på beständighet samt på bärförmåga och stadga i såväl brott- som bruksgränstillstånd och under de förutsättningar som råder på platsen.

Partialsäkerhetsfaktorer för klass A enligt SS-EN 40-3-3 avsnitt 5 ska användas.

Dimensionering ska ske för inverkan av egentygnd och vindlast. För stolpar som strömförsörjs med luftledning ska även islast på linor medräknas.

Stolpe med armatur ska beträffande horisontella och vertikala utböjningar minst uppfylla krav för klass C enligt SS-EN 40-3-3 avsnitt 6.5.

Stolpar och masters placering och höjd samt armaturers egenskaper och placering ska vara så att kraven på belysningskvalitet uttryckt som belysningsnivå, -styrka, -jämnhet och bländtalsindex för väganläggningen och dess delar kan uppfyllas för såväl torra som våta vägbanor.

Stolpe eller mast ska ha fullgott korrosionsskydd och galvaniska strömmar får inte uppstå. Vid behov ska stolpar vara utförda med förstärkt korrosionsskydd 1 m ovan mark.

Stolpe får ha en maxhöjd på 12 m och vara med kort arm på väg

Stolpe för GC-vägar och vägar Env 36 Viared, Env 367, LV 34 ska vara stål stolpe med förstärkt rostskydd 1 m ovan mark

Stolpe på befintlig Viaredsväg ska vara likvärdig befintlig och vara med förstärkt rostskydd 1 m ovan mark.

Stolpe för övergångsställe utför enligt "Rutin för utförande belysning av övergångsställe/passage" [0C075300]

Riktningen på stolpar ska både i vridning och höjdinkel anpassas till beräkningar och belysande väg. Avvikelse får max vara 50 mm per m i vridning och 5 mm per m i höjdinkel.

Stolpes avvikelse från lodlinjen får inte överstiga 5 mm/m

Fundament som inte står i skydd av vägräcke e.d. ska placeras så att inte någon del av fundamentets överyta blir belägen högre än 0,1 m över färdig mark.

Belysningsstolpar på bro ska utföras enligt TRVK Bro 11 kap G.12

Teknisk lösning

Stolpsäkringslucka ska orienteras i trafikens frånriktning.

Gruppcentral i stolpe ska vara utformad som TN-S system, där PE- och N-ledare ska ha egen plint.

Om skyddsledare anslutes i stolpe med förskruvning ska den ha taggbricka.

Märkning

Belysningsstolpe ska vara CE-märkt enligt någon av följande produktstandarder: SS-EN 40-5, SS-EN 40-6 eller SS-EN 40-7.

Stolp- fundament- och armaturlista ska upprättas.

Stolpsnummer ska dokumenteras i all dokumentation tillhörande projektet. Numrering ska ske enligt Beställarens system. Observera att både komponentdata och det regionala märkningssystemet ska användas

DH4. Styrsystem för belysning

Funktion

Styrutrustning för Trafikverket av typ Capelon SC200 styrcentral

Teknisk lösning

Styrutrustning, tillhandahålls av Beställaren och monteras i respektive belysningscentral enligt leverantörens anvisningar.

Beställarens kontakt:

Berth Torsson

Tel: 010-123 78 38

Mail: berth.torsson@trafikverket.se

DK. Elsystem och telesystem

Kontroll

Kontroll ska ske genom redovisning av intyg från tillverkare som visar att krav uppfylls.

- Entreprenören ska även kontrollera genom att utföra, protokollföra och redovisa följande provningar: isolationsmätning av fasledare och PEN ledare
- provning kontinuitet hos skyddsledare, PEN-ledare och potentialutjämningsledare
- kontrollera att krav i utlösningsvillkor uppfylls
- funktionsprovning .

DK. Elsystem och telesystem/ Kabelskåp

Teknisk lösning

Alla i skåp ingående ståldetaljer ska vara varmförzinkade eller utförda av rostfritt stål. Skåpen ska vara utförda för TN-C-system.

Kabelskåp ska vara utfört i lägst kapslingsklass IP 44.

Kabelskåp ska utföras med 30% reservplats för framtida utbyggnad.

Komponent i skåp ska vara utförd och monterad så att alla delar uppnår minst kapslingsklass IP 20.

Kabelskåp förses med utvändig märkning "TRAFIKVERKETS BELYSNINGSCENTRAL" samt anläggningens Littera. Märkning av komponenter utför enligt VV Publikation 2007:54

Kabelskåp förses med utvändig märkning "BORÅS STADS BELYSNINGSCENTRAL" samt anläggningens Littera. Märkning av Borås Stads anläggning ska utföras enligt EBR KJ 31:02 Kabelskåp och SS 437 01 40 anslutning av lågspänningsinstallationer till elnät.

Förutom märkning av apparater ska invändig märkning utgöras av gruppförteckning och gruppsschema.

För utgående huvudledningar ska schema visa centralen och dess matningsområde, ledningar och anslutna platsutrustningar. På schemat införs beteckningar som motsvarar märkningarna.

Schema ska ange:

- matande och utgående kablar samt kablarnas längd
- ledararea
- högsta tillåtna säkring
- anslutna objekt.

DK. Elsystem och telesystem/ Apparater i kopplingsutrustning

Teknisk lösning

Apparater i utrustning ska vara godkända för förkommande felströmmar.

Uttag ska förses med personskyddsautomat för max 30 mA felström.

Handmanöverbrytare ska ha 0-Hand-1 manöveromkopplare.

Vid apparat eller apparatenhet ska finnas märkning som identifierar apparaten eller enheten i den tekniska dokumentationen. Märkning ska vara så utförd att den inte följer med apparaten eller enheten vid utbyte.

Manöveranordningar ska förses med manövermärkning.

Vid elkopplare och vid säkring ska med tydlig märkning anges till vilken strömkrets elkopplaren eller säkringen hör.

Vid överströmsskydd i utgående ledning ska finnas:

- uppgift om högsta tillåtna märkström för säkring
- uppgift om minsta ledararea som förekommer i den fast förlagda ledningen.

Inom kopplingsutrymmen ska PEN-ledare märkas med bokstäverna PEN.

Stolpsäkring får max vara 6A.

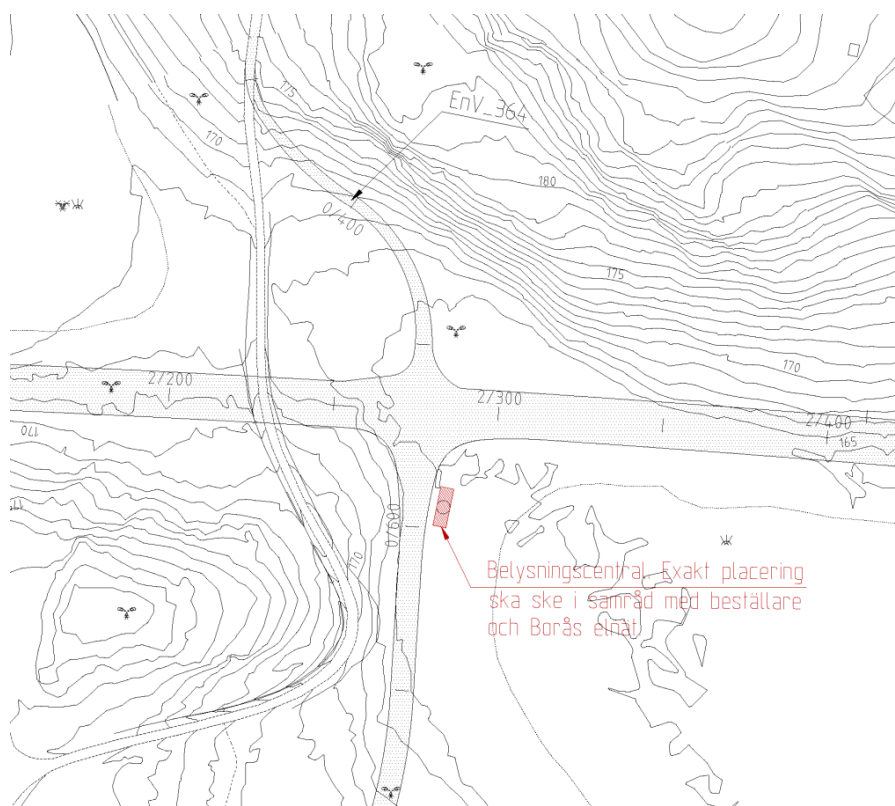
DK. Elsystem och telesystem/ Centralutrustning

Omfattning

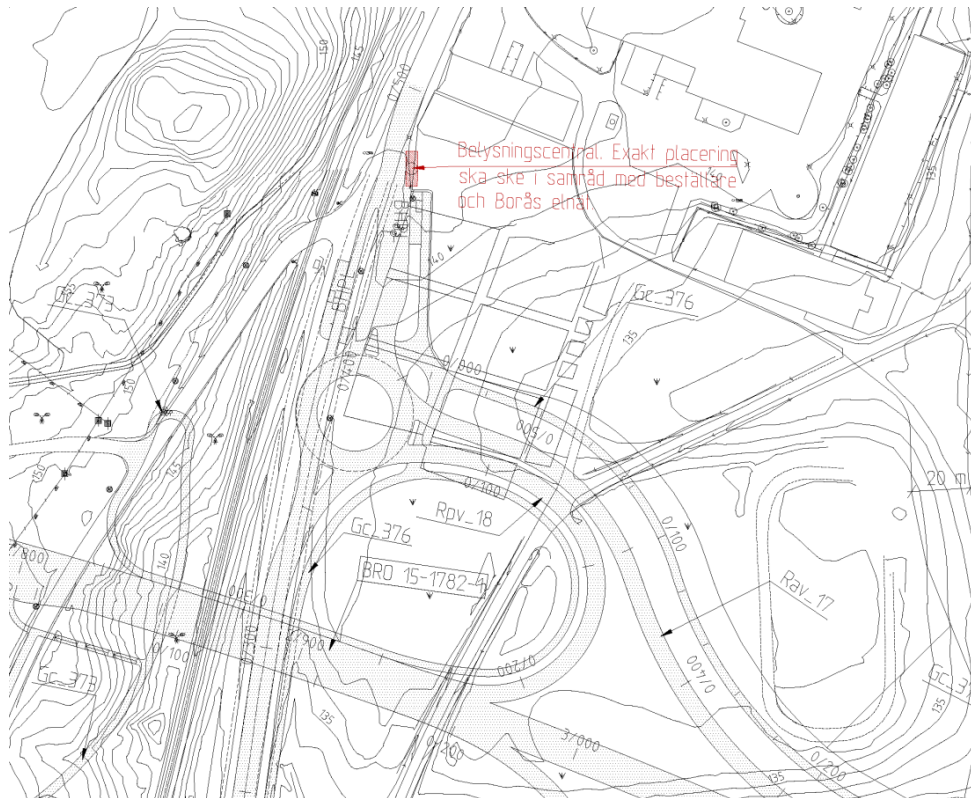
Kabelskåp inklusive belysningscentral med elmätning ska installeras på nedanstående platser.

- Korsning Väg 27 i km 2/270. Placering se figur DK.1.
- Osdal Trafikplats. Placering se figur DK.2.
- Korsning Väg 27 i km 3/700. Placering se figur DK.3
- Kråkered Trafikplats. Placering se figur DK.4.

Beställaren står för nätanslutningsavgiften.



Figur (DK).1 Förslag på placering av belysningscentral i korsning Väg 27 i km 2/270. OBS storlek på belysningscentral är ej skalenlig



Figur (DK).2 Förslag på placering av belysningscentral i Osdal Trafikplats. OBS storlek på belysningscentral är ej skalenlig



Figur (DK).3 Förslag på placering av belysningscentral i korsning Väg 27 3/700. OBS storlek på belysningscentral är ej skalenlig



Figur (DK).4 Förslag på placering av belysningscentral i Kråkered Trafikplats. OBS storlek på belysningscentral är ej skalenlig

Kabelskåp inklusive belysningscentral för Borås Stad ska finnas i vaje ände av Bro 15-1778-1.

Funktion

Separata infällda centraler ska finnas för anslutning till belysning i bro 15-1782-1 och 15-1786-1 i varje brofäste. Separat infälld central ska finnas för anslutning till belysning i bro 15-1783-1 i västra brofästet. Gällande belysning i GC-väg 373 under bro samt på bro ska denna infällda central anslutas till Borås Stads befintliga belysningsanläggning.

Kabelskåp inklusive belysningscentral placeras utanför vägområde i anslutning till farbar väg eller GC-väg. Alternativt ska plats medges för servicefordon.

Förnamälan för resp ny belysningscentral med elmätning ska göras hos Borås Elnät

Teknisk lösning

Varje armatur för vägbelysning ska avsäkras i stolpcentral och anslutas till separat säkringssockel i gruppcentraler eller stolpcentraler. Anslutning av armatur ska med separat skyddsledare.

Gruppcentral ska när lucka öppnats, vara beröringsskyddad i lägst kapslingsklass IP 2x. När lucka är tillsluten ska gruppcentral hålla lägst kapslingsklass IP 43.

Belysningscentral med elmätning ska installeras i kabelskåp.

DK. Elsystem och telesystem/ Kablar

Funktion

Kablar ska dimensioneras för att strömförsörja väganläggningens belysningssystem.

Teknisk lösning

Kablar ska förläggas enligt EBR KJ 41:09

Kablar i mark ska utföras med typen N1XE 4G16 (halogenfri), färg svart.

Kablar i mark förläggs i släta skyddsror.

Vid fundament för kabelskåp ska kabel förläggas med 0,5 m extra längd i mark.

Kabel mellan stolpcentral och armatur ska vara fåtrådig, skärmad och halogenfri och ha en extra längd av 0,5 m, så att armaturen lätt kan bytas. Om kabeln förläggs utvändigt ska den även vara UV-beständig.

Kabelförläggning intill fundament får inte ske innan fundament är satt och återfyllning (väl packad) är utförd till den nivå på vilken kabeln ska förläggas.

Kabel får inte förläggas helt sträckt.

Vid övergång mellan förläggning i mark och ovan mark ska kabeln skyddas mot mekanisk åverkan genom att dras i syrafast rostfritt rör från 0,3 m under färdig mark till 1,5 m över färdig mark.

Markförlagd kabel ska normalt ej vara skarvad.

Kabel i eller på belysningsstolpe får inte vara skarvad.

Kablar i rör får inte vara skarvad.

Efter kabeldragningen i rör ska kabelrörs ände noggrant tätas med skumplast e.d.

Märkning ska utföras enligt bilaga 4 ”PM-märkning krav på märkskyltning av ytvägnätet” (OC075400).

Samtliga nya kablar ska märkas i respektive ände med märkhylsor som anger centralbeteckning och gruppnummer.

Kabeländar på Beställarens ledningar ska märkas med ”IN” för inkommande och ”UT” för utgående samt vilken stolpe/belysningscentral respektive ledning är ansluten till i andra ändan.

Märkning ska utföras med skyltar av flerskiktspplast med texthöjden 5 mm, skyltarna fästes med bandklammer på kabeln.

Ledningar i skåp och stolpar ska märkas med gula märkhylsor typ Partex eller likvärdig.

Utvändiga ledningar exempelvis hängkabel ska märkas med motsvarande UV-beständiga skyltar.

DK. Elsystem och telesystem/ Kabelbrunnar

Teknisk lösning

Brunnar ska finnas vid trafikplatser och broar, samt med ett maximalt avstånd av 100 m. Brunnarna ska vara utformade så att användning inte försvåras genom till exempel vara för djupa eller för trånga.

Schakt för brunnar tillhörande kanalisation ska utföras med god dränering, minst 200 mm makadam i botten, samt materialavskiljande lager av geotextil. Vid behov ska ytterligare dränering anordnas.

Schaktbotten för brunn tätas med geotextil.

Brunnar ska utformas så att underkant rör kommer minst 0,1 m ovanför brunnens botten.

Brunnar utanför körbar yta ska vara av typ Ralaflex eller motsvarande. Betäckningen ska vara med flytande lock, vattentät och dimensionerat för 125 kN.

I körbar yta ska platsgjuten brunn med ej borttagbar lucka användas. Beteckningen ska vara vattentät och dimensionerad för 400 kN.

DK. Elsystem och telesystem/ Kanalisation

Omfattning

Samtliga kablar ska förläggas i rör

Funktion

Sträckorna mellan brunnar ska vara utformade så att kabeldragning inte onödigtvis försvåras genom till exempel kraftiga eller många rörböjar.

Teknisk lösning

Kabelskyddsrör ska uppfylla kraven enligt SS 424 14 37.

Halogenfria kabelskyddsrör ska användas.

Mellan belysningsstolpar ska kabel förläggas i rör typ SRN 50 med flexböjar. Så kallad slang får inte användas. Kabel förlagd i rör får inte skarvas.

Rör utan subslangar ska vara försedda med dragtråd.

Vid förläggning under väg ska rör SRN 50 förläggas inuti ett rör typ SRS 110.

Vid broar ansluts rören så att brons rörelser tillåts.

Vid entreprenadgräns ska rören tätas så att vatten och smuts inte kan tränga in i rören.

Minsta täckning över ingjutning under körbana ska vara 400 mm, utanför körbana minst 250 mm.

Vid förläggning i slänt, anpassas schakt efter anslutning till brunnar.

Mellan rörmynningar får lågpunkter inte finnas.

Vid korsning under belagd yta ska kabelskyddsror avslutas minst 0,5 m utanför vägbanekant i innerslän.

Kontroll

Samtliga rör, där kabel inte ska dras i entreprenaden ska provdras med s.k. tolk.

Tolkar ska vara tillverkade i aluminium i form av klot med dragöglor i båda ändarna och med diameter 85 mm eller 91% av rörens innerdiameter.

Entreprenören ska anmäla förestående provdragning till Beställaren som ska beredas tillfälle att närvara vid provdragningen. Provdagningen ska dokumenteras i form av protokoll där det klart framgår vilka rör-stråk som omfattas av provdragningen samt eventuella anmärkningar. Protokollet ska dateras och signeras av Entreprenören.

DK. Elsystem och telesystem/ Kablar i betongkonstruktion**DK. Elsystem och telesystem/ Kablar i betongkonstruktion// Bro 15-1782-1 över GC-väg, Viskadalsbanan och Väg 1610 vid tpl Osdal****Teknisk lösning**

Samtliga rör för belysning ska gjutas in och döljas så mycket som möjligt. Samtliga rör ska förläggas från infälld central för Trafikverket. Rör för belysning till GC-väg 373 ska mynna ut vid varje huvudbalk ovan GC-väg 373 (3 st). Samtliga rör ska förläggas från infälld elcentral för Borås Stad. Minst ett extra rör för belysning ska finnas.

Alla rör ska förses med galvaniserad dragtråd. Eventuella tomrör ska tätas noggrant.

DK. Elsystem och telesystem/ Kablar i betongkonstruktion// Bro 15-1783-1 över Viskan öster om tpl Osdal**Teknisk lösning**

Kabelrör ska förläggas så att röret göms bakom långsgående sidobalk. Minst ett extra rör för belysning ska finnas. Rören ansluts till infälld central i landfästet. Från infälld central västra sidan förläggs kanalisation och ansluts till kanalisation utanför bron.

Alla rör ska förses med galvaniserad dragtråd. Eventuella tomrör ska tätas noggrant.

DK. Elsystem och telesystem/ Kablar i betongkonstruktion// Bro 15-1786-1 över Väg 41 och enskild väg vid tpl Kråkered**Teknisk lösning**

Samtliga rör för belysning ska gjutas in samt döljas så mycket som möjligt. Minst ett extra rör för belysning ska finnas.

Alla rör ska förses med galvaniserad dragtråd. Eventuella tomrör ska tätas noggrant.

DK. Elsystem och telesystem/ Ledningssystem

Teknisk lösning

Beställarens gatu- och vägbelysningsanläggningar ska utföras för TN-C-system (4-ledar-system), men i stolpe ska utformningen vara av typen TN-S 5 ledarsystem.

Armaturer ska inkopplas på huvudledning med jämn fasfördelning efter varandra; L1, L2, L3.

DZ. Övriga delar i väganläggning

DZ 1. Övriga delar i väganläggning /"Grodbäcken"

Omfattning

Som kompensationsåtgärd ska "Grodbäcken" grävas vid ca km 2/070 till ca km 2/800. Denna detaljprojekteras av Beställaren och delges som PM under anbudstiden. Arbeten relaterat till ovanstående ska utföras i ett tidigt skede innan huvudarbetena påbörjas. Se vidare AFD.43 samt MEG (0N071000).

DZ 1. Övriga delar i väganläggning / Grodpassage med led- armar

Omfattning

På delsträckan mellan ca km 1/970 till km 2/080 ska tre grodpassager anläggas. Dessa detaljprojekteras av Beställaren och delges som PM under anbudstiden. Se vidare AFD.43 samt MEG (0N071000).

DZ 2. Övriga delar i väganläggning / Befintliga konstruktioner / VA- nät

Omfattning

Befintliga vatten-, dagvatten och spillvattenledningar som bedöms påverkas av utformning och utförande av Väg 27, se kapitel C2. Befintliga konstruktioner/ VA-nät.

Funktion

Befintliga ledningars funktion ska säkerställas under byggskedet och efter genomförd nybyggnad av väganläggning. Se kapitel C2. Befintliga konstruktioner/ VA-nät.

Teknisk lösning

Omläggning där det erfordras.

Omläggning ska ske i överensstämmelse med Borås Energi och Miljö's dokument "Materialförteckning VA-material" daterad 2011-01-01, reviderad 2011-09-21, (0W123000) och utföras i samma planläge som befintliga ledningar om inte annat anges. Rör och rördelar på omlagd ledning ska vara av samma material, hållfasthetsklass, tryckklass mm som ledningen som läggs om. Om avbrott erfordras ska de samordnas med respektive ledningssägare.

Trycksatta ledningar som korsar Väg 27 ska läggas om i skyddsrör med brunn på respektive sida om vägen. Skyddsröret ska ha samma tryckklass som den befintliga ledningen. Avstängningsanordning för mediaröret ska placeras på båda sidor om vägen.

Inkopplingar på befintligt dricksvattennät utförs av entreprenören i samråd med respektive ledningsägarer. Avstängningar på befintligt nät utförs av ledningsägaren. Entreprenören ansvarar för tidssamordning.

Frilagda vatten- och spillvattenledningar ska skyddas mot frysning.

Frilagda plastledningar ska skyddas mot UV-strålning.

Efter ingrepp på vattenledning ska spolning och desinfektion utföras enligt VAV P77.

Betäckning till befintliga brunnar ska anpassas till ny väg.

Exempel på ledningar som läggs om i nytt planläge:

- Vattenledning 110/90 PEH parallell med Väg 41 läggs om i nytt läge öster om cirkulationsplatsen på sträckan ca 0/120 – 0/180 (Väg 41).
- Trycksatt spillvattenledning 200/164 PEH parallell med Väg 41 läggs om i nytt läge öster om cirkulationsplatsen på sträckan ca 0/120 – 0/180 (Väg 41).

Kontroll

Kontroll ska ske genom inmätning före och efter åtgärd samt besiktning.

Provning av täthet hos omlagda tryckledningar ska utföras enligt VAV P78 respektive VAV P79.

För omlagda självfallsledningar ska täthet, deformation och riktningsavvikelse kontrolleras enligt Svenskt Vatten P91.

Intyg ska uppvisas på godkännande från fastighetsägare eller ledningsägare av omlagda ledningars funktion.

DZ 2. Övriga delar i väganläggning / Befintliga konstruktioner / Elledningar

Omfattning

Befintliga elledningar som bedöms påverkas av utformning och utförande av Väg 27, se kapitel C2. Befintliga konstruktioner/ Elledningar.

Funktion

Befintliga ledningars funktion ska säkerställas under byggskedet och efter genomförd nybyggnad av väganläggning. Se kapitel C2. Befintliga konstruktioner/ Elledningar.

Teknisk lösning

Markförlagda elkablar läggs om där det erfordras.

Schakt, omläggning och återfyllnad ska utföras enligt ”Kabelförläggning max 145 kV. EBR KJ 41:09”. Ledningar under väg läggs i skyddsrör, SRN 160. För schakt, förläggning och återfyllnad krävs BB3-behörighet.

Vid omläggning av elledningar tillhörande Borås Elnät levererar Borås Elnät skyddsrör, kabelskydd och elkablar efter avrop. Entreprenören ansvarar för materialet när det har levererats till

arbetsplatsen. Skarvning och idriftsättning av Borås Elnäts ledningar utförs av Borås Elnät. Avrop för leverans av material samt kabelarbeten (skarvning och idriftsättning) ska ske senast 7 dagar innan önskat utförande.

Vid Väg 27 ca 0/247 samt ca 0/256 ska tomrör förläggas för planerad framtida markförläggning av Borås Elnäts luftledningar HSP 130 kV. Arbetet utförs i samråd med Borås Elnät.

Kontroll

För markförlagda ledningar ska repektive ledningsägare beredas möjlighet att kontrollera ledningsbädd samt återfyllnad (material och utförande).

Omlagda ledningar ska mätas in. Inmätningarna ska levereras till respektive ledningsägare. Inmätning av ledningar tillhörande Borås Elnät ska mätas in i koordinatsystem Sweref 99 13 30.

DZ 2. Övriga delar i väganläggning / Befintliga konstruktioner / Teleledningar inkl. optoledningar

Omfattning

Befintliga tele- och optoledningar som bedöms påverkas av utformning och utförande av Väg 27, se kapitel C2. Befintliga konstruktioner/ Teleledningar inkl. optoledningar

Funktion

Befintliga ledningars funktion ska säkerställas under byggskedet och efter genomförd nybyggnad av väganläggning. Se kapitel C2. Befintliga konstruktioner/ Teleledningar inkl. optoledningar.

Teknisk lösning

Ledningar läggs om där det erfordras.

Arbeten ska utföras enligt EBR, KJ 41:09. För ledningar tillhörande Skanova ska även utdrag ur anvisningar N 12 643-05 och 1056-A 138 följas.

Respektive ledningsägare utför flyttning till nytt läge av trafiksatta kablar, förläggning av kablar i ny ledningsbädd (inkl. skarvning) och idragning i nylagd kanalisation samt in-, om- och bortkopplingar av befintliga och nya kablar.

All eventuell riven kabel och kanalisation tillhörande Skanova omhändertas av Skanova.

Entreprenören ska utföra övriga erforderliga arbeten, t.ex. schakt, ledningsbädd, förläggning av tomrör för kanalisation, geotextil och återfyllning.

Avbrottstider ska minimeras och arbeten tidssamordnas med respektive ledningsägare. Entreprenören ansvarar för tidssamordning.

Nya ledningslägen ska mätas in. Avser både ledningsstråket och rörändar på eventuella skyddsror.

För ledningar tillhörande Skanova ska avrop för materialbeställning och begäran om brytningstillstånd för omkoppling av trafik mm. ska ske senast 8 veckor innan önskat utförande.

För ledningar tillhörande Splitvision gäller följande tider för avrop:

- leverans av rör - 1 vecka
- utförande av kabeldragning och omläggning - 1 månad
- planeringsstart för kabeldragning och omläggning - 3 månader.

Ledning tillhörande Skanova vid Väg 27 ca km 0/102 ska rivas.

Vid Väg 27 ca km 2/576 ska entreprenören lägga ny kanalisation under vägen för markförläggning av befintlig luftburen ledning. Arbetet samordnas med Skanova.

Kontroll

Respektive ledningsägare ska beredas tillfälle att kontrollera ledningsbädd, rör och återfyllnad.

Stickprov görs av respektive ledningsägars kontrollanter.

DZ 2. Övriga delar i väganläggning / Befintliga konstruktioner / Fjärrvärmeledningar

Omfattning

Befintliga fjärrvärmeledningar som bedöms påverkas av utformning och utförande av Väg 27, se kapitel C2. Befintliga konstruktioner/ Fjärrvärmeledningar

Funktion

Befintliga ledningars funktion ska säkerställas under byggskedet och efter genomförd nybyggnad av väganläggning.

Teknisk lösning

Ledningar läggs om där det erfordras.

Omläggning ska utföras enligt Svensk Fjärrvärmes "Läggningsanvisningar för fjärrvärme- och fjärrkyleledningar" (Tekniska bestämmelser D:211, 2012).

Borås Energi och Miljö tillhandahåller rör- och rördelar samt utför svets- och montagearbeten. Övriga erforderliga arbeten utförs av entreprenören, t.ex. schakt, ledningsförläggning och återfyllning. Entreprenören ansvarar för tidssamordning. Avrop för omläggning ska ske senast 3 veckor innan önskat utförande.

Frilagda ledningar ska skyddas mot frysning.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning och provning.

Ledningsägaren ska beredas tillfälle att utföra provning och kontroll av omlagda ledningar innan återfyllning.

DZ 2. Övriga delar i väganläggning / Befintliga konstruktioner / Gasledningar

Omfattning

Befintliga gasledningar som bedöms påverkas av utformning och utförande av Väg 27, se kapitel C2. Befintliga konstruktioner/ Gasledningar

Funktion

Befintliga ledningars funktion ska säkerställas under byggskedet och efter genomförd nybyggnad av väganläggning.

Teknisk lösning

Omläggning och förläggning i skyddsrör där det erfordras.

Arbeten ska utföras enligt Energigasnormen EGN 2011.

Schakt, ledningsförläggning, återfyllning samt inkopplingar på befintliga gasledningar utförs av entreprenören. Avrop på avstängning av gas ske senast 3 veckor innan önskat utförande. Entreprenören ansvarar för tidssamordning.

Kontroll

Täthetskontroll och provtryckning samt dokumentation av material och licenser av person som utfört svetsning av PE-rör ska utföras enligt EGN2011.

Respektive ledningsägare ska beredas tillfälle att närvara vid kontroller.

DZ 3. Övriga delar i Väganläggning / Korsande ledningsgata

Omfattning

Borås Stad planerar att bygga ledningsgata som kommer att korsa Väg 27 vid sektion ca 3/590. Entreprenören ska förlägga skyddsrör för ledningsgatan under Väg 27.

Skyddsrorens dimension ska vara följande:

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

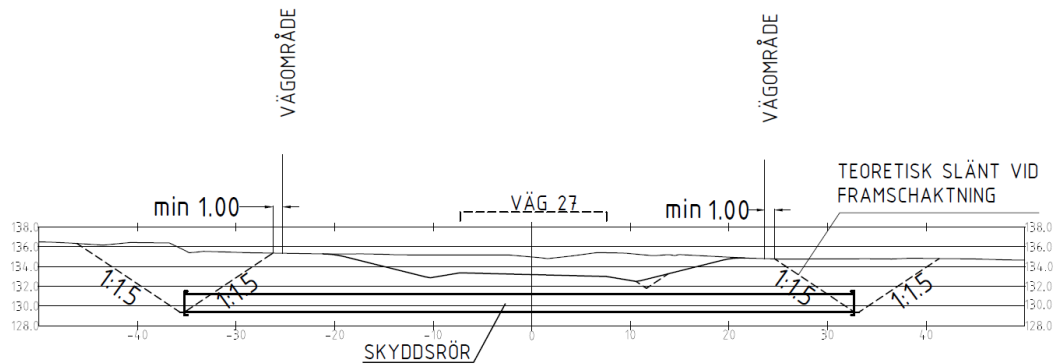
Se även förslagsskiss, bilaga 10 (0C075910)

Funktion

Skyddsroren ska förläggas enligt förslagsskiss, bilaga10 (0C075910). Centrumlinje för skyddsroren ska gå genom koordinaterna:

(N 6396999.06, E 61897.91) (N 6396933.22, E 61874.16) (koordinatsystem RT90 5 GON V 0:-1).

Skyddsrören ska dras ut utanför vägområdesgränsen på vardera sida om vägen så att släntkrönet hamnar minst 1 meter utanför vägområdesgränsen vid framschaktning av rörändarna med släntlutning 1:1.5, se figur (DZ3).1



Figur (DZ3).1. Skiss som visar minsta horisontella avstånd mellan skyddsrores ändar och vägområdesgränsen.

Skyddsrorens ändar ska förses med täta proppar.

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

Skyddsroren ska vara täta.

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

Skyddsroren för tryckspillvattenledningarna, vattenledningen och fjärrvärmeledningarna ska vara av betong eller likvärdigt. Skyddsror av betong ska dimensioneras enligt VAV P84. Rör och rördelar ska uppfylla krav enligt SS-EN 1916 och SS 227000 samt vara försedda med varaktig märkning som anger tillverkare och tillverkningsdatum och andra uppgifter som är nödvändiga för rörens identifiering. Skyddsroren ska vara deklarerade och kvalitetssäkrade.

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

Skyddsror och rördelar av PVC och PP ska uppfylla kraven för märkning med Nordic Poly Mark. Rör- och rördelar av PE ska uppfylla krav enligt SS-EN 12666-1.

Fogning av plaströr ska utföras med gummiring som är godkänd av leverantören, anpassad för den levererade rörtypen och enligt tillverkarens anvisningar. Gummiring ska uppfylla krav enligt SS-EN 681-1.

Svetsning av PE-rör ska utföras enligt tillverkarens anvisningar och av person med dokumenterad kunskap och erfarenhet av svetsning och som minst har utbildning enligt Svenskt Vattens diplomkurs i svetsning.

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

Kontroll

Kontroll av täthet, deformation och riktningssavvikelse ska utföras enligt Svenskt Vatten P91. Krav enligt toleransklass A ska uppfyllas.

F. SPÅRANLÄGGNING

Omfattning

Avser Viskadalsbana vid ny vägbro, trafikplats Osdal, ca km 136/200 – 136/300.

Befintlig anläggning.

Befintliga stolpar utgörs av Trafikverkets standardstolpe i stål med gjutet fundament.

Hjälpkraftledning utgörs av tre-fas friledning, 11kV, 35mm² CU-lina.

Hängverk utgörs av system N4,9/5,9, bärlina 50mm² CU och kontaktråd 80mm² CU.

Återledning utgörs av 1x130mm² CU-lina.

Ny anläggning

Befintlig stolpe 34 ersätts med nya stolpar anpassade i lägen till ny bro.

Befintlig hjälpkraftledning ska spännas av vid ny vägbro och förläggs som markförlagd kabel vid bro.

Befintligt hängverk anpassas i höjd, nya utliggare med anpassad systemhöjd monteras.

Nya anläggningsdelar drift- och skyddsjordas.

FK. Elsystem och telesystem/ Kablar

Omfattning

Avser kabel för hjälpkraftledning vid ny vägbro.

Teknisk lösning

Kabel för hjälpkraftledning ska förläggas i mark enligt SS 424 14 37.

Vid anslutning mot friledning förläggs kabel i kontaktledningsstolpe enligt Trafikverkets typritning.

Kabel ska utföras med typen AXCEL 3x50/16 eller likvärdig.

Kabelförläggning nära fundament får inte ske innan fundament är satt och återfyllning (väl packad) är utförd till den nivå på vilken kabeln ska förläggas.

Kabel får inte förläggas helt sträckt.

Markförlagd kabel ska normalt ej vara skarvad.

Kabeltillverkarens anvisningar ska gälla för hantering av kabel.

Vid skarvar och avgreningar ska den elektriska isolationshållfastheten vara densamma som för ledningen i övrigt.

Kabelavslut ska uppfylla Trafikverkets krav.

Märkning

Samtliga nya kablar ska märkas i respektive kabelände ovanför kabelskydd.

Märkning ska utföras med Partex PKS eller likvärdigt, texthöjden 5 mm, skyltarna fästes med bandklammer på kabeln.

FK. Elsystem och telesystem/ Ledningssystem

Funktion

Samtliga nymonterade anläggningsdelar ska uppfylla minst korrosionsklass C3. Yta i befintlig anläggning som friläggs ska kompletteringsmålas enligt BVH 543.38302, kap 5.

Teknisk lösning

Bärande konstruktioner

Befintlig kontaktledningsstolpe rivs och ersätts med nya stolpar på båda sidor ny bro. Placering enligt BVS 543.3501, kap 7.2. Nya stolpar ska utgöra avspänningsstolpar för hjälpkraftledning och uppbära nya utliggare för kontaktledning samt konsoler återledning. Nya stolpar ska vara av målat utförande. Fundament för nya stolpar och avspänning utförs och grundläggs enligt BVS 543.3501, kap 7.1. Fundament för stolpe som rivs bilas ned till minst 500mm under färdig markyta alternativt grävs upp i sin helhet.

Hjälpkraftledning

Befintlig hjälpkraftledning ska spännas av vid ny vägbro och förläggs i kabel. Avspänning och övergång till kabel utförs enligt BVS 543.37410, kap 7.5.

Hängverk

Befintligt hängverk anpassas till ny bro enligt BVS 543.3501, kap 8.2.6. Lägsta kontaktledningshöjd i slutläge 5300mm över RÖK.

