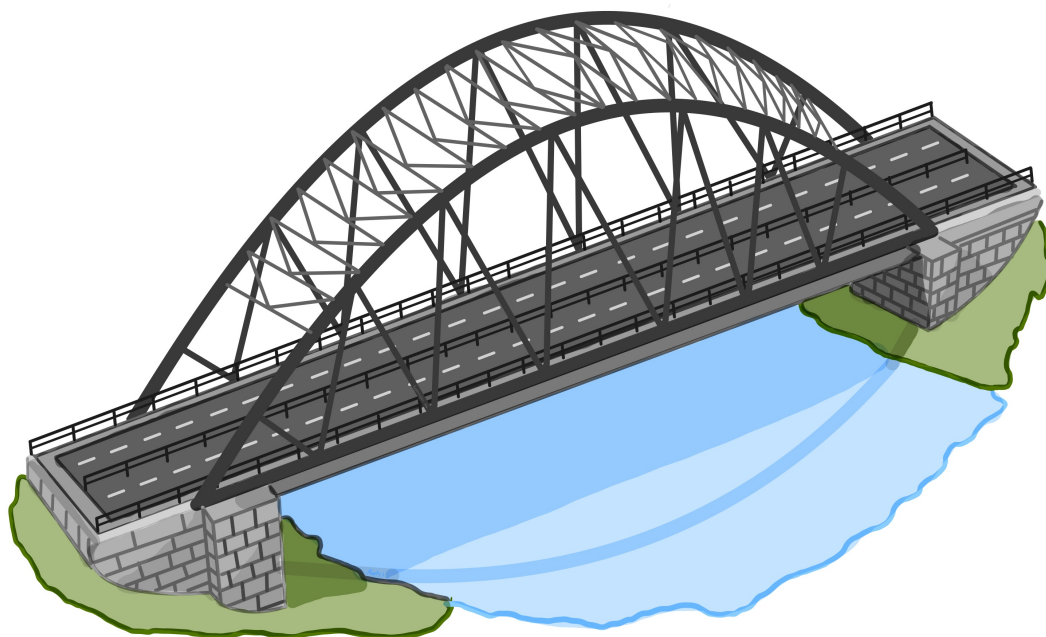




CHALMERS
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



BÅGBRO ÖVER VISKAN

Förstudie samt utveckling av broförslag

Kandidatarbete inom Samhällsbyggnadsteknik

ERIK ANSHELM
FREDRIK HOLLÄNDER
ELLIOT JOHANNESSON
ISAK KARLSSON
NAPASRAPEE SAKSIRIRUTHAI
ELLEN WERNLID

INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2026

www.chalmers.se

KANDIDATARBETE ACEX11 2026

Bågbro över Viskan

Förstudie samt utveckling av broförslag

ERIK ANSHELM
FREDRIK HOLLÄNDER
ELLIOT JOHANNESSON
ISAK KARLSSON
NAPASRAPEE SAKSIRIRUTHAI
ELLEN WERNLID



CHALMERS
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Institutionen för Arkitektur och Samhällsbyggnadsteknik
Avdelningen för Konstruktionsteknik
CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
Gothenburg, Sweden 2026

Bågbro över Viskan

Förstudie samt utveckling av broförslag

Erik Anshelm, Fredrik Holländer, Elliot Johannesson, Isak Karlsson, Napasrapee Saksiriruthai,
Ellen Wernlid

© Erik Anshelm, Fredrik Holländer, Elliot Johannesson, Isak Karlsson, Napasrapee Saksiriruthai,
Ellen Wernlid, 2026.

Supervisor:

Mozhdeh Amani, universitetslektor

Marcus Davidson, COWI

Mattias Öst, COWI

Victor Manuel Rios Villalba, COWI

Examiner:

Carlos Gil Berrocal, universitetslektor

Kandidatarbete ACEX11 2026

Institutionen för Arkitektur och Samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för Konstruktionsteknik

Chalmers University of Technology

SE-412 96 Gothenburg

Sweden

Telephone +46 31 772 1000

Sammanfattning

I samband med utbyggnaden av riksväg 27 mellan Viared och Kråkered söder om Borås planeras en ny passage över Viskan. För att möjliggöra den nya vägsträckningen krävs en brokonstruktion, och denna rapport behandlar val av brokoncept samt en preliminär dimensionering av den valda bron. Arbetet inleddes med en konceptuell designprocess där flera olika brotyper analyserades utifrån tekniska krav, byggbarhet och konstruktionens funktion. Efter jämförelse mellan alternativen valdes brokonceptet Fantomen som det mest lämpliga för platsen.

Fantomen är en bågäckverksbro i stål med centrisk farbana. Brobanans bärverk består av huvudbalkar och tvärbalkar i form av I-balkar, vilka samverkar för att föra trafiklasterna vidare till konstruktionens huvudbärverk. Bron har två stålbågar som stabiliseras med äckverk längs sidorna samt K-stag mellan bågarne ovanför brobanan. Lasterna förs från farbanan via tvärbalkar och hängstag upp till bågarne, där bågarne huvudsakligen belastas i tryck. Konstruktionens triangulerade äckverk bidrar till hög styvhet och effektiv lastfördelning.

Den preliminära dimensioneringen har utförts enligt Eurocode och Trafikverkets krav. Beräkningar har genomförts för att analysera laster, snittkrafter och stabilitet hos bronns olika konstruktionsdelar. Resultatet visar att brokonceptet uppfyller grundläggande krav på bärförmåga och funktion samt bedöms vara tekniskt genomförbart.

Sammanfattningsvis visar projektet att Fantomen är ett möjligt brokoncept för passagen över Viskan. Med vidare detaljprojektering och fortsatta analyser kan konstruktionen utvecklas till en långsiktig och stabil lösning för den planerade vägsträckningen.

Abstract

In connection with the expansion of National Road 27 between Viared and Kråkered south of Borås, a new crossing over the Viskan River is planned. To enable the new road alignment, a bridge structure is required, and this report presents the process of selecting a bridge concept as well as a preliminary structural design of the chosen bridge. The project began with a conceptual design process in which several bridge types were analyzed based on technical requirements, constructability, and structural performance. After comparing the alternatives, the bridge concept Fantomen was selected as the most suitable solution for the site.

Fantomen is a steel truss arch bridge with a centrally positioned deck. The load-bearing system of the deck consists of longitudinal girders and transverse beams made of I-sections, working together to transfer traffic loads to the main structural system. The bridge includes two steel arches stabilized by side trusses and K-bracings placed between the arches above the deck. Loads are transferred from the deck through transverse beams and hangers to the arches, where the arches are primarily subjected to compression forces. The triangulated truss system contributes to high stiffness and efficient load distribution.

The preliminary design has been carried out according to Eurocode standards and the requirements from Trafikverket. Calculations were performed to analyze loads, internal forces, and structural stability of the bridge components. The results show that the selected bridge concept satisfies the fundamental requirements regarding load-bearing capacity and functionality and is considered technically feasible.

In conclusion, the project demonstrates that Fantomen is a viable bridge concept for the crossing over the Viskan River. With further detailed design and continued structural analysis, the bridge has the potential to become a long-term and stable solution for the planned road alignment.

Innehåll

1	Inledning	3
1.1	Bakgrund	3
1.2	Syfte	4
1.3	Avgränsningar	4
1.4	Metod	4
2	Förutsättningar och krav	6
2.1	Områdeskrav	6
2.2	Geometriska krav	6
2.3	Geotekniska förutsättningar	6
2.3.1	Berggrund	6
2.3.2	Jordlager	7
2.4	Trafikförhållanden	7
2.5	Miljöförutsättningar	7
3	Konstruktionsmaterial	8
3.1	Stål	8
3.1.1	Produktionsmetoder	8
3.1.2	Miljöpåverkan	8
3.1.3	Förvaltning	9
3.2	Betong	9
3.2.1	Produktionsmetoder	9
3.2.2	Miljöpåverkan	10
3.2.3	Förvaltning	10
3.3	Trä	11
3.3.1	Produktionsmetoder	11
3.3.2	Miljöpåverkan	11
3.3.3	Förvaltning	12
4	Grundläggning	13
4.1	Plattgrundläggning	13
4.2	Djupgrundläggning	13
5	Broproduktion	14
5.1	Prefabricering	14
5.2	Platsgjutning	14
5.3	Konsolutbyggnad	14
5.4	Lansering	15
6	Brotyper	16
6.1	Balkbro	16
6.1.1	Plattbro	16
6.1.2	Flerbalksbro	16
6.1.3	Lådbalkbro	17
6.1.4	Hängbro	17
6.1.5	Snedkabelbro	17
6.1.6	Fackverksbro	18
6.1.7	Bågbro	19