Utliggare i ny stolpe eller där systemhöjd förändras ska vara ny. Utliggartyp väljs enligt BVS 543.35010, kap 8.2.7.

Bärlina förses med linisolation enligt Trafikverkets typritning.

Befintlig återledning anpassas till ny vägbro enligt BVS 543.3501, kap 8.2.12.

Drift- och skyddsjordning

Samtliga drift- och skyddsjordning av nya anläggningsdelar utförs enligt BVS 510.

Märkning

Märkning av ny stolpe utförs med standardskylt Trafikverket artnr. 04 29 032 med tillhörande fästen.

FK. // RIVNING AV VÄGSKYDDSANLÄGGNING FUNNINGEVÄGEN

Omfattning

Avser rivning av vägbomsanläggning Funningevägen då Väg 27 är driftsatt.

Teknisk lösning

Entreprenören skall utföra och ansvara för att projektering, granskning, säkerhetsbevisning samt ibruktagnin följer processen enligt BVF 544.94001

"Teknisk säkerhetsstyrning, Arbete med signalanläggningar".

Vägbomsanläggning Funningevägen skall rivas i sin helhet. Följande riven/demonterad materiel skall av entreprenören, på dennes bekostnad, sorteras, bortforslas och läggas upp på av beställaren anvisad plats:

- Bomdriv med bommar
- Kryssmärkesstolpar med signaler
- Försignaler
- Orienteringstavlor
- Baliser
- ATC-kodare
- Detektorenhet

Kuren behålls för att driva befintliga spårledningar. Säkringar till objekt som ej finns/används längre plockas ur.

Fällkretsar ska rivas i sin helhet i berörda teknikbyggnader.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

X. DOKUMENTATION

X. Dokumentation/ Digitala dokument

VV publikation 2003:54 (digital informationshantering i vägprojekt), inkl. bilagor, VV publikation 2003:54A (digital informationshantering i vägprojekt, bilagor), VV Publikation 2007:54 (systemnummer och komponentbeteckningar), VV publikation 2000:5B (rihandboken) samt VV publikation 2000:6 (användarmanual för Chaos) ska tillämpas.

Vid framtagandet av förfrågningsunderlaget har i huvudsak AutoCad 2002, Novapoint 15.55 använts. Övriga programversioner är bl.a. Acrobat 5 och Microsoft Office 2003.

Chaos är det datorsystem som Trafikverket använder för administration, distribution och lagring av digitala handlingar med versionshantering. All hantering av dokument och ritningar inom objektet sker i Chaos, via Internet, se VV publikation 2000:6 (användarmanual för Chaos). Chaos avses vara tillgängligt dygnet runt, eventuella bortfall, om max 48 tim per gång, kan förekomma.

I Chaos ska originalhandlingar med tillhörande modell- och koordinatfiler lämnas och hämtas.

Beställaren tillhandahåller klientprogramvara för Chaos och webbsida med publikationer, program och verktyg, mall för namnruta i AutoCad-format, stödprogram för bl.a. lisprutiner i AutoCad.

För uppkoppling mellan företagsserver eller arbetsstation och Chaos tillhandahåller beställaren VPN – säkerhetslösning.

Entreprenören har eget ansvar för att kommunikation mot Internet och Chaos fungerar och har erforderlig kapacitet. Alla förändringar av och anpassningar till egna system sker på egen bekostnad.

Entreprenörens personal ges, efter en 4-timmars utbildning i beställarens regi, behörighet till Chaos. Utbildningen är gratis och beställaren står för lokal och lärarkostnader. Entreprenören bekostar själv resor och egen utbildningstid.

Entreprenören ska utse en ansvarig datasamordnare, väl förtrogen med modellorienterad projektering, som kontaktperson i datafrågor.

Objektspecifik IT-handledning ska upprättas enligt föreskriven IT- handledning och VV publikation 2003:54 (digital informationshantering i vägprojekt) och vara beställaren tillhanda senast 2 veckor efter det kontraktet undertecknats.

Samtliga levererade handlingar ska vara upprättade i enlighet med ovan nämnda publikationer.

Den objektspecifika IT-handledningen ska godkännas av beställaren.

XB. Projekteringsbeskrivning

Entreprenören ska inledningsvis som grund för projekteringen upprätta en översiktlig beskrivning av hur han avser att projektera väganläggningen med dess sidoområden. Beskrivningen ska visa på principer och omfatta en anläggningsmodell, design basis och en redogörelse för hur landskaps- och gestaltungsfrågor samt miljöskydds- och kompensationsåtgärder ska göras

Projekteringsbeskrivningen ska utgöras av, ritningar, beskrivningar, illustrationer eller andra handlingar som krävs för att Trafikverket ska kunna göra en välgrundad bedömning av planerat utförande och resultat. Trafikverket avgör om redovisade handlingarna är tillräckliga som bedömningsunderlag.

Projekteringsbeskrivning ska översändas till Beställaren för granskning i god tid före det att arbeten med arbetshandlingar påbörjas.

Granskningstiden ska vara 15 arbetsdagar.

Projekteringsbeskrivningen ska revideras i takt med projekteringsarbetets framskridande.

XB. Projekteringsbeskrivning/ Anläggningsmodell

Anläggningsmodellen ska visa principiell (typ) utformning i plan, profil och tvärsektioner. Uppgifter om släntlutningar, terrassnivåer, överbyggnads- och underbyggnadskonstruktioner samt tolkade mark- och bergnivåer utifrån förfrågningsunderlagets uppgifter ska framgå. Eventuella grundförstärkningsåtgärder och andra kvalitetskritiska åtgärder, baserade på tolkade mark- och bergnivåer ska vara kortfattat beskrivna. Modellkrav, se XC. Arbetshandlingar.

XB. Projekteringsbeskrivning/ Design basis

En redogörelse, benämnd Design basis, som visar förutsättningar och metoder för projekteringen ska upprättas.

Redogörelsen ska minst behandla följande:

- objektspecifika förutsättningar för dimensionering och utformning
- beskrivning av beräknings- och analysmetoder, beskrivning av projekteringsmetoder
- objektspecifika val avseende material och utförande
- beskrivning av provnings- och kontrollmetoder samt avstämning av hur gjorda beräkningsantaganden, materialval, utförandemetoder etc. säkerställs och hur avvikelser av dessa hanteras och åtgärdas
- beskrivning av rutiner för verifiering
- en redovisning av principer för hur dokumentation av provnings- och kontrollresultat samt verifiering av dessa ska utföras
- en redovisning av hur dokumentation avseende drift- och underhållsplaner upprättas.

För konstruktioner enligt TRVK Bro ska redogörelsen även omfatta krav enligt TRVK Bro, A.3.4.

XB. Projekteringsbeskrivning/ Landskap, gestaltning

Entreprenören ska som underlag för projekteringen av väganläggningen upprätta en beskrivning som visar hur landskaps- och gestaltungsfrågor avses hanteras, hur landskapets kvaliteter och värden ska tas tillvara och integreras i väganläggningen samt hur ställda krav i denna OTB ska uppnås.

Beskrivningen ska övergripande redovisa väganläggningens gestaltning samt redogöra för **konkreta** åtgärder, metoder och tillvägagångssätt samt delaktig kompetens under projektering och byggande. Kritiska faktorer och moment ska vara belysta. Innehållet ska vara utformat så att det, för Beställaren, möjliggör en välgrundad bedömning av planerat utförande och resultat.

Projekteringsbeskrivningen ska minst omfatta redovisning av hur krav ska uppnås avseende:

- överskottsmassor/upplag
- utformning av vägkonstruktion och vägbro

- sidoområden och vägens omgivning (eventuella terrängmodellerings, avschaktningar och tryckbankar, återställningsytor, återställning av vattendrag samt eventuell påverkan utanför arbetsområdet)
- slänter (utformning av bank, jordskärning, bergskärning, övertäckt bergskärning, exponerad bergskärning)
- jordhantering (hur befintlig jord, vilken ska återanvändas i projektet, avses hanteras, lagras och återföras)
- vegetationsytor (befintlig vegetation, jordhantering, växtbäddar, anlagda planteringsytor, sådd, skötselprogram)
- faunapassager
- bullerskydd (placering och utformning av bullerdämpande skärmar och bullerskyddsvallar)
- driftvändplatser
- anordningar för lokalt omhändertagande av vägdagvatten
- gestaltungsprinciper för placering och utformning av vägutrustning (räcken och stängsel, skyltar, belysning och eventuella väderskydd).

XB. Projekteringsbeskrivning/ Miljöskydds- och kompensationsåtgärder

Entreprenören ska som underlag för projekteringen av väganläggningen upprätta en beskrivning som visar hur miljöskydds- och kompensationsåtgärder avses hanteras och hur ställda krav i denna OTB ska uppnås.

Beskrivningen ska övergripande redogöra för konkreta åtgärder, metoder och tillvägagångssätt samt delaktig kompetens under projektering och byggande. Kritiska faktorer och moment ska vara belysta. Innehållet ska vara utformat så att det, för Beställaren, möjliggör en välgrundad bedömning av planerat utförande och resultat.

Projekteringsbeskrivningen ska redovisas vid särskilt möte med Beställaren och Beställarens miljöspecialist. Entreprenören ska hålla dokumentet intakt och revidera efter behov.

Projekteringsbeskrivningen ska minst omfatta redovisning av hur krav ska uppnås avseende:

- Skydd av befintlig skyddsvärd vegetation
- Förhindrande av utdränning av våtmark
- jordhantering generellt samt vid 2/950 – 3/700
- vegetationsytor (befintlig vegetation, jordhantering, avbaningsmassor, sådd, skötselprogram)
- hasselmusanpassad faunapassage
- faunapassage
- grodpassager
- smådjurspassager
- faunastängsel
- viltuthopp

XC. Arbetshandling

Entreprenören ska projektera och upprätta arbetshandlingar såsom beräkningar och beräkningsföresättningar, redovisade geotekniska förhållanden, ritningar, arbetsbeskrivningar, material- och varudeklARATIONER samt kontrollprogram med tillhörande kontrollplaner för väganläggningen och dess konstruktioner samt befintligheter, se avsnitt C och D, innan anläggningsarbete påbörjas. Handlingar ska beskriva och visa av Entreprenören vald teknisk lösning d.v.s. konstruktion, utförande, material och varor samt kontroll.

Arbetshandlingar som inte omfattas av TRVK Bro ska vara märkta och påtecknade av Entreprenören samt verifierade. Verifikat avseende arbetshandlingar ska insändas tillsammans med arbetshandlingar före Beställarens granskning senast 10 arbetsdagar före det att byggandet påbörjas.

Handlingar för anläggningsdelar som påverkar eller påverkas av järnvägstrafik ska insändas på remiss till Trafikverket. Remisstiden ska vara minst 10 arbetsdagar.

Projekteringen ska inledas med en allmän översyn av den geometriska utformningen för samtliga vägar. Översynen ska identifiera eventuella problem av kombinationer mellan horisontal- och vertikalgeometrier. Skevningsövergångars placering och längder ska kontrolleras.

Plangeometrin ska kompletteras och redovisa klotoidövergångar mellan radier och raklinjer samt mellan radier och radier. I förfrågningsunderlaget föreslagna skevningsövergångar och klotoidövergångar ska justeras.

Entreprenören ska redovisa resultatet av den geometriska översynen innan projekteringen fortskrider.

Form och funktion på sidoområden, avschaktningar, tryckbankar och övriga modelleringar ska redovisas. Arter och kvaliteter avseende växtmaterial ska redovisas.

För anläggningar som är berörda av entreprenaden och behöver åtgärdas ska samråd ske med Beställaren. Färdiga arbetshandlingar för erforderliga åtgärder ska redovisas och skickas på remiss till kommunen innan de granskas av Beställaren.

Aktiv design ska vara ett arbetssätt och utgöra en naturlig del av projekteringsarbetet. Frågor som uppkommer och löses genom aktiv design ska tas upp vid projekteringsmöten.

En digital anläggningsmodell ska upprättas, se OTB Mät (0Z076000).

Beställarens tid för granskning av handlingar som inte omfattas av TRVK Bro, är 10 arbetsdagar.

Arbetshandlingar för konstruktioner som omfattas av TRVK Bro ska upprättas, kontrolleras och godtas av Beställaren enligt krav i denna. Kontrollärenden får sändas in med enbart e-post.

Handläggningstiden för Beställarens kontroll och godtagande av konstruktionsredovisning beror av konstruktionens grupptillhörighet och att villkor uppfylls enligt avsnitt A.2.4.4 Handläggningstider i TRVK Bro. Konstruktionen grupptillhörighet bestäms slutgiltigt efter att Entreprenörens förslag till tekniska lösningar har presenterats.

Arbetshandlingar ska upprättas i minst sådan omfattning och innehåll att det kan visas/styrkas att ställda krav uppfylls. Arbetshandlingarna utgörs av ritningar, beräkningar, material och arbetsbeskrivningar, undersökningar, kontrollprogram med tillhörande kontrollplaner. Ritningars utformning ska anpassas till det de ska redovisa.

Entreprenören ska ta fram en signalsäkerhetsgranskad och godkänd bygghandling enligt BVF 544.94001 "Teknisk säkerhetsstyrning, Arbete med signalanläggningar". Bygghandlingen ska bestå av ett exemplar besiktningsritningar, ett exemplar arbetsritningar samt ett exemplar monteringsritningar. Entreprenören ombesörjer att tekniska uppgifter och ritningar läggs in i IDA.

Ritningar ska minst redovisas enligt följande:

Konstruktioner	Innehåll
Geokonstruktioner och bergkonstruktioner	Handlingar ska upprättas enligt bilaga 1 "Krav på geotekniska handlingar" (OC075100).
Vägbauverk (inklusive undergrund)	Normalsektioner ska upprättas för samtliga vägbauverk och sidområden. Överbyggnadskonstruktion och utformning av underbyggnad och undergrund ska framgå. Planer ska minst redovisa tangeringspunkter och radier. Utformning av sidområde och fastställt vägområde ska vara redovisade. Profiler ska höjdsättas minst var 20:e m och visa tvärfall, skevning och skevningsövergångar, vertikalaradier, lutningar och brytpunkter. Ritningar ska visa hur risk för olägenheter minimeras vid övergång mellan terrassmaterial med olika tjällyftningsegenskaper.
Konstruktioner i sidområde	Terrängmoduleringar, bullerskyddsvallar, skärmar, stödmurar etc. ska redovisas till utbredning och konstruktion.
Dräneringssystem	Material, dimensioner, brunnslägen, brytpunkter, vattengångar ska redovisas.
Dagvattensystem	Material, dimensioner, brunnslägen, brytpunkter, vattengångar ska redovisas.
Trafikledningsanordningar och Vägskyddsanordningar samt Belysningssystem	Vägutrustningsplaner ska upprättas enligt VGU.
Elsystem, telesystem	Planritningar samt erforderliga detaljritningar och kopplingsscheman ska upprättas. På ritningar ska anges: - matande elcentrals läge och beteckning - monteringsritning för elcentraler med apparatlista för respektive skåp - fundaments läge och typ - kabelrörs läge, antal rör och typ

	- kabels läge (om kabel är förlagd i rör ska det framgå i vilket rör kabel ligger) - kabeltyp och beteckning.
Befintliga konstruktioner	Förändringar på befintliga konstruktioner för att anpassa dessa till den nya väganläggningen.

Arbetshandlingar för konstruktioner med krav enligt TK Geo ska redovisas enligt bilaga ”Krav på utformning av geotekniska handlingar”.

Arbetshandlingar för konstruktioner som omfattas av TRVK Bro ska redovisas enligt där angivna krav på konstruktionsredovisning och kontroll av konstruktionsredovisning.

Kontrollprogram och tillhörande kontrollplaner ska upprättas enligt bilaga 1 till AF, ”Krav avseende kvalitets- och miljöstyrning”, daterad 2012-07-17.

Kontrollprogram och tillhörande kontrollplaner ska redovisa alla kontroller som ska genomföras under entreprenadtiden för att styrka att upprättade arbetshandlingar och att utförandet enligt dessa uppfyller ställda krav. Dessutom ska de kontroller som föreskrivs under entreprenad- och garantitid och som visar att väganläggning har de egenskaper som krävs i avsnitt C och D redovisas liksom de kontroller som erfordras för att kontrollera att krav på riskbemötande samt att miljö- och arbetsmiljökrav uppfylls.

Kontrollprogram med tillhörande kontrollplaner ska ha ett separat avsnitt för kontroller som erfordras för riskbemötande samt att miljö- och arbetsmiljökrav uppfylls. Separata avsnitt ska även upprättas för utformning (projektering), utförande (byggande) och för garantitiden.

Kontrollprogram deformationer under byggtid för befintlig järnväg vid TPL Osdal ska upprättas i enlighet med OTB Mät.

Kontrollprogram väg och bullerskyddsåtgärder ska upprättas om vägbanans eller sidoområdets utformning innebär förändrade beräkningsförutsättningar.

XD. Relationshandling

Relationshandlingar för anläggning ska dokumentera utförd teknisk lösning som beskrivits i arbetshandlingar, se avsnitt XC. Avsteg, kompletteringar eller andra förändringar av arbetshandlingar ska dokumenteras kontinuerligt samt mätas in i plan och höjd. Dessa handlingar verifierade och reviderade utifrån avsteg, kompletteringar eller andra förändringar gäller som relationshandling.

Beskrivningar för arbeten som inte omfattas av TRVK Bro ska vara upprättade enligt bifogad PM Disposition daterad 2012-04-20. Protokoll från förberedande besiktning/ slutkontroll ska ingå i relationshandlingarna. Vidare ska också kontrollintyg eller protokoll från provningar och mätningar samt varudeklarationer ingå.

Relationshandlingar ska vara förtecknade samt daterade och signerade av Entreprenören.

Överytan för hela objektet, inklusive terränganslutningar till vägområdet ska redovisas som 3D modell. Triangelstorlek ska vara anpassad efter geometrin. Detta arbete planeras och utförs i samråd med Beställaren.

Ritningar ska levereras i dwg/dxf/shape-format i referenssystem Sweref 99 TM, RH 2000.

För belysningsanläggningar ska överlämnas ifylld tabell "Uppdatering av belysningsanläggningar" i pappersform samt i digital form. Underlag för tabell rekvideras hos Beställarens kontaktperson. Dessutom ska redovisning ske i digitalt ritningsformat (DWG eller DXF).

Blanketterna "Registrering av belägningsåtgärder" och "För rapportering av fri höjd i vägportar" ska ifyllas efter färdigställt objekt och redovisas till Beställaren.

Protokoll och intyg från provningar samt produktverifikationer enligt AMA Anläggning 10, YE och åberopade SS-EN standarder ska bifogas relationshandlingarna.

Överenskommelser och avtal med markägare, väghållare, fastighetsägare och ledningsägare inklusive nöjdförklaringar från dessa ska redovisas.

Relationshandlingar ska innehålla material- och varudeklaration enligt SS-EN standard där sådan finns. Där sådan standard saknas ska material och vara deklarerat med tillämpliga egenskaper, specificerad i AMA Anläggning 10 med ändringar och tillägg enligt Anläggning 10 Rev1 samt kategori A eller Bro där sådan indelning finns. För material och varor som inte är specificerade i standarder eller AMA enligt ovan ska deklaration ske på motsvarande sätt.

Relationsritning ska vara försedd med "RELATIONS-RITNING" i statusraden i ritningshuvudet.

Symboler, beteckningar, definitioner, scheman o.d. ska vara enligt svensk standard där sådan finns.

Skalenliga ritningar ska förses med grafisk skala.

Handling ska vara i format enligt A-serien.

Relationshandlingar i original är Beställarens egendom.

Planritningar ska vara försedda med koordinatbestämt rutnät.

Relationshandlingar ska levereras digitalt och i 3 pappersomgångar.

XD. Relationshandling/ Vägbro

För de handlingar som omfattas av kraven på konstruktionsredovisning enligt TRVK Bro gäller att relationshandlingar ska upprättas enligt denna.

Mätprotokollen avseende inmätning av lagerinställningar och fogöppningar ska utöver mätresultaten innehålla datum för mätningen samt lufttemperaturen vid mätningen.

Mätprotokollen avseende inmätning av lod- och avvagningsdubbar ska utöver mätresultaten innehålla datum för mätningen, lufttemperaturen vid mätningen, mätmetod samt uppgift om vilken fixpunkt som använts. Inmätningen ska utföras enligt AMA Anläggning 10, BJB.22.

För de konstruktioner som omfattas av TRVK Bro gäller att en fullständig registrering ska ske i Trafikverkets digitala register över broar och tunnlar, BaTMan.

Senast dagen före byggnadsverket tas i trafik ska tekniska uppgifter, konstruktionens koordinater (SWEREF 99) samt kopplade digitala ritningar (pdf) finnas tillgängligt i BaTMan.

XE. Relationshandling/ Belysningssystem

Av relationshandlingar ska framgå:

- belysningsstolpars läge med ljuspunktshöjd, armlängd, ljusarmatur och bestyckning
- matande elcentrals läge och beteckning

- måttangivelser
- monteringsritning för elcentraler med apparatlista för respektive skåp levereras med märkning "relationshandling" samt
- datum
- fundaments läge och typ
- kabelrörs verkliga läge, antal rör och typ
- kabels verkliga läge (om kabel är förlagd i rör ska det framgå i vilket rör kabel ligger)
- kabeltyp och beteckning
- tillverkares datablad för levererade utrustningar
- tillverkares drift- och skötselinstruktioner för levererade utrustningar
- fundament-, stolp- och armaturtabell med påförda nummer för stolpar och centraler tillhörande Vägverkets anläggningar
- protokoll från mätningar och provningar
- dokumentlista
- komponent-ID enligt VV Publikation 2007:54 (systemnummer och komponentbeteckningar) inklusive Bilaga samt PM Krav på märkskyltning för ytvägnät, Version 0,5 dat. 2010 11 17.

Ledningar i mark, belysningsstolpar och elcentralers lägen ska koordinatinmätas med noggrannhet $\pm 0,1$ m.

XF. Drift- och underhållsplan

Drift- och underhållsplaner ska upprättas för skötsel av alla konstruktioner, anordningar och system i väganläggningen.

Drift och underhållsplan ska upprättas för väganläggningen som beskriver kvalitetskritiska drift- och underhållsarbeten som behövs för att väganläggningen ska fungera enligt ställda krav under den tekniska livslängden samt beskriva eventuella restriktioner i genomförandet. Där ska särskilt anges hur vegetation ska skötas för att utvecklas väl. Sådan beskrivning kan kompletteras med målbilder.

I drifts- och underhållsplan ska särskilt anges hur faunapassager, grodpassager med ledarmar, smådjurspassager och strandpassager samt vegetation/gräs ska skötas för att utvecklas väl och fylla angiven funktion enligt OTB Väg. Sådan beskrivning kan kompletteras med målbilder. Entreprenören ska informera Beställarens drift- och underhållspersonal om hur passagerna och vegetationen ska skötas. Tidsåtgång ska vara 1 tillfälle á 4 timmar. Informationen ska vara såväl teoretisk som praktisk. Utbildningen samordnas av Beställaren och sker på av Beställaren bestämd tid.

Särskild drift- och underhållsplan samt beredskapsplan för vattenskydd ska upprättas enligt mall som tillhandahålls av Beställaren.

Särskild drift och underhållsplan för konstruktioner som omfattas av TRVK Bro ska upprättas enligt denna. Utöver vad som föreskrivs i kap A.3.3.8 ska drift- och underhållsplaner för broar upprättas oavsett brons typ och storlek, avseende:

- underhållsmålning
- drift och underhåll av maskineri, avfuktning m.m.

- drift och underhåll av belysning
- drift och underhåll av inspektionsanordningar.

Särskild drift- och underhållsplan ska upprättas för installationer i belysningssystem och ljussystem och ska levereras, dels digitalt och dels i två (2) omgångar papperskopior insatta i pärmar med angivande av objektnummer och objektnamn. Sådan drift- och underhållsplan ska utgöras av:

- information om periodicitet på byte av ljuskällor
- tillverkare
- andra underhållsåtgärder som ska utföras av Beställare
- förteckning över reservdelar som lämpligen bytes av driftpersonal
- förteckning över E-nummermärkt material.

Entreprenören ska informera Beställarens drift- och underhållspersonal om belysningssystemets samt el och telesystemens funktionssätt samt ingående utrustning. Tidsåtgång ska vara 1 tillfälle á 4 timmar. Informationen ska vara såväl teoretisk som praktisk. Utbildningen samordnas av Beställaren och sker på av Beställaren bestämd tid.

XG. Förvaltningshandling

Efter inkoppling ska entreprenören ta fram en granskad och godkänd förvaltningshandling enligt BVH 1584.301

"Förvaltningsdata järnväg. Arbetsmetodik mellan förvaltning och anläggningsprojekt". Entreprenören ombesörjer att tekniska uppgifter och ritningar läggs in i IDA.

REFERENSER TILL ANNAN HANDLING

Lista med handlingar som refereras till i OTB. Listan är upprättad utifrån hur handlingarna benämns i OTB. Listan är informativ och saknar juridisk signifikans. Den gör inte anspråk på att vara komplett och ersätter inte betydelsen hos referenserna.

Benämning i OTB	Titel/ benämning/ beskrivning	Identifikation
Bära eller brista — Handbok i tillståndsbedömning av belagda gator och vägar	Svenska Kommunförbundets publikation Bära eller brista	ISBN-10: 91-7289-172-6 (Svenska Kommunförbundet)
Borås Energi och Miljös Materialförteckning VA-material	Borås Energi och Miljös Materialförteckning VA-material	Borås Energi och Miljös Materialförteckning VA-material daterad 2011-01-01, reviderad 2011-09-21
Energigasnormer EGN 2011	Energigasnormer EGN 2011	Energigasnormer EGN 2011
PMS Objekt	PMS Objekt är ett windowsbaserat verktyg för analys och design av vägöverbyggnader	PMS Objekt
Svenskt Vatten P91	Anvisningar för provning i fält av allmänna avloppsledningar för självfall – ”Fältprovningssanvisningarna”	Svenskt Vatten P91:2005
Svenskt Vatten P93	TV-inspektion av avloppsledningar i mark	Svenskt Vatten P93:2006
SS-EN 10088-3	<u>Rostfria stål - Del 3</u> : Tekniska leveransbestämmelser för halvfabrikat stång valstråd tråd profiler och blanka produkter av korrosionsbeständiga stål för allmänna ändamål.	SS-EN 10088-3:2005
SS-EN 10088-3-1.4301 (AISI 304)	<u>SS-EN 10088-3. Rostfria stål - Del 3</u> : Tekniska leveransbestämmelser för halvfabrikat stång valstråd tråd profiler och blanka produkter av korrosionsbeständiga stål för allmänna ändamål. <u>EN-Norm Stålnummer</u> : 1.4301 <u>AISI Beteckning</u> : 304	SS-EN 10088-3:2005 EN 1.4301 AISI 304
SS-EN 10204	Metalliska varor - Typer av kontrolldokument	SS-EN 10204:2005
SS-EN 1090-2	Utförande av stål- och aluminiumkonstruktioner – Del 2: Stålkonstruktioner	SS-EN 1090-2:2008

Benämning i OTB	Titel/ benämning/ beskrivning	Identifikation
SS-EN 1090-3	Utförande av stål- och aluminiumkonstruktioner – Del 3: Aluminiumkonstruktioner	SS-EN 1090-3:2008
SS-EN 1097-1	Standard meta beskrivning. Ballast - Mekaniska och fysikaliska egenskaper - Del 1: Bestämning av nötningsmotstånd (micro-Deval)	SS-EN 1097-1:2011
SS-EN 124	Avlopp - Brunnsbeteckningar för trafikområden - Utförande,provning, märkning, kvalitetskontroll	SS-EN 124
SS-EN 12666-1	Plaströrssystem för avlopp i mark - PE (polyeten) - Del 1: Specifikationer för rör, rördelar och systemet	SS-EN 12666-1:2005+A1:2011
SS-EN 12767	Vägutrustning - Eftergivlighet hos bärare av vägutrustning - Krav klassificering och provningsmetoder	SS-EN 12767:2007
SS-EN 12899-1	Vägutrustning - Permanenta vägmärken - Del 1: Fasta vägmärken	SS-EN 12899-1:2007
SS-EN 13036-1	Sand-patch-metoden. Ytegenskaper för vägar och flygfält – Provningsmetoder - Del 1: Mätning av makrotexturens djup hos en beläggningsyta medelst en volumetrisk metod	SS-EN 13036-1:2010
SS-EN 1317-2	Vägutrustning – Skyddsanordningar - Del 2: Klassificering prestandakrav vid kollisionsprovning och provningsmetoder för vägräcken för fordon	SS-EN 1317-2:2010
SS-EN 1317-3	Vägutrustning – Skyddsanordningar - Del 3: Krockdämpare - Klassificering prestandakrav vid kollisionsprovning och provningsmetoder	SS-EN 1317-3:2010
SS-EN 1317-5	Vägutrustning - Skyddsanordningar - Del 5: Skyddsanordningar för fordon - Produktkrav och kontroll av överensstämmelse	SS-EN 1317-5:2007+A1:2008
SS-EN 1401-1	Plaströrssystem - Rör och rördelar av PVC-U för självfallsledningar för avloppsvatten i byggnad och mark - Del 1: Specifikationer för rör, rördelar och systemet	SS-EN 1401-1:2009

Benämning i OTB	Titel/ benämning/ beskrivning	Identifikation
SS-EN ISO 1461	Oorganiska ytbeläggningar - Beläggningar bildade genom varmförzinkning på järn- och stålföremål - Specifikationer och provningsmetoder (ISO 1461:2009)	SS-EN ISO 1461:2009
SS-EN 1852-1	Plaströrssystem för markförlagda självfallsledningar för avloppsvatten - Polypropylen (PP) - Del 1: Specifikationer för rör, rördelar och systemet	SS-EN 1852-1:2009
SS-EN 1916	Avlopp - Rör och rördelar av oarmerad, stålfiberarmerad och armerad betong	SS-EN 1916/AC:2007
SS-EN 1917	Avlopp - Brunnar av oarmerad, stålfiberarmerad och armerad betong	SS-EN 1917/AC:2007
SS 227000	Avlopp - Rör och rördelar av oarmerad, stålfiberarmerad och armerad betong - Kompletterande svenska krav till SS-EN 1916 med tillhörande provningsmetoder	SS 227000:2005
SS 227001	Avlopp - Brunnar av oarmerad, stålfiberarmerad och armerad betong - Kompletterande svenska krav till SS-EN 1917 med tillhörande provningsmetoder	SS 227001:2005
SS 3604	Plaströr - Tryckrördelar av styv PVC och med gummiringstättning - Tryckprovning för kontroll av täthet vid yttre vätskestryck	SS ISO 3604
SS 3619	Plaströr - Bestämning av slaghållfasthet - B50-metod	SS 3619
SS-EN 40-3-3	Belysningsstolpar - Del 3-3: Konstruktion och verifiering - Verifiering genom beräkning	SS-EN 40-3-3
SS-EN 40-5	Belysningsstolpar - Del 5: Krav för belysningsstolpar av stål	SS-EN 40-5
SS-EN 40-6	Belysningsstolpar - Del 6: Krav för belysningsstolpar av aluminium	SS-EN 40-6
SS-EN 40-7	Belysningsstolpar - Del 7: Krav för belysningsstolpar av fiberförstärkt polymerkomposit	SS-EN 40-7
SS-EN ISO 580	Plaströrssystem - Sprutformade termoplastrördelar - Metoder för att visuellt uppnå upphettningseffekter	SS-EN ISO 580:2005
SS-EN 681-1	Tättningsringar - Materialkrav för tättningsringar till vatten- och avloppsinstallationer - Del 1: Vulkaniserat gummi	SS-EN 681-1/A3:2005

Benämning i OTB	Titel/ benämning/ beskrivning	Identifikation
SS-EN ISO 9969	Plaströrssystem - Termoplaströr - Bestämning av ringstyvhet	SS-EN ISO 9969:2007
SS-EN ISO 898-1	Fästelement - Mekaniska egenskaper för fästelement av kolstål och legerade stål - Del 1: Skruvar och pinnskruvar med angivna hållfasthetsklasser - Gängor med grov och fin delning (ISO 898-1:2009)	SS-EN ISO 898-1:2009
SS-ENV 1317-4	Vägutrustning – Skyddsanordningar - Del 4: Vägräckesändar och övergångar - Prestandakrav vid kollisionssprovning samt provningsmetoder	SS-ENV 1317-4
TRVK Bro	TRVK Bro 11, Trafikverkets tekniska krav Bro	Trafikverkets publikation 2011:085
TK Geo	TK Geo 11, Trafikverkets tekniska krav för geokonstruktioner,	Trafikverkets publikation 2011:047
TRVFS 2010:21	Bekantgörande av författning som ändrar en författning i Trafikverkets författningssamling. Grundförfattning VVFS 2007:305	Trafikverkets publikation 2010:21
TRVK Väg	TRVK Väg 11, Trafikverkets tekniska krav Vägkonstruktion, TDOK 2011:264	Trafikverkets publikation 2011:072
TRVMB 301	Beräkning av tjällyftning	Trafikverkets publikation 2011:081
TSFS 2010:171	Transportstyrelsens föreskrifter om vägmarkeringar	TSFS 2010:171
TSFS 2010:172	Transportstyrelsens föreskrifter om ändring i Vägverkets föreskrifter (VVFS 2007:305) om vägmärken och andra anordningar	TSFS 2010:172
VAV P77 (vattenledningar och reservoarer)	Vattenledningar och reservoarer - Spolning, rensning och desinfektion	VAV P77 (Svenskt Vatten)
VAV P78 (tätetsprovning av tryckledningar av polyolefiner)	Anvisningar för tätetsprovning av tryckledningar tillverkade av polyolefiner	VAV P78 (Svenskt Vatten)
VAV P79 (tätetsprovning av tryckledningar enligt VoV Bk 21)	Anvisningar för tätetsprovning av tryckledningar enligt VoV Bk 21	VAV P79 (Svenskt Vatten)
VGU	Vägar och gators utformning (VGU)	Trafikverkets VV publikation 2004:80

Benämning i OTB	Titel/ benämning/ beskrivning	Identifikation
VGU, Korsningar	Vägar och gators utformning (VGU), Korsningar	Trafikverkets VV publikation 2004:80, Korsningar
VGU Natur- och kulturmiljö	VGU Natur- och kulturmiljö, Förslag på krav	Publikation 2011:111
VGU, Sektion landsbygd – vägrum	Vägar och gators utformning (VGU), Sektion landsbygd – vägrum	Trafikverkets VV publikation 2004:80, Sektion landsbygd – vägrum
VGU, Vägmarkering och vägkantsutmärkning	Vägar och gators utformning (VGU), Vägmarkering och vägkantsutmärkning	Trafikverkets VV publikation 2004:80, Vägmarkering och vägkantsutmärkning
VGU, Väg- och gatustruktur	Vägar och gators utformning (VGU), Väg- och gatustruktur	Trafikverkets VV publikation 2004:80, Väg- och gatustruktur
VGU, Vägmärken	Vägar och gators utformning (VGU), Vägmärken	Trafikverkets VV publikation 2004:80, Vägmärken
VGU-info nr 7 februari 2007	VGU-info nr 7 februari 2007	VV publikation 2004:80. Supplement & Info. VGU-info nr 7 februari 2007
VTI meddelande 916:2001 (utveckling av nedbrytningsmodeller)	Utveckling av nedbrytningsmodeller – Sprickinitiering och sprickpropagering	M916 (VTI, 2001)
VV publikation 1987:18 (erosionsskydd i vatten)	Erosionsskydd i vatten vid väg- och brobyggnad	Trafikverkets VV publikation 1987:18
VV publikation 2000:5B (rithandboken)	Rithandboken	Trafikverkets VV publikation 2000:5B
VV publikation 2000:6 (användarmanual för Chaos)	Användarmanual för Chaos	Trafikverkets VV publikation 2000:6
VV publikation 2000:93 (handbok för återvinning av asfalt)	Handbok för återvinning av asfalt	Trafikverkets VV publikation 2000:93
VV publikation 2001:88 (bullerskyddsåtgärder, råd)	Bullerskyddsåtgärder – allmänna råd för Vägverket	Trafikverkets VV publikation 2001:88
VV publikation 2001:9 (projektering och byggande av enskilda vägar)	Vägverkets riktlinjer för projektering och byggande av enskilda vägar	Trafikverkets VV publikation 2001:9

Benämning i OTB	Titel/ benämning/ beskrivning	Identifikation
VV publikation 2003:54 (digital informationshantering i vägprojekt)	Datasamordning. Principer för digital informationshantering i vägprojekt	Trafikverkets VV publikation 2003:54
VV publikation 2003:54A (digital informationshantering i vägprojekt, bilagor)	Principer för digital informationshantering i vägprojekt, bilagor	Trafikverkets VV publikation 2003:54A
VV publikation 2005:72 (vilda djur och infrastruktur)	Vilda djur och infrastruktur – en handbok för åtgärder	Trafikverkets VV publikation 2005:72
VV publikation 2006:37 (säker framkomlighet)	Vägar och gators utformning. Säker framkomlighet - Preliminära riktlinjer för utformning, reglering och drift	Trafikverkets VV publikation 2006:37
VV publikation 2007:54 (systemnummer och komponentbeteckningar)	Principer för systemnummer och komponentbeteckningar	Trafikverkets VV publikation 2007:54
TBT Vägmarkering	Teknisk beskrivningstext (TBT), Vägmarkering	Trafikverkets VV publikation 2010:109
TRV AMA Anläggning 10 Rev1	TRV AMA Anläggning 10 Rev 1	Trafikverkets publikation 2012:123
VVFS 2007:305	Vägverkets föreskrifter om vägmärken och andra anordningar	Trafikverkets VV publikation 2007:305
VVFS 2008:272	Vägverkets föreskrifter om storlekar på vägmärken och andra anordningar	Trafikverkets VV publikation 2008:272
VVFS 2008:379	Vägverkets föreskrifter om ändring i Vägverkets föreskrifter (VVFS 2008:272) om storlekar på vägmärken och andra anordningar	Trafikverkets VV publikation 2008:379
VVMB 104	Bestämning av friktion på belagd väg	Trafikverkets V V publikation 1990:17
VVMB 107	Bestämning av ojämnheter och tvärfall med rätskiva	Trafikverkets VV publikation 2001:29
VVMB 112	Deflektionsmätning vid provbelastning med fallviktsapparat	Trafikverkets VV publikation 1998:80
VVMB 114	Bearbetning av deflektionsmätdata, erhållna vid provbelastning av väg med FWD-apparat	Trafikverkets VV publikation 2000:29
VVMB 120	Inventering av befintlig väg	Trafikverkets VV publikation 2009:106

Benämning i OTB	Titel/ benämning/ beskrivning	Identifikation
VVMB 122	Vägytemätning med mätbil; objektmätning	Trafikverkets VV publikation 2009:79
VVMB 310	Hydraulisk dimensionering	Trafikverkets VV publikation 2008:61
VVMB 350	Slänträcken - klassificering, prestandakrav vid kollisionssprovning och provningsmetoder : tillägg till och ändring av SS-EN 1317-2 med avseende på provning av slänträcken enligt VGU	Trafikverkets VV publikation 2004:177
VVMB 501	Funktionskontroll av vägmarkering	Trafikverkets VV publikation 2001:16
VVMB 602	Bestämning av andel helt okrossat material hos obundna överbyggnadsmaterial	Trafikverkets VV publikation 1998:96
TRVMB 611	Provtagning av obundna material	Trafikverkets VV publikation 2000:105
VVMB 908	Statistisk acceptanskontroll	Trafikverkets VV publikation 1994:41
Vägmärkesförordningen, SFS 2007:90	Vägmärkesförordningen	SFS 2007:90
Vägutrustning 94	Vägutrustning 94	Trafikverkets VV publikation 1993:61
TDOK 2012:86	Trafikverkets tekniska krav för Arbete på väg	TRVK Apv

Bilaga II

Granskningshandling av Teknisk Beskrivning Bro, Geoteknik.