6.1.8	Bågfackverksbro	20
7	Förvaltning och underhåll av broar	21
8	Första urvalsprocessen	22
8.1	Förslag på koncept	22
8.1.1	Val av möjliga koncept för vidareutveckling	22
9	Vidareutveckling av valda koncept	23
9.1	Smaragden	23
9.1.1	Produktionsmetod	23
9.1.2	Förvaltning och underhåll	24
9.2	Fantomen	24
9.2.1	Produktionsmetoder	25
9.2.2	Förvaltning och underhåll	25
9.3	Woody	25
9.3.1	Produktionsmetod	26
9.3.2	Förvaltning och underhåll	26
10	Andra urvalsprocessen	28
10.1	Utvärderingskriterier	28
10.2	Poängsättning av föreslagna brokoncept	29
11	Fördjupning av Fantomen	31
11.1	Estetisk utformning	31
11.2	Utformning av farbana	31
11.3	Utformning av båge	32
11.4	Utformning av fackverk	33
11.5	Anslutningar	33
11.6	Grundläggning	34
11.7	Landfäste	34
11.8	Produktionsmetod	34
11.9	Behov vid produktion	35
11.10	Underhåll- och förvaltningsplan	35
11.11	Miljöpåverkan	36
11.12	Risikanalys	36
12	Brons geometri	37
13	Beräkningsmodell	38
14	Relevanta laster	40
14.1	Permanent laster	40
14.2	Variabla laster	40
14.3	Brottgränstillstånd	40
14.4	Bruksgränstillstånd	41
15	Tvärbalkar	42
15.1	Egentyngd	42
15.2	Trafiklast	42

15.3	Dimensionerande lastfall	42
15.4	Kontroll av kapacitet	43
15.5	Kontroll av nedböjning	44
15.6	Svetsar	44
16	Strukturmodell	46
17	Huvudbalkar - Dimensionering	47
17.1	Mått och egentyngd	47
17.2	Lastfall för dimensionering av huvudbalk	48
17.2.1	Lastfall 1 – Moment	48
17.2.2	Lastfall 2 – Tvärkraft	48
17.2.3	Lastfall 3 – Normalkraft	49
17.2.4	Gemensamma laster	49
17.3	Dimensionerande böjmoment, tvärkraft och normalkraft	49
18	Huvudbalkar - Kapacitetskontroller	50
18.1	Tvärkraftskapacitet	50
18.2	Momentkapacitet	50
18.3	Normalkraftskapacitet	50
18.4	Interaktionskontroll mellan tvärkraft och moment	51
18.5	Kontroll av samtidig påverkan av moment och normalkraft	51
18.6	Nedböjning	51
18.7	Kontroll av svetskapacitet	51
19	Båge - Dimensionering	52
19.1	Mått och egentyngd	52
19.2	Lastfall för dimensionering av båge	52
19.3	Dimensionerande böjmoment, tvärkraft och normalkraft	53
20	Båge - Kapacitetskontroller	54
20.1	Tvärkraftskapacitet	54
20.2	Momentkapacitet	54
20.3	Normalkraftskapacitet	54
20.4	Interaktionskontroll mellan tvärkraft och moment	54
20.5	Kontroll av samtidig påverkan av moment och normalkraft	55
21	Fackverkstag	56
21.1	Dimensionerade lastfall	56
21.2	Byte av fackverksstag	56
21.3	Kapacitetskontroll	57
21.4	Anslutning mellan huvudbalk och fackverksstag	57
22	Vindstag	59
23	Resultat	61
24	Diskussion	63
24.1	Rimlighetsbedömning	63
24.1.1	Tvärkraft	63

24.1.2	Moment	63
24.1.3	Normalkraft	63
24.1.4	Nedböjning	63
24.1.5	Svetsar	63
24.2	Återstående dimensionering	64
24.3	Antaganden	64
24.4	Bedömning av lastfall	64
24.5	Etik	64
25	Slutsats	66

Bilagor

Bilaga 1 -	Koncept 1 till 9
Bilaga 2 -	Förslagskiss 1 och 2
Bilaga 3 -	Strukturmodell
Bilaga 4 -	Matlabkod
	Dimensionering tvärbalkar
	Nedböjning i SLS
	Dimensionering huvudbalken
	Kontroll av svets
	Dimensionering båge
	Kapacitet båge
	Dimensionering tvärgående tag
	Dimensionering fackverkstag
	Vindstag
Bilaga 5 -	Objektspecifik teknisk beskrivning

Förord

Denna rapport är ett kandidatarbete skrivet av 6 studenter som studerar samhällsbyggnadsteknik vid Chalmers tekniska högskola. Kunskaper och erfarenheter från 3 års heltidsstudier leder med denna rapport till en kandidatexamen.

Arbetet bygger på de kunskaper vi har fått under utbildningen och hade inte kunnat genomföras utan hjälp och stöd från både lärare och brokonstruktörer i branschen. Vi vill framföra ett stort tack till alla föreläsare för tiden de har avvarat och kunskapen som de har bidragit med. Vidare vill vi även tacka vår handledare från Chalmers, Mozhdeh Amani, för all hjälp och stöd vi fått längs vägen. Ytterligare vill vi även tacka Jerkko och Tofte från arkitekterstaden på Chalmers för alla tips och trix vi mottog under modelbygget. Till sist vill vi framföra ett varmaste tack till de 3 handledare vi haft på COWI, som med sin expertis och långa erfarenhet hjälpt oss oerhört mycket längs vägen. Ett särskilt tack vill vi ge till Mattias Öst, som med sin långa erfarenhet inom konstruktion av stålbroar hjälpt oss kontinuerligt och betydligt under processens gång.

Göteborg, 13 maj 2026.

Erik, Fredrik, Elliot, Isak, Napasrapee, Ellen.

Nomenklatur

		h	Tvärsnittets höjd [mm]
β_w	Reduktionsfaktor för svets [-]	K	Styvhetsmatris [-]
δ	Nedböjning [mm]	L	Balkens längd [m]
γ_G	Partialkoefficient för permanent last [-]	M_{Ed}	Dimensionerande moment [kNm]
γ_Q	Partialkoefficient för variabel last [-]	M_{Rd}	Momentkapacitet [kNm]
γ_{M2}	Partialkoefficient för brott i svets [-]	N_i	Normalkraft i element i [kN]
ψ_0	Kombinationsfaktor [-]	N_{Ed}	Dimensionerande normalkraft [kN]
ψ_1	Frekvent värde [-]	N_{Rd}	Normalkraftskapacitet [kN]
ψ_2	Kvasipermanent värde [-]	P	Förspänningskraft [kN]
$\sigma_{\perp}$	Normalspänning vinkelrät mot svetsens längdriktning [MPa]	p	Utbredd trafiklast (UDL) [kN/m ²]
$\tau_{\parallel}$	Skjuvspänning parallell med svetsens längdriktning [MPa]	P_{ax}	Axellast (boggi-system) [kN]
$\tau_{\perp}$	Skjuvspänning vinkelrät mot svetsens längdriktning [MPa]	$Q_{k,i}$	Karakteristisk variabel last [kN]
ξ	Reduktionsfaktor för permanent last [-]	t_a	Asfalttjocklek [mm]
a	Svetsens a-mått [mm]	t_c	Betongtjocklek [mm]
b_f	Flänsbredd [mm]	t_f	Flänstjocklek [mm]
f_u	Materialets brottgräns [MPa]	t_w	Livtjocklek [mm]
$G_{k,j}$	Karakteristisk permanent last [kN]	V_{Ed}	Dimensionerande tvärkraft [kN]
		V_{Rd}	Tvärkraftskapacitet [kN]

Ordlista

Tvärkraft Kraft vinkelrät mot balkens längdriktning

Böjmoment Moment som orsakar böjning i en konstruktion

Normalkraft Kraft i elementets längdriktning

Nedböjning Vertikal deformation av en konstruktion

Utnyttjandegrad Betecknar förhållandet mellan last och dess kapacitet

Fackverk Struktur uppbyggd av stänger som endast tar axialkrafter

Vindstag Stag som stabiliserar konstruktionen i sidled

Huvudbalk Längsgående bärande balk

Tvärbalk Balk som bär lasten tvärs brospannet

Karakteristisk last Last utan säkerhetsfaktorer

Dimensionerande last Last inklusive partialkoefficienter

Lastkombination Kombination av laster enligt Eurocode

Bruksgränstillstånd Tillstånd där funktion och deformation kontrolleras

Brottgränstillstånd Tillstånd där bärförmåga kontrolleras

Styvhetsmatris Matris som beskriver strukturens styvhet i FEM

Frihetsgrad Möjlig rörelse i en nod i FEM-modellen

Axellast Belastning från en enskild hjulaxel

Tandemlast Två närliggande axellaster som verkar tillsammans

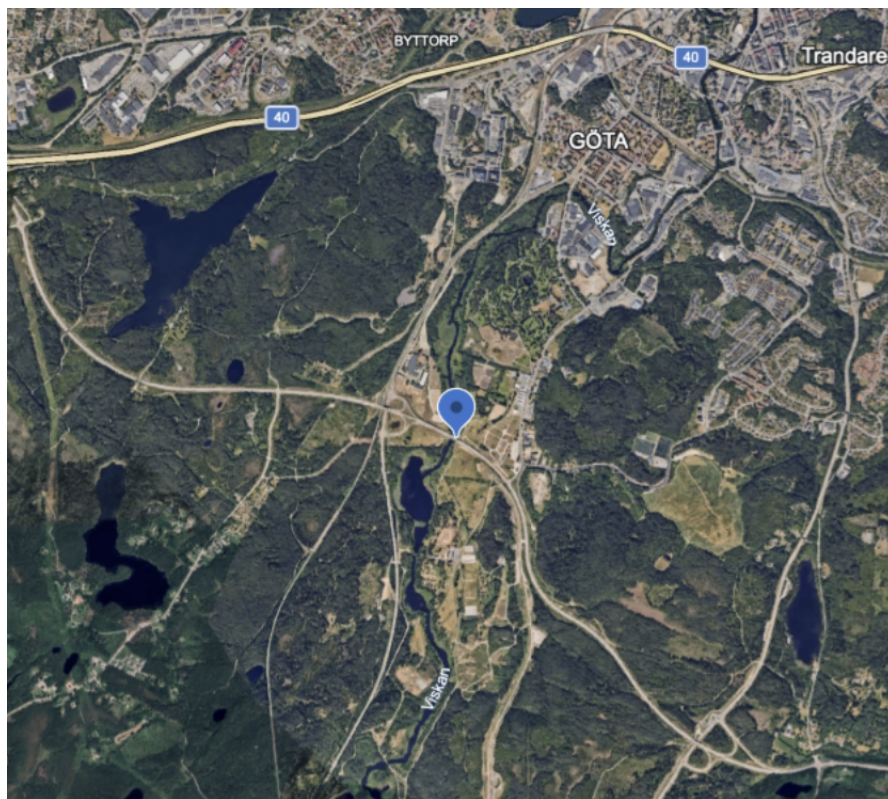
Boggilast Last från flera hjulaxlar som sitter nära varandra på samma fordon

1 Inledning

Broar har sedan lång tid tillbaka bundit samman områden och människor, samt varit avgörande för att förflytta sig och bygga samhällen [1]. Redan på 1500-talet byggdes de första stenbroarna, och utvecklingen har ständigt fortskridit sedan dess. Historiskt sett var broar främst praktiska konstruktioner men i modern tid har dessa utvecklats och även fått en viktig symbolisk betydelse där estetik och identitet ofta vägs in parallellt med bärförmåga och ekonomi.