Trafikverket

Väg 27, Viared-Kråkered

GRANSKNINGSHANDLING

2013-12-12

Bro över Viskan öster om TPL Osdal och bro över ridväg

Uppdragsnummer: 7180767

Teknisk Beskrivning Bro, Geoteknik

Uppgifter om dokumentet:

Beställare, Slutkund Trafikverket

Objekt Väg 27, Viared-Kråkered

Handlingens status GRANSKNINGSHANDLING

Datum 2013-12-12

Rubrik 1 (Uppdragsnamn) Bro 15-1783-1 och Bro 15-1784-1

Rubrik 2 (Uppdragsnamn) Bro över Viskan öster om TPL Osdal och bro över ridväg

Uppdragsnummer 7180767

Dokumenttyp Teknisk Beskrivning Bro, Geoteknik

Dokumentnummer: 2Go74301

Upprättad av

Granskad av

Godkänd av

Ayaz Nerwey
Geotekniker/uppdragsledare

Helene Kennedy
Geotekniker/Uppdragsledare

Helene Kennedy
Gruppchef

Ändring	Datum	Sign U	Sign Gr	Sign G

Innehållsförteckning

1	Allmänt	4
1.1	Syfte	4
1.2	Koordinatsystem	4
2	Förutsättningar	4
2.1	Brottgränstillstånd	4
2.1.1	Omräkningsfaktor	4
2.1.2	Modellosäkerhet	4
2.1.3	Partialkoefficienter	4
2.1.4	Säkerhetsfaktor	5
2.2	Bruksgränstillstånd	5
2.2.1	Omräkningsfaktor	5
2.2.2	Modellosäkerhet	5
2.2.3	Partialkoefficienter	5
2.2.4	Sättningskrav	5
2.3	Styrande dokument	5
2.4	Befintliga konstruktioner	5
3	Underlag	5
4	Geotekniska undersökningar och redovisning	6
5	Topografiska/Geotekniska förhållanden, översiktligt	6
6	Projekterad anläggning, geotekniska förhållanden och åtgärder	6
6.1	Allmänt	6
6.1.1	Jordschakt	6
6.1.2	Fyllning, packning	6
6.1.3	Utskiftning	7
6.1.4	Erosionsskydd	7
6.2	Hydrogeologi	7
6.3	Geotekniska egenskaper inom området för respektive brostöd	8
6.3.1	Stöd 1, sektion 3/275	8
6.3.2	Stöd 2, sektion 3/325	8
6.3.3	Platstramsbro över ridväg, sektion 3/334	9
6.4	Hjälparbeten	9
7	Kontroll och uppföljning	9
8	Bilagor	9

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

1 Allmänt

1.1 Syfte

Denna TBb/geo är avsedd som underlag inför upprättande av bygghandling för brokonstruktion av bro

1.2 Koordinatsystem

Denna tekniska beskrivning är upprättad i följande koordinatsystem:

Plansystem: RT 90 5 GON V O:-1

Höjdsystem: RH70.

2 Förutsättningar

Säkerhetsklass enligt TK Geo 11, 2.1

Geoteknisk kategori GK2 skall gälla för grundläggning av aktuell bro.

2.1 Brottgränstillstånd

2.1.1 Omräkningsfaktor

Nedanstående omräkningsfaktorer skall användas vid dimensionering av platta och temporär konstruktion.

Tabell 1: Omräkningsfaktorer för beräkning av karakteristisk hållfasthet brottgränstillstånd.

Delfaktorer	Plattgrundläggning	Temporär konstruktion
$\eta_1\eta_2\eta_3\eta_4$	1.0	1.0
$\eta_5\eta_6$	0.95	1.05
$\eta_7\eta_8$	1.1	1.0
η	1.05	1.05

2.1.2 Modellosäkerhet

$\gamma_{rd}=1.0$ vid beräkning av vertikal bärförmåga enligt TK Geo 11, 2.6.2.1.

2.1.3 Partialkoefficienter

$\gamma_m = 1,3$ för dränerad skjuvhållfasthet (c' och $\tan \phi'$)

$\gamma_m = 1,5$ för odränerad skjuvhållfasthet (c_u)

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

2.1.4 Säkerhetsfaktor

Säkerhetsfaktor vid beräkning med partialkoefficientmetoden enligt TK Geo 11, Tabell 2.3-1.

2.2 Bruksgränstillstånd

2.2.1 Omräkningsfaktor

$\eta=1.0$ för beräkning av karakteristisk Elasticitetsmodul.

$\eta_{1234}=1.0$ resultaten från undersökningen uppvisar stor spridning.

$\eta_{56}=1.0$ kvadratisk/rektangulär styv platta.

$\eta_{78}=1.0$ Elasticitetsmodul

2.2.2 Modellosäkerhet

$\gamma_{rd}=1.3$ vid sättningsberäkning med lastspridning enligt 2:1 metoden.

2.2.3 Partialkoefficienter

$\gamma_m=1.0$ för Elasticitetsmodul

2.2.4 Sättningskrav

Sättningskraven enligt TRVK Bro 11 avsnitt B.3.4.2.5. Maximal sättningskillnad mellan angränsande brostöden ska begränsas till 1/500 av spännvidden.

Sättningskrav för anslutande bank enligt TK Geo 3.1.1.1.

2.3 Styrande dokument

- TK Geo 11
- TRVK Bro 11
- AMA Anläggning 10

2.4 Befintliga konstruktioner

Se "OTB väganläggning, Handling 6.5, Chaosnummer 0C075000".

3 Underlag

- Förslagsritning, 243K2005 och 243K2006, Förslagskiss 2013-12-12
- OTB väganläggning, Handlingsnummer 6.5, Chaosnummer 0C075000, 2012-09-14
- Markteknisk undersökningsrapport, Geoteknik, MUR/Geo, Handlingsnummer 6.13, Chaosnummer 0G071300, 2012-9-14
- Marktekniskundersökningsrapport, Bergteknik, MUR/Berg, Handlingsnummer 6.14, Chaosnummer 0B071400, 2012-09-14

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

4 Geotekniska undersökningar och redovisning

Utförda geotekniska undersökningar i läget för bron redovisas i MUR/Geo och Bilaga 1 och Bilaga 2.

5 Topografiska/Geotekniska förhållanden, översiktligt

Bron är belägen mellan sektion ca 3/270 och 3/345. Marknivåerna varierar mellan ca +128.5 och +130. Marken består av ca 0.5-1.0 m mulljord som underlagras av sandig silt och/eller siltig sand. Inom området för det västra brostödet förekommer även inslag av gyttja och torv. Stopp i berg eller block har erhållits ca 18-25 m under markytan.

6 Projekterad anläggning, geotekniska förhållanden och åtgärder

6.1 Allmänt

bron grundläggs på nivån +128.2 och på minst 0.5 meter packad fyllning. Bron skall plattgrundläggas vilket kräver att utskiftning av ytliga jordlager utförs för brostöden.

6.1.1 Jordschakt

Jordschakt utförs enligt AMA Anläggning 10, CBB.51

6.1.2 Fyllning, packning

Fyllning och packning ska utföras enligt AMA Anläggning 10, CEB.41
Nedanstående egenskaper för packad fyllningen skall användas.

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

Tabell 3: Karakteristiska egenskaper packad fyllning.

Jordart	ϕ_k (°)	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	E (MPa)
Sorterad sprängsten	45	18	11	50
Grus eller gruskrossmaterial	37	19	12	40

6.1.3 Utskiftning

Utskiftning av jord skall utföras enligt AMA Anläggning 10, Figur CEB/6.

6.1.4 Erosionsskydd

Permanent spont skall utgöra skydd mellan magasin för omhändertagande av dagvatten och Viskan.

6.2 Hydrogeologi

Grundvattenytan inom området har uppmätts i öppna grundvattenrör till nivån ca +128.0 och +128,5 (ca 1.0 m under markytan). Grundvattenytan i området sammafaller med vattenståndet för Viskan med nivåer enligt nedanstående tabell.

Tabell 4: Dimensionerande vattenstånd för Viskan.

	LLW ₅₀	MLW	MW	MHW	HHW ₅₀	HHW ₁₀₀
Nivå	+127.9	+127.9	+128.0	+129.1	+130.1	+130.2

Dimensionerande flöden för Viskan framgår av nedanstående tabell.

Tabell 5: Dimensionerande vattenflöden för Viskan.

Flöden	LLQ ₅₀	MLQ	MQ	MHQ	HHQ ₅₀	HHQ ₁₀₀
Dygnsmedelsvärden m ³ /s	0.6	1.4	8.6	39	83	91

Dimensionerande vattenhastigheter för Viskan framgår av nedanstående tabell.

Tabell 6: Dimensionerande vattenhastigheter för Viskan

Flöden	V _{min,50}	V _{ML}	V _M	V _{MH}	V _{max,50}	V _{max,100}
Dygnsmedelsvärden m ³ /s	0.0	0.1	0.4	0.7	1.0	1.0

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

6.3 Geotekniska egenskaper inom området för respektive brostöd

De geotekniska egenskaperna redovisas nedan för respektive stöd.

6.3.1 Stöd 1, sektion 3/275

Marknivån varierar mellan +128.5 och +130. Jordlagerföljden i läget för stödet utgörs av ett ytligt skikt grusig sand med växtdelar som underlagras av ca 0-2 m siltig gyttja och/eller gyttjig sand och torv. Därunder utgörs jordlagerföljden av 1-6 m sandig silt och/eller siltig sand följt av fastare material, troligen sand, ner till ca 25 m under markytan vilken vilar på morän eller berg. Sondering är utförd till nivån +106 och avslutats i berg eller block. Utvärdering av friktionsvinkel enligt TK Geo 11 avsnitt 5.2.3.8.1.1 ur sonderingsresultat från hejarsondering och CPT redovisas i bilaga 3.1. I bilaga 4.1 redovisas utvärderad Elasticitetsmodul enligt TK Geo 11 avsnitt 5.2.3.5.2.

Tabell 7: Härledda värden för stöd 1

Nivå	Material	Φ [°] ($\bar{x}$)	M_o [MPa] ($\bar{x}$)
My till +126	grSa/saGy/gysiSa	31*	7
+126 till +120	saSi/siSa	31* + 0.7/m	10 + 4/m
+120 till +117	siSa	34*	30
+117 till +107	siSa	35*	40
+107 till berg	Mn	42	90

*Friktionsvinkeln har reducerats med 3° med avseende på silt.

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

6.4 Hjälparbeten

Spont kommer att krävas för att möjliggöra utskiftning av organisk jord och för att klara länshållning vid gjutning av brostöden då detta skall ske i torrhet. Sponten

7 Kontroll och uppföljning

Kontrollprogram upprättas för att säkerställa en sänkning av grundvattennivån i samband med utskiftningen för brons stöd.

Arbetsberedning skall upprättas för arbeten som omfattar:

- Sänkning av grundvatten
- Jordschakt eller fyllning som överstiger djup/höjd 2.5 m.
- Tyngre entreprenadmaskiner såsom lyft- och pålkranar
- Stödkonstruktioner

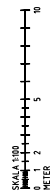
8 Bilagor

Bilaga III

Planskiss från ovan.

Bilaga IV

Planskiss från sidan.

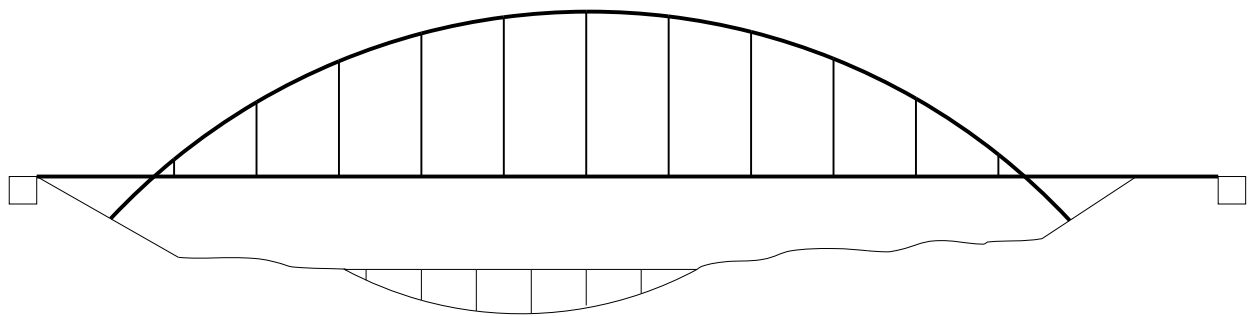


SITUATIONSPLAN
150000

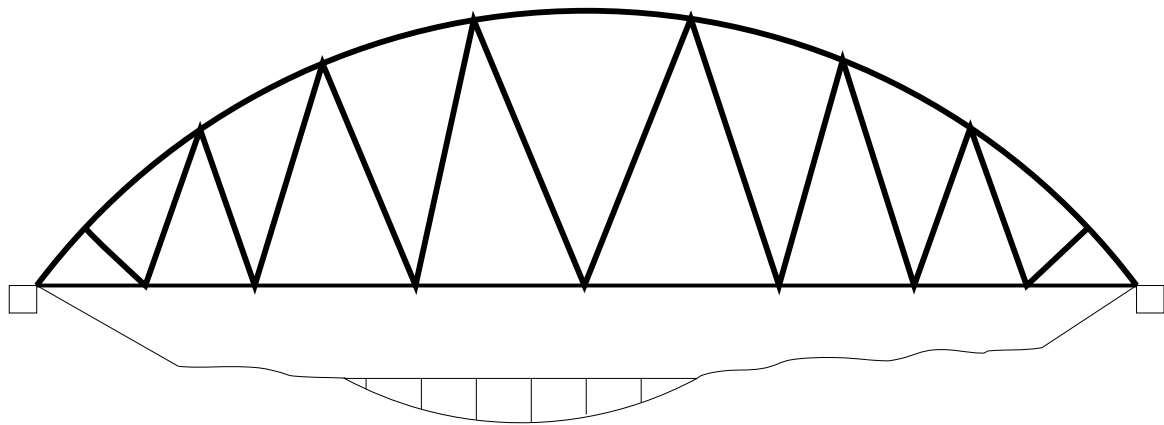
Bilaga V

Skisser på samtliga 10 framtagna koncept. Författarnas egna bilder.

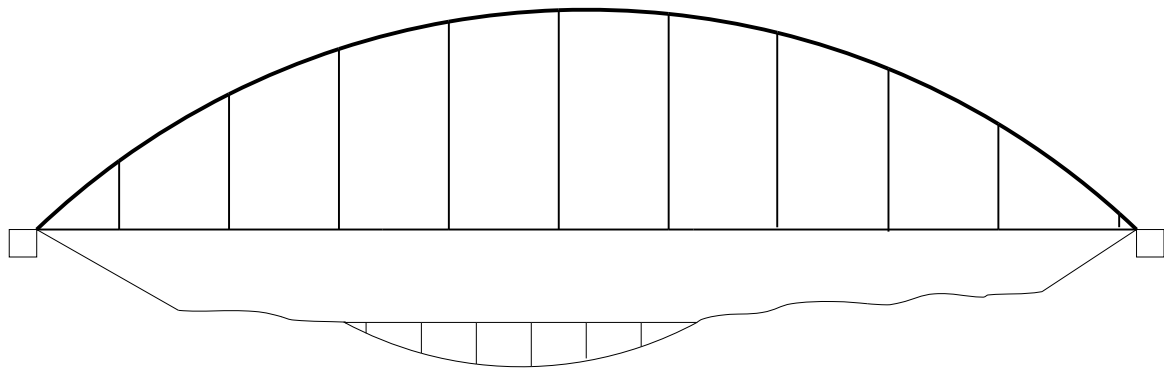
Konzept 1



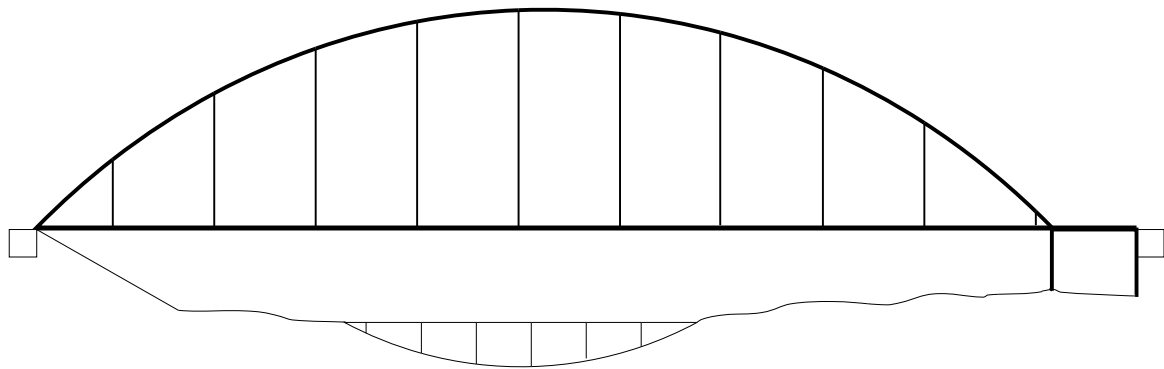
Konzept 2



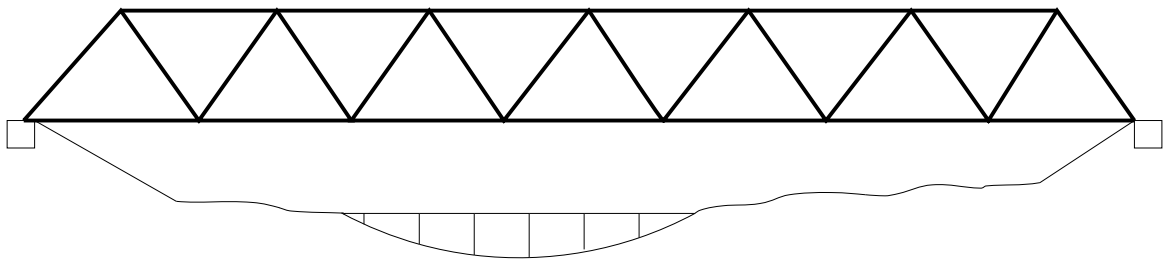
Konzept 3



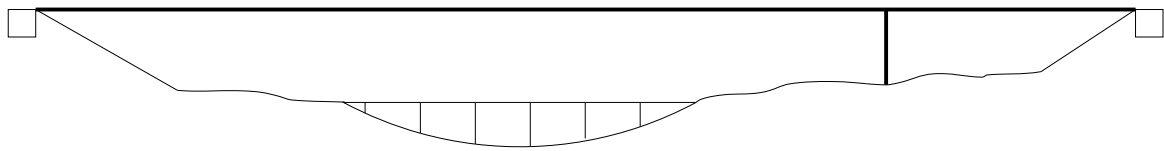
Koncept 4



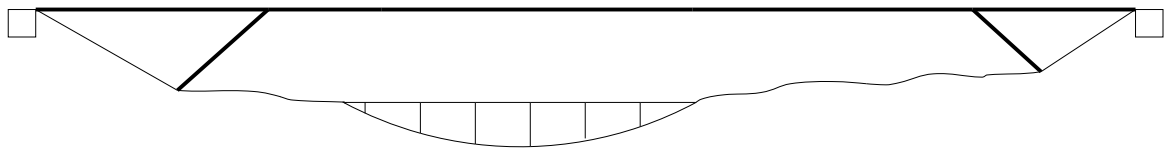
Konzept 5



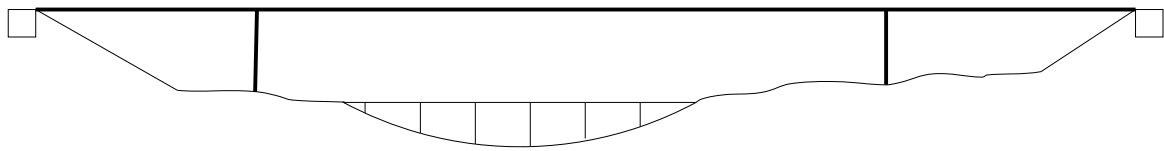
Koncept 6



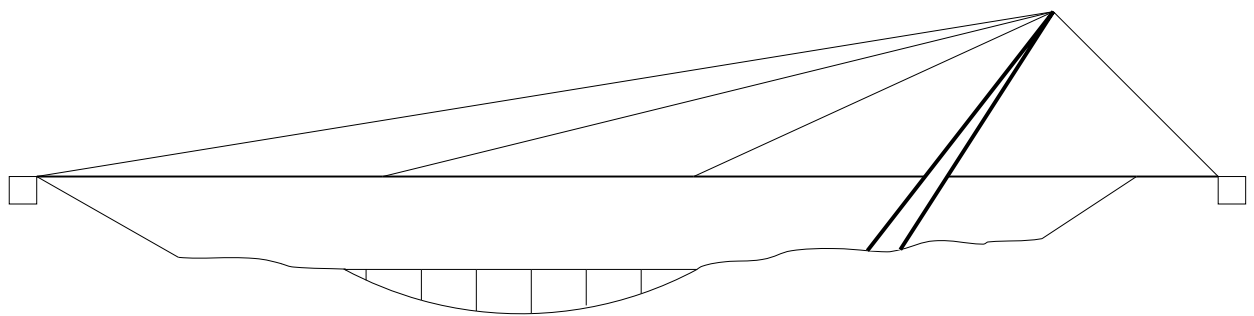
Konzept 7



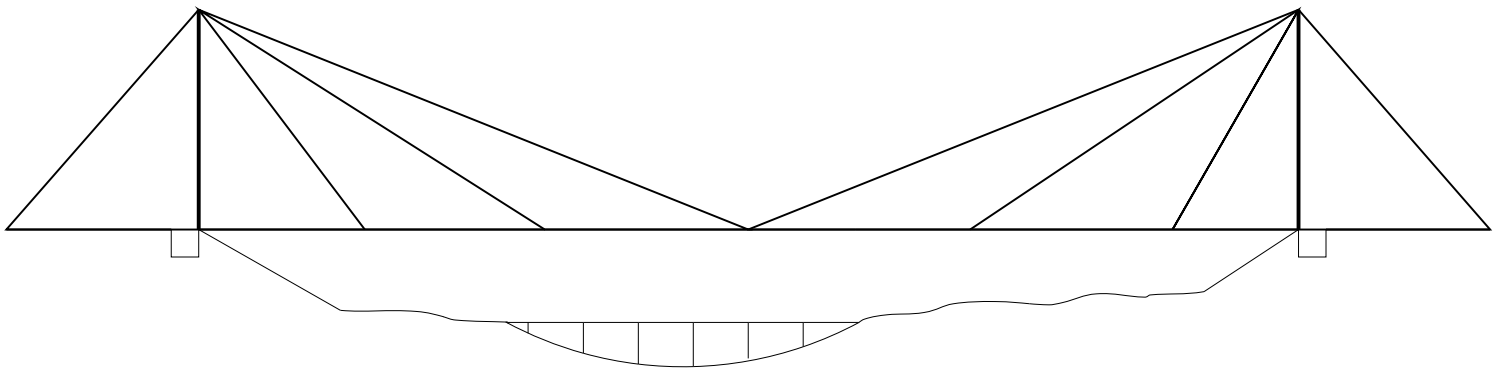
Konzept 8



Konzept 9



Konzept 10



Bilaga VI

Generellt lastprogram som används vid applicering av laster i nedanstående program.

```

function [P1, P2, Q1, Q2, Q3, G1, G2, G3, G4] = Laster

%-----%
% Kandidatarbete Brogrupp 2          %
% BMTX01-17-52                      %
% Datum:2017-04-26                  %
% Felix Dubrefjord 930322           %
% Christoffer Jonsson 920318        %
% Sofia Lindroth 951012             %
% Isabelle Persson 950719           %
% Lars Scheidegger 920601           %
% Hanna Westerling 930428           %
%-----%
% Tar fram dimensionerande laster    %
% av trafik och egentyngd för        %
% tvärbalkarna samt de längsgående  %
% lådbalkarna.                      %
%-----%

clear all
close all
clc

% AVGRÄNSNINGAR -----%
% Försummar tyngden av stutts i tvärbalkarna %
% Försummar tyngden av infästningarna av kablarna %
% Försummar tyngden av kablar %
%-----%

%%%% Indata %%%
g = 9.81 ; % [m/s2]

% Densiteter [ton/m3]
Ds = 7.85 ; % Stål
Da = 1.50 ; % Vägbeläggning
Db = 2.52 ; % Armerad betong

% Tvärsnittsmått tvärbalkar, I-profiler [m]
hl1 = 0.380 ; % Höjd liv
hfo1 = 0.050 ; % Tjocklek överfläns
hfu1 = 0.070 ; % Tjocklek underfläns

bl1 = 0.060 ; % Tjocklek liv
bfo1 = 0.300 ; % Bredd överfläns
bfu1 = 0.800 ; % Bredd underfläns

A1 = hl1*bl1 + hfo1*bfo1 + hfu1*bfu1 ; % Tvärsnittsarea [m2]

% Tvärsnittsmått längsgående balkar, lådprofiler [m]
hl = 0.900 ; % Höjd
bl = 0.450 ; % Bredd
t = 0.020 ; % Tjocklek

```

```

A2    = 2*hl*t + 2*(bl-2*t)*t ; % Tvärsnittsarea [m2]

% Tvärsnittsmått vägbana [m]
hka = 0.095 ; % Tjocklek vägbeläggning
hkb = 0.305 ; % Tjocklek betongplatta

%%%% Lastberäkning %%%%

% Egentyngder [kN/m]
g1 = A1*Ds*g ; % Tvärbalkar
g2 = A2*Ds*g ; % Längsgående balkar
g3 = (hka*Da + hkb*Db)*g ; % Vägbana - annan enhet [kN/m2]
g4 = 0.5 ; % Broräcke

% Trafiklaster (Lastmodell 1)

% Punktlaster, enaxlig koncentrerad last [kN/m]
Qk1 = 600 ; % Lastfält 1
Qk2 = 400 ; % Lastfält 2

% Utbredda [kN/m2]
qk1 = 9 ;
qk2 = 2.5 ;
qk3 = 2.5 ;

% Reduktionsfaktorer
aQ1 = 1*0.85 ; % Punktlaster, lastfält 1, reducerad
aQ2 = 1 ;
aq1 = 1*0.85 ; % Utbredda laster, lastfält 2, reducerad
aq2 = 1 ;
aq3 = 1 ;

% Dimensionerande trafiklaster
p1 = Qk1*aQ1 ; % [kN]
p2 = Qk2*aQ2 ; % [kN]

q1 = qk1*aq1 ; % [kN/m2]
q2 = qk2*aq2 ; % [kN/m2]
q3 = qk3*aq3 ; % [kN/m2]

% Lastkombinationer
% Koefficienter och reduktionsfaktorer
%-----%
% Välj det tillstånd som beräkningarna ska göras i: %
%-----%
% Brottgränstillstånd ekv.6.10b
gG = 1.35; gP = 1.5; gQ = 1.5; p1Q = 1.0; p2Q = 0.40; xG = 0.85;

% Brukgränstillstånd ekv.6.14b
%gG = 1.0; gP = 1.0; gQ = 1.0; p1Q = 1.0; p2Q = 0.40; xG = 1.0;

```

```

% Brukgränstillstånd ekv.6.15b
%gG = 1.0;    gP = 1.0;    gQ = 1.0; p1Q = 0.4; p2Q = 0;    xG = 1.0;

% Brukgränstillstånd ekv.6.16b
%gG = 1.0;    gP = 1.0;    gQ = 1.0; p1Q = 0;    p2Q = 0;    xG = 1.0;

% Dimensionerande laster

% Punktlaster
P1 = p1*gP ;          % [kN]
P2 = p2*gP ;          % [kN]

% Jämntutbredda laster
Q1 = q1*gQ*p1Q ;      % [kN/m2]
Q2 = q2*gQ*p2Q ;      % [kN/m2]
Q3 = q3*gQ*p2Q ;      % [kN/m2]

% Egentyngder
G1 = g1*gG*xG ;        % Tvärbalkar          [kN/m]
G2 = g2*gG*xG ;        % Längsgående balkar [kN/m]
G3 = g3*gG*xG ;        % Vägbana          [kN/m2]
G4 = g4*gG*xG ;        % Broräcken          [kN/m]

end

```

ans =

765

Published with MATLAB® R2014a

Bilaga VII

Beräkning av dimensionerande moment för tvärbalkar.

```

%-----%
% Kandidatarbete Brogrupp 2      %
% BMTX01-17-52                  %
% Datum:2017-04-26              %
% Felix Dubrefjord 930322        %
% Christoffer Jonsson 920318     %
% Sofia Lindroth 951012          %
% Isabelle Persson 950719        %
% Lars Scheidegger 920601        %
% Hanna Westerling 930428        %
%-----%
% Tar fram dimensionerande tvärkraft%
% för tvärbalkarna. Mht Lastfall 2 %
%-----%

clear all
close all
clc

% Tvärsnittskonstanter
% Sätts till 1 för att göra beräkningarna med CALFEM
E = 1;
A = 1;
I = 1;

% Hämtar laster från funktionsfilen "Laster"
[P1, P2, Q1, Q2, Q3, G1, G2, G3, G4] = Laster;

% Längder för brofält [m]
cc = 75/16;      % Centrumavstånd, tvärbalkar [m]
L1 = 1.250;      % Avstånd hängare till räcke, kan behöva ändras mht krav
L2 = 1.200;      % Mitstremsa
L3 = 1.500;      % Halvt körfält
L4 = 1.650;      % Återstående bredd av körbanan

% Anger randvillkor
bc = [1 0;
      2 0;
      3 0;
      40 0;
      41 0;
      42 0];

% Anger längderna för elementen
Coord = [0 0;
         L1 0;
         L1+L3 0;
         L1+2*L3 0;
         L1+3*L3 0;
         L1+4*L3 0;
         L1+4*L3+L4 0;

```

```

        L1+4*L3+L4+L2 0;
        L1+4*L3+2*L4+L2 0;
        L1+5*L3+2*L4+L2 0;
        L1+6*L3+2*L4+L2 0;
        L1+7*L3+2*L4+L2 0;
        L1+8*L3+2*L4+L2 0;
        2*L1+2*L4+8*L3+L2 0];

% Anger noderna för dessa
Dof = [1 2 3;
       4 5 6;
       7 8 9;
       10 11 12;
       13 14 15;
       16 17 18;
       19 20 21;
       22 23 24;
       25 26 27;
       28 29 30;
       31 32 33;
       34 35 36;
       37 38 39;
       40 41 42];

% Ställer upp kritiska punkter på tvärbalken
Edof = [1 1 2 3 4 5 6;
        2 4 5 6 7 8 9;
        3 7 8 9 10 11 12;
        4 10 11 12 13 14 15;
        5 13 14 15 16 17 18;
        6 16 17 18 19 20 21;
        7 19 20 21 22 23 24;
        8 22 23 24 25 26 27;
        9 25 26 27 28 29 30;
        10 28 29 30 31 32 33;
        11 31 32 33 34 35 36;
        12 34 35 36 37 38 39;
        13 37 38 39 40 41 42];

% Sätter ihop och ritar upp systemet för tvärbalken
[Ex, Ey] = coordxtr(Edof,Coord,Dof,2);

% Förallokera matriser
K = zeros(42);
f = zeros(42,1);

% Tvärsnittskonstanter
ep = [E A I] ;
eldraw2(Ex,Ey,[1 2 1]);

% Placerar punktlasterna P1 och P2 i lastfällten längst till
% vänster för max tvärkraft samt placerar räckerna som punktlaster
% på vardera sida och i mitten
g4      = G4*cc ; % Broräcke [kN]

```

```

f(8)      = -P1;
f(14)     = -P2;
f(5)      = -g4;
f(20)     = -g4;
f(23)     = -g4;
f(38)     = -g4;

% Placerar de utbredda lasterna också längst till vänster innanför
% broräckerna
g3        = G3*cc ; % Vägbanan [kN/m]
q1        = Q1*cc ; % Jämntutbredda laster [kN/m]
q2        = Q2*cc ;
q3        = Q3*cc ;

eq        = [0 -g3-G1;0 -q1-G1-g3;0 -q1-G1-g3;0 -q2-G1-g3;0 -q2-G1-g3;
            0 -q2-G1-g3;0 -q2-G1-g3;0 -G1-g3;
            0 -q3-G1-g3;0 -q3-G1-g3;0 -q3-G1-g3;0 -q3-G1-g3; 0 -g3-G1] ;

% Bestämmer längderna mellan noderna och tar fram styvhetsmatrisen K,
% samt kraftvektorn f.
for i = 1:13
[Ke, fe] = beam2e(Ex(i,:), Ey(i,:), ep, eq(i,:));
[K, f] = assem(Edof(i,:), K, Ke, f, fe);
end

% Bestämmer reaktionskrafter samt nedböjningar
[a, r] = solveq(K, f, bc) ;

% Bestämmer nedböjningarna av varje enskilt element samt
% tar fram tvärkraften i dessa
ed1 = extract(Edof(1,:), a);
es1 = beam2s(Ex(1,:), Ey(1,:), ep, ed1, eq(1,:), 10);

ed2 = extract(Edof(2,:), a);
es2 = beam2s(Ex(2,:), Ey(2,:), ep, ed2, eq(2,:), 10);

ed3 = extract(Edof(3,:), a);
es3 = beam2s(Ex(3,:), Ey(3,:), ep, ed3, eq(3,:), 10);

ed4 = extract(Edof(4,:), a);
es4 = beam2s(Ex(4,:), Ey(4,:), ep, ed4, eq(4,:), 10);

ed5 = extract(Edof(5,:), a);
es5 = beam2s(Ex(5,:), Ey(5,:), ep, ed5, eq(5,:), 10);

ed6 = extract(Edof(6,:), a);
es6 = beam2s(Ex(6,:), Ey(6,:), ep, ed6, eq(6,:), 10);

ed7 = extract(Edof(7,:), a);
es7 = beam2s(Ex(7,:), Ey(7,:), ep, ed7, eq(7,:), 10);

ed8 = extract(Edof(8,:), a);