I denna rapport kommer ett brokoncept tas fram genom att först presentera olika förslag och väga dessa mot varandra utifrån funktion, utformning och genomförbarhet. Därefter väljs ett av förslagen som anses mest passande med hänsyn till uppsatta kriterier och förutsättningar på platsen. För det valda konceptet utförs vidare en preliminär dimensionering.

1.1 Bakgrund



Figur 1: Figuren visar väg 27 på sträckan mellan Viared och Kråkered i Borås kommun, där en ny brokonstruktion kommer byggas.

Projektet avser utbyggnaden av väg 27 längs sträckan mellan Viared och Kråkered i Borås kommun [2]. Väg 27 är en central transportled som binder samman Borås med Karlskrona och Göteborg. När det gäller den aktuella sträckan mellan Viared och Kråkered i Viskadalen är den befintliga vägen 13 meter bred med två körfält. Denna väg är i dagsläget hårt belastad med flera cirkulationsplatser och signalreglerade korsningar. På denna sträcka är hastigheten begränsad till 50 km/h, vilket ytterligare försvårar trafiksituationen. Förutom trafiksäkerhetsproblemen medför

genomfartstrafiken buller och risk för olyckor med farligt gods nära bostadsområden.

Mot denna bakgrund finns ett behov av en ny vägdragning för att förbättra både trafiksäkerhet och framkomlighet. En central del av projektet är passagen över Viskan, vilket kräver uppförandet av en ny bro vid den plats som markeras i figur 1. Trafikverket har i sitt planeringsunderlag framhållit behovet av en modern brokonstruktion som kan hantera nuvarande och framtida trafikflöden. För att uppnå en hållbar och teknisk genomförbar lösning krävs en noggrann förstudie där olika brokoncept analyseras och värderas utifrån platsens specifika förutsättningar, såsom geologin och miljöpåverkan i Viskadalen.

1.2 Syfte

Syftet är att ta fram en förstudie som ligger till grund för utvecklingen av ett konceptuellt broförslag för en vägbro längs riksväg 27 över ån Viskan. Arbetet omfattar framtagning och utvärdering av möjliga brokoncept samt genomförande av relevanta beräkningar som stöd för val av lösning. Förstudien ska fungera som beslutsunderlag för fortsatt projektering.

1.3 Avgränsningar

När det gäller avgränsningar kommer inte kostnader för projektering tas hänsyn till eftersom det inte är relevant för denna uppgift. Vidare kommer enbart övergripande beaktande av kostnader gällande produktion, material och underhåll genomföras. Ingen livscykelanalys kommer utföras, men möjlig miljöpåverkan kommer tas i beaktande. Beräkningar kommer endast göras för överbyggnaden, det vill säga ingen hänsyn kommer tas till möjlig underbyggnad här. Det kommer dock föreslås rimlig grundläggning men inga beräkningar på detta.

När det kommer till dimensionering kommer möjligheten att genomföra beräkningar delvis begränsa valet av design på bron. Enbart trä, betong och stål-broar kommer studeras när det gäller val av bro då dessa är huvudmaterialen som en bro kan bestå av. Laster som kommer tas hänsyn till är vertikala laster så som egentygnd och punktlaster från exempelvis fordon, samt horisontella laster så som vind. Temperaturutvidgning samt bromslaster är dock något som inte kommer studeras i denna rapport. Analyser av bron kommer enbart genomföras under förutsättning av statiska förhållanden, ej dynamiska. Till sist förutsätts färdigställd väg fram till konstruktionsplats, därmed beaktas ej möjliga svårigheter med framkomlighet för diverse arbetsfordon.

1.4 Metod

Arbetet delas in i två huvuddelar: en idéfas (val av brokoncept) samt en dimensionerings- och beräkningsfas. Metodiken bygger på att först identifiera och analysera möjliga brokoncept på en övergripande nivå och därefter gå vidare med teknisk dimensionering och beräkningar för det valda alternativet. Uppdelningen möjliggör en stegvis avgränsning av lösningen och säkerställer att det slutliga förslaget vilar på både konceptuell och teknisk grund.

I idéfasen tas flera möjliga brokoncept fram med stöd av litteraturstudier och relevanta referenser. Koncepten beskrivs översiktligt med avseende på uppbyggnad, funktion och användningsområde. Därefter genomförs en successiv reducering av alternativen med hänsyn till platsens förutsättningar och projektets ramar. Urvalet görs genom att jämföra koncepten mot aktuella krav och

begränsningar för den planerade passagen, så att endast genomförbara och relevanta lösningar förs vidare till dimensionerings- och beräkningsfasen.

I dimensionerings- och beräkningsfasen genomförs en preliminär dimensionering av den valda bron. Detta utifrån de krav och laster som finns. Vidare skapas en strukturerad och tydlig beräkningsmodell där nödvändiga beräkningar genomförs med programvaran MATLAB. Med beräkningsmodellen bestäms uppslagskrafter, böjmoment, tvärkrafter, nodkrafter och förskjutningar, vilka sedan används som underlag för att kontrollera brons bärförmåga och deformationer under aktuella laster och egentyngd. Dessa beräkningar kommer göras genom CALFEM-guiden för att underlätta beräkningsgången. CALFEM är en MATLAB verktygslåda som genomför finita elementmetodsberäkningar med lätta kommandon för att underlätta beräkningsgången [3]. Guiden innehåller dessutom manualer för att lättare kunna förstå vilka kommandon som skall användas för att få fram specifika värden. Därefter tas även en mindre fysisk 3D-modell fram, vilken används för att på ett tydligt sätt visa brons uppbyggnad och hur delarna samverkar.

2 Förutsättningar och krav

Följande punkter innefattar förutsättningar och krav från beställaren, såväl områdeskrav samt geometriska krav (se Bilaga 5):

2.1 Områdeskrav

- Inga arbeten i Viskan får förekomma.
- Bron ska utformas på ett estetiskt tilltalande sätt.
- Den tekniska livslängden på bron ska vara 80 år.
- Gående ska kunna passera vid brofästena under bron på båda sidor.

2.2 Geometriska krav

- Lutning på 2,5 % från mitt ut till kant i båda körfält.
- Lutningen ska vara 0,7 % på bron i längsgående riktning.
- Dimensionerande vattenstånd:
 $HHW_{50\text{ år}} = 130,1\text{ m};$
 $HHW_{100\text{ år}} = 130,2\text{ m}$ över havet
- Bron ska vara 75 meter lång.
- Den fria brobredden ska vara 16,5 meter med två körfält i vardera riktning.
- Den fria höjden västerut ska uppgå till minst 2,5 meter och den fria höjden till öst ska vara minst 3 meter.

2.3 Geotekniska förutsättningar

De geotekniska förhållandena inom området varierar mellan fastmarkspartier med ytnära berg och områden med större jordmäktighet. Jordlagerföljden består huvudsakligen av siltig sand, sandig silt samt siltig/sandig morän. Lokalt förekommer även torv, gyttja och siltig lera. Jordmäktigheten är i huvudsak mindre än 5,5 meter men uppgår lokalt till cirka 8 meter. Vid Viskans strandbrink uppmättes grundvattennivån till cirka 0,7–2,2 meter under markytan.

2.3.1 Berggrund

Området består av största del av förgnejsade bergarter i form av granit, granodiorit och tonalit. Dessa bergarter har varierande innehåll av kalifältspat, kvarts och biotit vilket ger upphov till olika färg och struktur. Även migmatisering har gett upphov till annan färg och struktur i bergarten.

2.3.2 Jordlager

I området utfördes sonderingar vid 3/300 där jordprofilen bedömdes till växlande sandjordar och siltjordar ner till 18–25 m djup **Tekniskbeskrivning**. I den västra avlagringen uppmättes en jordprofil på 1,5 m bestående av torv och gyttja. Vattenkvoten för jordprofilen varierade mellan 9 och 36% medan vattenkvoten för den västra avlagringen varierade mellan 48 och 145%.

2.4 Trafikförhållanden

Trafikförhållanden ser identiska ut i både östlig och västlig riktning. Hastighetsbegränsningen kommer vara 80 km/h och den dimensionerande årsdygnstrafiken gäller för år 2035. Den totala årsdygnstrafiken är 15 600 fordon där 12 % beräknas vara tunga fordon. Utöver detta förväntas både personbilstrafiken och lastbilstrafiken öka med 1,5 % per år. Under vinterhalvåret, från första oktober till 15:e april, förutsätts 70 % av personbilarna ha dubbdäck. Tabell 1 nedan visar varje enskilt körfälts förutsättningar.

Tabell 1: Årsmedeltrafik, andel tung trafik, årlig trafikförändring och B-faktor för varje körfält

Körfält	ÅDT _k	Tung trafik [%]	Årlig trafikförändring – Personbil [%/år]	Årlig trafikförändring – Lastbil [%/år]	B-faktor
K1 Östlig	4800	12	1,5	1,5	1,3
K2 Östlig	3000	12	1,5	1,5	1,3
K1 Västlig	4800	12	1,5	1,5	1,3
K2 Västlig	3000	12	1,5	1,5	1,3

2.5 Miljöförutsättningar

Viskan är kraftigt förorenad av historiska industriutsläpp från Borås, men även från före detta brandövningar i närheten av Guttasjön [4]. I ån finns flera hundra ton föroreningar, bland annat kvicksilver och PFAS. Nästan all mängd dioxin, olja och zink som återfinns i vattnet beräknas ha släppts ut innan år 1969. Både den kemiska och ekologiska statusen har ansetts vara dålig och Borås Stad har fått i uppdrag att genomföra rening för att få bort orent sediment. För att skydda Viskan mot ytterligare utsläpp vid exempelvis olyckor ska diverse fördröjningsåtgärder genomföras så att rinntiden uppgår till minst 30 minuter (se bilaga 5). Vidare ska heller inget förorenat dagvatten från schaktarbeten släppas ut i existerande våtmarker och bäckar. Som tidigare nämnt får heller inga arbeten förekomma i Viskan, och således får inga konstruktionsdelar placeras i vattendraget. Detta gör i sin tur att valet av utformning på bron begränsas.

3 Konstruktionsmaterial

När det gäller materialval för broar, mer specifikt för överbyggnaden, finns flera alternativ [5]. De vanligaste är materialen betong, stål och trä. Det är även vanligt att kombinera dessa material, till exempel förekommer brobaneplattor i betong med tillhörande balkar i stål.

3.1 Stål

Materialet stål är en metallblandning som i huvudsak består av järn ihop med främst kol, men även andra grundämnen [6]. Det är framför allt kolet som påverkar egenskaperna hos stålet, där en hög kolhalt leder till en ökad hårdhet och hållfasthet. I sin tur minskar dock möjligheten att svetsa stålet och även dess seghet. I konstruktionsstål, som används vid brobyggande, brukar kolhalten hållas låg för svetsbarhetens skull. Med hjälp av en arbetskurva går det att beskriva hållfasthetsegenskaperna hos ett stålelement som utsätts för belastning. Denna arbetskurva delas in i tre huvudområden. Första området är det elastiska där det uppkommer ett linjärt samband mellan last och deformation. Vid avlastning återfår elementet sin ursprungliga form. Det andra området är det så kallade flytområdet där deformationer kan öka utan att lasten nödvändigtvis gör detsamma. Därefter nås deformationshårdnande och slutligen brott.

3.1.1 Produktionsmetoder

När det gäller utvinning av malm används i Sverige enbart svartmalm och blodstensmalm då dessa anses tillräckligt lönsamma att utvinna med hänsyn till halten järn [7]. Denna malm som erhålls från gruvorna består ofta av mer än 40% gråberg vilket medför att anrikning behöver ske. Denna malm förädlas sedan ytterligare, vanligen i en blästermasugn. Detta råjärn som är slutprodukt i processen står för cirka 55% av behovet på den svenska marknaden. Resterande behov fås genom att ta vara på skrot. Vidare kan förändring av en metalls egenskaper ske genom något som kallas legering. Detta innebär att minst en metall smälts samman med andra grundämnen. Genom att kallbearbeta stålet kan dess egenskaper förändras ytterligare. Ju mer stålet kallbearbetas, desto mer ökar dess sträckgräns medan töjbarheten i sin tur minskar. Genom värmebehandling kan följderna av en kallbearbetning mistas. Man kan även bestämma vilka kristalltyper som ska existera i en legering. När stålkonstruktioner ska sammanfogas används ofta svetsning som tillvägagångssätt. Det innebär att elementen som ska sättas ihop smälter samman med ett elektrodmaterial.

Stålelement är relativt enkelt att förtillverka i en verkstad och sedan transportera till byggplatsen där det sammanfogas [6].

3.1.2 Miljöpåverkan

Stålets främsta nackdel gällande miljön är dess energikrävande tillverkning. Masugnarna som stål ofta produceras i är en av de främsta utsläppskällorna för industrin globalt [8], [9]. Broar i stål behöver dessutom korrosionsskydd och underhållas regelbundet, vilket riskerar att kemikalier kommer ut i naturen, vilket Trafikverket ställt krav över **trvinfra00227**. Ståls höga hållfasthet gör att en mindre mängd material krävs i förhållande till betong. Detta är bra för miljön eftersom mindre mängd behöver produceras, färre transporter och lägre resursförbrukning, men med samma hållfasthet som betong. Stål har dessutom en nästan helt cirkulär livscykel och har en återvinningsgrad på 95-100 procent. Återvinningen sker utan någon förlust i kvalitet där det enda som kostar är energi [9]. Denna återvinning reducerar stålets klimatpåverkan i livscykeln [10].

3.1.3 Förvaltning

Korrosion är ett vanligt nedbrytningsproblem när det kommer till stålbroar och bör beaktas under projektering- och förvaltningsskedet [11]. Korrosion är en kemisk process där det sker ett jonutbyte till följd av en potentialskillnad i metallen. På grund av elektronunderskottet i ena sidan av stålet kommer det frigöras positivt laddade metalljoner. Detta innebär att metallatomen förbrukas och metallen korroderas. Exponering för varierande belastning av trafik och andra dynamiska laster kan leda till att skador på materialet uppstår. Om denna belastning inträffar i samband med korrosion blir risken för skador, buckling och brott stor.

När det kommer till förvaltningen av stålbroar är det viktigt att förebygga korrosion genom att skydda stålet med olika typer av rostskydd [11]. De tre vanligaste metoderna är isolering, passivering och katodiskt skydd. Isolering innebär att man applicerar ett tunt färgskydd som inte släpper igenom varken syre, fukt eller kemiska föroreningar. Passivering innebär att man har ett rostskyddspigment som aktivt skyddar stålet som till exempel zinkfosfat och zinkkromat. Katodiskt skydd innebär att man har en beläggning av ett oädlare material utanför stålet som exempelvis zink.

3.2 Betong

Betong består av cement, sten, vatten och sand [6]. Man kan även inkludera diverse tillsatsmedel för att ytterligare påverka egenskaperna som betongen får. Den mest karakteristiska egenskap som hårdnad betong uppvisar är att betongens tryckhållfasthet är väsentligt mycket större än dess draghållfasthet. För att kompensera för detta förses betongkonstruktioner med armering vars uppgift är att ta hand om dragkrafter då betongen spruckit. Man kan därför se armerade betongkonstruktioner som samverkanskonstruktioner där betong och stål arbetar tillsammans.

3.2.1 Produktionsmetoder

Det finns två produktionsmetoder för betongelement, prefabricering eller platsgjutning [12]. Skillnaden är var betongelementen tillverkas. Vid platsgjutning kommer en betongbil ut till arbetsplatsen där man gjuter betongen i förtillverkade formar. Prefabricerad betong innebär att elementen gjuts och tillverkas i fabrik för att sedan fraktas ut till byggarbetsplatsen.

Inom betonggjutning är det slutresultatet som är viktigast [7]. Med detta menas att den hårdnade betongen i betongelementen ska uppfylla de krav som ställs, exempelvis på beständighet, hållfasthet och utseende. För att uppfylla dessa krav krävs det att den färska betongen har god arbetbarhet och god stabilitet.

God arbetbarhet gör att gjutningen kan ske snabbare och med en bättre arbetsmiljö. Det innefattar de egenskaper som är nödvändiga för att kunna skapa ett homogent och komprimerat betongelement. Ett sätt att få en uppskattning för arbetbarheten för betongen är att mäta betongens konsistens. Om det är en svår gjutning, exempelvis trånga och invecklade formar, eller om man inte har möjlighet att skapa stora vibrationer väljer man en mjukare konsistens. De allra styvaste konsistenserna används i huvudsak vid prefabricering där stora vibrationer kan uppnås.

God stabilitet innebär att gjutningen kan ske utan att betongmassans delmaterial separerar från varandra. Delmaterialen har olika densiteter vilket gör att delmaterial med lägre densitet vill stiga uppåt och de med högre densitet vill sjunka ner. När betongen har en otillräcklig stabilitet

kommer detta att ske vilket kommer innebära att de övre partierna får en lägre hållfasthet och även en större krympning. Långvarig vibration ökar risken för separation, därav ska vibrering aldrig ske längre än vad som är nödvändigt för bearbetningen av betongen.