```

```

es8 = beam2s(Ex(8,:),Ey(8,:),ep,ed8,eq(8,:),10);

ed9 = extract(Edof(9,:),a);
es9 = beam2s(Ex(9,:),Ey(9,:),ep,ed9,eq(9,:),10);

ed10 = extract(Edof(10,:),a);
es10 = beam2s(Ex(10,:),Ey(10,:),ep,ed10,eq(10,:),10);

ed11 = extract(Edof(11,:),a);
es11 = beam2s(Ex(11,:),Ey(11,:),ep,ed11,eq(11,:),10);

ed12 = extract(Edof(12,:),a);
es12 = beam2s(Ex(12,:),Ey(12,:),ep,ed12,eq(12,:),10);

ed13 = extract(Edof(13,:),a);
es13 = beam2s(Ex(13,:),Ey(13,:),ep,ed13,eq(13,:),10);

% Plottar och tar fram maximal tvärkraft för Lastfall 1
figure(1)
plotpar = [2 1];
sfac = scalfact2(Ex(2,:),Ey(2,:),es2,2);

eldia2(Ex(1,:), Ey(1,:), es1(:,2), plotpar, sfac);           % Element 1
eldia2(Ex(2,:), Ey(2,:), es2(:,2), plotpar, sfac);           % Element 2
eldia2(Ex(3,:), Ey(3,:), es3(:,2), plotpar, sfac);           % ... osv
eldia2(Ex(4,:), Ey(4,:), es4(:,2), plotpar, sfac);
eldia2(Ex(5,:), Ey(5,:), es5(:,2), plotpar, sfac);
eldia2(Ex(6,:), Ey(6,:), es6(:,2), plotpar, sfac);
eldia2(Ex(7,:), Ey(7,:), es7(:,2), plotpar, sfac);
eldia2(Ex(8,:), Ey(8,:), es8(:,2), plotpar, sfac);
eldia2(Ex(9,:), Ey(9,:), es9(:,2), plotpar, sfac);
eldia2(Ex(10,:), Ey(10,:), es10(:,2), plotpar, sfac);
eldia2(Ex(11,:), Ey(11,:), es11(:,2), plotpar, sfac);
eldia2(Ex(12,:), Ey(12,:), es12(:,2), plotpar, sfac);
eldia2(Ex(13,:), Ey(13,:), es13(:,2), plotpar, sfac);
title('Tvärkraftsfördelning')
ylim([-3 3])
xlim([0 19])
ylabel('kN')
xlabel('m')
esmax = abs([es1; es2; es3; es4; es5; es6; es7; es8; es9; es10; es11; es12; es13])
Vmax = max(esmax(:,2)) % Maximal tvärkraft

% Plottar och tar fram maximalt moment för Lastfall 1
figure(2)
plotpar = [2 1];
sfac = scalfact2(Ex(2,:),Ey(2,:),es2,2);

eldia2(Ex(1,:), Ey(1,:), es1(:,3), plotpar, sfac);           % Element 1
eldia2(Ex(2,:), Ey(2,:), es2(:,3), plotpar, sfac);           % Element 2
eldia2(Ex(3,:), Ey(3,:), es3(:,3), plotpar, sfac);           % ... osv
eldia2(Ex(4,:), Ey(4,:), es4(:,3), plotpar, sfac);
eldia2(Ex(5,:), Ey(5,:), es5(:,3), plotpar, sfac);
eldia2(Ex(6,:), Ey(6,:), es6(:,3), plotpar, sfac);

```

```

eldia2(Ex(7,:), Ey(7,:), es7(:,3), plotpar, sfac);
eldia2(Ex(8,:), Ey(8,:), es8(:,3), plotpar, sfac);
eldia2(Ex(9,:), Ey(9,:), es9(:,3), plotpar, sfac);
eldia2(Ex(10,:), Ey(10,:), es10(:,3), plotpar, sfac);
eldia2(Ex(11,:), Ey(11,:), es11(:,3), plotpar, sfac);
eldia2(Ex(12,:), Ey(12,:), es12(:,3), plotpar, sfac);
eldia2(Ex(13,:), Ey(13,:), es13(:,3), plotpar, sfac);
title('Momentfördelning')
ylim([-6 6])
xlim([0 19])
ylabel('kNm')
xlabel('m')
Mmax = max(esmax(:,3)) % Maximalt moment

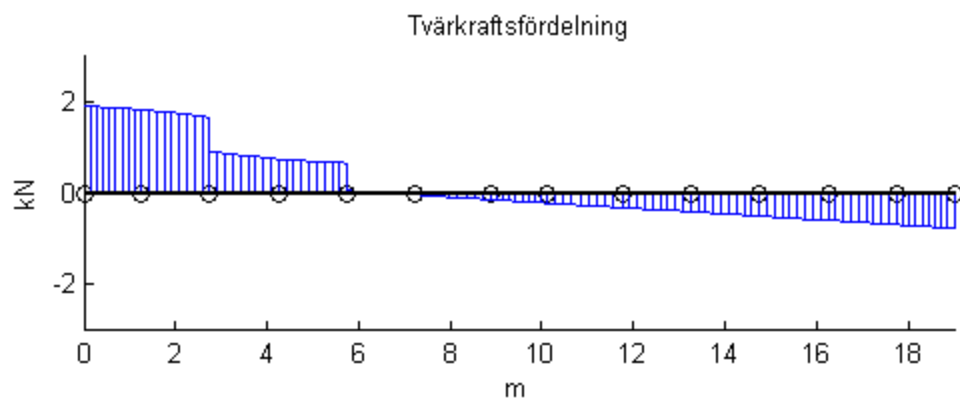
```

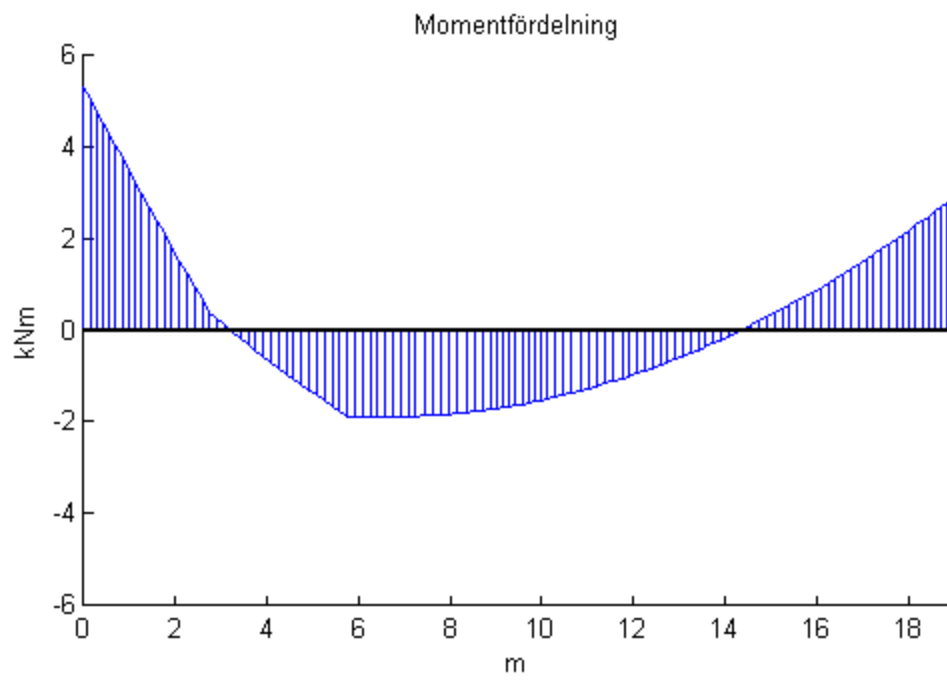
$V_{max} =$

$1.9160e+03$

$M_{max} =$

$5.3851e+03$





Published with MATLAB® R2014a

Bilaga VIII

Beräkning av dimensionerande tvärkraft för tvärbalkar.

```

%-----%
% Kandidatarbete Brogrupp 2      %
% BMTX01-17-52                  %
% Datum:2017-04-26              %
% Felix Dubrefjord 930322       %
% Christoffer Jonsson 920318    %
% Sofia Lindroth 951012         %
% Isabelle Persson 950719       %
% Lars Scheidegger 920601       %
% Hanna Westerling 930428       %
%-----%
% Tar fram dimensionerande moment %
% för tvärbalkarna. Mht lastfall 1 %
%-----%

clear all
close all
clc

% Hämtar laster från funktionsfilen "Laster"
[P1, P2, Q1, Q2, Q3, G1, G2, G3, G4] = Laster;

% Tvärsnittskonstanter
% Sätts till 1 för att göra beräkningarna med CALFEM
E = 1;
A = 1;
I = 1;

% Längder för brofält [m]
cc = 75/16;      % Centrumavstånd, tvärbalkar [m]
L1 = 1.250;      % Avstånd hängare till räcke, kan behöva ändras mht krav
L2 = 1.200;      % Mittremsa
L3 = 1.500;      % Halvt körfält
L4 = 1.650;      % Återstående bredd av körbanan

% Anger randvillkor
bc = [1 0;
      2 0;
      %3 0;
      %40 0;
      41 0];
      %42 0];

% Anger längderna för elementen
Coord = [0 0;
         L1 0;
         L1+L4 0;
         L1+L4+L3 0;
         L1+L4+2*L3 0;
         L1+L4+3*L3 0;
         L1+L4+4*L3 0;
         L1+L4+4*L3+L2 0;

```

```

        L1+L4+5*L3+L2 0;
        L1+L4+6*L3+L2 0;
        L1+L4+7*L3+L2 0;
        L1+L4+8*L3+L2 0;
        L1+2*L4+8*L3+L2 0;
        2*L1+2*L4+8*L3+L2 0];

% Anger noderna för dessa
Dof = [1 2 3;
       4 5 6;
       7 8 9;
       10 11 12;
       13 14 15;
       16 17 18;
       19 20 21;
       22 23 24;
       25 26 27;
       28 29 30;
       31 32 33;
       34 35 36;
       37 38 39;
       40 41 42];

% Ställer upp noder för kritiska punkter på tvärbalken
Edof = [1 1 2 3 4 5 6;
        2 4 5 6 7 8 9;
        3 7 8 9 10 11 12;
        4 10 11 12 13 14 15;
        5 13 14 15 16 17 18;
        6 16 17 18 19 20 21;
        7 19 20 21 22 23 24;
        8 22 23 24 25 26 27;
        9 25 26 27 28 29 30;
        10 28 29 30 31 32 33;
        11 31 32 33 34 35 36;
        12 34 35 36 37 38 39;
        13 37 38 39 40 41 42];

% Sätter ihop och ritar upp systemet för tvärbalken
[Ex, Ey] = coordxtr(Edof,Coord,Dof,2);

% Förallokera matriser
K = zeros(42);
f = zeros(42,1);

% Tvärsnittskonstanter
ep = [E A I] ;
eldraw2(Ex,Ey,[1 2 1]);

% Placerar punktlasterna i lastfälten närmast mitten för maxmoment
% samt placerar räckerna som punktlaster på vardera sida och i mitten
g4      = G4*cc ; % Broräcke [kN]

f(17)   = -P1;

```

```

f(26)    = -P2;
f(5)     = -g4;
f(20)    = -g4;
f(23)    = -g4;
f(38)    = -g4;

% Placerar de utbredda lasterna i lastfällten närmast mitten
g3        = G3*cc ; % Vägbanan [kN/m]
q1        = Q1*cc ; % Jämntutbredda laster [kN/m]
q2        = Q2*cc ;
q3        = Q3*cc ;
eq        = [0 -g3-G1;0 -q3-G1-g3;0 -q3-G1-g3;0 -q3-G1-g3;0 -q3-G1-g3;
             0 -q1-G1-g3;0 -q1-G1-g3;0 -G1-g3;
             0 -q2-G1-g3;0 -q2-G1-g3;0 -q2-G1-g3;0 -q2-G1-g3; 0 -g3-G1] ;

% Bestämmer längderna mellan noderna och tar fram styvhetsmatrisen K,
% samt kraftvektorn f.
for i = 1:13
[Ke, fe] = beam2e(Ex(i,:), Ey(i,:), ep, eq(i,:));
[K, f] = assem(Edof(i,:), K, Ke, f, fe);
end

% Bestämmer reaktionskrafter samt nedböjningar
[a, r] = solveq(K, f, bc) ;

% Bestämmer nedböjningarna av varje enskilt element samt
% tar fram tvärkraften i dessa
ed1 = extract(Edof(1,:), a);
es1 = beam2s(Ex(1,:), Ey(1,:), ep, ed1, eq(1,:), 10);

ed2 = extract(Edof(2,:), a);
es2 = beam2s(Ex(2,:), Ey(2,:), ep, ed2, eq(2,:), 10);

ed3 = extract(Edof(3,:), a);
es3 = beam2s(Ex(3,:), Ey(3,:), ep, ed3, eq(3,:), 10);

ed4 = extract(Edof(4,:), a);
es4 = beam2s(Ex(4,:), Ey(4,:), ep, ed4, eq(4,:), 10);

ed5 = extract(Edof(5,:), a);
es5 = beam2s(Ex(5,:), Ey(5,:), ep, ed5, eq(5,:), 10);

ed6 = extract(Edof(6,:), a);
es6 = beam2s(Ex(6,:), Ey(6,:), ep, ed6, eq(6,:), 10);

ed7 = extract(Edof(7,:), a);
es7 = beam2s(Ex(7,:), Ey(7,:), ep, ed7, eq(7,:), 10);

ed8 = extract(Edof(8,:), a);
es8 = beam2s(Ex(8,:), Ey(8,:), ep, ed8, eq(8,:), 10);

ed9 = extract(Edof(9,:), a);
es9 = beam2s(Ex(9,:), Ey(9,:), ep, ed9, eq(9,:), 10);

```

```

ed10 = extract(Edof(10,:),a);
es10 = beam2s(Ex(10,:),Ey(10,:),ep,ed10,eq(10,:),10);

ed11 = extract(Edof(11,:),a);
es11 = beam2s(Ex(11,:),Ey(11,:),ep,ed11,eq(11,:),10);

ed12 = extract(Edof(12,:),a);
es12 = beam2s(Ex(12,:),Ey(12,:),ep,ed12,eq(12,:),10);

ed13 = extract(Edof(13,:),a);
es13 = beam2s(Ex(13,:),Ey(13,:),ep,ed13,eq(13,:),10);

```

```
% Plottar och tar fram maximal tvärkraft för Lastfall 2
```

```

figure(1)
plotpar = [2 1];
sfac = scalfact2(Ex(2,:),Ey(2,:),es2,2);

eldia2(Ex(1,:), Ey(1,:), es1(:,2), plotpar, sfac);      % Element 1
eldia2(Ex(2,:), Ey(2,:), es2(:,2), plotpar, sfac);      % Element 2
eldia2(Ex(3,:), Ey(3,:), es3(:,2), plotpar, sfac);      % ... osv
eldia2(Ex(4,:), Ey(4,:), es4(:,2), plotpar, sfac);
eldia2(Ex(5,:), Ey(5,:), es5(:,2), plotpar, sfac);
eldia2(Ex(6,:), Ey(6,:), es6(:,2), plotpar, sfac);
eldia2(Ex(7,:), Ey(7,:), es7(:,2), plotpar, sfac);
eldia2(Ex(8,:), Ey(8,:), es8(:,2), plotpar, sfac);
eldia2(Ex(9,:), Ey(9,:), es9(:,2), plotpar, sfac);
eldia2(Ex(10,:), Ey(10,:), es10(:,2), plotpar, sfac);
eldia2(Ex(11,:), Ey(11,:), es11(:,2), plotpar, sfac);
eldia2(Ex(12,:), Ey(12,:), es12(:,2), plotpar, sfac);
eldia2(Ex(13,:), Ey(13,:), es13(:,2), plotpar, sfac);
title('Tvärkraftsfördelning')
ylim([-2 2])
xlim([0 19])
ylabel('kN')
xlabel('m')
esmax = abs([es1; es2; es3; es4; es5; es6; es7; es8; es9; es10; es11; es12; es13])
Vmax = max(esmax(:,2)) % Maximal tvärkraft

```

```
% Plottar och tar fram maximalt moment för Lastfall 2
```

```

figure(2)
plotpar = [2 1];
sfac = scalfact2(Ex(2,:),Ey(2,:),es2,2.3);

eldia2(Ex(1,:), Ey(1,:), es1(:,3), plotpar, sfac);      % Element 1
eldia2(Ex(2,:), Ey(2,:), es2(:,3), plotpar, sfac);      % Element 2
eldia2(Ex(3,:), Ey(3,:), es3(:,3), plotpar, sfac);      % ... osv
eldia2(Ex(4,:), Ey(4,:), es4(:,3), plotpar, sfac);
eldia2(Ex(5,:), Ey(5,:), es5(:,3), plotpar, sfac);
eldia2(Ex(6,:), Ey(6,:), es6(:,3), plotpar, sfac);
eldia2(Ex(7,:), Ey(7,:), es7(:,3), plotpar, sfac);
eldia2(Ex(8,:), Ey(8,:), es8(:,3), plotpar, sfac);
eldia2(Ex(9,:), Ey(9,:), es9(:,3), plotpar, sfac);
eldia2(Ex(10,:), Ey(10,:), es10(:,3), plotpar, sfac);

```

```

eldia2(Ex(11,:), Ey(11,:), es11(:,3), plotpar, sfac);
eldia2(Ex(12,:), Ey(12,:), es12(:,3), plotpar, sfac);
eldia2(Ex(13,:), Ey(13,:), es13(:,3), plotpar, sfac);
title('Momentfördelning')
ylim([-9 6])
xlim([0 19])
ylabel('kNm')
xlabel('m')
Mmax = max(esmax(:,3)) % Maximalt moment

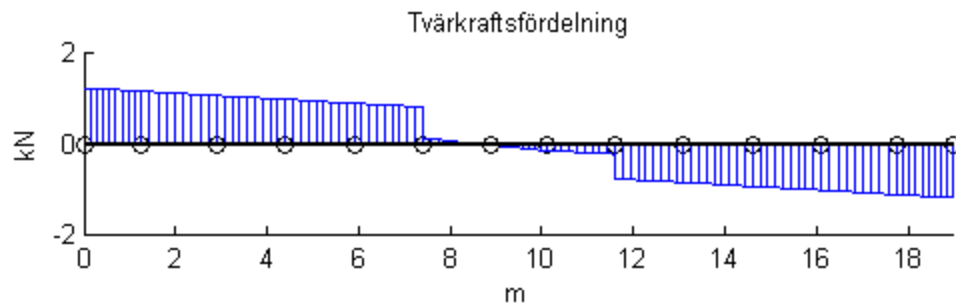
```

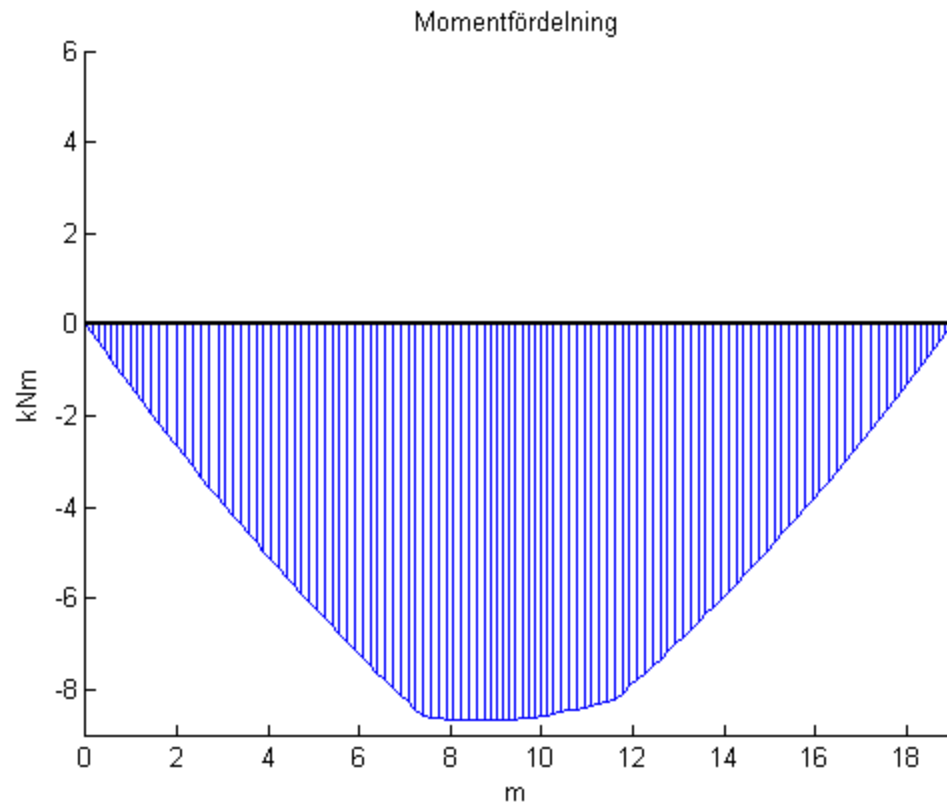
$V_{max} =$

$1.3632e+03$

$M_{max} =$

$8.4774e+03$





Published with MATLAB® R2014a

Bilaga IX

Beräkning av dimensionerande laster för betongplattan.

```
%-----%
% Kandidatarbete Brogrupp 2      %
% BMTX01-17-52                  %
% Datum:2017-04-26              %
% Felix Dubrefjord 930322       %
% Christoffer Jonsson 920318    %
% Sofia Lindroth 951012         %
% Isabelle Persson 950719       %
% Lars Scheidegger 920601       %
% Hanna Westerling 930428       %
%-----%
% Tar fram dimensionerande tvärkraft%
% och moment för betongplattan.  %
%-----%

clear all
close all
clc

% Hämtar laster från funktionsfilen "Laster"
[P1, P2, Q1, Q2, Q3, G1, G2, G3, G4] = Laster;

% Tvärsnittskonstanter
% Sätts till 1 för att göra beräkningarna med CALFEM
E = 1 ;
A = 1 ;
I = 1 ;

% Indata
ne = 32 ;          % Antalet element
cc = 75/16 ;       % cc-mått [m]
k = 20 ;           % Antal mätpunkter på varje element
Le = cc/2 ;        % Längd på element [m]
L = 3 ;            % Bredden på ett lastfält [m]

% Anger randvillkor
%-----%
% Ser varje tvärbalk som ett stöd %
% och låser därför dessa i        %
% vertikalled.                   %
%-----%
bc = [1 0;
      2 0;
      8 0;
      14 0;
      20 0;
      26 0;
      32 0;
      38 0;
      44 0;
      50 0;
```

```

56 0;
62 0;
68 0;
74 0;
80 0;
86 0;
92 0;
98 0];

% Förallokera matriser
K = zeros((ne+1)*3);
f = zeros((ne+1)*3,1);

% Tvärsnittskonstanter
ep = [E A I] ;

% Dimensionerade laster för brobanan %%%
%-----%
% Kollar på maximalt belastat lastfält,      %
% i detta fall Lastfält 1, då det är          %
% dimensionerande.                           %
%-----%

% Summerar utbredda laster: dimensionerande last Q1,
% vägbans egentyngd G3 och boräckenas egentyngd G4.
QG = Q1*L + G3*L + G4;

% Läger på största punktlasten.
% Det kritiska läget för punktlasten är närmast upplag på frihetgrad 95.
f(95) = -P1 ;

% Skapar en lastvektor för de utbredda lasterna
eq = [0 -QG];

% Skapar en Edof matris för att sammanbinda noderna
for i = 1:ne
    Edof(i,:) = [i 3*i-2 3*i-1 3*i 3*i+1 3*i+2 3*i+3];
end

% Bestämmer längderna mellan noderna och tar fram styvhetsmatrisen K,
% samt kraftvektorn f.
for i = 1:ne
    ex(i,:) = [(i-1)*Le i*Le];
    ey(i,:) = [0 0];
    [Ke, fe] = beam2e(ex, ey, ep, eq);
    [K, f] = assem(Edof(i,:), K, Ke, f, fe);
end

% Löser ekvationssystemet och tar fram reaktionskrafter, r,
% samt nedböjning, a.
[a, r] = solveq(K, f, bc);
ed = extract(Edof, a);

% Tar fram moment och tvärkraft för alla element

```

```

for i = 1:ne
    if i == 1
        es = beam2s(ex(i,:),ey(i,:),ep,ed(i,:),eq,k);
    else
        es1 = beam2s(ex(i,:),ey(i,:),ep,ed(i,:),eq,k);
        esr = [es;es1];
        es = esr;
    end
end

% Plottar tvärkraftsdiagram
figure(1)
plotpar = [2 1];
sfac = scalfact2(ex(2,:),ey(2,:),es(:,2),5);

for t = 1:ne
    if t == 1
        eldia2(ex(t,:), ey(t,:), es((1:k),2), plotpar, sfac);
    else
        eldia2(ex(t,:), ey(t,:), es(((t-1)*k:t*k),2), plotpar, sfac);
    end
end

% Plottar momentdiagrammet
figure(2)
plotpar = [2 1];
sfac = scalfact2(ex(2,:),ey(2,:),es(:,3),5);

for t = 1:ne
    if t == 1
        eldia2(ex(t,:), ey(t,:), es((1:k),3), plotpar, sfac);
    else
        eldia2(ex(t,:), ey(t,:), es(((t-1)*k:t*k),3), plotpar, sfac);
    end
end

% Tar fram dimensionerande krafter
esmax = abs([es]);
Vmax = max(esmax(:,2)) % Maximal tvärkraft
Mmax = max(esmax(:,3)) % Maximalt moment

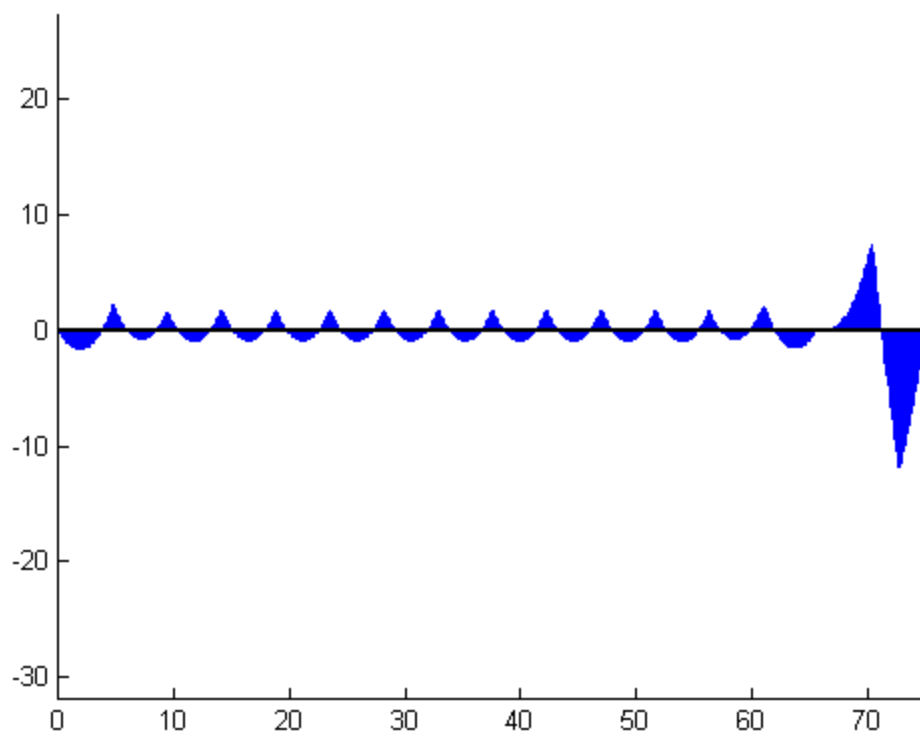
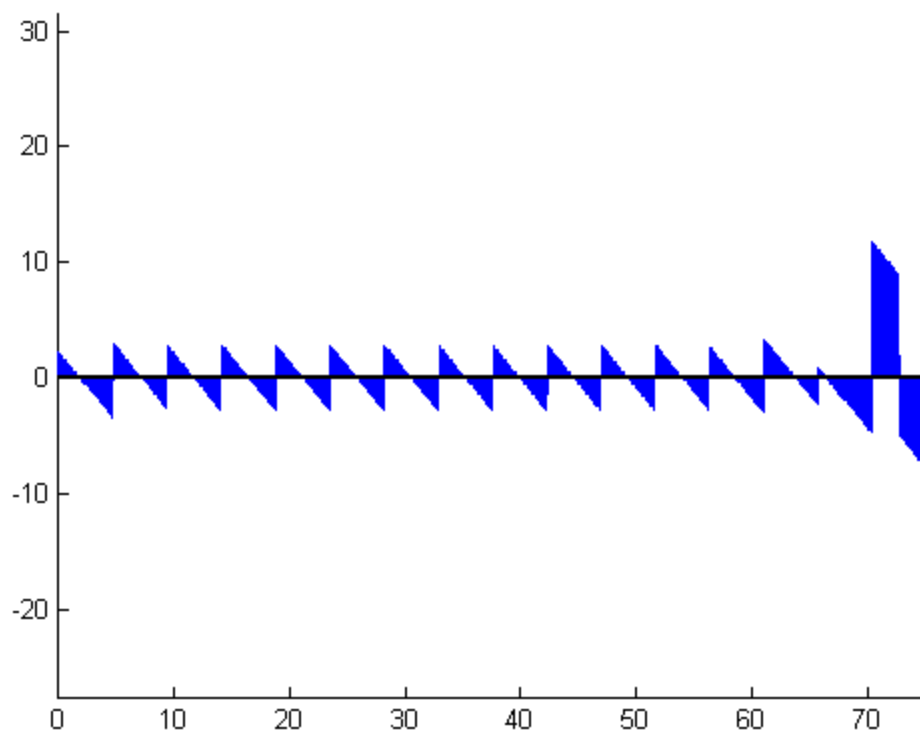
```

Vmax =

646.0845

Mmax =

820.6152



Published with MATLAB® R2014a

Bilaga X

Framtagning av dimensionerande laster i kablar samt dimensionerande moment och tvärkraft för längsgående balkar.

```

%-----%
% Kandidatarbete Brogrupp 2          %
% BMTX01-17-52                      %
% Datum:2017-04-26                  %
% Felix Dubrefjord 930322           %
% Christoffer Jonsson 920318        %
% Sofia Lindroth 951012             %
% Isabelle Persson 950719           %
% Lars Scheidegger 920601           %
% Hanna Westerling 930428           %
%-----%
% Tar fram dimensionerande tvärkraft%
% och moment för lådbalken samt     %
% reaktionskrafterna i linorna.     %
% Mht reaktionkraften från          %
% tvärbalkarna belastade med        %
% Lastfall 2.                       %
%-----%

clear all
close all
clc

% Hämtar laster från funktionsfilen "Laster"
[P1, P2, Q1, Q2, Q3, G1, G2, G3, G4] = Laster ;

% Tvärsnittskonstanter
% Sätts till 1 för att göra beräkningarna med CALFEM
E = 1;
A = 1;
I = 1;

% Indata
ne = 32 ; % Antalet element
cc = 75/16 ; % cc-mått [m]
k = 20 ; % Antal mätpunkter på varje element
Le = cc/2 ; % Längd på element [m]
L = 3 ; % Bredden på ett lastfält [m]

% Reaktionskrafter [kN]
%-----%
% Reaktionskrafterna varierar om      %
% Punktlasterna verkar på just denna %
% tvärbalk R2 eller om det är        %
% reaktionskrafterna utan            %
% punktlasterna används punktlasten R1 %
%-----%
R1 = 726 ;
R2 = 1916 ;

% Anger randvillkor

```

```

%-----%
% Ser varje infästning till kabel      %
% som ett stöd.                        %
%-----%
bc = [1 0;
      2 0;
      14 0;
      26 0;
      38 0;
      50 0;
      62 0;
      74 0;
      86 0;
      98 0];

% Förallokera matriser
K = zeros((ne+1)*3);
f = zeros((ne+1)*3,1);

% Tvärsnittskonstanter
ep = [E A I] ;

% Dimensionerade laster för längsgående balkar och brobana %%
%-----%
% Läger utt egentyingden för lådbalken och %
% placerar därefter ut tvärbalkarna.      %
%-----%

% Egentyingden av lådbalken G2
QG = -G2 ;

% Reaktionskrafterna från tvärbalkarna utplacerade som punktlaster.
P = R1 ;
for i = 2:6:(ne+1)*3
    f(i,:) = -P ;
end

% Placerar ut punktlast
%-----%
% En tvärbalk belastas även med de två punklasterna vilket %
% ger en dimensionerande last när den placeras på varje kabel. %
% Vid dimensionering av kablar placeras punktlasten (R2) ut på %
% respektive nod för kablarna. Noderna är (14,26,38 och 50) %
%-----%

f(50) = -R2 ;

% Skapar lastvektor för de utbredda lasterna
eq = [0 -QG];

% Skapar en Edof matris för att sammanbinda noderna
for i = 1:ne

```

```

        Edof(i,:) = [i 3*i-2 3*i-1 3*i 3*i+1 3*i+2 3*i+3];
    end

% Bestämmer längderna mellan noderna och tar fram styvhetsmatrisen K,
% samt kraftvektorn f.
for i = 1:ne
    ex(i,:) = [(i-1)*Le i*Le];
    ey(i,:) = [0 0];
    [Ke, fe] = beam2e(ex, ey, ep, eq);
    [K, f] = assem(E dof(i,:), K, Ke, f, fe);
end

% Bestämmer reaktionskrafter r, samt nedböjning a.
[a, r] = solveq(K, f, bc);
ed=extract(E dof, a);

% Tar fram moment och tvärkraft för alla element
for i = 1:ne
    if i == 1
        es = beam2s(ex(i,:), ey(i,:), ep, ed(i,:), eq, k);
    else
        es1 = beam2s(ex(i,:), ey(i,:), ep, ed(i,:), eq, k);
        esr = [es; es1];
        es = esr;
    end
end

% Plottar och tar fram maximalt tvärkraft
figure(1)
plotpar = [2 1];
sfac = scalfact2(ex(2,:), ey(2,:), es(:,2), 5);

for t = 1:ne
    if t == 1
        eldia2(ex(t,:), ey(t,:), es((1:k),2), plotpar, sfac);
    else
        eldia2(ex(t,:), ey(t,:), es(((t-1)*k:t*k),2), plotpar, sfac);
    end
end

% Plottar och tar fram maximalt moment
figure(2)
plotpar = [2 1];
sfac = scalfact2(ex(2,:), ey(2,:), es(:,3), 5);

for t=1:ne
    if t==1
        eldia2(ex(t,:), ey(t,:), es((1:k),3), plotpar, sfac);
    else
        eldia2(ex(t,:), ey(t,:), es(((t-1)*k:t*k),3), plotpar, sfac);
    end
end

% Tar fram dimensionerande krafter

```

```
esmax = abs([es]);  
Vmax = max(esmax(:,2)) % Maximal tvärkraft  
Mmax = max(esmax(:,3)) % Maximalt moment  
  
% Skriver ut reaktionskrafterna i kablerna  
Kablar = r([14; 26; 38; 50; 62; 74; 86])
```

```
Vmax =
```

```
473.4876
```

```
Mmax =
```

```
1.1328e+03
```

```
Kablar =
```

```
1.0e+03 *
```

```
1.5487
```

```
1.3709
```

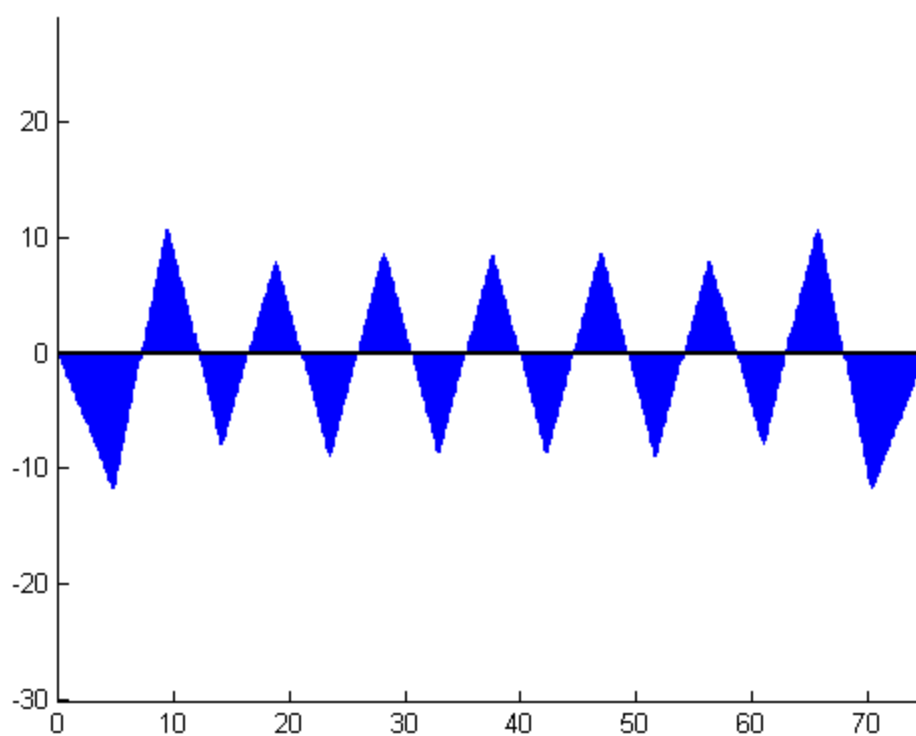
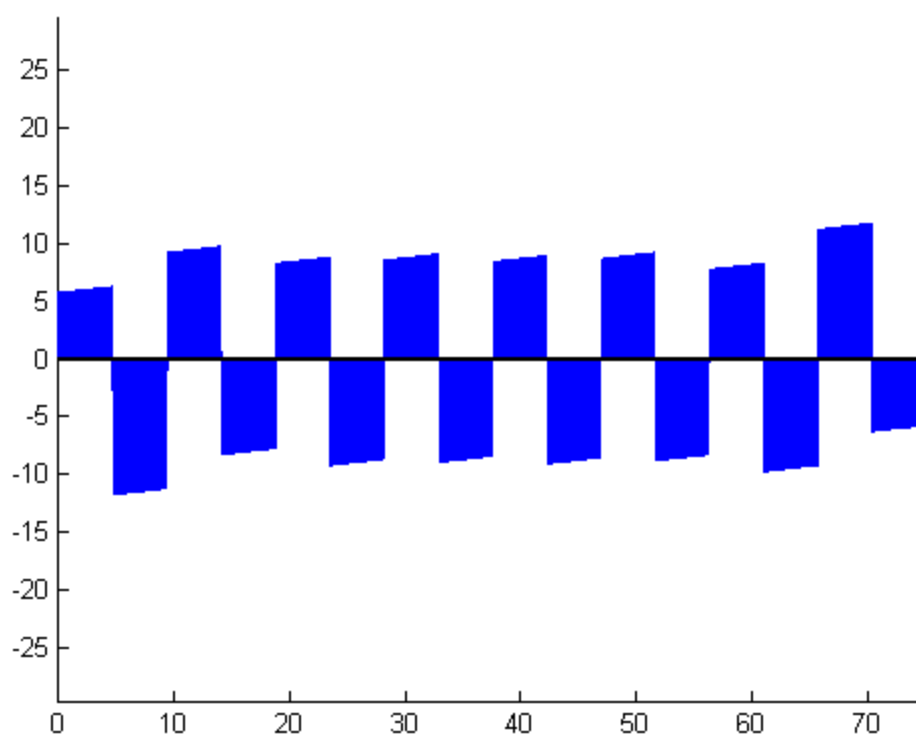
```
1.4194
```

```
2.5932
```

```
1.4194
```

```
1.3709
```

```
1.5487
```

Published with MATLAB® R2014a

Bilaga XI

Beräkning av verkande vindlast på pyloner samt farbana/lådbalkar.

Beräkning av vindlast på pyloner och farbana

Detta program beräknar de dimensionerande vindasterna på pyloner och farbana.
Vindlasterna fås som punktlaster.

Beräkningar är gjorda enligt SS-EN-1991-1-4:2005

Indata

$$\rho_{luft} := 1.25 \frac{kg}{m^3}$$

Rekommenderat värde

Terrängtyp II

$$v_b := 25 \frac{m}{s}$$

Referensvindhastigheten

Vindlast på pyloner

$$b := 2 \text{ m}$$

$$d := 2 \text{ m}$$

$$h_{pylon} := 20 \text{ m}$$

$$A_{ref} := b \cdot h_{pylon} = 40 \text{ m}^2$$

$$c_{ez} := 2.8$$

Figur 4.2

$$q_b := \rho_{luft} \cdot \frac{v_b^2}{2} = 0.391 \text{ kPa}$$

Ekv 4.10

$$q_p := c_{ez} \cdot q_b = 1.094 \text{ kPa}$$

Ekv 4.8

$$\psi_r := 1$$

$$\psi_\lambda := 0.78$$

Skarpa hörn Figur 7.24

Figur 7.36, Tabell 7.16, Ekv. 7.28

$$c_s c_d := 1$$

Kap 6.2

$$c_{f0} := \begin{cases} \text{if } \frac{d}{b} \leq 0.7 & \\ \left\| 0.3193 \cdot \ln\left(\frac{d}{b}\right) + 2.5139 \right\| & \\ \text{else if } 0.7 < \frac{d}{b} < 1.4 & \\ \left\| 0.7121 \cdot \ln\left(\frac{d}{b}\right) + 2.1460 \right\| & \\ \text{else if } 1.4 \leq \frac{d}{b} < 10 & \\ \left\| 0.1443 \cdot \ln\left(\frac{d}{b}\right) + 1.2322 \right\| & \\ \text{else} & \\ \left\| 0.9 \right\| & \end{cases} = 2.146$$

Figur 7.23

$$c_f := c_{f0} \cdot \psi_\lambda \cdot \psi_r = 1.674$$

Ekv 7.9

Dimensionerande vindlast på pyloner

$$F_{w.p} := c_s c_d \cdot c_f \cdot q_p \cdot A_{ref} = 73.232 \text{ kN}$$

Ekv 5.3

Vindlast på farbana

$$b := 75 \text{ m}$$

$$d := 19 \text{ m}$$

$$h_{farbana} := 0.9 \text{ m}$$

$$A_{ref} := b \cdot h_{farbana} = 67.5 \text{ m}^2$$

$$c_{ez} := 1.4$$

Figur 4.2 $h < 2m$

$$q_b := \rho_{luft} \cdot \frac{v_b^2}{2} = 0.391 \text{ kPa}$$

Ekv 4.10

$$q_p := c_{ez} \cdot q_b = 0.547 \text{ kPa}$$

Ekv 4.8

$$\psi_r := 1$$

Skarpa hörn Figur 7.24

$$\psi_\lambda := 0.93$$

Figur 7.36, Tabell 7.16, Ekv. 7.28

$$c_s c_d := 1$$

Kap 6.2

$$c_{f0} := \begin{cases} \text{if } \frac{d}{h_{farbana}} \leq 0.7 & = 0.9 \\ \left\| 0.3193 \cdot \ln\left(\frac{d}{h_{farbana}}\right) + 2.5139 \right\| & \\ \text{else if } 0.7 < \frac{d}{h_{farbana}} < 1.4 & \\ \left\| 0.7121 \cdot \ln\left(\frac{d}{h_{farbana}}\right) + 2.1460 \right\| & \\ \text{else if } 1.4 \leq \frac{d}{h_{farbana}} < 10 & \\ \left\| 0.1443 \cdot \ln\left(\frac{d}{h_{farbana}}\right) + 1.2322 \right\| & \\ \text{else} & \\ \left\| 0.9 \right\| & \end{cases}$$

Figur 7.23

$$c_f := c_{f0} \cdot \psi_\lambda \cdot \psi_r = 0.837$$

Ekv 7.9

Dimensionerande vindlast på farbana

$$F_{w.f} := c_s c_d \cdot c_f \cdot q_p \cdot A_{ref} = 30.897 \text{ kN}$$

Ekv 5.3

Bilaga XII

Preliminär dimensionering av betongplatta.

Preliminär dimensionering - Betongplatta

Detta program innehåller beräkningar av:

- Momentkapacitet
- Spänningar i betong och armering
- Sprickbredd
- Tvärkraftskapacitet

Dimensionerande laster

Framtagna enligt beräkningar i Bilaga IX

$$M_{Ed.brott.fält} := 821 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{Ed.brott.stöd} := 513 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{Ed.bruk.fält} := 557 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{Ed.bruk.stöd} := 357 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_{Ed}(x) := 646 \text{ kN}$$

Tvärsnittsdimensioner

$$b := 3 \text{ m}$$

$$h_{btg} := 305 \text{ mm}$$

$$l := 75 \text{ m}$$

Räknar på ett körfält med 3 meter bredd

Indata

Betong

$$f_{cm.cube} := 64 \text{ MPa}$$

$$f_{cm} := \frac{f_{cm.cube}}{1.2} = 53.333 \text{ MPa}$$

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

$$\alpha := 0.81$$

$$\beta := 0.416$$

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

$$\varepsilon_{cu} := 3.5 \cdot 10^{-3}$$

$$\gamma_c := 1.5$$

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

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

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

$$f_{cm} := f_{ck} + 8 \text{ MPa} = 58 \text{ MPa}$$

Figur B4.30, vct=0.40 XD1 (Al-Emrani, 2013)

L50 motsvarar TLK80

Välj **C50/60** enligt Tabell B2.1 (Al-Emrani, 2013)

(Al-Emrani, 2013, Tabell B2.3)

(Al-Emrani, 2013, Tabell B5.1)

(Al-Emrani, 2013, Tabell B2.2)

Betongens stukningsgräns

(Al-Emrani, 2013, Ekv B2-3)

(Al-Emrani, 2013, Ekv B2-3)

(Al-Emrani, 2013, Tabell B2.1)

(Al-Emrani, 2013, Ekv B2-3)

(Al-Emrani, 2013, Ekv B2-2)

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

$$f_{ctk0.05} := 2.9 \text{ MPa}$$

(Al-Emrani, 2013, Tabell B2.2)
(Al-Emrani, 2013, Tabell B2.2)

$$f_{ctd} := \alpha_{ct} \cdot \frac{f_{ctk0.05}}{\gamma_c} = 1.933 \text{ MPa}$$

(Al-Emrani, 2013, Ekv B2-10)

$$d_g := 24 \text{ mm}$$

Största storleken i ballast

Armering B500B

$$f_{yk} := 500 \text{ MPa}$$

$$\gamma_s := 1.15$$

(Al-Emrani, 2013, Tabell 2.11)
(Al-Emrani, 2013, Ekv B2-25)

$$f_{yd} := \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 434.783 \text{ MPa}$$

(Al-Emrani, 2013, Ekv B2-25)

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

(Al-Emrani, 2013, Ekv B2-26)

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

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

Byglar B500B

$$\phi_{10} := 10 \text{ mm}$$

$$A_{si.10} := \frac{\phi_{10}^2}{4} \cdot \pi = (7.854 \cdot 10^{-5}) \text{ m}^2$$

Täckande betongskikt

$$C_{min.dur} := 20 \text{ mm}$$

$$C_{min.b} := 20 \text{ mm}$$

$$\Delta C_{dev} := 10 \text{ mm}$$

XD1, vct=0.45 (Diverse utdrag)
(Al-Emrani, 2013, Ekv B4-25)
(Al-Emrani, 2013, Ekv B4-26)

$$C_{nom} := C_{min.dur} + \Delta C_{dev} = 0.03 \text{ m}$$

(Al-Emrani, 2013, Ekv B4-24)

Minsta fria avstånd

$$k_1 := 1.0$$

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

$$\max(k_1 \cdot \phi_{20}, d_g + k_2, 20 \text{ mm}) = 0.029 \text{ m}$$

(Al-Emrani, 2013, Ekv B4-27)

$$d_{req} := \text{Round}\left(C_{nom} + \frac{\phi_{20}}{2} + \phi_{10}, 0.005 \text{ m}\right) = 0.05 \text{ m}$$

$$d := h_{btg} - d_{req} = 0.255 \text{ m}$$

$$d_m := h_{btg} - \frac{(d_{req} + d_{req})}{2} = 0.255 \text{ m}$$

$$d' := d_{req} = 0.05 \text{ m}$$

$$z := 0.9 \cdot d_m = 0.23 \text{ m}$$

Erforderlig armeringsmängd

$$A_c := b \cdot h_{btg} = 0.915 \text{ m}^2$$

$$A_{s.min} := 0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d_m = 0.002 \text{ m}^2$$

(Al-Emrani, 2013, Ekv B4-21)

$$A_{s.max} := 0.04 \cdot A_c = 0.037 \text{ m}^2$$

(Al-Emrani, 2013, Ekv B4-22)

$$A_{s.behov.fält} := \frac{M_{Ed.brott.fält}}{f_{yd} \cdot z} = 0.008 \text{ m}^2$$

(Al-Emrani, 2013, Ekv B4-19)

$$A_{s.behov.stöd} := \frac{M_{Ed.brott.stöd}}{f_{yd} \cdot z} = 0.005 \text{ m}^2$$

$$n_{tryck} := \text{Ceil} \left(\frac{A_{s.min}}{A_{si.20}}, 2 \right) = 6$$

$$n_{fält} := \text{Ceil} \left(\frac{A_{s.behov.fält}}{A_{si.20}}, 2 \right) = 28$$

$$n_{stöd} := \text{Ceil} \left(\frac{A_{s.behov.stöd}}{A_{si.20}}, 2 \right) = 18$$

$$n_{fält} := 42$$

Väljer 42 stänger fördelade på 2 lager

$$n_{stöd} := 32$$

Väljer 32 stänger fördelade på 2 lager

$$A'_s := n_{tryck} \cdot A_{si.20} = 0.002 \text{ m}^2$$

Area tryckarmering

$$A_{s.fält} := n_{fält} \cdot A_{si.20} = 0.013 \text{ m}^2$$

Area dragarmering, fält

$$A_{s.stöd} := n_{stöd} \cdot A_{si.20} = 0.01 \text{ m}^2$$

Area dragarmering, stöd

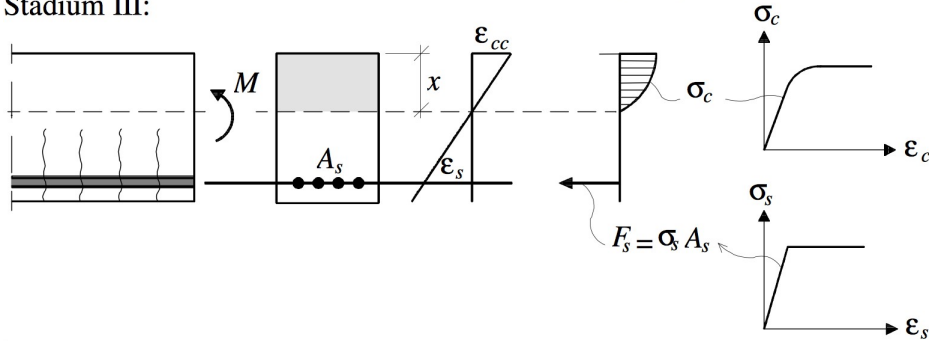
$$\begin{array}{l} \text{if } A_{s.min} \leq A'_s \leq A_{s.max} \\ \quad \parallel \text{return "OK"} \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{return "Ej OK"} \end{array} \Bigg| = \text{"OK"}$$

$$\begin{array}{l} \text{if } A_{s.min} \leq A_{s.fält} \leq A_{s.max} \\ \quad \parallel \text{return "OK"} \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{return "Ej OK"} \end{array} \Bigg| = \text{"OK"}$$

$$\begin{array}{l} \text{if } A_{s.min} \leq A_{s.stöd} \leq A_{s.max} \\ \quad \parallel \text{return "OK"} \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{return "Ej OK"} \end{array} \Bigg| = \text{"OK"}$$

Tvärsnittsanalys i brottgränstillstånd - Fält

Stadium III:



Antar att armeringen flyter

$$\sigma_s := f_{yd} = 434.783 \text{ MPa}$$

$$\sigma'_s := f_{yd} = 434.783 \text{ MPa}$$

$$x := \text{root} (A_{s,\text{fält}} \cdot \sigma_s - \sigma'_s \cdot A'_s - \alpha \cdot f_{cd} \cdot b \cdot x, x, 0 \text{ mm}, h_{btg}) = 0.061 \text{ m}$$

(Al-Emrani, 2013, Ekv B5-23)

$$\varepsilon'_s := \frac{(x - d')}{x} \cdot \varepsilon_{cu} = 0.00062$$

(Al-Emrani, 2013, Ekv B5-25)

$$\varepsilon_s := \frac{(d - x)}{x} \cdot \varepsilon_{cu} = 0.0112$$

(Al-Emrani, 2013, Ekv B5-26)

$$\varepsilon_{syd} := \frac{\sigma_s}{E_s} = 0.00217$$

Kontroll av antagande

```

if  $\varepsilon_s \geq \varepsilon_{syd}$ 
    || return "Antagande OK"
else
    || return "Antagande ej OK"
    
```

= "Antagande OK"

```

if  $\varepsilon'_s \geq \varepsilon_{syd}$ 
    || return "Antagande OK"
else
    || return "Antagande ej OK"
    
```

= "Antagande ej OK"

Tryckarmering flyter ej

Eftersom tryckarmering ej flyter:

$$\sigma'_s := E_s \cdot \frac{(x - d')}{x} \cdot \varepsilon_{cu} = 123.461 \text{ MPa}$$

$$x := \text{root} \left(A_{s,\text{fält}} \cdot \sigma_s - E_s \cdot \frac{(x - d')}{x} \cdot \varepsilon_{cu} \cdot A'_s - \alpha \cdot f_{cd} \cdot b \cdot x, x, 1 \text{ mm}, h_{btg} \right) = 0.05 \text{ m}$$

$$\varepsilon'_s := \frac{(d' - x)}{x} \cdot \varepsilon_{cu} = 3.75738 \cdot 10^{-9}$$

$$\varepsilon_s := \frac{(d-x)}{x} \cdot \varepsilon_{cu} = 0.01435$$

Kontroll av antagande

if $\varepsilon_s \geq \varepsilon_{syd}$	= "Antagande OK"
return "Antagande OK"	
else	
return "Antagande ej OK"	

if $\varepsilon'_s \leq \varepsilon_{syd}$	= "Antagande OK"
return "Antagande OK"	
else	
return "Antagande ej OK"	

Kontroll av segt verkningssätt

if $x \leq 0.35 \cdot d$	= "OK"	(Al-Emrani, 2013, Ekv B5-22)
return "OK"		
else		
return "Ej OK"		

Momentkapacitet

$$M_{Rd} := \alpha \cdot f_{cd} \cdot b \cdot x \cdot (d_m - \beta \cdot x) - E_s \cdot \frac{(d' - x)}{x} \cdot \varepsilon_{cu} \cdot A'_s \cdot (d_m - d') = 948.509 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Utnyttjandegrad

$$\frac{M_{Ed, brott, fält}}{M_{Rd}} = 0.866$$

Tvärsnittsanalys i brottgränstillstånd - Stöd

Antar att armeringen flyter

$$\sigma_s := f_{yd} = 434.783 \text{ MPa}$$

$$\sigma'_s := f_{yd} = 434.783 \text{ MPa}$$

$$x := \text{root} \left(A_{s, stöd} \cdot \sigma_s - \sigma'_s \cdot A'_s - \alpha \cdot f_{cd} \cdot b \cdot x, x, 0 \text{ mm}, h_{btg} \right) = 0.044 \text{ m} \quad \text{B5-23}$$

$$\varepsilon'_s := \frac{(d' - x)}{x} \cdot \varepsilon_{cu} = 0.00049$$

$$\varepsilon_s := \frac{(d - x)}{x} \cdot \varepsilon_{cu} = 0.01686$$

$$\varepsilon_{syd} := \frac{\sigma_s}{E_s} = 0.00217$$

Kontroll av antagande

```
if  $\varepsilon_s \geq \varepsilon_{syd}$  | = "Antagande OK"  
  || return "Antagande OK"  
else  
  || return "Antagande ej OK"
```

```
if  $\varepsilon'_s \geq \varepsilon_{syd}$  | = "Antagande ej OK"  
  || return "Antagande OK"  
else  
  || return "Antagande ej OK"
```

Tryckarmering flyter ej

Eftersom tryckarmering ej flyter:

$$\sigma'_s := E_s \cdot \frac{(d' - x)}{x} \cdot \varepsilon_{cu} = 98.284 \text{ MPa}$$

$$x := \text{root} \left(A_{s, \text{stöd}} \cdot \sigma_s + E_s \cdot \frac{(d' - x)}{x} \cdot \varepsilon_{cu} \cdot A'_s - \alpha \cdot f_{cd} \cdot b \cdot x, x, 1 \text{ mm}, h_{btg} \right) = 0.053 \text{ m}$$

$$\varepsilon'_s := \frac{(x - d')}{x} \cdot \varepsilon_{cu} = 0.0002$$

$$\varepsilon_s := \frac{(d - x)}{x} \cdot \varepsilon_{cu} = 0.01333$$

Kontroll av antagande

```
if  $\varepsilon_s \geq \varepsilon_{syd}$  | = "Antagande OK"  
  || return "Antagande OK"  
else  
  || return "Antagande ej OK"
```

```
if  $\varepsilon'_s \leq \varepsilon_{syd}$  | = "Antagande OK"  
  || return "Antagande OK"  
else  
  || return "Antagande ej OK"
```

Momentkapacitet

$$M_{Rd} := \alpha \cdot f_{cd} \cdot b \cdot x \cdot (d_m - \beta \cdot x) + E_s \cdot \frac{(x - d')}{x} \cdot \varepsilon_{cu} \cdot A'_s \cdot (d_m - d') = 1016.05 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Utnyttjandegrad

$$\frac{M_{Ed, \text{brott.stöd}}}{M_{Rd}} = 0.505$$

Sprickkontroll

$$k := 1.6 - \frac{h_{btg}}{1000 \text{ mm}} = 1.295$$

(Al-Emrani, 2013, Sida B77)

$$f_{ctk.fl} := f_{ctk0.05} \cdot k = 3.756 \text{ MPa}$$

(Al-Emrani, 2013, Sida B77)

$$I_c := \frac{b \cdot h_{btg}^3}{12} = 0.007 \text{ m}^4$$

$$x_c := \frac{h_{btg}}{2} = 0.153 \text{ m}$$

(Al-Emrani, 2013, Sida B77)

$$M_{cr} := f_{ctk.fl} \cdot \frac{I_c}{h_{btg} - x_c} = 174.678 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

(Al-Emrani, 2013, Ekv B3.14)

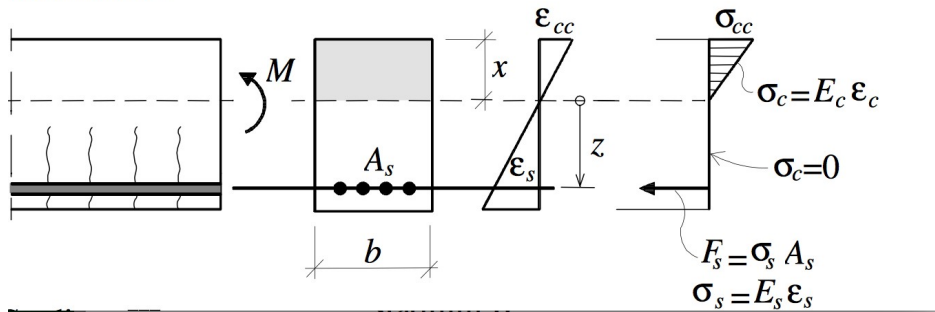
Kontroll om betongplattan spricker

if $M_{Ed.bruk.fält} \geq M_{cr}$	= "Betongplattan spricker i fält"
return "Betongplattan spricker i fält"	
else	
return "Betongplattan spricker ej "	

if $M_{Ed.bruk.stöd} \geq M_{cr}$	= "Betongplattan spricker i stöd"
return "Betongplattan spricker i stöd"	
else	
return "Betongplattan spricker ej "	

Tvärsnittsanalys i bruksgränstillstånd - Fält

Stadium II:



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

$$x := \text{root} \left(b \cdot \frac{x^2}{2} + (\alpha - 1) \cdot A'_s \cdot (x - d') - \alpha \cdot A_{s,\text{fält}} \cdot (d_m - x), x, 0 \text{ mm}, h_{btg} \right) = 0.088 \text{ m}$$

$$A_{II} := b \cdot x + (\alpha - 1) \cdot A'_s + \alpha \cdot A_{s,\text{fält}} = 0.343 \text{ m}^2$$

$$I_{II} := \frac{b \cdot x^3}{3} + (\alpha - 1) \cdot A'_s \cdot (x - d')^2 + \alpha \cdot A_{s,\text{fält}} \cdot (d_m - x)^2 = (2.683 \cdot 10^{-3}) \text{ m}^4$$

Sida B229

$$z_{btg.\ddot{o}k} := -x = -0.088 \text{ m}$$

$$z_{arm.drag} := d_m - x = 0.167 \text{ m}$$

$$z_{arm.tryck} := -(x - d') = -0.038 \text{ m}$$

$$\sigma_c(z) := \frac{M_{Ed.bruk.fält}}{I_{II}} \cdot z$$

(Al-Emrani, 2013, Ekv B7.42a)

Kontroll av spänningar

$$\sigma_{btg.\ddot{o}k} := \sigma_c(z_{btg.\ddot{o}k}) = -18.259 \text{ MPa}$$

(Al-Emrani, 2013, Sida B212)

Kontroll betongspänning

(Al-Emrani, 2013, Ekv B7.43)

```

if |σbtg.ök| ≤ 0.6 · fck = "OK"
  || return "OK"
else
  || "Ej OK"

```

$$\sigma_{arm.drag} := \alpha \cdot \sigma_c(z_{arm.drag}) = 187.501 \text{ MPa}$$

(Al-Emrani, 2013, Ekv B7.43)

$$\sigma_{arm.tryck} := \alpha \cdot \sigma_c(z_{arm.tryck}) = -42.582 \text{ MPa}$$

Kontroll stålspänning

(Al-Emrani, 2013, Sida B212)

```

if |σarm.drag| ≤ 0.8 · fyk = "OK"
  || return "OK"
else
  || "Ej OK"

```

```

if  $|\sigma_{arm.tryck}| \leq 0.8 \cdot f_{yk}$  = "OK"
|| return "OK"
else
|| "Ej OK"

```

Sprickbredd

$k_1 := 0.8$
 $k_2 := 0.5$ Ren böjning
 $k_3 := 3.4$
 $k_4 := 0.425$

(Al-Emrani, 2013, Tabell B9.22)

(Al-Emrani, 2013, Ekv B9.12)

$c := d_{req}$

Minsta fria avstånd mellan stänger

$w_{k.till} := 0.3 \text{ m}$

Diverse utdrag

$h_{c.ef} := \min \left(2.5 \cdot (h_{btg} - d_m), \frac{h_{btg} - x}{3}, \frac{h_{btg}}{2} \right) = 0.072 \text{ m}$

$A_{ef} := h_{c.ef} \cdot b = 0.217 \text{ m}^2$

$\rho_{p.ef} := \frac{A_{s.fält}}{A_{ef}} = 0.061$

Kontroll av gles placering av armering

(Al-Emrani, 2013, Ekv B9.14)

$cc_{arm} := \frac{b}{\left(\frac{n_{fält}}{2} \right)} = 0.143 \text{ m}$

$cc_{gles} := 5 \cdot \left(c + \frac{\phi_{20}}{2} \right) = 0.3 \text{ m}$

$s_{r,max} := \text{if } cc_{arm} > cc_{gles} \quad = 0.2259 \text{ m}$
 $\quad \quad \quad \left\| 1.3 \cdot (h_{btg} - x) \right\|$
 $\quad \quad \quad \text{else}$
 $\quad \quad \quad \left\| k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi_{20}}{\rho_{p.ef}} \right\|$

(Al-Emrani, 2013, Ekv B9.14)

(Al-Emrani, 2013, Ekv B9.11)

$k_t := 0.4$

Långtidslast

$\Delta \varepsilon := \frac{\left(\sigma_{arm.drag} - k_t \cdot \frac{f_{ctm}}{\rho_{p.ef}} \cdot (1 + \alpha \cdot \rho_{p.ef}) \right)}{E_s} = 7.583 \cdot 10^{-4}$

(Al-Emrani, 2013, Ekv B9-19)

$$\Delta\varepsilon := \text{if } \Delta\varepsilon \geq 0.6 \cdot \frac{\sigma_{arm.drag}}{E_s} \quad \left| \begin{array}{l} \text{return } \Delta\varepsilon \\ \text{else} \\ \text{return } 0.6 \cdot \frac{\sigma_{arm.drag}}{E_s} \end{array} \right| = 7.583 \cdot 10^{-4}$$

$$w_{k.tot} := s_{r.max} \cdot \Delta\varepsilon = 0.171 \text{ mm}$$

(Al-Emrani, 2013, B9-18)

$$w_{k.till} := 0.3 \text{ mm}$$

Diverse Utdrag

$$\text{if } w_{k.tot} \leq w_{k.till} \quad \left| \begin{array}{l} \text{return "Sprickbredd OK"} \\ \text{else} \\ \text{"Sprickbredd ej OK"} \end{array} \right| = \text{"Sprickbredd OK"}$$

Tvärsnittsanalys i stadium II - Stöd

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

$$x := \text{root} \left(b \cdot \frac{x^2}{2} + (\alpha - 1) \cdot A'_s \cdot (x - d') - \alpha \cdot A_{s.stöd} \cdot (d_m - x), x, 0 \text{ mm}, h_{btg} \right) = 0.079 \text{ m}$$

$$A_{II} := b \cdot x + (\alpha - 1) \cdot A'_s + \alpha \cdot A_{s.stöd} = 0.299 \text{ m}^2$$

$$I_{II} := \frac{b \cdot x^3}{3} + (\alpha - 1) \cdot A'_s \cdot (x - d')^2 + \alpha \cdot A_{s.stöd} \cdot (d_m - x)^2 = (2.183 \cdot 10^{-3}) \text{ m}^4$$

(Al-Emrani, 2011, Sida B229)

$$z_{btg.uk} := -x = -0.079 \text{ m}$$

$$z_{arm.drag} := d_m - x = 0.176 \text{ m}$$

$$z_{arm.tryck} := -(x - d') = -0.029 \text{ m}$$

$$\sigma_c(z) := \frac{M_{Ed.bruk.stöd}}{I_{II}} \cdot z \quad \text{(Al-Emrani, 2011, Ekv B7.42a)}$$

Kontroll av spänningar

$$\sigma_{btg.uk} := \sigma_c(z_{btg.uk}) = -12.897 \text{ MPa} \quad \text{(Al-Emrani, 2011, Sida B212)}$$

Kontroll betongspänning (Al-Emrani, 2011, Ekv B7.43)

$$\text{if } |\sigma_{btg.ök}| \leq 0.6 \cdot f_{ck} \quad \left| \begin{array}{l} \text{return "OK"} \\ \text{else} \\ \text{"Ej OK"} \end{array} \right| = \text{"OK"}$$

$$\sigma_{arm.drag} := \alpha \cdot \sigma_c(z_{arm.drag}) = 155.673 \text{ MPa}$$

(Al-Emrani, 2011, Ekv B7.43)

$$\sigma_{arm.tryck} := \alpha \cdot \sigma_c(z_{arm.tryck}) = -25.519 \text{ MPa}$$

Kontroll stålspänning

(Al-Emrani, 2011, Sida B212)

$$\begin{array}{|l} \text{if } |\sigma_{arm.drag}| \leq 0.8 \cdot f_{yk} \\ \quad \parallel \text{return "OK"} \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{"Ej OK"} \end{array}$$

$$\begin{array}{|l} \text{if } |\sigma_{arm.tryck}| \leq 0.8 \cdot f_{yk} \\ \quad \parallel \text{return "OK"} \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{"Ej OK"} \end{array}$$

Sprickbredd

$$k_1 := 0.8$$

(Al-Emrani, 2011, Sida B292)

$$k_2 := 0.5$$

Ren böjning

(Al-Emrani, 2011, Ekv B9.12)

$$k_3 := 3.4$$

(Al-Emrani, 2011, Sida B292)

$$k_4 := 0.425$$

(Al-Emrani, 2011, Sida B292)

$$c := d_{req}$$

Minsta fria avstånd mellan stänger

$$w_{k.till} := 0.3 \text{ m}$$

Diverse utdrag

$$h_{c.ef} := \min \left(2.5 \cdot (h_{btg} - d_m), \frac{h_{btg} - x}{3}, \frac{h_{btg}}{2} \right) = 0.075 \text{ m}$$

(Al-Emrani, 2013, Ekv B9-13)

$$A_{ef} := h_{c.ef} \cdot b = 0.226 \text{ m}^2$$

$$\rho_{p.ef} := \frac{A_{s.stöd}}{A_{ef}} = 0.044$$

Kontroll av gles placering av armering

(Al-Emrani, 2011, Ekv B9.14)

$$cc_{arm} := \frac{b}{\left(\frac{n_{fält}}{2} \right)} = 0.143 \text{ m}$$

$$cc_{gles} := 5 \cdot \left(c + \frac{\phi_{20}}{2} \right) = 0.3 \text{ m}$$

$$\begin{array}{|l} s_{r,max} := \text{if } cc_{arm} > cc_{gles} \\ \quad \parallel 1.3 \cdot (h_{btg} - x) \\ \text{else} \\ \quad \parallel k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi_{20}}{\rho_{p.ef}} \end{array} = 0.2465 \text{ m}$$

(Al-Emrani, 2011, Ekv B9.14)

(Al-Emrani, 2011, Ekv B9.11)

$$k_t := 0.4$$

Långtidslast

$$\Delta\varepsilon := \frac{\left(\sigma_{arm.drag} - k_t \cdot \frac{f_{ctm}}{\rho_{p.ef}} \cdot (1 + \alpha \cdot \rho_{p.ef}) \right)}{E_s} = 5.496 \cdot 10^{-4} \quad (\text{Al-Emrani, 2013, Ekv B9-19})$$

$$\Delta\varepsilon := \begin{cases} \text{if } \Delta\varepsilon \geq 0.6 \cdot \frac{\sigma_{arm.drag}}{E_s} \\ \quad \parallel \text{return } \Delta\varepsilon \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{return } 0.6 \cdot \frac{\sigma_{arm.drag}}{E_s} \end{cases} = 5.496 \cdot 10^{-4}$$

$$w_{k.tot} := s_{r.max} \cdot \Delta\varepsilon = 0.135 \text{ mm}$$

(Al-Emrani, 2013, Ekv B9-18)

$$w_{k.till} := 0.3 \text{ mm}$$

Diverse Utdrag

$$\begin{cases} \text{if } w_{k.tot} \leq w_{k.till} \\ \quad \parallel \text{return "Sprickbredd OK"} \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{return "Sprickbredd ej OK"} \end{cases} = \text{"Sprickbredd OK"}$$

Tvärkraftskapacitet

$$Q_1 := 11.48 \frac{kN}{m^2}$$

Enligt Bilaga VI

$$Q := Q_1 \cdot b = 34.44 \frac{kN}{m}$$

Utbredd last i längsled från ett lastfält

$$l_s := 300 \text{ mm}$$

Upplagslängd

$$z := 0.9 \cdot d_m = 0.23 \text{ m}$$

(Al-Emrani, 2013, Sida B174)

$$\theta := 45^\circ$$

$$x := \frac{l_s}{2} + z = 0.38 \text{ m}$$

(Al-Emrani, 2013, Sida B175)

$$V_{Ed.red}(x) := V_{Ed}(x) - \frac{(2 \cdot d_m - x)^2}{4 \cdot d_m} \cdot Q$$

(Al-Emrani, 2013, Ekv B6-2)

$$V_{Ed.red}(x) = 645.425 \text{ kN}$$

Kontroll av behov tvärkraftsarmering

Skjuvglidbrott enligt Sida B192 (Al-Emrani, 2013)

$$C_{Rd.c} := \frac{0.18}{\gamma_c} = 0.12$$

$$A_{sl} := n_{stöd} \cdot A_{si.20} = 0.01 \text{ m}^2$$

$$b_w := b$$

$$k := 1 + \sqrt{\frac{200 \text{ mm}}{d_m}} = 1.886$$

$$k := \begin{cases} k \leq 2 \\ \text{return } k \\ \text{else} \\ \text{return } 2 \end{cases} = 1.886$$

$$v_{min} := 0.035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot \sqrt{\frac{f_{ck}}{\text{MPa}}} \text{ MPa} = 0.641 \text{ MPa}$$

$$V_{Rd.c.min} := v_{min} \cdot b_w \cdot d_m = 490.223 \text{ kN}$$

$$\rho_l := \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d_m} = 0.013$$

$$\rho_l := \begin{cases} \rho_l < 0.02 \\ \text{return } \rho_l \\ \text{else} \\ \text{return } 0.02 \end{cases} = 0.013$$

$$V_{Rd.c} := C_{Rd.c} \cdot k^3 \cdot \sqrt{\left(100 \cdot \rho_l \cdot \frac{f_{ck}}{\text{MPa}}\right)} \cdot \text{MPa} \cdot b_w \cdot d_m = 698.498 \text{ kN} \quad (\text{Al-Emrani, 2013, Ekv. B6.14})$$

```

if  $V_{Rd.c} > V_{Rd.c.min}$  | = “OK”
|| return “OK”
else
|| “ej OK”