Efter gjutning av betongelement påbörjas hårdnandeprocessen. Detta innebär att betongen sakta torkar och under denna process ökar betongens hållfasthet. Efter 28 dygn har betongelementet uppnått fullgod hållfasthetskapalet. I inledningen av hårdnandeprocessen är det viktigt att betongen inte torkar för snabbt. Detta skapar en sammandragning av den plastiska betongmassan vilket kallas plastisk krympning. Denna krympning är betydligt mycket större än de krympningar som kommer ske senare. Problem med plastisk krympning sker främst i samband med högre temperaturer eller i samband med blåst.

3.2.2 Miljöpåverkan

Betongens främsta miljönackdel är cementen. Cementproduktionen står för cirka 7 procent av de globala koldioxidutsläppen [13]. Utsläppen uppstår både vid den stora energiförbrukning som krävs för uppvärmning av ugnar och själva kalcineringsprocessen. Betongen hos betongbroar har en lång teknisk livslängd av 80–120 år och kräver ofta mindre underhåll än stål, vilket är en stor miljöfördel [14]. Trafikverket menar att, på grund av betongens vikt uppkommer större transportutsläpp jämfört med stål. Deras klimatkalkyl visar att transporterna ofta är en stor del av betongens totala klimatpåverkan. Betongens möjlighet för återvinning är betydligt lägre än för stål. Gammal betong återanvänds genom att krossas och sedan användas som ballast i ny betong.

3.2.3 Förvaltning

Frostangrepp utgör ett av de vanligaste nedbrytningsproblemen i Sverige och bör därför beaktas under projektering och förvaltningsskedet [15]. Betong utgörs av ett system som består av gel- och kapillärporer som tillsammans utgör cirka 12% av materialets volym [16]. Dessa porer kan fyllas med vatten när betongen exponeras för fritt vatten och fukt vid utomhusbruk. Risken för frostangrepp påverkas i hög grad av hur länge betongen är exponerad för vatten. När betongen sedan utsätts för minusgrader fryser delar av porvattnet till is vilket innebär en volymökning. Denna volymökning ger upphov till stora inre spänningar och kan innebära påtagliga skador på betongen. Frostangreppen framträder främst i form av avskalningar av varierande storlek av betongytorna men kan även innefatta att grövre ballastkorn frigörs och lossnar.

Utifrån ett förvaltningsperspektiv är detta viktigt eftersom frostangrepp ökar behovet av inspektion och underhåll. Då bron kommer gå över ån Viskan krävs det tätare kontroller av yt- och kantzoner för att tidigt identifiera sprickor och avskalningar eftersom vattendraget ökar exponeringen för fukt och vatten. Vid identifierade skador kan förebyggande åtgärder göras som ytbehandling, fogunderhåll eller reparation av skadad betong.

Korrosion är ett annat centralt nedbrytningsproblem i armerad betong där armeringens tvärsnittsarea successivt minskar och sprickbildning uppstår i tvärsnittet [11]. När korrosionen samverkar med de yttre belastningarna ökar risken för sprickbildning och strukturella skador. Även här spelar förvaltningen en stor roll genom löpande inspektioner, övervaka korrosionsnivåer och skydda armeringen.

3.3 Trä

Materialet trä består av tre komponenter: cellulosa, hemicellulosa och lignin [6]. Ligninet limmar ihop de många celler som trä materialet består av. Det finns två huvudsakliga typer av trä som diversifierar i sin uppbyggnad. Vårved kännetecknas av tunna cellväggar i kombination med breda cellhålrum, allt för att lättare transportera vatten. Sommarved, till skillnad från vårved, har tjockare cellväggar med mindre hålrum. Mängden sommarved spelar stor roll gällande egenskaperna hos virket.

Trä är ett byggnadsmaterial som innehåller en rad olika fördelar [17]. Bland annat ses trä som ett material som dels är relativt formbart, men även har en hög hållfasthet i förhållande till sin vikt jämfört med andra alternativ. På grund av dess låga vikt är det enkelt att frakta till byggarbetsplatsen [6]. Med utvecklingen av limträ är träets styvhet och kvalitet markant bättre jämfört med det traditionella sågvirket som användes förr.

När det gäller val av byggnadsmaterial till broar väljs ibland trä på grund av estetik, men även med hänsyn till miljöpåverkan och lägre kostnader [17]. Påverkan på miljön är lägre i egentligen alla steg i produktionsprocessen, från framtagning av material till byggande och drift.

3.3.1 Produktionsmetoder

Det finns två huvudsakliga kategorier av träprodukter som ska bära last, konstruktionsvirke och limträ [6]. Efter att träden har avverkats fraktas timret till ett sågverk. Timret sorteras här utefter kvalitet, längd och diameter. Härfter sågas stammarna upp till önskade dimensioner och blir således sågat virke. För att det sågade virket ska vara brukbart och även kunna lagras krävs det att virket torkas till fuktkvot under 20%. Konstruktionsvirke kräver en fuktkvot på 15-18% medan limträ kräver en fuktkvot på 10-15%.

För att virke ska få klassas som konstruktionsvirke behöver virket uppfylla krav på hållfasthet. Hållfasthetssorteringen kan ske antingen visuellt eller maskinellt [7]. Visuell sortering innebär att en person med godkänt certifikat kollar efter kvistar, snedfibrighet, svampangrepp, sprickor och hål och därefter sorterar in virket i en av hållfasthetsklasserna C14-C50. Vid maskinell sortering sorterar i stället en maskin virket utifrån densitet, elasticitetsmodul och inre struktur.

Limträ är en träprodukt vars huvudsakliga syfte är att kunna uppnå större virkesdimensioner [6]. Limträ består av minst 4 hoplimmade lameller där man ofta placerar de lameller med högst hållfasthet ytterst då tvärsnittet tar störst moment längst ut. Limträ blir mer hållfast än vad konstruktionsvirket som det tillverkas av ursprungligen var [7]. Detta beror på att sannolikheten att diverse svagheter hamnar i samma tvärsnitt är liten.

3.3.2 Miljöpåverkan

Trä medför vissa miljömässiga nackdelar. Materialet är känsligt för fukt, biologisk nedbrytning och röta. Detta medför att träbroar kräver extra genomtänkt utformning och ibland skyddsmedel [18], [19]. Dessa behandlingar kan ha en negativ miljöpåverkan om de inte hanteras på korrekt vis. Bristande underhåll kan i sin tur förkorta livslängden och därmed minska materialets potentiella klimatnytta [20].

Trots detta har trä väsentliga miljöfördelar. Träets främsta fördel är att det är en förnybar råvara

med mycket låg klimatpåverkan. Jämfört med betong och stål kräver produktionen mindre energi, samtidigt som träet binder koldioxid under sin tillväxt [21]. Materialets låga vikt minskar utsläpp från transporter och montage. Vid rivning kan trä återanvändas eller energiåtervinnas, vilket ytterligare förbättrar dess livscykelprestanda [20].

3.3.3 Förvaltning

Trä är ett organiskt material vars nedbrytning ingår i det naturliga kretsloppet där de främsta riskerna som ska beaktas under förvaltningen är biologiska angrepp från svampar, bakterier och insekter [22]. Vid fuktiga miljöer ökar risken för angrepp och därför är det viktigt att minska fuktexponeringen och sträva efter uttorkning. Eftersom fukt och temperaturförhållanden har stor betydelse för nedbrytningen är kontroll och uppföljning av konstruktionens tillstånd en central del av förvaltningen.

För att begränsa nedbrytningen är det viktigt att hålla träet så torrt som möjligt. Det innebär bland annat att se till att vatten kan rinna av genom fungerande dränering och att regelbundet ta bort smuts och annat organiskt material som kan samla och binda fukt. Genom att skydda trätytor mot vatteninträngning minskar risken för uppfuktning och därmed för biologiska angrepp.

Utöver dessa åtgärder kan kemiskt skydd, exempelvis i form av ytbehandling eller impregnering, användas för att ge ett extra skydd mot nedbrytning. Om skador ändå uppstår och påverkar konstruktionens bärförmåga kan förstärkningar eller utbyte av enskilda delar behöva genomföras som en del av det löpande underhållet.

4 Grundläggning

Syftet med grundläggningen för en bro är att överföra alla laster från brokonstruktionen ner till underliggande mark på ett säkert och stabilt sätt. De vanligaste typerna av grundläggning är ytgrundläggning och djupgrundläggning [23].

4.1 Plattgrundläggning

Ytgrundläggning av broar utförs vanligtvis genom att man gjuter en betongsula direkt på marken [24]. För att detta ska vara möjligt krävs att undergrunden är mycket stabil, har hög bärförmåga nära markytan och att risken för sättningar är försumbar. Eftersom broar utsätts för stora och ofta dynamiska laster ställs mycket höga krav på grundläggningen. Metoden lämpar sig därför främst där berg ligger ytligt eller där marken består av mycket fast packad morän eller grus med god bärighet [25].

4.2 Djupgrundläggning

Djupgrundläggning av broar används när ytliga jordlager inte uppfyller kraven på bärförmåga och deformation [26]. Brostödets laster överförs via pålar till djupare jordlager med tillräcklig geoteknisk kapacitet. Grundläggningen dimensioneras i brott- och bruksgränstillstånd med avseende på vertikala och horisontella laster samt moment från trafik, vind och vattenpåverkan. Pålarnas bärförmåga bestäms genom mantelmotstånd, spetsmotstånd eller en kombination av dessa [26].

Kohesionspålar fungerar genom att lasten från konstruktionen överförs till den omgivande jorden via friktion och häftning längs pålens mantelyta. Denna påltyp används främst i lera, där jordens förmåga att "häfta" mot pålen ger en effektiv lastöverföring. I friktionsjordar som sand och slit är denna mekanism betydligt svagare, vilket gör kohesionspålar mindre lämpliga i sådana förhållanden.