```

```

if  $V_{Rd.c} > V_{Ed.red}(x)$  | = “Tvärkraftsarmering behövs ej”
|| return “Tvärkraftsarmering behövs ej”
else
|| “Tvärkraftsarmering behövs”

```

Utnyttjandegrad

$$\frac{V_{Ed.red}(x)}{V_{Rd.c}} = 0.924$$

Livtryckbrott

$$v_1 := 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250 \text{ MPa}} \right) = 0.48$$

(Al-Emrani, 2013, Ekv B6-19)

$$V_{Rd.max} := 0.5 \cdot v_1 \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot d = 6120 \text{ kN}$$

(Al-Emrani, 2013, Ekv B6-11)

```

if  $V_{Rd.max} > V_{Ed.red}(x)$  | = “OK”
|| return “OK”
else
|| “Risk för livtryckbrott”

```

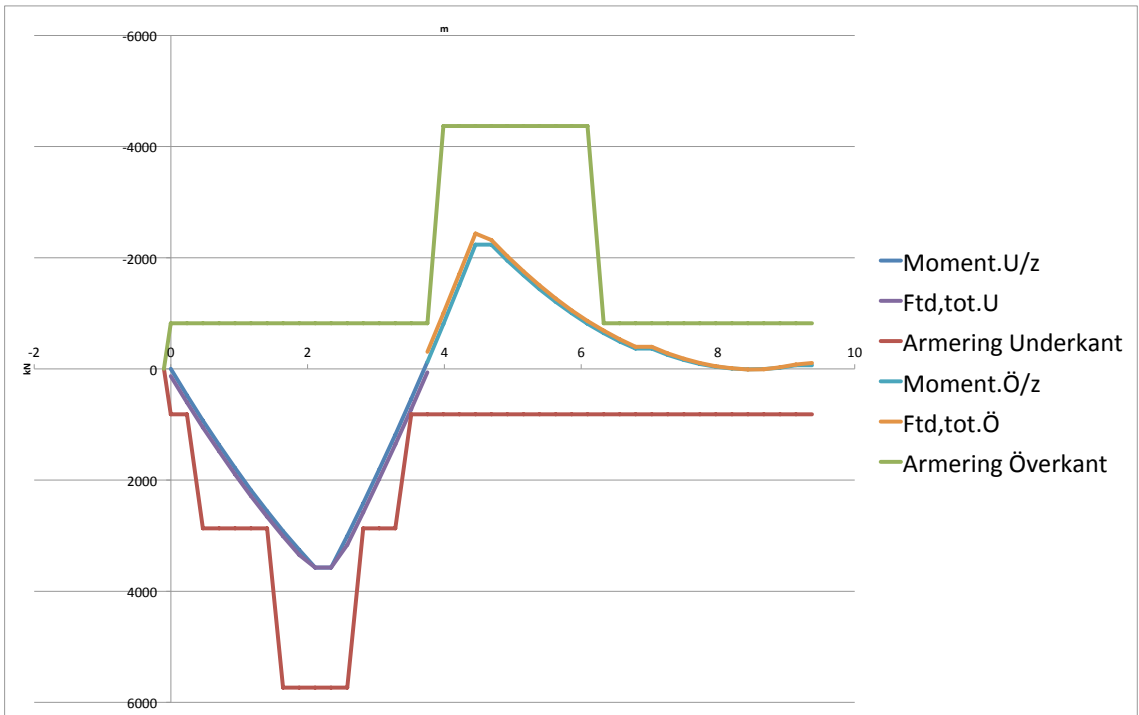
Utnyttjandegrad

$$\frac{V_{Ed}(x)}{V_{Rd.max}} = 0.106$$

Bilaga XIII

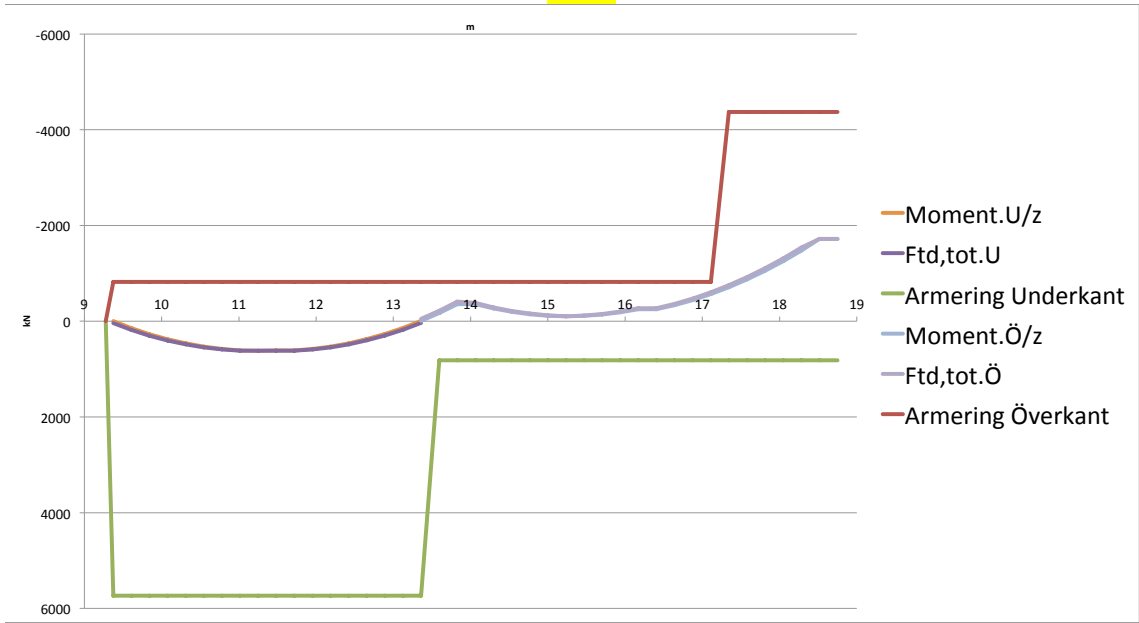
Excelberäkningar för avkortning, skarvning och förankringslängd av armeringen.

										fbd sbd sbd,ök		4,34925 Mpa 273,133 kN/m 11471,6 kN/m					
0,5 Ved < Ftd < 1,25 Ved										fywd Asw z=0,9*d		434800000 Pa 0,000314 m2 0,2295 m	Ftd,max	3575,66536	fyd (en stång, 20mm) lbd lb,min lb,max		136,527 kN 52,4439 mm 200 mm 784,774 mm
Avkortning Ytterfack																	
x	Med/z	Ved	täta	Ftd	Ftd,tot	Undre gräns	Övre gräns	Kapacitet	Antal	Kapacitet	Antal						
-0,1	0	0	427,2	45	131,870152	131,870152	213,6	534	819,1632	6	-819,1632	6					
0,234375	475,0326797	410,07	45	126,582381	601,615061	205,035	512,5875	819,1632	6	-819,1632	6						
0,46875	930,6313725	392,9465	45	121,296616	1051,92799	196,47325	491,183125	2867,0712	21	-819,1632	6						
0,703125	1366,796078	375,8196	45	116,009803	1482,80588	187,9098	469,7745	2867,0712	21	-819,1632	6						
0,9375	1783,526362	358,6926	45	110,722958	1894,24932	179,3463	448,36575	2867,0712	21	-819,1632	6						
1,171875	2180,822222	341,5657	45	105,436144	2286,25837	170,78285	426,957125	2867,0712	21	-819,1632	6						
1,40625	2558,684532	324,4388	45	100,14933	2658,83386	162,2194	405,5485	2867,0712	21	-819,1632	6						
1,640625	2916,981699	307,3118	45	94,8624852	3011,84418	153,6559	384,13975	5734,1424	42	-819,1632	6						
1,875	3256,105882	290,1849	45	89,5756713	3345,68155	145,09245	362,731125	5734,1424	42	-819,1632	6						
2,109375	3575,665359	273,0579	45	84,2888265	3575,66536	136,52895	341,322375	5734,1424	42	-819,1632	6						
2,34375	3575,665359	-494,9421	45	-152,78111	3575,66536	-247,47105	-618,67763	5734,1424	42	-819,1632	6						
2,578125	3007,735076	-509,069	45	-157,14187	3164,87694	-254,5345	-636,33625	5734,1424	42	-819,1632	6						
2,8125	2420,370806	-526,1959	45	-162,42868	2582,79949	-263,09795	-657,74488	2867,0712	21	-819,1632	6						
3,046875	1813,572549	-543,3229	45	-167,71553	1981,28808	-271,66145	-679,15363	2867,0712	21	-819,1632	6						
3,28125	1187,339869	-560,4498	45	-173,00234	1360,34221	-280,2249	-700,56225	2867,0712	21	-819,1632	6						
3,515625	541,6727669	-577,5767	45	-178,28915	719,961922	-288,78835	-721,97088	819,1632	6	-819,1632	6						
3,75	-123,4283224	-594,7037	45	-183,576	60,1476773	-297,35185	-743,37963	819,1632	6	-819,1632	6						
3,75	-123,4283224	-594,7037	45	-183,576	-307,00432	-297,35185	-743,37963	819,1632	6	-819,1632	6						
3,984375	-807,9633987	-611,8306	45	-188,86281	-996,82621	-305,9153	-764,78825	819,1632	6	-4368,8704	32						
4,21875	-1511,932462	-628,9576	45	-194,14966	-1706,0821	-314,4788	-786,197	819,1632	6	-4368,8704	32						
4,453125	-2235,335948	-646,0845	45	-199,43647	-2434,7724	-323,04225	-807,60563	819,1632	6	-4368,8704	32						
4,6875	-2235,335948	260,3353	45	80,3615531	-2315,6975	130,16765	325,419125	819,1632	6	-4368,8704	32						
4,921875	-1949,647495	243,2083	45	75,0747083	-2024,7222	121,60415	304,010375	819,1632	6	-4368,8704	32						
5,15625	-1683,392593	226,0814	45	69,7878944	-1753,1805	113,0407	282,60175	819,1632	6	-4368,8704	32						
5,390625	-1436,572113	208,9545	45	64,5010805	-1501,0732	104,47725	261,193125	819,1632	6	-4368,8704	32						
5,625	-1209,186057	191,8275	45	59,2142358	-1268,4003	95,91375	239,784375	819,1632	6	-4368,8704	32						
5,859375	-1001,233987	174,7006	45	53,9274218	-1055,1614	87,3503	218,37575	819,1632	6	-4368,8704	32						
6,09375	-812,7159041	157,5736	45	48,6405771	-861,35648	78,7868	196,967	819,1632	6	-4368,8704	32						
6,328125	-643,632244	140,4467	45	43,3537632	-686,98601	70,22335	175,558375	819,1632	6	-819,1632	6						
6,5625	-493,9825708	123,3198	45	38,0669493	-532,04952	61,6599	154,14975	819,1632	6	-819,1632	6						
6,796875	-363,7668845	106,1928	45	32,7801045	-396,54699	53,0964	132,741	819,1632	6	-819,1632	6						
7,03125	-363,7668845	106,1928	45	32,7801045	-396,54699	53,0964	132,741	819,1632	6	-819,1632	6						
7,265625	-252,9856209	89,0659	45	27,4932906	-280,47891	44,53295	111,332375	819,1632	6	-819,1632	6						
7,5	-161,6383442	71,939	45	22,2064767	-183,84482	35,9695	89,92375	819,1632	6	-819,1632	6						
7,734375	-89,7254902	54,812	45	16,9196319	-106,64512	27,406	68,515	819,1632	6	-819,1632	6						
7,96875	-37,24662309	37,6851	45	11,632818	-48,879441	18,84255	47,106375	819,1632	6	-819,1632	6						
8,203125	-4,201742919	20,5581	45	6,34597323	-10,547716	10,27905	25,697625	819,1632	6	-819,1632	6						
8,4375	9,408714597	3,4312	45	1,05915933	10,4678739	1,7156	4,289	819,1632	6	-819,1632	6						
8,671875	3,585185185	-13,6957	45	-4,2276546	7,81283976	-6,84785	-17,119625	819,1632	6	-819,1632	6						
8,90625	-21,67276688	-30,8227	45	-9,5144994	-31,187266	-15,41135	-38,528375	819,1632	6	-819,1632	6						
9,140625	-66,36470588	-47,9496	45	-14,801313	-81,166019	-23,9748	-59,937	819,1632	6	-819,1632	6						
9,375	-66,36470588	125,6882	45	38,7980384	-105,16274	62,8441	157,11025	819,1632	6	-819,1632	6						



				Ftd,max		1718,8976					fbd		4,34925 Mpa
									sbd		273,1329 kN/m		
				0,5 Ved < Ftd < 1,25 Ved					sbd,ök		11471,5818 kN/m		
									fyd (en stång)		136,5272 kN		
				fywd		434800000 Pa			lbd		3,676962463 mm		
				Asw		0,000314 m2			lb,min		200 mm		
				z=0,9*d		0,2295 m			lb,max		784,7743864 mm		
Avkortning Mittfack													
x	Med/z	Ved	täta	Ftd	Ftd,tot		Undre gräns	Övre gräns	Kapacitet	Antal	Kapacitet	Antal	

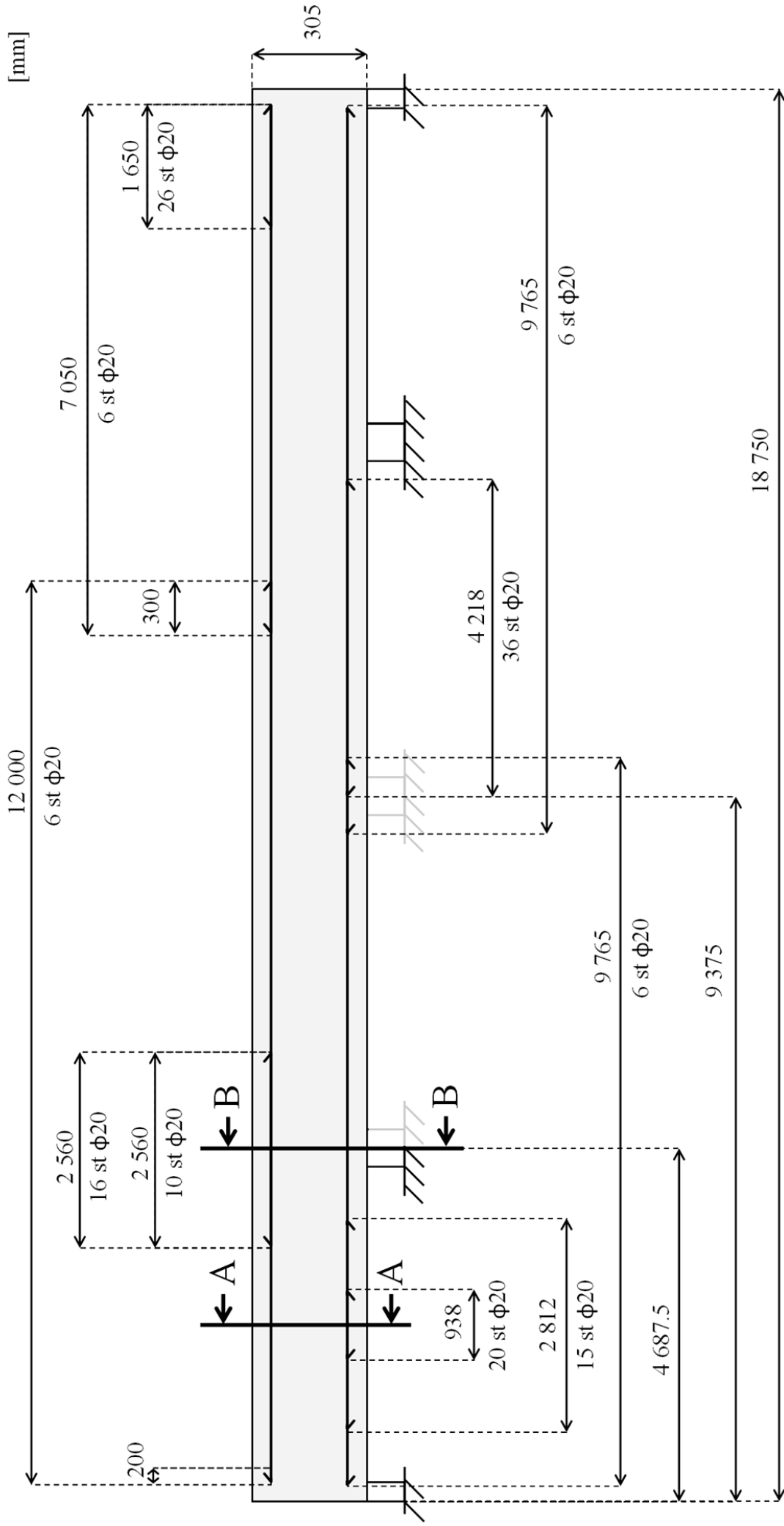
9,275						0		0			
9,375	0	136,6461	45	42,1805757	42,1805757	68,32305	170,807625	5734,1424	42	-819,1632	6
9,609375	145,3372549	119,5192	45	36,8937618	182,231017	59,7596	149,399	5734,1424	42	-819,1632	6
9,84375	271,2400871	102,3923	45	31,6069479	302,847035	51,19615	127,990375	5734,1424	42	-819,1632	6
10,078125	377,7089325	85,2653	45	26,3201031	404,029036	42,63265	106,581625	5734,1424	42	-819,1632	6
10,3125	464,7433551	68,1384	45	21,0332892	485,776644	34,0692	85,173	5734,1424	42	-819,1632	6
10,546875	532,3437908	51,0114	45	15,7464444	548,090235	25,5057	63,76425	5734,1424	42	-819,1632	6
10,78125	580,5102397	33,8845	45	10,4596305	590,96987	16,94225	42,355625	5734,1424	42	-819,1632	6
11,015625	609,2422658	16,7476	45	5,16972976	614,411996	8,3738	20,9345	5734,1424	42	-819,1632	6
11,25	618,540305	-0,3694	45	-0,1140282	618,426277	-0,1847	-0,46175	5734,1424	42	-819,1632	6
11,484375	608,4039216	-17,4963	45	-5,4008421	613,804764	-8,74815	-21,870375	5734,1424	42	-819,1632	6
11,71875	608,4039216	-17,4963	45	-5,4008421	613,804764	-8,74815	-21,870375	5734,1424	42	-819,1632	6
11,953125	578,8335512	-34,6232	45	-10,687656	589,521207	-17,3116	-43,279	5734,1424	42	-819,1632	6
12,1875	529,8291939	-51,7502	45	-15,974501	545,803695	-25,8751	-64,68775	5734,1424	42	-819,1632	6
12,421875	461,3904139	-68,8771	45	-21,261315	482,651729	-34,43855	-86,096375	5734,1424	42	-819,1632	6
12,65625	373,5176471	-86,004	45	-26,548129	400,065776	-43,002	-107,505	5734,1424	42	-819,1632	6
12,890625	266,2104575	-103,131	45	-31,834973	298,045431	-51,5655	-128,91375	5734,1424	42	-819,1632	6
13,125	139,469281	-120,2579	45	-37,121787	176,591068	-60,12895	-150,32238	5734,1424	42	-819,1632	6
13,359375	-6,705882353	-137,3849	45	-42,408632	35,7027497	-68,69245	-171,73113	5734,1424	42	-819,1632	6
13,59375	-6,705882353	-137,3849	45	-42,408632	-49,114514	-68,69245	-171,73113	5734,1424	42	-819,1632	6
13,59375	-172,3154684	-154,5118	45	-47,695446	-220,01091	-77,2559	-193,13975	819,1632	6	-819,1632	6
13,828125	-357,3590414	-171,6387	45	-52,98226	-410,3413	-85,81935	-214,54838	819,1632	6	-819,1632	6
14,0625	-357,3590414	87,4815	45	27,0042104	-384,36325	43,74075	109,351875	819,1632	6	-819,1632	6
14,296875	-267,8095861	70,3546	45	21,7173965	-289,52698	35,1773	87,94325	819,1632	6	-819,1632	6
14,53125	-197,6945534	53,2276	45	16,4305517	-214,12511	26,6138	66,5345	819,1632	6	-819,1632	6
14,765625	-147,0135076	36,1007	45	11,1437378	-158,15725	18,05035	45,125875	819,1632	6	-819,1632	6
15	-115,7668845	18,9738	45	5,85692388	-121,62381	9,4869	23,71725	819,1632	6	-819,1632	6
15,234375	-103,9542484	1,8468	45	0,57007911	-104,52433	0,9234	2,3085	819,1632	6	-819,1632	6
15,46875	-111,5755991	-15,2801	45	-4,7167348	-116,29233	-7,64005	-19,100125	819,1632	6	-819,1632	6
15,703125	-138,6313725	-32,4071	45	-10,00358	-148,63495	-16,20355	-40,508875	819,1632	6	-819,1632	6
15,9375	-185,1211329	-49,534	45	-15,290393	-200,41153	-24,767	-61,9175	819,1632	6	-819,1632	6
16,171875	-251,0448802	-66,6609	45	-20,577207	-271,62209	-33,33045	-83,326125	819,1632	6	-819,1632	6
16,40625	-251,0448802	-66,6609	45	-20,577207	-271,62209	-33,33045	-83,326125	819,1632	6	-819,1632	6
16,640625	-336,4030501	-83,7879	45	-25,864052	-362,2671	-41,89395	-104,73488	819,1632	6	-819,1632	6
16,875	-441,195207	-100,9148	45	-31,150866	-472,34607	-50,4574	-126,1435	819,1632	6	-819,1632	6
17,109375	-565,4217865	-118,0417	45	-36,43768	-601,85947	-59,02085	-147,55213	819,1632	6	-819,1632	6
17,34375	-709,0823529	-135,1687	45	-41,724525	-750,80688	-67,58435	-168,96088	819,1632	6	-4368,8704	32
17,578125	-872,177342	-152,1687	45	-46,972167	-919,14951	-76,08435	-190,21088	819,1632	6	-4368,8704	32
17,8125	-1054,705882	-169,4226	45	-52,298183	-1107,0041	-84,7113	-211,77825	819,1632	6	-4368,8704	32
18,046875	-1256,669281	-186,5495	45	-57,584997	-1314,2543	-93,27475	-233,18688	819,1632	6	-4368,8704	32
18,28125	-1478,066231	-203,6764	45	-62,871811	-1540,938	-101,8382	-254,5955	819,1632	6	-4368,8704	32
18,515625	-1718,897603	-220,8034	45	-68,158656	-1718,8976	-110,4017	-276,00425	819,1632	6	-4368,8704	32
18,75	-1718,897603	533,9075	45	164,809136	-1718,8976	266,95375	667,384375	819,1632	6	-4368,8704	32



Erforderlig skarvlängd, l0	197,9898987 mm
alpha1	1
alpha2	1
alpha3	1
alpha4	0,7
alpha5	1
alpha6	1,414213562
lbd	200 mm
l0,min	300 mm
Blir dimensionerande	

Bilaga XIV

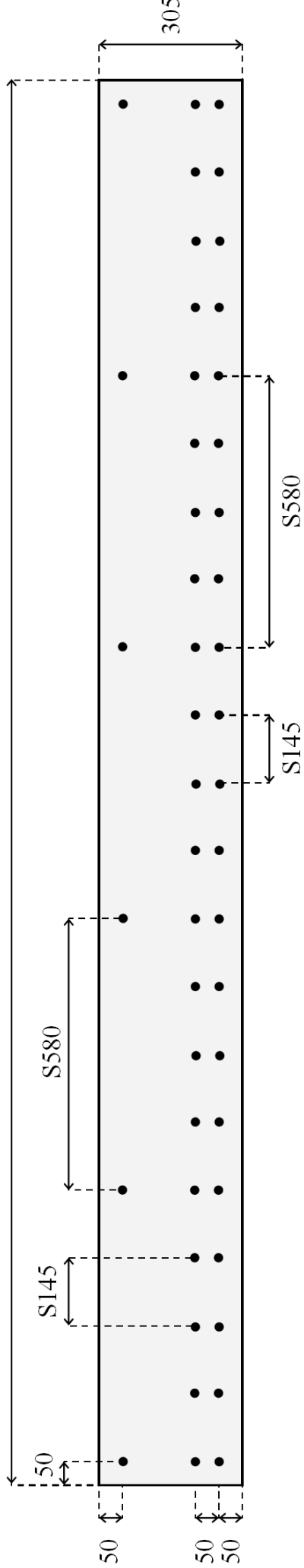
Armeringsritningar för inläggning, skarvning och avkortning. Snitt med anordning av armering i fält och stöd.



Sektion A-A

[mm]

3 000



Sektion B-B

[mm]

3 000

S193

S580

S193

S580

305

50

50

50

50

Bilaga XV

Preliminär dimensionering av tvärbalkar och halssvetsar.

Preliminär dimensionering - Tvärbalk

Detta program innehåller beräkning av:

- Momentkapacitet
- Tvärkraftskapacitet
- Svetsbultarnas kapacitet
- Halssvetsar
- Nedböjning
- Spänningar

Dimensionerande laster

Framtagna enligt beräkningar i Bilaga VII och Bilaga VIII

$$M_{Ed.brott} := 8477 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Dimensionerande moment i brottsgränstillstånd

$$M_{Ed.bruk} := 6174 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Dimensionerande moment i bruksgränstillstånd

$$V_{Ed.brott} := 1916 \text{ kN}$$

Dimensionerande tvärkraft i brottsgränstillstånd

Indata

Betong C50/60

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

(Al-Emrani, 2013, Tabell B2.1)

$$f_{cm} := f_{ck} + 8 \cdot \text{MPa} = 58 \text{ MPa}$$

(Al-Emrani, 2013, B2-2)

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

(Al-Emrani, 2013, Tabell B2.2)

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

(Al-Emrani, 2013, Tabell B2.3)

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

(Al-Emrani, 2013, B2-3)

$$\gamma_c := 1.5$$

(Al-Emrani, 2013, B2-3)

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

(Al-Emrani, 2013, B2-3)

Stål S450

$$f_y := 410 \cdot \text{MPa}$$

(Al-Emrani, 2013, Tabell S2.1, 40mm < t < 80mm)

$$f_u := 550 \cdot \text{MPa}$$

(Al-Emrani, 2013, Tabell S2.1)

$$f_{yd} := f_y = 410 \text{ MPa}$$

$$E_s := 210 \cdot \text{GPa}$$

(Al-Emrani, 2013, S32)

$$\gamma_{M0} := 1.0$$

(Al-Emrani, 2013, S83)

$$\eta := 1.2$$

För stålqualitéer upp till S460 (Al-Emrani, 2013, S83)

$$L := 19 \text{ m}$$

Längd på tvärbalk

$$cc := 4.6875 \text{ m}$$

Centrumavstånd mellan tvärbalkar

$$h_{tot} := 900 \text{ mm}$$

Tillåten konstruktionshöjd

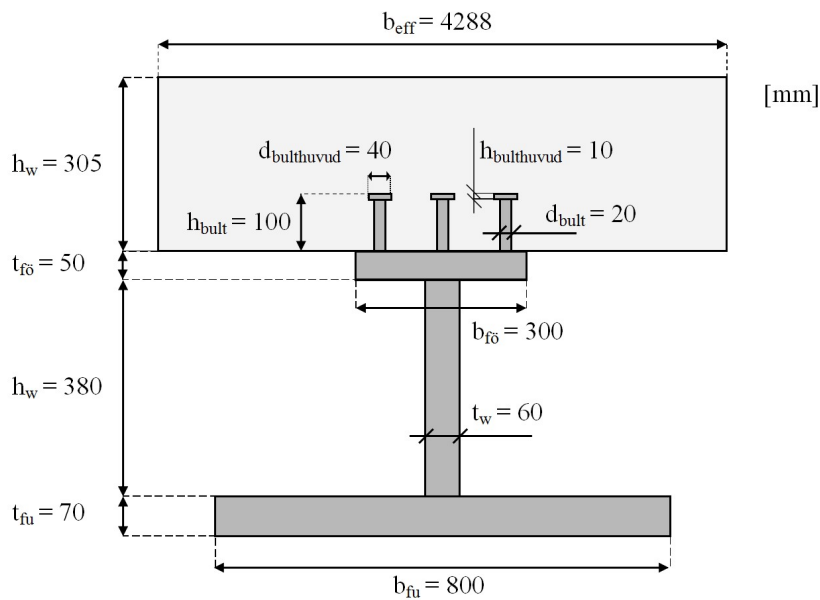
$$h_c := 305 \text{ mm}$$

Höjd betong

$$h_{belägg} := 95 \text{ mm}$$

Höjd beläggning

Valda dimensioner - tvärbalk



$$h_{tvärbalk} := h_{tot} - h_c - h_{belägg} = 500 \text{ mm}$$

Tillåten höjd tvärbalk

$$b_{fu} := 0.80 \text{ m}$$

Bredd undre fläns

$$t_{fu} := 0.07 \text{ m}$$

Tjocklek undre fläns

$$b_{fö} := 0.30 \text{ m}$$

Bredd övre fläns

$$t_{fö} := 0.05 \text{ m}$$

Tjocklek övre fläns

$$t_w := 0.06 \text{ m}$$

Tjocklek liv

$$h_w := h_{tvärbalk} - t_{fu} - t_{fö} = 0.38 \text{ m}$$

Höjd liv

$$a_o := 7 \text{ mm}$$

Övre svetsens a-mått

$$a_u := 11 \text{ mm}$$

Undre svetsens a-mått

Valda dimensioner - studs

$$d_{bult} := 20 \text{ mm} \quad (16\text{mm} < d < 25\text{mm})$$

Svetsbultens skaftdiameter, kap 6.6.3.1

$$h_{bult} := 100 \text{ mm}$$

Svetsbultens höjd

$$d_{bulthuvud} := 40 \text{ mm}$$

Bulthuvudets diameter

$$h_{bulthuvud} := 10 \text{ mm}$$

Bulthuvudets höjd

Medverkande flänsbredd

Enligt kap 5.4.1.2 (SS-EN-1994-2)

$$e_{min.kant} := 25 \text{ mm}$$

$$e_{kant} := 40 \text{ mm}$$

Minsta avstånd flänskant och förbindarens kant
(SS-EN-1994-2, kap 6.6.5.6)

$$b_0 := b_{f\ddot{o}} - 2 \cdot e_{kant} - d_{bult} = 0.2 \text{ m}$$

Centrumavstånd mellan yttre skjuvförbindare

$$L_e := 0.85 \cdot L = 16.15 \text{ m}$$

$$b_{ei} := \frac{L_e}{8} = 2.019 \text{ m}$$

$$b_{eff} := \begin{cases} \text{if } b_0 + 2 \cdot b_{ei} < cc \\ \quad \parallel \text{return } b_0 + 2 \cdot b_{ei} \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{return } cc \end{cases} = 4.238 \text{ m}$$

Tvärsnittskonstanter

$$\alpha := \frac{E_s}{E_{cm}} = 5.676$$

$$A_c := h_c \cdot b_{eff} = 1.292 \text{ m}^2$$

Effektiv betongarea

$$A_{f\ddot{o}} := b_{f\ddot{o}} \cdot t_{f\ddot{o}} = 0.015 \text{ m}^2$$

$$A_w := h_w \cdot t_w = 0.023 \text{ m}^2$$

$$A_{fu} := b_{fu} \cdot t_{fu} = 0.056 \text{ m}^2$$

$$A_s := A_{f\ddot{o}} + A_w + A_{fu} = 0.094 \text{ m}^2$$

Tyngdpunkt för ståltvärsnittet, räknat från underkant

$$x_{tps} := \frac{A_{fu} \cdot \left(\frac{t_{fu}}{2}\right) + A_w \cdot \left(t_{fu} + \frac{h_w}{2}\right) + A_{f\ddot{o}} \cdot \left(t_{fu} + h_w + \frac{t_{f\ddot{o}}}{2}\right)}{A_{fu} + A_w + A_{f\ddot{o}}} = 0.16 \text{ m}$$

Tyngdpunkt för hela tvärsnittet, räknat från underkant

$$x_{tpcs} := \frac{A_{fu} \cdot \left(\frac{t_{fu}}{2}\right) + A_w \cdot \left(t_{fu} + \frac{h_w}{2}\right) + A_{f\ddot{o}} \cdot \left(t_{fu} + h_w + \frac{t_{f\ddot{o}}}{2}\right) + \frac{A_c}{\alpha} \cdot \left(t_{fu} + h_w + t_{f\ddot{o}} + \frac{h_c}{2}\right)}{A_{fu} + A_w + A_{f\ddot{o}} + \frac{A_c}{\alpha}} = 0.509 \text{ m}$$

$$a_s := x_{tpcs} - x_{tps} = 0.349 \text{ m}$$

Avstånd totala tvärsnittets tyngdpunkt
och stålets tyngdpunkt

$$a_c := h_{tvärbalk} + \frac{h_c}{2} - x_{tps} = 0.144 \text{ m}$$

Avstånd totala tvärsnittets tyngdpunkt och betongplattans tyngdpunkt

$$S_c := \frac{A_c}{\alpha} \cdot a_c = 0.033 \text{ m}^3$$

Statiskt ytmoment ekvivalent betong

Yttröghetsmoment

$$I_{s1} := \frac{b_{fu} \cdot t_{fu}^3}{12} + b_{fu} \cdot t_{fu} \cdot \left(x_{tps} - \frac{t_{fu}}{2} \right)^2 + \frac{t_w \cdot h_w^3}{12} + t_w \cdot h_w \cdot \left(x_{tps} - t_{fu} - \frac{h_w}{2} \right)^2 = 0.001 \text{ m}^4$$

$$I_{s2} := \frac{b_{fö} \cdot t_{fö}^3}{12} + b_{fö} \cdot t_{fö} \cdot \left(t_{fu} + h_w + \frac{t_{fö}}{2} - x_{tps} \right)^2 = 0.001 \text{ m}^4$$

$$I_s := I_{s1} + I_{s2} = 0.003 \text{ m}^4$$

Ståltvärsnitt

$$I_c := \frac{b_{eff} \cdot h_c^3}{12} = 0.01 \text{ m}^4$$

Betongplatta

$$I_{comp} := \frac{I_c}{\alpha} + \frac{A_c}{\alpha} \cdot a_c^2 + I_s + A_s \cdot a_s^2 = 0.021 \text{ m}^4$$

Hela samverkanstvärsnittet

Tvärsnittsklass

$$\varepsilon := \sqrt{\frac{235}{\frac{f_y}{\text{MPa}}}} = 0.757$$

(Al-Emrani, 2013, S68)

Tvärsnittsklass för livet

(Al-Emrani, 2013, S68)

$$tk_{liv} := \left. \begin{array}{l} \text{if } \frac{(h_w - 2 \cdot \sqrt{2} \cdot a_u)}{t_w} \leq 72 \cdot \varepsilon \\ \quad \parallel 1 \\ \text{else if } \frac{(h_w - 2 \cdot \sqrt{2} \cdot a_u)}{t_w} \leq 83 \cdot \varepsilon \\ \quad \parallel 2 \\ \text{else if } \frac{(h_w - 2 \cdot \sqrt{2} \cdot a_u)}{t_w} \leq 124 \cdot \varepsilon \\ \quad \parallel 3 \end{array} \right| = 1$$

Tvärsnittsklass för flänsen

(Al-Emrani, 2013, S69)

$$tk_{fläns} := \begin{cases} \text{if } \frac{\frac{t_{fu} - t_w}{2} - \sqrt{2} \cdot a_u}{t_{fu}} \leq 9 \cdot \varepsilon & \parallel 1 \\ \text{else if } \frac{\frac{t_{fu} - t_w}{2} - \sqrt{2} \cdot a_u}{t_{fu}} \leq 10 \cdot \varepsilon & \parallel 2 \\ \text{else if } \frac{\frac{t_{fu} - t_w}{2} - \sqrt{2} \cdot a_u}{t_{fu}} \leq 14 \cdot \varepsilon & \parallel 3 \end{cases} = 1$$

$$Tvärsnittsklass := \max(tk_{liv}, tk_{fläns}) = 1$$

Momentkapacitet

Antar att neutrala lagret befinner sig i flänsen och ställer upp ekvation för horisontell kraftjämvikt enligt figur till höger.

Betongens medverkande area utsatt för tryck upptar en spänning om $0.85f_{cd}$

$$F_c := 0.85 \cdot f_{cd} \cdot b_{eff} \cdot h_c = 36.619 \text{ MN}$$

$$N_{f\bar{o}1}(x) := f_{yd} \cdot b_{f\bar{o}} \cdot (x - h_c)$$

$$N_{f\bar{o}2}(x) := f_{yd} \cdot b_{f\bar{o}} \cdot (h_c + t_{f\bar{o}} - x)$$

$$N_{w1}(x) := f_{yd} \cdot (x - h_c - t_{f\bar{o}}) \cdot t_w$$

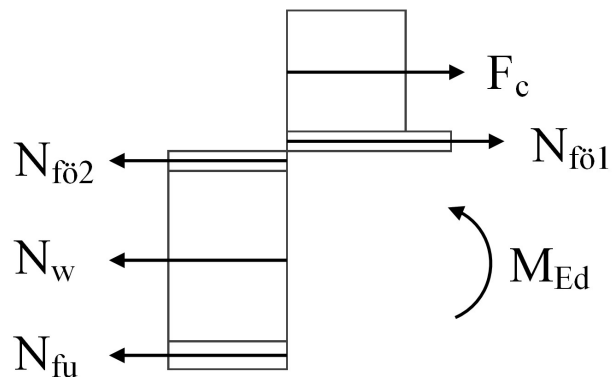
$$N_{w2} := f_{yd} \cdot h_w \cdot t_w$$

$$N_{fu} := f_{yd} \cdot t_{fu} \cdot b_{fu} = 22.96 \text{ MN}$$

Horisontell jämvikt

$$f(x) := F_c + N_{f\bar{o}1}(x) - N_{f\bar{o}2}(x) - N_{w2} - N_{fu}$$

$$x := \text{root}(f(x), x, -2 \text{ m}, 2 \text{ m}) = 0.312 \text{ m}$$



(SS-EN-1994-2, kap 6.2.1.2)

Kontroll av antagande

```
if  $h_c < x < h_c + t_{fö}$  | = "Antagande OK"  
  || return "Antagande OK"  
else  
  || return "Antagande EJ OK"
```

$$M_{Rd.tryck} := F_c \cdot \left(\frac{h_c}{2} + h_{tvärbalk} - \frac{t_{fu}}{2} \right) + N_{fö1}(x) \cdot \left(h_w + \frac{x - h_c}{2} + \frac{t_{fu}}{2} \right)$$

$$M_{Rd.drag} := N_{fö2}(x) \cdot \left(h_w + \frac{h_c + t_{fö} - x}{2} + \frac{t_{fu}}{2} \right) + N_{w2} \cdot \left(\frac{h_w}{2} + \frac{t_{fu}}{2} \right)$$

$$M_{Rd} := M_{Rd.tryck} - M_{Rd.drag} = (1.861 \cdot 10^4) \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Kontroll momentkapacitet

```
if  $M_{Rd} > M_{Ed.brott}$  | = "Tillräcklig momentkapacitet"  
  || return "Tillräcklig momentkapacitet"  
else  
  || return "Ej tillräcklig momentkapacitet"
```

Utnyttjandegrad

$$\frac{M_{Ed.brott}}{M_{Rd}} = 0.455$$

Tvärkraftskapacitet

Bärförmågan för tvärkraft beräknas endast för stålkomponenten (SS-EN-1994-2, kap 6.2.2.2)

Kontroll av skjuvbuckling

Enligt kap S5.3 (Al-Emrani, 2013)

```
if  $\frac{h_w}{t_w} < 72 \cdot \frac{\varepsilon}{\eta}$  | = "Ingen risk"  
  || return "Ingen risk"  
else  
  || return "Risk"
```

För oavstyvad livplåt, Ekv S5-19

$$A_v := \eta \cdot h_w \cdot t_w = 0.027 \text{ m}^2$$

$$V_{Pl,Rd} := A_v \cdot \frac{\frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}} = (6.476 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

Ekv S5-18

Kontroll tvärkraftskapacitet

```
if  $V_{Pl.Rd} > V_{Ed.brott}$  | = "Tillräcklig tvärkraftskapacitet"  
  || return "Tillräcklig tvärkraftskapacitet"  
else  
  || return "Ej tillräcklig tvärkraftskapacitet"
```

Utnyttjandegrad

$$\frac{V_{Ed.brott}}{V_{Pl.Rd}} = 0.296$$

Interaktion moment och tvärkraft

Enligt S86 (Al-Emrani, 2013)

```
if  $V_{Ed.brott} < 0.5 \cdot V_{Pl.Rd}$  | = "Interaktion ej nödvändig"  
  || return "Interaktion ej nödvändig"  
else  
  || return "Interaktion nödvändig"
```

Svetsbultarnas kapacitet

Dimensionering enligt SS-EN-1994-2

$$f_{umax} := 500 \text{ MPa}$$

Svetsbultens maximala brottgräns, kap 6.6.3.1

$$f_{ubult} := f_u = 550 \text{ MPa}$$

Brottsgräns för stålqualität S450

$$f_u := \min(f_{umax}, f_{ubult}) = 500 \text{ MPa}$$

$$\gamma_v := 1.25$$

kap 6.6.3.1

Krav på svetsbultens dimensioner, enligt kap 6.6.5.7

$$d_{bult.max} := 2.5 \cdot t_{fö} = 125 \text{ mm}$$

$$h_{bult.min} := 3 \cdot d_{bult} = 60 \text{ mm}$$

$$d_{bulthuvud.min} := 1.5 \cdot d_{bult} = 30 \text{ mm}$$

$$h_{bulthuvud.min} := 0.4 \cdot d_{bult} = 8 \text{ mm}$$

Avståndskrav för placering av svetsbultar

Enligt kap 6.6.5.5-6.6.5.7

Minsta avstånd flänskant o förbindarens kant

$$e_{min.kant} = 25 \text{ mm}$$

Minsta centrumavstånd i tvärlädd

$$e_{min.tvär} := 2.5 \cdot d_{bult} = 50 \text{ mm}$$

Minsta centrumavstånd i längsled

$$e_{min.längsled} := 5 \cdot d_{bult} = 100 \text{ mm}$$

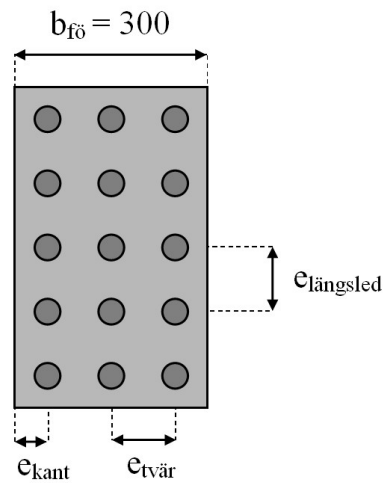
Maximalt centrumavstånd i längsled

$$e_{max.längsled} := \min(4 \cdot h_c, 800 \text{ mm}) = 800 \text{ mm}$$

$$n_{bult} := 3$$

$$e_{tvär} := \frac{b_{fö} - 2 \cdot e_{min.kant}}{n_{bult} - 1} = 125 \text{ mm}$$

```
if  $e_{tvär} > e_{min.tvär}$  | = "OK"  
  || return "OK"  
else  
  || return "Ej OK"
```



Väljer 3 bultar i bredd

Bärförmåga per svetsbult, enligt kap 6.6.3.1

$$P_{Rd1} := \frac{0.8 \cdot f_u \cdot \pi \cdot d_{bult}^2}{4 \cdot \gamma_v} = 100.531 \text{ kN}$$

$$\lambda := \frac{h_{bult}}{d_{bult}}$$

$$\alpha_2 := \begin{cases} \text{return } 1 & \text{if } \lambda > 4 \\ \text{return } 0.2 \cdot (\lambda + 1) & \text{else if } 3 < \lambda \leq 4 \end{cases} = 1$$

$$P_{Rd2} := \frac{0.29 \cdot \alpha_2 \cdot d_{bult}^2 \cdot \sqrt{f_{ck} \cdot E_{cm}}}{\gamma_v} = 126.222 \text{ kN}$$

$$P_{Rd} := \min(P_{Rd1}, P_{Rd2}) = 100.531 \text{ kN}$$

Spänning i snittet mellan betong och stål

$$\tau := \frac{S_c \cdot V_{Ed.brott}}{I_{comp} \cdot b_{fö}} = 10.061 \text{ MPa}$$

Kraften i snittet mellan betong och stål per balkmeter

$$F_{s.Ed} := \tau \cdot b_{f\ddot{o}} = 3.018 \frac{MN}{m}$$

Antalet studs per balkmeter, i grupper om 3

$$n := \text{ceil} \left(\frac{F_{s.Ed}}{n_{bult} \cdot \frac{P_{Rd}}{m}} \right) = 11$$

$$e_{längsled} := \frac{1 \text{ } m}{n - 1} = 100 \text{ } mm$$

$$\begin{array}{l} \text{if } e_{min.längsled} \leq e_{längsled} \leq e_{max.längsled} \\ \quad \parallel \text{return "OK"} \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{return "Ej OK"} \end{array} \Bigg| = \text{"OK"}$$

Kontroll av halssvetsar

Enligt Kapitel S9.7-S9.8 (Al-Emrani, 2011)

$$a_{\ddot{o}} = 0.007 \text{ } m$$

$$a_u = 0.011 \text{ } m$$

$$L_j := L = 19 \text{ } m$$

Svetslängd

$$I_s = 0.003 \text{ } m^4$$

$$\beta_w := 1.0$$

Tabell S9.1

$$\gamma_{M2} := 1.25$$

Sida S134

$$S_{f\ddot{o}} := b_{f\ddot{o}} \cdot t_{f\ddot{o}} \cdot \left(t_{fu} + h_w + \frac{t_{f\ddot{o}}}{2} - x_{tps} \right) = 0.005 \text{ } m^3$$

Statiskt ytmoment övre fläns

$$S_{fu} := b_{fu} \cdot t_{fu} \cdot \left(x_{tps} - \frac{t_{fu}}{2} \right) = 0.007 \text{ } m^3$$

Statiskt ytmoment undre fläns

Spänningar i övre svets

$$\sigma_{vinkelrät.\ddot{o}} := \frac{V_{Ed.brott}}{2 \cdot \sqrt{2} \cdot a_{\ddot{o}} \cdot L_j} = 5.093 \text{ } MPa$$

Ekv S9-3

$$\tau_{vinkelrät.\ddot{o}} := \sigma_{vinkelrät.\ddot{o}} = 5.093 \text{ } MPa$$

$$\tau_{\text{parallell.}\ddot{o}} := \frac{V_{\text{Ed.brott}} \cdot S_{f\ddot{o}}}{2 \cdot I_s \cdot a_{\ddot{o}}} = 223.583 \text{ MPa} \quad \text{Ekv S9-11}$$

$$\sigma_{eq.\ddot{o}} := \sqrt{\sigma_{\text{vinkelrät.}\ddot{o}}^2 + 3 \cdot (\tau_{\text{vinkelrät.}\ddot{o}}^2 + \tau_{\text{parallell.}\ddot{o}}^2)} = 387.391 \text{ MPa} \quad \text{Ekv S9-12}$$

Kontroll övre svets

$$\begin{array}{l} \text{if } \sigma_{eq.\ddot{o}} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} \\ \quad \parallel \text{return "Kapacitet övre svets OK"} \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{return "Ej OK"} \end{array} \quad \Bigg| = \text{"Kapacitet övre svets OK"}$$

Spänningar i undre svets

$$\sigma_{\text{vinkelrät.}u} := \frac{V_{\text{Ed.brott}}}{2 \cdot \sqrt{2} \cdot a_u \cdot L_j} = 3.241 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\text{vinkelrät.}u} := \sigma_{\text{vinkelrät.}u} = 3.241 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\text{parallell.}u} := \frac{V_{\text{Ed.brott}} \cdot S_{fu}}{2 \cdot I_s \cdot a_u} = 210.911 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{eq.u} := \sqrt{\sigma_{\text{vinkelrät.}u}^2 + 3 \cdot (\tau_{\text{vinkelrät.}u}^2 + \tau_{\text{parallell.}u}^2)} = 365.366 \text{ MPa}$$

Kontroll undre svets

$$\begin{array}{l} \text{if } \sigma_{eq.u} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} \\ \quad \parallel \text{return "Kapacitet undre svets OK"} \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{return "Ej OK"} \end{array} \quad \Bigg| = \text{"Kapacitet undre svets OK"}$$

Nedböjning

Förenklingar: Gör om Q1 till punktlast och lägger i mitten av körfält 1. Räknar om Q2 och fördelar den som utbredd last över hela balken. Försummar kanträcken.

Laster i brukgränstillstånd

Enligt Bilaga VI

$$G_c := 8.94 \frac{kN}{m^2} \cdot cc = 41.906 \frac{kN}{m}$$

Egentyngd betongplatta

$$G_s := 7.22 \frac{kN}{m}$$

Egentyngd stål

$$G := G_c + G_s = 49.126 \frac{kN}{m}$$

Total egentyngd

$$Q_1 := 7.65 \frac{kN}{m^2} \cdot cc = 35.859 \frac{kN}{m}$$

Utbredd last i körfält 1 på 3 meter

$$Q_2 := 1.00 \frac{kN}{m^2} \cdot cc = 4.688 \frac{kN}{m}$$

Utbredd last resterande körfält på 12.3 m

$$P_1 := 510 \text{ kN}$$

Punktlast i körfält 1

$$P_2 := 400 \text{ kN}$$

Punktlast i körfält 2

$$P_{r\ddot{a}cke} := 0.5 \frac{kN}{m} \cdot cc = 2.344 \text{ kN}$$

Punktlast räcke

Omvandling av laster

$$P_{Q1} := Q_1 \cdot 3 \text{ m} = 107.578 \text{ kN}$$

Utbredd last i körfält 1 görs till punktlast

$$Q_{2hela} := \frac{Q_2 \cdot 12.3 \text{ m}}{L} = 3.035 \frac{kN}{m}$$

Utbredd last resterande körfält sprids ut över hela balken

$$a := \frac{L}{2} - \frac{3}{2} \text{ m} = 0.6 \text{ m} = 7.4 \text{ m}$$

Avstånd från stöd till punktlast i körfält 1 och 2

Nedböjning enligt elementarfall för fritt upplagd balk

$$EI := E_s \cdot I_{comp} = (4.361 \cdot 10^9) \text{ N} \cdot \text{m}^2$$

$$w := \frac{(G + Q_{2hela}) \cdot 5 \cdot L^4}{384 \cdot EI} + \frac{(P_1 + P_{Q1} + P_2) \cdot a \cdot L^2}{48 \cdot EI} \cdot \left(3 - \frac{4 \cdot a^2}{L^2} \right) + \frac{P_{r\ddot{a}cke} \cdot L^3}{48 \cdot EI} = 51.449 \text{ mm}$$

$$\frac{w}{L} \cdot 100 = 0.271 \quad 0.271 \% \text{ nedböjning}$$

Kontroll av spänningar

Spänningar överkant betong

$$z_{c.\ddot{o}k} := -x = -0.312 \text{ m}$$

$$\sigma_{c.\ddot{o}k} := M_{Ed.bruk} \cdot \frac{z_{c.\ddot{o}k}}{I_{comp} \cdot \alpha} = -16.367 \text{ MPa}$$

Naviers formel

Gör om till ekvivalent betong med α

Kontroll

```
if  $|\sigma_{c.\ddot{o}k}| \leq 0.6 \cdot f_{ck}$  = "OK"  
  || return "OK"  
else  
  || return "Ej OK"
```

(Al-Emrani, 2011, sida B212)

Spänningar överkant stål

$$z_{s.\ddot{o}k} := h_c - x = -0.007 \text{ m}$$

$$\sigma_{s.\ddot{o}k} := M_{Ed.bruk} \cdot \frac{z_{s.\ddot{o}k}}{I_{comp}} = -2.222 \text{ MPa}$$

Kontroll

```
if  $|\sigma_{s.\ddot{o}k}| \leq 0.8 \cdot f_y$  = "OK"  
  || return "OK"  
else  
  || return "Ej OK"
```

(Al-Emrani, 2011, sida B212)

Spänningar underkant stål

$$z_{s.uk} := h_c + h_{tvärbalk} - x = 0.493 \text{ m}$$

$$\sigma_{s.uk} := M_{Ed.bruk} \cdot \frac{z_{s.uk}}{I_{comp}} = 146.423 \text{ MPa}$$

Kontroll

```
if  $|\sigma_{s.uk}| \leq 0.8 \cdot f_y$  = "OK"  
  || return "OK"  
else  
  || return "Ej OK"
```

(Al-Emrani, 2011, sida B212)

Bilaga XVI

Preliminär dimensionering av lådbalkar.

Preliminär dimensionering - Längsgående balkar

Detta program innehåller beräkning av:

- Momentkapacitet
- Tvärkraftskapacitet
- Interaktion moment och tvärkraft
- Utböjning på grund av vindlast

Dimensionerande laster i brottgränstillstånd

Framtagna enligt beräkningar enligt Bilaga X

$$M_{Ed} := 3639 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed} := 2068 \text{ kN}$$

Indata

Stål S355

$$f_y := 355 \text{ MPa}$$

$$f_u := 510 \text{ MPa}$$

$$E_s := 210 \text{ GPa}$$

$$\gamma_{M0} := 1.1$$

$$\gamma_{M1} := 1$$

$$\chi_{LT} := 1$$

$$\eta := 1.2$$

(Al-Emrani, 2013, Tabell S2.1)

(Al-Emrani, 2013, Tabell S2.1)

(Al-Emrani, 2013, Sida S32)

(Al-Emrani, 2013, Sida S83)

(Al-Emrani, 2013, Sida S71)

Stagad mot vippning (Al-Emrani, 2013, Sida S71)

Stålkvaliteter upp till S460 (Al-Emrani, 2013, S83)

$$L := 75 \text{ m}$$

Längd bro

Valda dimensioner - längsgående balk

$$b_f := 450 \text{ mm}$$

Bredd fläns

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

Tjocklek fläns

$$h_w := 860 \text{ mm}$$

Höjd livet

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

Tjocklek livet

$$h := 2 \cdot t_f + h_w = 900 \text{ mm}$$

Total höjd på tvärsnitt

Tvärsnittskonstanter

$$A_f := b_f \cdot t_f = 0.009 \text{ m}^2$$

Area för en fläns

$$A_w := t_w \cdot h_w = 0.017 \text{ m}^2$$

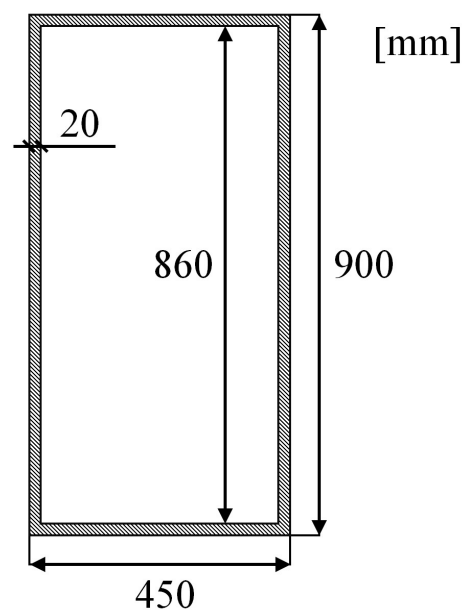
Area för ett liv

$$A := 2 \cdot A_f + 2 \cdot A_w = 0.052 \text{ m}^2$$

Total area

$$x_{tp} := \frac{h}{2} = 0.45 \text{ m}$$

Tyngdpunkt



$$a_f := x_{tp} - \frac{t_f}{2} = 0.44 \text{ m}$$

Avstånd mellan flänsens tyngdpunkt och xtp

$$a_w := \frac{h}{2} - \left(t_f + \frac{h_w}{2} \right) = 0 \text{ m}$$

Avstånd mellan livets tyngdpunkt och xtp
(sammanfaller)

Ytttröghetsmoment

$$I := 2 \cdot \left(\frac{b_f \cdot t_f^3}{12} + a_f^2 \cdot A_f + \frac{t_w \cdot h_w^3}{12} + a_w^2 \cdot A_w \right) = 0.006 \text{ m}^4$$

Tvärsnittsklass

Enligt Sida S67-S68 (Al-Emrani, 2013)

$$\varepsilon := \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_y}} = 0.814$$

Tvärsnittsklass för livet

$$t := t_f = 20 \text{ mm}$$

$$d := h - 3 \cdot t = 840 \text{ mm}$$

$$dt_w := \frac{d}{t_w} = 42$$

$$tk_w := \begin{cases} \text{if } dt_w \leq 72 \cdot \varepsilon & \text{“1”} \\ \text{else if } 72 \cdot \varepsilon < dt_w \leq 82 \cdot \varepsilon & \text{“2”} \\ \text{else if } 82 \cdot \varepsilon < dt_w \leq 124 \cdot \varepsilon & \text{“3”} \\ \text{else} & \text{“4”} \end{cases}$$

Tvärsnittsklass för flänsar

$$b := b_f - 2 \cdot t_w = 410 \text{ mm}$$

$$bt_f := \frac{b}{t_f} = 20.5$$

$$tk_f := \begin{cases} \text{if } bt_f \leq 33 \cdot \varepsilon & \text{“1”} \\ \text{else if } 33 \cdot \varepsilon < bt_f \leq 38 \cdot \varepsilon & \text{“2”} \\ \text{else if } 38 \cdot \varepsilon < bt_f \leq 42 \cdot \varepsilon & \text{“3”} \\ \text{else} & \text{“4”} \end{cases}$$

$$Tvärsnittsklass := \max(tk_w, tk_f) = \text{“1”}$$

Momentkapacitet

Plastiskt böjmotstånd

Räknar på plastiskt böjmotstånd eftersom tvärsnittet är i tvärsnittsklass 1

$$W_{pl} := t_f \cdot b_f \cdot (t_f + h_w) + 2 \cdot \frac{t_w \cdot h_w^2}{4} = 0.015 \text{ m}^3$$

$$W_{pl,f} := t_f \cdot b_f \cdot (h_w + t_f) = 0.008 \text{ m}^3$$

Böjmotstånd i flänsar

$$M_{b,Rd} := \chi_{LT} \cdot W_{pl} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 5437 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

(Al-Emrani, 2013, Ekv S4-41)

Kontroll momentkapacitet

if $M_{b,Rd} > M_{Ed}$	= "Tillräcklig momentkapacitet"
return "Tillräcklig momentkapacitet"	
else	
return "Ej tillräcklig momentkapacitet"	

Utnyttjandegrad

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = 0.669$$

Tvärkraftskapacitet

$$a := 4.6875 \text{ m}$$

$$d := h_w = 0.86 \text{ m}$$

Avstånd mellan livavstyvningar, en vid varje lådbalk
Höjd på avstyvning

$$\kappa_\tau := \begin{cases} \text{if } \frac{a}{d} < 1 \\ \left\| 4 + \frac{5.34}{\left(\frac{a}{d}\right)^2} \right\| \\ \text{else} \\ \left\| 5.34 + \frac{4}{\left(\frac{a}{d}\right)^2} \right\| \end{cases} = 5.475$$

Endast ändavstyvningar

Ändavstyvningar och mellanliggande
avstyvningar, $a/d < 1$

Ändavstyvningar och mellanliggande,
avstyvningar, $a/d \geq 1$

Slankhet

$$\lambda_w := \frac{\frac{h_w}{t_w}}{37.4 \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{\kappa_\tau}} = 0.604$$

(Al-Emrani, 2013, Ekv S5-21)

$$\chi_w := \begin{cases} \text{if } \lambda_w < \frac{0.8}{\eta} \\ \left\| \eta \right\| \\ \text{else if } \frac{0.8}{\eta} \leq \lambda_w < 1.08 \\ \left\| \frac{0.83}{\lambda_w} \right\| \\ \text{else} \\ \left\| \frac{1.37}{0.7 + \lambda_w} \right\| \end{cases} = 1.2$$

(Al-Emrani, 2013, Tabell S5-1)
Styva ändavstyvningar

Skjuvbucklingskontroll

För liv med vertikala avstyvningar (Al-Emrani, 2013, Ekv S5-19)

$$\begin{cases} \text{if } \frac{h_w}{t} < 31 \frac{\varepsilon}{\eta} \cdot \sqrt{\kappa_\tau} \\ \left\| \text{"Ingen skjuvbuckling sker"} \right\| \\ \text{else} \\ \left\| \text{"Skjuvbuckling sker"} \right\| \end{cases} = \text{"Ingen skjuvbuckling sker"}$$

$$A_v := \eta \cdot 2 \cdot h_w \cdot t_w = 0.041 \text{ m}^2$$

$$V_{Pl.Rd} := A_v \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 7692 \text{ kN}$$

(Al-Emrani, 2013, Ekv S5-18)

Kontroll tvärkraftskapacitet

if $V_{Pl.Rd} > V_{Ed}$ return "Tillräcklig tvärkraftskapacitet" else return "Ej tillräcklig tvärkraftskapacitet"	= "Tillräcklig tvärkraftskapacitet"
--	-------------------------------------

Utnyttjandegrad

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Pl.Rd}} = 0.269$$

Interaktion moment och tvärkraft

Enligt S86 (Al-Emrani, 2013)

if $V_{Ed} < 0.5 \cdot V_{Pl.Rd}$ return "Interaktion ej nödvändig" else return "Interaktion nödvändig"	= "Interaktion ej nödvändig"
--	------------------------------

Utböjning på grund av vindlast

$$F_{w,f} := 30.897 \text{ kN}$$

Enligt Bilaga XI

Bron anses ha ledade stöd vid pylonerna sett ovanifrån och böjer ut i sidled av vindlasten. Beräkning sker endast på en lådbalk. Detta blir konservativt eftersom det är två lådbalkar som samverkar med tvärbalkar och betongplatta.

$$L := 75 \text{ m}$$

$$E_s := 210 \text{ GPa}$$

$$I_s := 0.006 \text{ m}^4$$

Enligt Bilaga XV

$$\delta := \frac{F_{w,f} \cdot L^3}{48 \cdot E_s \cdot I_s} = 0.216 \text{ m}$$

$$\frac{\delta}{L} \cdot 100 = 0.287$$

Procentuell utböjning

Bilaga XVII

Global nedböjning för längsgående lådbalkar.

```

%-----%
% Kandidatarbete Brogrupp 2      %
% BMTX01-17-52                  %
% Datum:2017-05-02              %
% Felix Dubrefjord 930322       %
% Christoffer Jonsson 920318    %
% Sofia Lindroth 951012         %
% Isabelle Persson 950719       %
% Lars Scheidegger 920601       %
% Hanna Westerling 930428       %
%-----%
% Tar fram nedböjningen i brobanan %
% med hänsyn tagit till kablerna  %
% och lådbalkens styvhet.         %
%-----%

```

```

clear all
close all
clc

```

```

% Indata
ne = 32 ; % Antalet element
cc = 75/16 ; % cc-mått [m]
k = 20 ; % Antal mätpunkter på varje element
Le = cc/2 ; % Längd på element [m]
L = 3 ; % Bredden på ett lastfält [m]

```

```

[P1, P2, Q1, Q2, Q3, G1, G2, G3, G4] = Laster;

```

```

QG = G2*10^3 ; % Egentyngd av längsgående balkar [N/m]
P = 726e3; % Reaktionskraft från tvärbalkar [N]
nE = 99;
f = zeros(nE,1);

```

```

for i = 1:6:(ne+1)*3 % Läger in tvärbalknarna som verkar i
    f(i,:) = -P ; % lininfästningarna som punktlaster
end

```

```

f(44) = -1350e3; % Punktlast som läggs för max reaktionskraft

```

```

% Dimensionering av LÅDBALKEN %%

```

```

% Indata
L = 75 ; % Längd på längsgående balkar [m]
As = 0.0524 ; % Tvärsnittsarea på -||- [m2]
Es = 210e9 ; % E-modul, stål [Pa]
Yf = 2*((0.45*0.02^3)/12)+0.45*0.02*0.45^2; % Yttröghetsmom för fläns [m4]
Yl = 2*((0.02*0.9^3)/12); % Yttröghetsmom för liv
Is = Yl+Yf ; % Samlat yttröghetsmoment
ep = [Es As Is]; % Elementegenskaper

```

```

eq = [0 -QG];

% Föralokerar matriser
Edof=zeros(1,7) ;
K=zeros(nE)      ;

% Skapar Edof-matris för betongplattan
for i=1:ne
    Edof(i,:)=[i 3*i-2 3*i-1 3*i 3*i+1 3*i+2 3*i+3];
end

% Assemblering av styvhetsmatris K och kraftvektor f
for i=1:ne
    ex(i,:)=[(i-1)*Le i*Le];
    ey(i,:)=[0 0];
    [Ke, fe]=beam2e(ex, ey, ep, eq);
    [K, f]=assem(Edof(i,:), K, Ke, f, fe);
end

% Läger in randvilkor
bc = [1 0; 2 0; 98 0];

% Bestämmer reaktionskrafter samt nedböjningar
[a, r]=solveq(K, f, bc);

% Bestämmer nedböjningen av de olika elementen
for i=1:ne
    ed(i,:)=extract(Edof(i,:), a);
end

% Tar fram moment och tvärkraft för alla element
for i=1:ne
    if i==1
        es=beam2s(ex(i,:), ey(i,:), ep, ed(i,:), eq, k);
    else
        es1=beam2s(ex(i,:), ey(i,:), ep, ed(i,:), eq, k);
        esr=[es; es1];
        es=esr;
    end
end

% Plottar farbanan
eldraw2(ex, ey, [1 2 0]);
ylim([-5 30])
ylabel('m')
xlim([-5 80])
xlabel('m')
hold on

% Dimensionering av PYLONER och KABLAR %%
% Indata
H      = 20      ;           % Höjd på pyloner [m]
B      = 2       ;           % Bredd på pyloner [m]
Ebtg   = 37e9    ;           % E-modul, betong [Pa]

```

```

Abtg = B*B*H ; % Volym betong [m3]
Ibtg = B*B^3/12; % Yttröghetsmoment betong [m4]
Ek = 200e9 ; % E-modul, kablar [Pa]
Ak = 0.006 ; % Area, kablar [m2]
nf = 2 ; % Antal noder
ne = 1 ; % Antal element pylon
ndof = 3 ; % Antal frihetsgrader per nod
ep = [Ebtg Abtg Ibtg]; % Elementegenskaper, betong
epk = [Ek Ak] ; % Elementegenskaper, kablar

% Geografisk modell
He = H/ne; % Längd per element

% Skapa Edof-matris för pylonerna
for i = 1:ne
    Edof(i+32,:) = [i+32 1 2 3 100 101 102];
end

for j = 1:ne
    Edof(j+33,:) = [j+33 97 98 99 103 104 105];
end

for i = 1:6
    f(i+99) = 0;
end

for i = 1:6
    K(i+99,i+99) = 0;
end

% Assemblering av styvhetsmatris K och kraftvektor f
for j = 1:ne
    ey1(j,:) = [(j-1)*He;j*He];
    ex1(j,:) = [0 0];
    [Ke, fe] = beam2e(ex1, ey1, ep);
    [K, f] = assem(Edof(j+32,:), K, Ke, f, fe);
end

for j = 1:ne
    ey2(j,:) = [(j-1)*He;j*He];
    ex2(j,:) = [L L];
    [Ke, fe] = beam2e(ex2, ey2, ep);
    [K, f] = assem(Edof(j+33,:), K, Ke, f, fe);
end

% Läger in randvillkor
bc1 = [1 0; 2 0; 97 0; 98 0; 100 0; 102 0; 103 0; 105 0];

% Löser ekvationssystemet
[a1, r1] = solveq(K, f, bc1);

% Plockar ut elemenförskjutningar
for i = 1:ne
    ed1(i,:) = extract(Edof(i,:), a1);

```

```

end

% Plottar pylon 1
hold on
plot([-15 90],[0 0])
plot([-10 0],[0 20])
plot([75 85],[20 0])
eldraw2(ex1,ey1,[1 2 0]);
ylim([-5 25])
xlim([-20 95])
xlabel('m')

% Plottar pylon 2
eldraw2(ex2,ey2,[1 2 0]);
hold off

% Kablar
Edofk = [1 100 101 13 14
         2 100 101 25 26
         3 100 101 37 38
         4 100 101 49 50
         5 103 104 49 50
         6 103 104 61 62
         7 103 104 73 74
         8 103 104 85 86];

% Förallokerar matriser för kablar
ex3 = zeros(4,2) ;
ey3 = zeros(4,2) ;
ex4 = zeros(4,2) ;
ey4 = zeros(4,2) ;
Kek = zeros(4) ;

% Lägg kablarna i systemet
for i = 1:4
    ex3(i,:) = [0 9.375*i];
    ey3(i,:) = [20 0];
end

for j = 1:4
    ex4(j,:) = [75 9.375*(j+3)];
    ey4(j,:) = [20 0];
end

Kek1 = bar2e(ex3(1,:),ey3(1,:),epk);
Kek2 = bar2e(ex3(2,:),ey3(2,:),epk);
Kek3 = bar2e(ex3(3,:),ey3(3,:),epk);
Kek4 = bar2e(ex3(4,:),ey3(4,:),epk);
Kek5 = bar2e(ex4(1,:),ey4(1,:),epk);
Kek6 = bar2e(ex4(2,:),ey4(2,:),epk);
Kek7 = bar2e(ex4(3,:),ey4(3,:),epk);
Kek8 = bar2e(ex4(4,:),ey4(4,:),epk);
K = assem(Edofk(1,:),K,Kek1);
K = assem(Edofk(2,:),K,Kek2);

```

```

K = assem(Edofk(3,:),K,Kek3);
K = assem(Edofk(4,:),K,Kek4);
K = assem(Edofk(5,:),K,Kek5);
K = assem(Edofk(6,:),K,Kek6);
K = assem(Edofk(7,:),K,Kek7);
K = assem(Edofk(8,:),K,Kek8);

[a3,r3]=solveq(K,f,bc1);

% Plottar kablar
hold on
eldraw2(ex3,ey3,[1 2 0]);
plotpar = [3 4 0];
eldraw2(ex4,ey4,[1 2 0]);
hold off

edb = extract(Edof,a3);
edk = extract(Edofk,a3);

ex5 = [ex; ex1; ex2];
ey5 = [ey; ey2; ey2];

sfac = scalfact2(ex3(1,:),ey3(1,:),edk(1,:),0.01);
text(15,30,'Nedböjningen i rött är uppskalad')

for i = 1:34
    eldisp2(ex5(i,:),ey5(i,:),edb(i,:),plotpar,sfac);
end

for i = 1:4;
    eldisp2(ex3(i,:),ey3(i,:),edk(i,:),plotpar,sfac);
end

for i = 1:4;
    eldisp2(ex4(i,:),ey4(i,:),edk(i+4,:),plotpar,sfac);
end

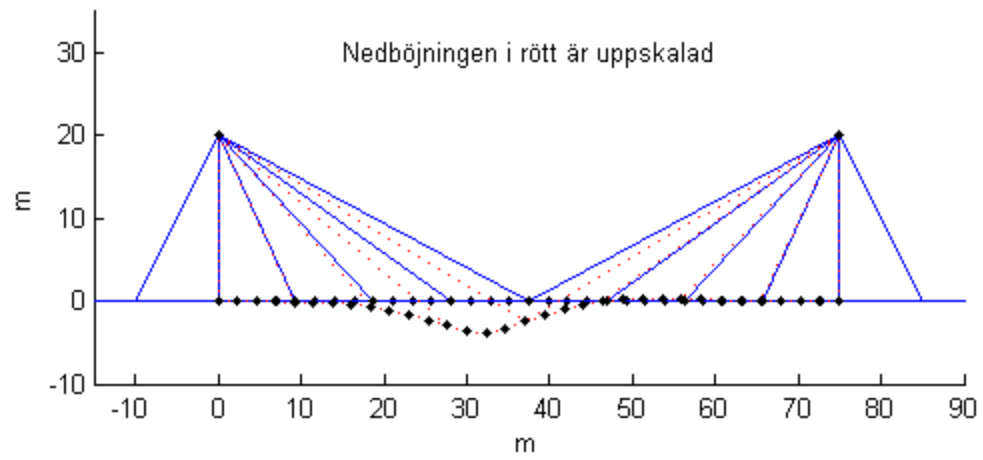
ylim([-10 35])
ylabel('m')
xlim([-15 90])
xlabel('m')

maxnedboj = max(abs(a3(2:3:98)))           % [m]

maxnedboj =

0.0863

```



Published with MATLAB® R2014a

Bilaga XVIII

Preliminär dimensionering av pyloner.