Spetspålar är ofta ett mer optimalt alternativ. Dessa pålar förs ned till berg eller mycket fast botten, där lasten överförs direkt via pålens spets. Detta ger en rak, tydlig och säker lastväg, särskilt i områden med stora jorddjup eller där friktion mot jorden inte bidrar tillräckligt till bärförmågan.

5 Broproduktion

Vid val av bro behövs möjlig produktionsmetod tas i beaktande då det är en viktig del av processen [5]. Dels spelar de befintliga förhållanden på platsen en viktig roll. Allt ifrån trafik under byggtiden, möjliga existerande konstruktioner och befintliga ledningar måste tas hänsyn till. Det viktigaste vid val av produktionsmetod är att säkerheten garanteras, såväl för trafikanter som för arbetare. Därav kan anpassning av lägen för stöd och spännvidder behöva genomföras. En bra produktionsmetod innebär en låg produktionskostnad, kort produktionstid och så få temporära konstruktioner som möjligt.

5.1 Prefabricering

Vid prefabricering förtillverkas element för att sedan transporteras till byggsplats för att monteras och sammanfogas till slutlig konstruktion [27]. Därefter kan en lyftkran placerad på marknivå användas för att lyfta delarna på plats. Denna metod är fördelaktig främst då brohöjden är låg, mer bestämt mindre än 15 meter. Med hjälp av lyftkranen placeras elementen successivt på antingen pelarna eller de temporära pelarna beroende på hur slutgiltig konstruktion ska se ut. Därefter svetsas delarna ihop allt eftersom. Skarvarna bör placeras i spann, alltså någonstans mellan stöden, eftersom spänningar är lägre här.

Det finns en rad fördelar när det kommer till prefabricering av broar [5]. Gällande specifikt betongbroar är en viktig fördel att ställningsanvändandet minimeras, detta gäller främst där det hade varit nödvändigt med en fribärande ställning. En annan fördel är den korta byggtiden som blir då element förtillverkas och sammanfogas på plats.

5.2 Platsgjutning

När platsgjutning föredras kan betongplattan gjutas i två olika typer av former [27]. Antingen väljs en fast form eller en rörlig form där det är en vagn som transporteras längs balkarna. Här kan även tillfälliga stödkonstruktioner användas, som till exempel knektar i trä.

Platsgjutning med rörlig form kallas även glidform [28]. Då använder man sig av en form där man gjuter en bit av elementet, sedan låter man detta element härda en aning för att sedan flytta elementet en liten bit. Nu kan man gjuta ytterligare lite av elementet och vibrera ihop med den tidigare gjutna delen. Detta sker kontinuerligt tills hela elementet är gjutet. Här är det viktigt att processen inte avslutas innan hela delen är klar.

Ytterligare ett sätt att platsgjuta framför allt pelare är klätterform. Då gjuter man en del av pelaren och använder sedan en hydraulisk lift för att flytta upp formen. Därefter fästs formen i den redan gjutna delen och nästa delement av pelaren kan gjutas. Här behövs inte hela elementet gjutas på en gång.

5.3 Konsolutbyggnad

Konsolutbyggnad, jämfört med att lyfta element med kran, kan vara att föredra då höjden på bron är betydande relativt marknivån eller då det är svårt med utrymme för en lyftkran där bron ska byggas [27]. Elementen placeras ett efter ett och byggs som konsoler ut mot nästkommande stöd. För att undvika överflödiga spänningar hos konsolen kan det vara erforderligt med tillfälliga bropelare om så är möjligt. Denna produktionsmetod lämpar sig väl för broar som ska korsa

vattendrag och broar av typen snedkabel. Vidare är den främst passande för broar med stora spännvidder, större än 100 meter. Metoden är väl anpassad för att ha möjlighet att hantera alla sorters geometrier på broelementen.

Konsolutbyggnad kan genomföras på två huvudsakliga sätt. Antingen kan byggandet initieras i landfästet, där en lyftkran placerar första delen och därefter byggs bron ut etappvis. De tillfälliga stöden som kan placeras om möjlighet finns, kan användas för att bära element som verkar som motvikt för nästa spann. Om en för stor spännvidd är planerad, kan symmetrisk konsolutbyggnad ut från pelarna behöva genomföras. Detta antingen genom att en lyftkran lyfter elementen på plats från marknivån, eller från den redan uppförda delen av konstruktionen.

5.4 Lansering

Vid lansering skjuts element på plats längs med konstruktionen för att nå sitt slutliga läge [27]. Vid just användande av betong prefabriceras sektioner av betongen i linje med broaxeln och skjuts sedan ut. Denna metod är fördelaktig vid liknande förhållanden som då konsolutbyggnad väljs. För att minimera problem som kan uppstå vid genomförandet av lanseringen brukar en lanseringsnos sättas längst ut på elementet för att minska momentet såväl som spänningar i konsolelementet och fungera som en temporär förlängd arm. Efter att lanseringen är fullbordad demonteras nosen och en slutlig kantbalk monteras.

Att lansera en lätt överbyggnad kan på många sätt ses som enklare än att lansera en tung överbyggnad [29]. När broelementen har en relativt låg vikt behövs inga dyra verktyg eller maskiner. Vanligen dras element med hjälp av förspända stänger som sitter fast i framänden av bron. Nackdelen med denna metod är om bron har en lutning. Då kan det vara erforderligt att bromsa överbyggnaden eller i alla fall säkra den då de nya elementen konstrueras för att undvika att okontrollerad glidning uppstår. Ett alternativ till denna metod är i stället att använda hydrauliska kolvar i den bakre änden av bron som skjuter bron framåt.

Vid tyngre överbyggnader överförs i stället tryckkraften genom friktion. Detta görs med hjälp av en typ av utskjutningsanordningar som är belägna under bron. Här trycks prefabricerade delar ut för att nå sin slutgiltiga position [27]. Först kan element så som stålbalkar tryckas ut och därefter kan en betongplatta lanseras ovanpå denna. Det är vid denna metod viktigt, precis som vid andra tillvägagångssätt, att bestämma inre krafter och nedböjning i de olika etapperna. Balkarna belägna under plattan bär plattans hela vikt innan den är i sitt slutliga läge och samverkan mellan delarna startar.

6 Brotyper

Broar är en central del av samhällets infrastruktur och möjliggör transporter över hinder såsom vattendrag, dalar och vägar. Det finns flera olika brotyper som används beroende på konstruktionens syfte och förutsättningar. Varje brotyp har sina egna konstruktionsprinciper och tekniska egenskaper som påverkar hållfasthet, stabilitet och byggkostnad.

6.1 Balkbro

En av de grundläggande och vanligast förekommande brotyperna är balkbro. Konstruktionen bygger på att en horisontell balk tar upp lasten och leder den ner i vertikala pelare eller landfästen till marken (se figur 2). Materialet måste därför klara både tryck- och dragspänningar [30]. Balkbroar används främst för korta till medellånga spännvidder och är vanlig på grund av sin enkelhet och kostnadseffektivitet [31]. Balkbroar förekommer i ett flertal olika varianter, där några av dessa förklaras nedan.



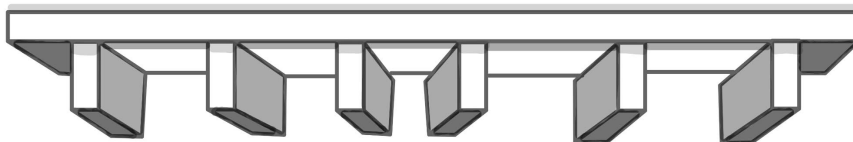
Figur 2: Figuren visar modellen av balkbro.

6.1.1 Plattbro

Plattbroar består av en massiv betongplatta (se figur 2) som fungerar både som brobana och bärande element. Denna typ används främst vid korta spännvidder, vilket är mellan 15 – 20 meter [30]. Plattbroar har en enkel design och konstruktionsprocess, är kostnadseffektiva och kräver minimalt underhåll vilket gör dessa till ett vanligt alternativ hos mindre väg- och gångbroar.

6.1.2 Flerbalksbro

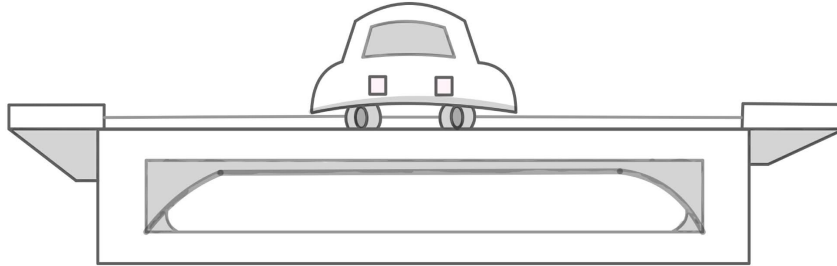
Flerbalksbroar består av ett flertal parallella balkar, vilka ofta består av stål eller förspänd betong, som bär betongplattan ovanpå (se figur 3) [30]. Denna typ är vanlig vid medellånga spännvidder och erbjuder stor flexibilitet i både materialval och byggmetod. Flerbalksbroar används ofta i väg- och järnvägsprojekt där bredd, lastkapacitet och byggbarhet är viktiga faktorer [30].



Figur 3: Figuren visar modellen av flerbalksbro.