Preliminär dimensionering - Pyloner

Detta program innehåller:

- Kontroll med avseende på knäckning
- Beräkning av momentkapacitet

Tvärsnittsdimensioner

$$b_{pylon} := 2 \text{ m}$$

$$h_{pylon} := 20 \text{ m}$$

$$x_{tp} := 1 \text{ m}$$

$$A_{pylon} := b_{pylon} \cdot h_{pylon} = 4 \text{ m}^2$$

$$I_c := \frac{b_{pylon} \cdot h_{pylon}^3}{12} = 1.333 \text{ m}^4$$

$$d := 1950 \text{ mm}$$

$$d' := 50 \text{ mm}$$

Indata

Betong C50/60

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

$$f_{cm} := f_{ck} + 8 \text{ MPa} = 58 \text{ MPa}$$

$$\gamma_c := 1.5$$

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

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

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

$$\gamma_{cE} := 1.2$$

$$E_{cd} := \frac{E_{cm}}{\gamma_{cE}} = 30.833 \text{ GPa}$$

Armering B500B

$$f_{yk} := 500 \text{ MPa}$$

$$\gamma_s := 1.15$$

$$f_{yd} := \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 434.783 \text{ MPa}$$

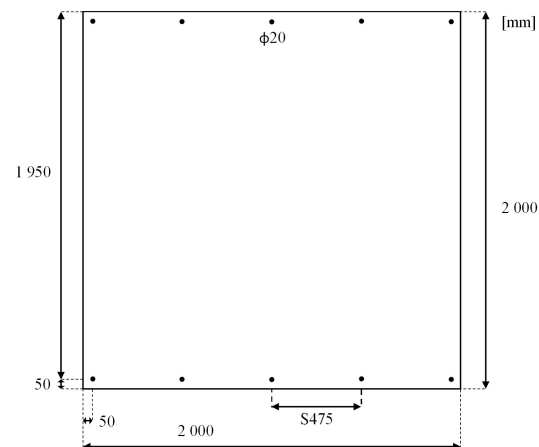
$$E_s := 200 \text{ GPa}$$

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

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

$$A_s := 5 A_{si.20} = 0.002 \text{ m}^2$$

Kvadratisk tvärsnitt



(Al-Emrani, 2013, Tabell B2.1)

(Al-Emrani, 2013, Ekv B2-2)

(Al-Emrani, 2013, Ekv B2-3)

(Al-Emrani, 2013, Ekv B2-3)

(Al-Emrani, 2013, Ekv B2-3)

(Al-Emrani, 2013, Tabell B2.3)

(Al-Emrani, 2013, Tabell B2.11)

(Al-Emrani, 2013, Ekv B2-25)

(Al-Emrani, 2013, Ekv B2-26)

Väljer 20 mm

$$A'_s := A_s = 0.002 \text{ m}^2$$

$$I_s := (A_s + A'_s) \cdot (d' - x_{tp})^2 = 0.003 \text{ m}^4$$

Kontroll med avseende på knäckning

Lastfall 1: Olyckslast huvudlast

$$F_{w.p} := 73.232 \text{ kN}$$

Enligt Bilaga XI

$$F_{olycka} := 1500 \text{ kN}$$

$$M_{w.p.1} := 1.5 \cdot 0.7 \cdot F_{w.p} \cdot h_{pylon} = (1.538 \cdot 10^3) \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{olycka.1} := 1.5 \cdot F_{olycka} \cdot 1 \text{ m} = (2.25 \cdot 10^3) \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Lastfall 2: Vindlast huvudlast

$$M_{w.p.2} := 1.5 \cdot F_{w.p} \cdot h_{pylon} = (2.197 \cdot 10^3) \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{olycka.2} := 1.5 \cdot 0.7 \cdot F_{olycka} \cdot 1 \text{ m} = (1.575 \cdot 10^3) \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Dimensionerande moment av vindlast och olyckslast

$$M_{z1} := M_{w.p.1} + M_{olycka.1} = (3.788 \cdot 10^3) \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{z2} := M_{w.p.1} + M_{olycka.2} = (3.113 \cdot 10^3) \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_z := \max(M_{z1}, M_{z2}) = (3.788 \cdot 10^3) \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{Ed} := 24754 \text{ kN}$$

Tryckande normalkraft i pyloner enligt Bilaga XIX

Första ordningens moment

$$\theta_0 := 0.005$$

(Al-Emrani, 2011, Ekv B11-3)

$$m_\alpha := 2$$

$$\alpha_h := \frac{2}{\sqrt{b_{pylon}}} \cdot \text{m}^{\frac{1}{2}} = 1.414$$

(Al-Emrani, 2011, Ekv B11-4)

$$\alpha_h := \left. \begin{array}{l} \text{if } \alpha_h < \frac{2}{3} \\ \quad \parallel \\ \quad \frac{2}{3} \\ \text{else if } \frac{2}{3} \leq \alpha_h \leq 1 \\ \quad \parallel \\ \quad \alpha_h \\ \text{else if } \alpha_h \geq 1 \\ \quad \parallel \\ \quad 1 \end{array} \right| = 1$$

(Al-Emrani, 2011, Ekv B11-4)

$$\alpha_m := \sqrt{0.5 \cdot \left(1 + \frac{1}{m_\alpha}\right)} = 0.866 \quad (\text{Al-Emrani, 2011, Ekv B11-5})$$

$$\theta_i := \theta_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m = 0.004 \quad (\text{Al-Emrani, 2011, Ekv B11-3})$$

$$l_0 := 0.7 \cdot h_{pylon} = 14 \text{ m} \quad (\text{Al-Emrani, 2011, Sida K17})$$

$$e_i := \theta_i \cdot \frac{l_0}{2} = 0.03 \text{ m} \quad (\text{Al-Emrani, 2011, Ekv B11-6})$$

$$e_z := 0 \quad \text{Centriskt belastade pelare}$$

$$M_{0.Ed} := M_z + N_{Ed} \cdot (e_z + e_i) \quad (\text{Al-Emrani, 2011, Ekv B11-9})$$

$$\beta_{cm} := 2.21 \quad (\text{Al-Emrani, 2013, Tabell B2.9})$$

$$\beta_{t0} := 0.48 \quad 28 \text{ dygn}$$

$$u := (2 + 2 + 2 + 2) \text{ m} = 8 \text{ m}$$

$$A_c := b_{pylon} \cdot b_{pylon} = 4 \text{ m}^2$$

$$h_0 := 2 \cdot \frac{A_c}{u \cdot \text{m}} = 1 \quad (\text{Al-Emrani, 2013, Ekv B2-19})$$

$$\varphi_{RH} := \left(1 + \frac{(1-0.8)}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} \cdot \left(\frac{35 \text{ MPa}}{f_{cm}}\right)^{0.7}\right) \cdot \left(\frac{35 \text{ MPa}}{f_{cm}}\right)^{0.2} = 2.173$$

$$\varphi_{\infty, t0} := \varphi_{RH} \cdot \beta_{cm} \cdot \beta_{t0} = 2.305 \quad (\text{Al-Emrani, 2013, Ekv B2.23})$$

$$\varepsilon_{ca} := 0.0875 \quad (\text{Al-Emrani, 2013, Tabell B2.8})$$

$$\beta_{RH} := 0.756 \quad \text{RH}=80\% \quad (\text{Al-Emrani, 2013, Tabell B2.6})$$

$$k_h := 0.7 \quad (\text{Al-Emrani, 2013, Tabell B2.7})$$

$$\varepsilon_{cdi} := 0.297 \cdot 10^{-3} \quad \text{Klass N} \quad (\text{Al-Emrani, 2013, Tabell B2.5})$$

$$\varepsilon_{cd} := k_h \cdot \beta_{RH} \cdot \varepsilon_{cdi} = 1.572 \cdot 10^{-4} \quad (\text{Al-Emrani, 2013, Ekv B2-18})$$

$$\varepsilon_{cs} := \varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca} = 0.088 \quad (\text{Al-Emrani, 2013, Ekv B2-17})$$

Uppskattning av nominell styvhet

$$i := \sqrt{\frac{I_c}{A_c}} = 0.577 \text{ m} \quad (\text{Al-Emrani, 2011, B357})$$

$$\lambda := \frac{l_0}{i} = 24.249 \quad (\text{Al-Emrani, 2011, Ekv B11-10})$$

$$k_1 := \sqrt{\frac{f_{ck}}{20 \text{ MPa}}} = 1.581 \quad (\text{Al-Emrani, 2011, B361})$$

$$k_2 := \frac{N_{Ed}}{f_{cd} \cdot A_c} \cdot \frac{\lambda}{170} = 0.026$$

(Al-Emrani, 2011, B361)

$$EI := \frac{k_1 \cdot k_2}{1 + \varphi_{\infty, t0}} \cdot E_{cd} \cdot I_c + E_s \cdot I_s = 1.088 \text{ GN} \cdot \text{m}^2$$

(Al-Emrani, 2011, Ekv B11-15)

Teoretisk knäcklast

$$N_{b.styv} := \pi^2 \cdot \frac{EI}{l_0^2} = 54777.418 \text{ kN}$$

Kontroll av knäckning

$$\left. \begin{array}{l} \text{if } N_{b.styv} > N_{Ed} \\ \quad \parallel \text{return "OK"} \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{return "Ej OK"} \end{array} \right| = \text{"OK"}$$

Utnyttjandegrad

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b.styv}} = 0.452$$

Momentkapacitet

$$\beta := 1.0$$

(Al-Emrani, 2011, Sida B362)

$$\varepsilon_{cu} := 3.5 \cdot 10^{-3}$$

(Al-Emrani, 2013, Sida B126)

$$M_{Ed} := M_{0.Ed} \cdot \left(1 + \frac{\beta}{\frac{N_{b.styv}}{N_{Ed}} - 1} \right) = 8279.9 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

(Al-Emrani, 2011, B11-16)

Tryckzonsberäkning

$$\sigma_s := f_{yd} = 434.783 \text{ MPa}$$

Antar att armering flyter

$$\sigma'_s := f_{yd} = 434.783 \text{ MPa}$$

$$\alpha := 0.81$$

(Al-Emrani, 2013, Tabell B5-1)

$$\beta := 0.416$$

$$\alpha_{eq} := \frac{E_s}{E_{cm}} = 5.405$$

$$x := \frac{N_{Ed}}{\alpha \cdot b_{pylon} \cdot f_{cd}} = 0.458 \text{ m}$$

(Al-Emrani, 2013, Ekv B5-35)

$$\varepsilon'_s := \frac{(x - d')}{x} \cdot \varepsilon_{cu} = 0.00312$$

(Al-Emrani, 2013, Ekv B5-25)

$$\varepsilon_s := \frac{(d-x)}{x} \cdot \varepsilon_{cu} = 0.01139$$

(Al-Emrani, 2013, Ekv B5-26)

$$\varepsilon_{syd} := \frac{\sigma_s}{E_s} = 0.00217$$

```

if  $\varepsilon'_s \geq \varepsilon_{syd}$ 
    || return "Antagande OK"
else
    || return "Antagande ej OK"

```

```

if  $\varepsilon_s \geq \varepsilon_{syd}$ 
    || return "Antagande OK"
else
    || return "Antagande ej OK"

```

Momentkapacitet enligt Ekv B5-36 (Al-Emrani, 2013)

$$M_{Rd} := \alpha \cdot f_{cd} \cdot b_{pylon} \cdot x \cdot (d - \beta \cdot x) + \sigma'_s \cdot A'_s \cdot (d - d') - N_{Ed} \cdot \left(d - \frac{b_{pylon}}{2} \right) = 21331.1 \text{ } \mathbf{kN \cdot m}$$

Utnyttjandegrad

$$\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = 0.388$$

Minsta excentricitet

$$e_{min} := \frac{b_{pylon}}{30} = 66.667 \text{ } \mathbf{mm}$$

(Al-Emrani, 2011, Ekv B11-7)

```

if  $e_{min} \geq 20 \text{ } \mathbf{mm}$ 
    || return "OK"
else
    || return "Ej OK"

```

(Al-Emrani, 2011, Ekv B11-17)

$$N_{Ed} \cdot e_{min} = (1.65 \cdot 10^3) \text{ } \mathbf{kN \cdot m}$$

```

if  $N_{Ed} \cdot e_{min} \leq M_{Rd}$ 
    || return "OK"
else
    || return "Ej OK"

```

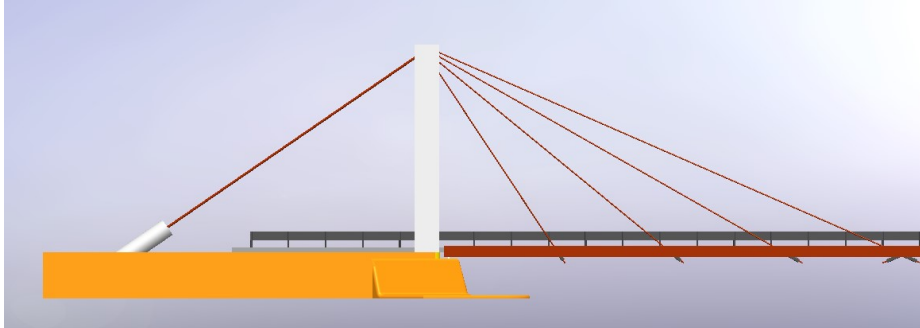
Bilaga XIX

Preliminär dimensionering av kablar

Preliminär dimensionering - Kablar

Detta program innehåller:

- Beräkning av kablarnas kapacitet
- Dimensionering för att klara brott i en kabel
- Dimensionering av betongankare



Vertikala reaktionskrafter i kablarna

Framtagna enligt beräkningar i Bilaga X

$$R_1 := 2738 \text{ kN}$$

Numrerade i ordning från vänster
(bakåtförankring ej inräknad)

$$R_2 := 2560 \text{ kN}$$

$$R_3 := 2609 \text{ kN}$$

$$R_4 := \frac{2593}{2} \text{ kN}$$

Delar på 2 eftersom 2 kablar möts i
samma punkt

Indata

$$d_{pylon} := 1 \text{ m}$$

Bredd på halva pylonen

$$l_{dist} := d_{pylon} + 0.5 \text{ m} = 1.5 \text{ m}$$

Längd på pylon och
övergångskonstruktion

$$cc_{kabel} := 9.375 \text{ m}$$

$$h_{pylon} := 19.6 \text{ m}$$

Höjd till kabelinfästning

$$l_{bak} := 25 \text{ m}$$

$$E_{kabel} := 200 \text{ GPa}$$

Kabeldata från DYWIDAG

$$\phi := 31$$

Antal trådar per kabel fram

$$\varphi := 61$$

Antal trådar per kabel bak

$$G_{kabel.fram} := \phi \cdot 1.68 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$G_{kabel.bak} := \varphi \cdot 1.68 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$\phi_{tråd} := 1.5748 \text{ cm}$$

Tråddiameter

Kablarnas vinklar relativt farbanan

$$\theta_1 := \text{atan}\left(\frac{h_{pylon}}{cc_{kabel} + l_{dist}}\right) = 60.976 \text{ deg}$$

$$\theta_2 := \text{atan}\left(\frac{h_{pylon}}{cc_{kabel} + l_{dist} + 1 \cdot cc_{kabel}}\right) = 44.066 \text{ deg}$$

$$\theta_3 := \text{atan}\left(\frac{h_{pylon}}{cc_{kabel} + l_{dist} + 2 \cdot cc_{kabel}}\right) = 33.489 \text{ deg}$$

$$\theta_4 := \text{atan}\left(\frac{h_{pylon}}{cc_{kabel} + l_{dist} + 3 \cdot cc_{kabel}}\right) = 26.682 \text{ deg}$$

$$\theta_{bak} := \text{atan}\left(\frac{h_{pylon}}{l_{bak}}\right) = 38.096 \text{ deg}$$

Kablarnas längd

$$L_1 := \frac{h_{pylon}}{\sin(\theta_1)} = 22.415 \text{ m}$$

$$L_2 := \frac{h_{pylon}}{\sin(\theta_2)} = 28.182 \text{ m}$$

$$L_3 := \frac{h_{pylon}}{\sin(\theta_3)} = 35.522 \text{ m}$$

$$L_4 := \frac{h_{pylon}}{\sin(\theta_4)} = 43.648 \text{ m}$$

$$L_{bak} := \frac{h_{pylon}}{\sin(\theta_{bak})} = 31.767 \text{ m}$$

Kablarnas egentyngd

$$G_1 := L_1 \cdot G_{kabel.fram} \cdot g = 11.448 \text{ kN}$$

$$G_2 := L_2 \cdot G_{kabel.fram} \cdot g = 14.393 \text{ kN}$$

$$G_3 := L_3 \cdot G_{kabel.fram} \cdot g = 18.142 \text{ kN}$$

$$G_4 := L_4 \cdot G_{kabel.fram} \cdot g = 22.292 \text{ kN}$$

$$G_{bak} := L_{bak} \cdot G_{kabel.bak} \cdot g = 31.926 \text{ kN}$$

Normalkraft i kablar

Från egentyngd

$$N_{G.1} := \frac{G_1}{\sin(\theta_1)} = 13.092 \text{ kN}$$

$$N_{G.2} := \frac{G_2}{\sin(\theta_2)} = 20.696 \text{ kN}$$

$$N_{G.3} := \frac{G_3}{\sin(\theta_3)} = 32.88 \text{ kN}$$

$$N_{G.4} := \frac{G_4}{\sin(\theta_4)} = 49.644 \text{ kN}$$

Från farbana

$$N_1 := \frac{R_1}{\sin(\theta_1)} = (3.131 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$N_2 := \frac{R_2}{\sin(\theta_2)} = (3.681 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$N_3 := \frac{R_3}{\sin(\theta_3)} = (4.728 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$N_4 := \frac{R_4}{\sin(\theta_4)} = (2.887 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

Krafter som överförs till bakåtförankring

$$H_1 := N_1 \cdot \cos(\theta_1) = (1.519 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$H_2 := N_2 \cdot \cos(\theta_2) = (2.645 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$H_3 := N_3 \cdot \cos(\theta_3) = (3.943 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$H_4 := N_4 \cdot \cos(\theta_4) = (2.58 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$H_{bak} := H_1 + H_2 + H_3 + H_4 = (1.069 \cdot 10^4) \text{ kN}$$

$$R_{bak} := H_{bak} \cdot \tan(\theta_{bak}) = (8.379 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$N_{G.bak} := \frac{G_{bak}}{\sin(\theta_{bak})} = 51.744 \text{ kN}$$

$$N_{bak} := \frac{R_{bak}}{\sin(\theta_{bak})} = (1.358 \cdot 10^4) \text{ kN}$$

Temperaturlaster

$$t_{max} := 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

Antagen uppspänningstemperatur

$$t_{min} := -30 \text{ }^\circ\text{C}$$

Vid temperaturökning blir kabeln slak och skapar ingen spänning.

$$\Delta t := t_{max} - t_{min} = 50 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\alpha_{temp} := 1.2 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{1}{\Delta^\circ\text{C}}$$

(Al-Emrani, 2013, Sida S30)

$$\varepsilon_{temp} := \alpha_{temp} \cdot \Delta t = 6 \cdot 10^{-4}$$

(Al-Emrani, 2013, Sida S30)

$$\sigma_{temp} := E_{kabel} \cdot \varepsilon_{temp} = 120 \text{ MPa}$$

(Al-Emrani, 2013, Sida S30)

$$A_{kabel.fram} := \phi \cdot \pi \cdot \frac{\phi_{trad}^2}{4} = 0.006 \text{ m}^2$$

$$A_{kabel.bak} := \varphi \cdot \pi \cdot \frac{\phi_{trad}^2}{4} = 0.012 \text{ m}^2$$

$$F_{temp.fram} := \sigma_{temp} \cdot A_{kabel.fram} = 724.575 \text{ kN}$$

$$F_{temp.bak} := \sigma_{temp} \cdot A_{kabel.bak} = (1.426 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

Dimensionerande kabelkrafter

$$F_1 := N_1 + N_{G.1} + F_{temp.fram} = 3868.9 \text{ kN}$$

$$F_2 := N_2 + N_{G.2} + F_{temp.fram} = 4426.2 \text{ kN}$$

$$F_3 := N_3 + N_{G.3} + F_{temp.fram} = 5485.8 \text{ kN}$$

$$F_4 := N_4 + N_{G.4} + F_{temp.fram} = 3661.5 \text{ kN}$$

$$F_{bak} := N_{bak} + N_{G.bak} + F_{temp.bak} = 15057.8 \text{ kN}$$

Kontroll av kapacitet och utnyttjandegrad

$$F_{kap.brott.fram} := 8649 \text{ kN}$$

Enligt DYWIDAG

$$F_{kap.brott.bak} := 17019 \text{ kN}$$

```
if  $F_1 < F_{kap.brott.fram}$  | = "OK"  
  || return "OK"  
else  
  || return "Ej OK"
```

```
if  $F_2 < F_{kap.brott.fram}$  | = "OK"  
  || return "OK"  
else  
  || return "Ej OK"
```

```
if  $F_3 < F_{kap.brott.fram}$  | = "OK"  
  || return "OK"  
else  
  || return "Ej OK"
```

```
if  $F_4 < F_{kap.brott.fram}$  | = "OK"  
  || return "OK"  
else  
  || return "Ej OK"
```

```
if  $F_{bak} < F_{kap.brott.bak}$  | = "OK"  
  || return "OK"  
else  
  || return "Ej OK"
```

Utnyttjandegrad

$$\frac{F_1}{F_{kap.brott.fram}} = 0.447$$

$$\frac{F_2}{F_{kap.brott.fram}} = 0.512$$

$$\frac{F_3}{F_{kap.brott.fram}} = 0.634$$

$$\frac{F_4}{F_{kap.brott.fram}} = 0.423$$

$$\frac{F_{bak}}{F_{kap.brott.bak}} = 0.885$$

Lastfördelning med brott i en kabel

Kablarna dimensioneras för att klara brott i en kabel. Det dimensionerande fallet blir brott i kabel 2 eftersom brott i denna kabel ger högsta normalkraft i en av de resterande kablarna.

Reaktionskrafter med brott i kabel 2

Framtagna enligt beräkningar i Bilaga X

$$R_{brott.1} := 3667 \text{ kN}$$

$$R_{brott.2} := 0 \text{ kN}$$

$$R_{brott.3} := 3647 \text{ kN}$$

$$R_{brott.4} := \frac{2158}{2} \text{ kN}$$

Normalkraft i kablar från farbana med brott

$$N_{brott.1} := \frac{R_{brott.1}}{\sin(\theta_1)} = (4.194 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$N_{brott.2} := \frac{R_{brott.2}}{\sin(\theta_2)} = 0 \text{ kN}$$

$$N_{brott.3} := \frac{R_{brott.3}}{\sin(\theta_3)} = (6.61 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$N_{brott.4} := \frac{R_{brott.4}}{\sin(\theta_4)} = (2.403 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

Krafter - Bakåtförankring med brott

$$H_{brott.1} := N_{brott.1} \cdot \cos(\theta_1) = (2.035 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$H_{brott.2} := N_{brott.2} \cdot \cos(\theta_2) = 0 \text{ kN}$$

$$H_{brott.3} := N_{brott.3} \cdot \cos(\theta_3) = (5.512 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$H_{brott.4} := N_{brott.4} \cdot \cos(\theta_4) = (2.147 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$H_{brott.bak} := H_{brott.1} + H_{brott.2} + H_{brott.3} + H_{brott.4} = (9.694 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$R_{brott.bak} := H_{brott.bak} \cdot \tan(\theta_{bak}) = (7.6 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$N_{brott.bak} := \frac{R_{brott.bak}}{\sin(\theta_{bak})} = (1.232 \cdot 10^4) \text{ kN}$$

Kabelkrafter med brott

$$F_{brott.1} := N_{brott.1} + N_{G.1} + F_{temp.fram} = 4931.3 \text{ kN}$$

$$F_{brott.2} := N_{brott.2} = 0 \text{ kN}$$

$$F_{brott.3} := N_{brott.3} + N_{G.3} + F_{temp.fram} = (7.367 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$F_{brott.4} := N_{brott.4} + N_{G.4} + F_{temp.fram} = 3177.1 \text{ kN}$$

$$F_{brott.bak} := N_{brott.bak} + N_{G.bak} + F_{temp.bak} = 13795.6 \text{ kN}$$

Kontroll av kapacitet och utnyttjandegrad

Utnyttjandegrad	
$\begin{array}{l} \text{if } F_{brott.1} < F_{kap.brott.fram} \\ \quad \parallel \text{return "OK"} \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{return "Ej OK"} \end{array} \Bigg = \text{"OK"}$	$\frac{F_{brott.1}}{F_{kap.brott.fram}} = 0.57$
$\begin{array}{l} \text{if } F_{brott.2} < F_{kap.brott.fram} \\ \quad \parallel \text{return "OK"} \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{return "Ej OK"} \end{array} \Bigg = \text{"OK"}$	$\frac{F_{brott.2}}{F_{kap.brott.fram}} = 0$
$\begin{array}{l} \text{if } F_{brott.3} < F_{kap.brott.fram} \\ \quad \parallel \text{return "OK"} \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{return "Ej OK"} \end{array} \Bigg = \text{"OK"}$	$\frac{F_{brott.3}}{F_{kap.brott.fram}} = 0.852$
$\begin{array}{l} \text{if } F_{brott.4} < F_{kap.brott.fram} \\ \quad \parallel \text{return "OK"} \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{return "Ej OK"} \end{array} \Bigg = \text{"OK"}$	$\frac{F_{brott.4}}{F_{kap.brott.fram}} = 0.367$
$\begin{array}{l} \text{if } F_{bak} < F_{kap.brott.bak} \\ \quad \parallel \text{return "OK"} \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{return "Ej OK"} \end{array} \Bigg = \text{"OK"}$	$\frac{F_{brott.bak}}{F_{kap.brott.bak}} = 0.811$

Vertikala komprosanters som indata för dimensionering av pyloner

$$V_1 := F_1 \cdot \cos(\theta_1) = (1.877 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$V_{brott.1} := F_{brott.1} \cdot \cos(\theta_1) = (2.393 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$V_2 := F_2 \cdot \cos(\theta_2) = (3.18 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$V_{brott.2} := F_{brott.2} \cdot \cos(\theta_2) = 0 \text{ kN}$$

$$V_3 := F_3 \cdot \cos(\theta_3) = (4.575 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$V_{brott.3} := F_{brott.3} \cdot \cos(\theta_3) = (6.144 \cdot 10^6) \text{ N}$$

$$V_4 := F_4 \cdot \cos(\theta_4) = (3.272 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$V_{brott.4} := F_{brott.4} \cdot \cos(\theta_4) = (2.839 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$V_{bak} := F_{bak} \cdot \cos(\theta_{bak}) = (1.185 \cdot 10^4) \text{ kN} \quad V_{brott.bak} := F_{brott.bak} \cdot \cos(\theta_{bak}) = (1.086 \cdot 10^4) \text{ kN}$$

$$N_{Ed} := V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_{bak} = 24754.2 \text{ kN}$$

$$N_{brott.Ed} := V_{brott.1} + V_{brott.2} + V_{brott.3} + V_{brott.4} + V_{brott.bak} = 22232.1 \text{ kN}$$

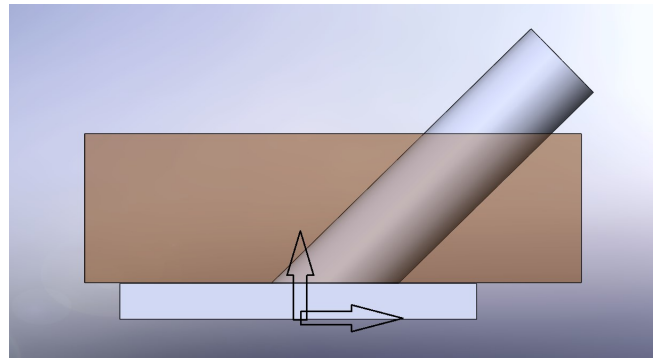
$$N_{Ed.dim} := \max(N_{Ed}, N_{brott.Ed}) = 24754.2 \text{ kN}$$

Dimensionering av gravitationsankare

Maximal kraft per ankare

$$H_{bak} := \max(H_{bak}, H_{brott.bak}) = 10687.3 \text{ kN}$$

$$R_{bak} := \max(R_{bak}, R_{brott.bak}) = 8378.8 \text{ kN}$$



Indata

$$\rho_{btg} := 2520 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$d_{hals} := 2.0 \text{ m}$$

$$b_{platta} := 8 \text{ m}$$

$$L_{hals} := 9 \text{ m}$$

$$h_{platta} := 1500 \text{ mm}$$

$$\rho_{fyllning} := 2050 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$A_{hals} := d_{hals}^2 \cdot \frac{\pi}{4} = 3.142 \text{ m}^2$$

$$A_{platta} := b_{platta}^2 = 64 \text{ m}^2$$

$$V_{platta} := A_{platta} \cdot h_{platta} = 96 \text{ m}^3$$

$$V_{hals} := A_{hals} \cdot L_{hals} = 28.274 \text{ m}^3$$

$$mg_{platta} := V_{platta} \cdot \rho_{btg} \cdot g = 2372.4 \text{ kN}$$

$$mg_{hals} := V_{hals} \cdot \rho_{btg} \cdot g = 698.7 \text{ kN}$$

Grävs ned 5.0 m under markytan

$$h_{djup} := L_{hals} \cdot \sin(\theta_{bak}) - 0.5 \text{ m} = 5.053 \text{ m}$$

$$A_{fyllning} := A_{platta} - A_{hals} = 60.858 \text{ m}^2$$

$$V_{fyllning} := A_{fyllning} \cdot h_{djup} = 307.51 \text{ m}^3$$

$$mg_{fyllning} := V_{fyllning} \cdot \rho_{fyllning} \cdot g = 6182.1 \text{ kN}$$

$$mg_{total} := mg_{platta} + mg_{hals} + mg_{fyllning} = 9253.2 \text{ kN}$$

Utnyttjandegrad i vertikal led

$$\frac{R_{bak}}{mg_{total}} = 0.906$$

Stjälpning

Momentjämvikt kring nedre högra sida

$$x_{tp.hals} := \left(\frac{b_{platta}}{2} - \frac{(L_{hals} \cdot \cos(\theta_{bak}))}{2} \right) = 0.459 \text{ m}$$

$$x_{tp.platta} := \frac{b_{platta}}{2} = 4 \text{ m}$$

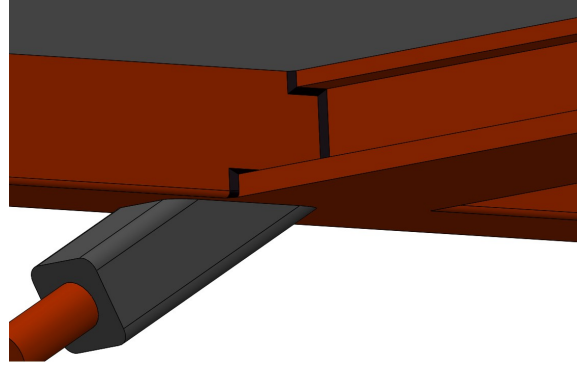
$$(mg_{platta} + mg_{fyllning} - R_{bak}) \cdot x_{tp.platta} - mg_{hals} \cdot x_{tp.hals} - H_{bak} \cdot 0 \text{ m} = 382.212 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Bilaga XX

Dimensionering av kälsvetsar i anslutningen mellan tvär- och lådbalkar.

Preliminär dimensionering - Svetsar

Detta program innehåller dimensionering av svetsar mellan längsgående lådbalk och tvärbalk.



Dimensionerande laster

Dimensionerande infästningsmoment och tvärkraft i brottgränstillstånd enligt Bilaga VIII

$$M_{Ed} := 5385 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed} := 1916 \text{ kN}$$

Maximal vertikal reaktionskraft för kabel enligt Bilaga X

$$R_{kabel} := 2738 \text{ kN}$$

Indata

Stål S450

$$f_u := 550 \text{ MPa}$$

$$\beta_w := 0.9$$

$$\gamma_{M2} := 1.25$$

(Al-Emrani, 2013, Tabell S2.1)

(Al-Emrani, 2013, Tabell S9.1)

(Al-Emrani, 2013, Sida S134)

Tvärsnittsdimensioner

$$b_{lada} := 450 \text{ mm}$$

Bredd på längsgående lådtvärsnitt

$$b_{fö} := 300 \text{ mm}$$

Bredd övre fläns tvärbalk

$$b_{fu} := 800 \text{ mm}$$

Bredd undre fläns tvärbalk

$$t_w := 60 \text{ mm}$$

Tjocklek liv tvärbalk

$$h := 500 \text{ mm}$$

Höjd tvärbalk

Valda dimensioner på svetsar

$$a_v := 17 \text{ mm}$$

$$a_h := 17 \text{ mm}$$

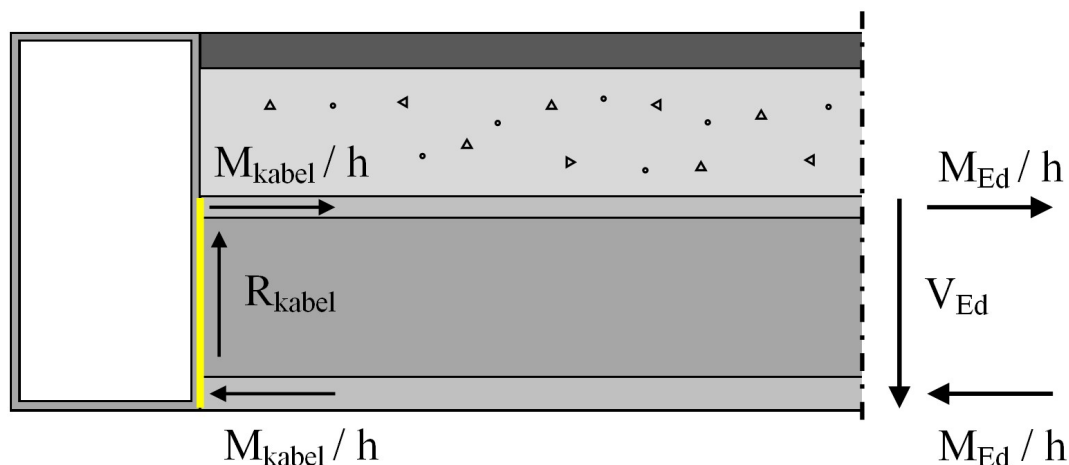
Krafter som verkar i svetsen

Horisontella laster tas upp av horisontella svetsar, ger endast vinkelräta spänningar
Vertikala laster tas upp av vertikala svetsar, ger endast parallella spänningar

$$M_{kabel} := R_{kabel} \cdot \frac{b_{lada}}{2} = 616.05 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$R_h := \frac{M_{Ed}}{h} + \frac{M_{kabel}}{h} = (1.2 \cdot 10^4) \text{ kN}$$

$$R_v := R_{kabel} + V_{Ed} = (4.654 \cdot 10^3) \text{ kN}$$



Vertikala svetsar

$$\tau_{v,parallell} := \frac{R_v}{2 \cdot a_v \cdot h} = 273.765 \text{ MPa} \quad (\text{Al-Emrani, 2011, Ekv S9-1})$$

$$\sigma_{eq,v} := \sqrt{3} \cdot \tau_{v,parallell} = 474.174 \text{ MPa} \quad (\text{Al-Emrani, 2011, Ekv S9-12})$$

Kontroll av vertikala svetsar enligt Ekv S9-12 (Al-Emrani, 2011)

$$\begin{aligned} &\text{if } \sigma_{eq,v} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} \\ &\quad \parallel \text{return "Svetsarnas kapacitet OK"} \\ &\text{else} \\ &\quad \parallel \text{return "Ej OK"} \end{aligned} \quad \Bigg| = \text{"Svetsarnas kapacitet OK"}$$

Horisontella svetsar

$$L := (b_{fö} + b_{fu} + (b_{fö} - t_w) + (b_{fu} - t_w)) \quad \text{Svetslängd}$$

$$\sigma_{h,vinkelrät} := \frac{R_h}{\sqrt{2} \cdot a_h \cdot L} = 240.01 \text{ MPa} \quad (\text{Al-Emrani, 2011, Ekv S9-3})$$

$$\tau_{h,vinkelrät} := \sigma_{h,vinkelrät}$$

$$\sigma_{eq,h} := \sqrt{\sigma_{h.vinkelrät}^2 + 3 \cdot (\tau_{h.vinkelrät})^2} = 480.021 \text{ MPa} \quad (\text{Al-Emrani, 2011, Ekv S9-5})$$

Kontroll av horisontella svetsar enligt Ekv S9-12 och S9-13 (Al-Emrani, 2011)

if $\sigma_{eq,h} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$		= “Svetsarnas kapacitet OK”
return “Svetsarnas kapacitet OK”		
else		
return “Ej OK”		

if $\sigma_{h.vinkelrät} \leq 0.9 \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$		= “Svetsarnas kapacitet OK”
return “Svetsarnas kapacitet OK”		
else		
return “Ej OK”		