6.1.3 Lådbalkbro

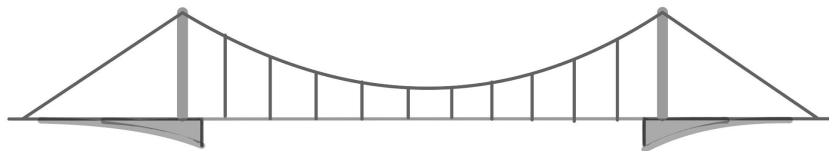
Lådbalkbroar har ett slutet eller delvis slutet tvärsnitt som liknar en låda (se figur 4). Detta ger konstruktionen en hög vridstyvhet, vilket gör lådbalkbroar lämpliga vid kurvade broar, sneda stöd eller större spännvidder där vridmoment har en mer avgörande betydelse [30]. De kan konstrueras i både stål och förspänd betong och är ett vanligt val för broar med komplex geometri.



Figur 4: Figuren visar modellen av lådbalkbro.

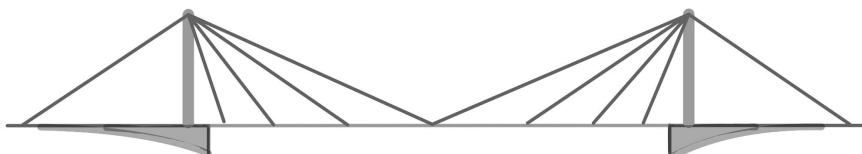
6.1.4 Hängbro

En hängbro är en typ av bro som använder hängande kablar för att stödja brobanan (se figur 5). I en hängbro är huvudbärverket sammansatt av pylontornen, huvudkablarna, hängarna och avstyvningsbalken som är själva brobanan. Eftersom hängbroar vanligtvis är mycket stora, är det oftast bronns egenvikt som utgör den största lasten och som påverkar konstruktionen mest [32]. Huvudkablarna, som löper över pylonerna, ska delas upp och förankras separat i dessa pyloner för att säkerställa lång hållbarhet. [14, s. 76].



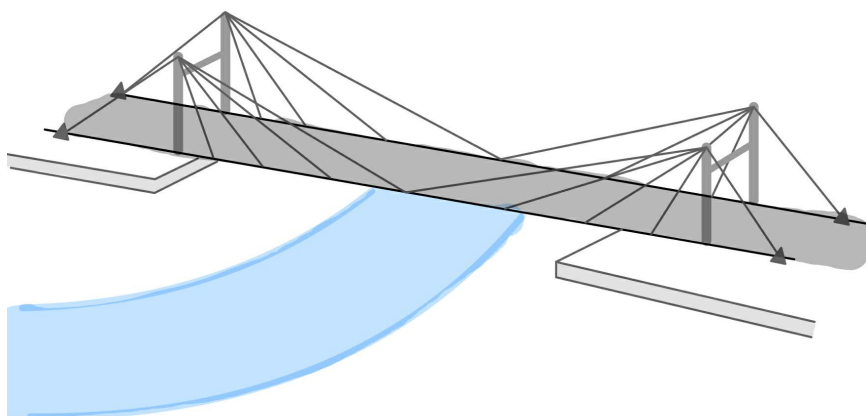
Figur 5: Figuren visar modellen av hängbro.

6.1.5 Snedkabelbro



Figur 6: Figuren visar modellen av snedkabelbro.

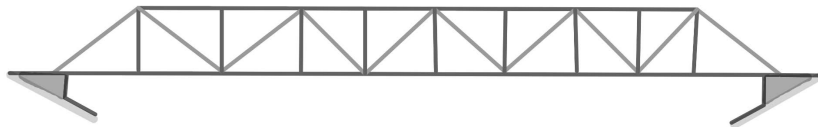
Ibland finns det önskemål om att inte ha en pelare i mitten av bron, till exempel när bron ska korsa en farled eller ett djupt vattendrag. En snedkabelbro är då en lämplig lösning. Den kan beskrivas som en kombination av en balkbro med två eller flera stöd och ett system av bärande kablar (se figur 7). De viktiga komponenterna är brobanan (balken), pyloner och kablar [32] (se figur 6). Pylonerna fungerar som brocentraler som tar upp vertikala krafterna från kablarna och leder ner dem i fundamentet. Enligt tekniska beskrivningar i Trafikverkets [14, s. 76] publikationer kring broars utformning fungerar kablarna som spända stänger som håller upp brobanan. Snedkabelbroar är styvare än hängbroar, vilket gör dem mindre känsliga för vindvibrationer och de kan ofta byggas med konsolutbyggnad, där man bygger brobanan bit för bit utåt från pylonen utan att behöva stöd ner till marken eller vattnet under tiden.



Figur 7: Figuren visar modellen av snedkabelbro i 3D.

6.1.6 Fackverksbro

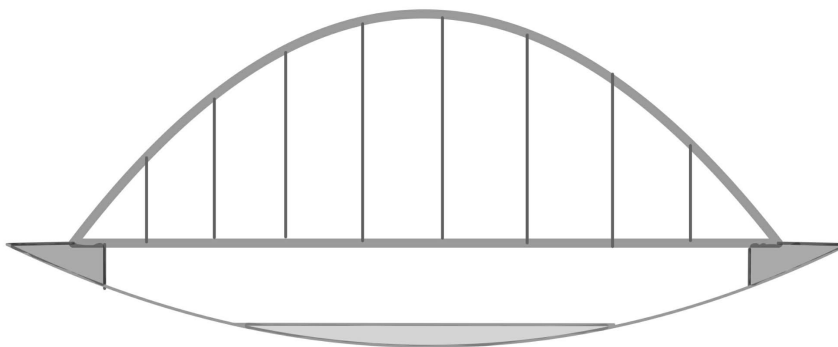
En fackverksbro är en bro där bärverket består av raka stänger som är sammanfogade i knutpunkter och bildar trianglar (se figur 8). Konstruktionen är stabil eftersom triangelformen effektivt kan ta upp belastningar från trafik och egenvikt [33]. Lasterna överförs genom stängerna när fordon passerar bron. Överföring är i form av dragkrafter och tryckkrafter i stagen. Därefter förs lasten vidare till brostöden och landfästena. På så sätt sprids belastningen genom hela konstruktionen [34]. Ofta byggs fackverksbroar i stål eftersom det fungerar bra både i drag och tryck. Detta gör det möjligt att klara relativt stora spännvidder, exempelvis över järnvägar eller breda vattendrag [33]. Nackdelen är att de kräver regelbundet underhåll, bland annat rostskyddsmålning [35].



Figur 8: *Figuren visar modellen av fackverksbro.*

6.1.7 Bågbro

En bågbro är en brotyp där den bärande huvudkonstruktionen utgörs av en båge som främst arbetar i tryck (se figur 9). Lasten på brobanan förs via hängstag eller pelare till bågen [36], som överför både horisontella och vertikala krafter till landfästena. Detta betyder att bågbroars fundament kräver stabila upplag med goda mark- och bergförhållanden, eftersom de måste kunna ta upp enorma krafter utan att deformeras eller glida [37].



Figur 9: *Figuren visar modellen av bågbro.*

Det finns huvudsakligen två typer av bågbroar: Lågbroar och högbroar.

Den förstnämnda har två bågar liggande över vägbanan som hänger i stag kopplade till de två bågarna [37]. Högbroar har vägbanan liggandes direkt på bågen och laster förs ner via pelare. Valet mellan dessa typer beror på krav på fri höjd, byggbarhet, logistik, geografiska förutsättningar och estetik. Eftersom bågen arbetar i tryck klarar bågbroar av stora spännvidder med ett relativt slankt tvärsnitt, vilket gör dem särskilt lämpliga över raviner, vattendrag eller dalgångar där mellanstöd är svåra att anlägga.

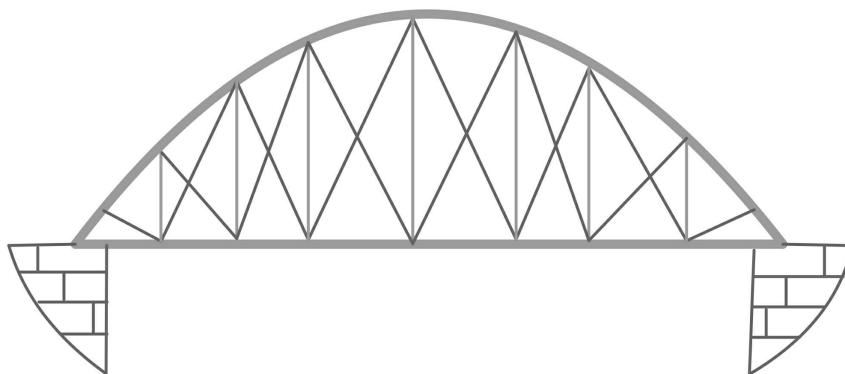
Materialvalet varierar beroende på syfte och spännvidd. Stål används ofta i moderna bågbroar med längre spännvidder, på grund av sin höga hållfasthet som i sin tur ger upphov till stålkonstruktioners låga egenvikt. Betong är vanligt i kortare och medelstora spännvidder där en högre tyngd i konstruktionen är acceptabla.

Bågbroar är en bra kombination mellan bärförmåga, stora spännvidder och estetik men ställer

också höga krav på markförhållanden.

6.1.8 Bågfackverksbro

Bågbro med fackverk är en hybridkonstruktion som kombinerar bågbro med fackverksbro (se figur 10). Den är en brotyp där den bärande huvudkonstruktionen består av en båge som samverkar med ett fackverk, det vill säga ett system av stänger som bildar trianglar [38]. Denna kombination gör konstruktionen både stark och materialeffektiv. Eftersom en båge med ett fackverk fördelar krafterna genom triangulära stänger, minskar böjmomentet samtidigt som stabiliteten ökar. Triangelformen är särskilt effektiv därför att den kan deformeras utan att någon stång ändrar längd, vilket ger en styv konstruktion [39].



Figur 10: *Figuren visar modellen av bågfackverksbro.*

7 Förvaltning och underhåll av broar

En grundläggande utgångspunkt vid utformning av broar är att drift och underhållsåtgärder ska kunna genomföras utan onödiga hinder eller svårigheter [40]. Detta innebär att konstruktionen redan i planerings och projekteringsskedet måste anpassas för framtida inspektioner, reparationer och löpande underhåll. Bron bör därför utformas med god tillgänglighet till samtliga konstruktionsdelar, så att skador och brister kan upptäckas och åtgärdas i ett tidigt skede. Samtidigt ska utformningen säkerställa att arbetsförhållandena vid inspektion och underhåll är säkra, samt att trafiksäkerheten för användarna inte äventyras under pågående arbeten.

För att en bro ska uppnå en lång livslängd krävs ett systematiskt arbete med förvaltning, inspektioner och underhåll. Broinspektioner delas in i huvudinspektioner och särskilda inspektioner där huvudinspektionen utgör den regelbundna och heltäckande kontrollen av samtliga konstruktionsdelar [41]. Syftet är att bedöma konstruktionens fysiska och funktionella tillstånd samt att identifiera skador som kan påverka bärförmåga, beständighet eller trafiksäkerhet. Inspektionen ska genomföras på nära håll för att möjliggöra en tillförlitlig bedömning och vid behov kompletteras med mätningar för att se över skadornas omfattning. Särskild inspektion avser kontroll av specifika konstruktionsdelar eller skador som kräver fördjupad bedömning. Den genomförs när brister behöver analyseras mer ingående, när specialistkompetens krävs eller när uppföljning behövs mellan ordinarie huvudinspektioner för att säkerställa att skador inte förvärras.

Ett viktigt verktyg i förvaltningsarbetet är Bro och tunnelförvaltningssystemet BATMAN [42]. Systemet innehåller en sökbar databas där information om registrerade konstruktioner lagras och kontinuerligt uppdateras. Genom BATMAN kan användare registrera nya uppgifter, komplettera befintlig information och följa konstruktionernas utveckling över tid. Genom att samla inspektionsresultat och tekniska data på ett och samma ställe skapas en samlad överblick över byggnadsverkens status samt över vilka åtgärder som krävs för att bibehålla deras funktion och standard.

8 Första urvalsprocessen

Vid den första urvalsprocessen togs nio möjliga koncept fram med hjälp av informationen i föregående delar av rapporten. I denna del har vissa möjliga krav och limitationer inte tagits i så stor beaktan för att försöka få en mix bland förslagen.

8.1 Förslag på koncept

Följande nio koncept ingår i första urvalet, skisser presenteras i bilaga 1.

Koncept 1: Fackverksbro i stål med centrisk farbana i betong.

Koncept 2: Överspänd bågbro (långbro) i stål med centrisk farbana i stål.

Koncept 3: Hängbro i betong och stålvarer. Centrisk körbana.

Koncept 4: Balkbro i trä. En rak balk över det hinder som bilar åka över.

Koncept 5: Enkelsidig snedkabelbro med en pylon i betong samt kablar i stål.

Koncept 6: Bågfackverksbro i stål. Centrisk farbana.

Koncept 7: Bågbro (genomgående) i betong.

Koncept 8: Bågbro med båge i trä i kombination med plattbro i stål. Centrisk farbana.

Koncept 9: Överspänd bågbro (långbro) i betong med excentrisk körbana.

8.1.1 Val av möjliga koncept för vidareutveckling

De nio koncept som tagits fram har utvärderats med avseende på flertalet aspekter. Ett av de viktigaste kraven är den fria höjden som specificeras i den tekniska beskrivningen. Inga stöd får heller placeras i Viskan och därmed erfordras en bro i ett spann. Koncept 4 sällas bort först då den uppskattas bli för tjock med hänsyn till kraven på den fria höjden. Koncept 7 utesluts då bågarna behöver ha fästen nere i dalen vilket riskerar att inkräkta på ridbanan som löper under bron. Koncept 3 elimineras då en hängbro främst är att föredra vid stora spännvidder samt är en komplex modell som inte är nödvändig i detta fall. Vidare väljs koncept 1 och 2 bort då kravet på en estetiskt tilltalande bro möjligen ej uppfylls.

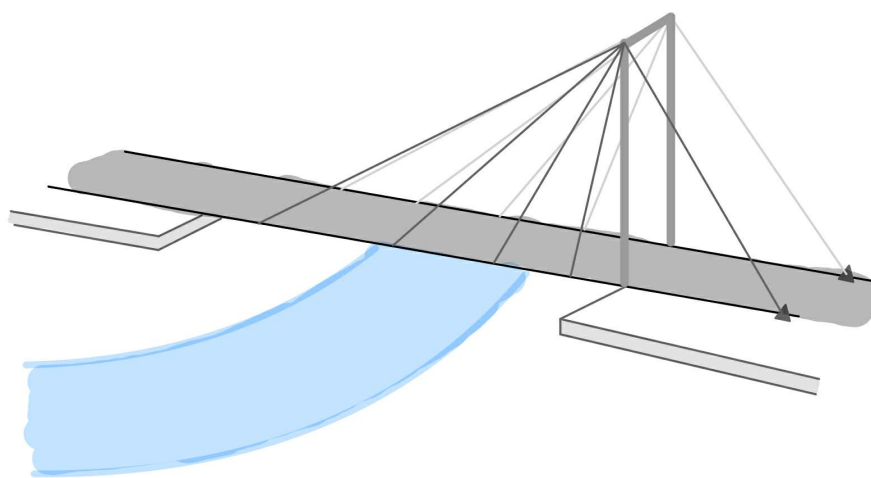
De tre slutliga koncepten som valts för vidareutveckling är koncept 5, 6 och 8. Koncept 5 namnsätts till Smaragden, koncept 6 får namnet Fantomen och koncept 8 döptes till Woody.

9 Vidareutveckling av valda koncept

De tre koncept som slutligen utsågs ska i denna del av rapporten vidareutvecklas för att stärka analysunderlaget inför urval 2. Dessa modeller kommer här att fördjupas med hänsyn till utformning, produktionsmetoder samt förvaltning och underhåll.

9.1 Smaragden

Denna snedkabelbro är en brotyp där brobanan bärs upp av sneda kablar som är direkt förankrade i två pyloner belägna på ena sidan av viskan (se figur 11). Skillnaden mot en hängbro är att kablarna inte hänger i en huvudkabel, utan är direkt kopplade mellan pylon och brobana, vilket gör att lasten förs direkt in i pylonerna [43]. Detta gör att konstruktionen klarar av långa spann, men horisontalkrafterna i brobanan blir större än hos hängbroar.



Figur 11: *Figuren visar modellen av Smaragden.*

Snedkabelbroar kan utformas med olika kabelmönster. Några exempel är fläktform, harpform, eller semi-fläkt. Bron fungerar som en balkbro mellan stöden, där kablarna fungerar som elastiska stöd som avlastar och istället introducerar axiella brokrafter i brobanan[44].

I denna konstruktion med två pyloner i betong på samma sida och centrisk brobana, bär varje pylon upp kablar som går ned till var sin sida av brobanan. Detta ger en symmetrisk lastfördelning och en stabil konstruktion där stålkablarna tar upp stora krafter och överför dessa till pylonerna [43]. Snedkabelbroar används därför ofta i sammanhang där långa spännvidder behöver kombineras med en effektiv konstruktionslösning och ett tydligt estetiskt uttryck.

9.1.1 Produktionsmetod

Första steget vid produktion av Smaragden är grundläggningen, som i detta fall kan ses som mer kritiskt än normalt. Det gjutna fundamentet måste kunna ta vertikal kraft, horisontell resultant

från kablarna samt ett markant böjmoment på grund av de stora hävarmarna som pylonerna utgör. Därav behövs djupa pålar i kombination med en stor fundamentplatta. Nästa steg är att gjuta pylontornen med hjälp av en klätterform. Viktigt att ha i åtanke i detta läge är att pylonerna, innan kablar är installerade, fungerar som fria konsoler och är därav känsliga för knäckning. Därefter byggs ett par segment bakåt som sedan fästs upp med kablar och därigenom skapar ett motmoment vid nästa del av produktionen. Vidare lanseras element ut på tillfälliga stöd som efterhand fästs upp i snedkablar. Dessa element, som utgör brobanan, prefabriceras i betong.

9.1.2 Förvaltning och underhåll

För en snedkabelbro är kablarna en av konstruktionens mest kritiska delar och kräver därför regelbunden kontroll och underhåll [45]. Det måste finnas möjlighet att inspektera kablarnas infästningar i både brobanan och pylonerna. Kablarna utsätts för stora krafter och påverkas samtidigt av den omgivande miljön, vilket innebär att kontinuerlig övervakning och återkommande inspektioner är viktiga för att säkerställa konstruktionens funktion och livslängd.

Utöver kablarna behöver även övriga konstruktionsdelar kontrolleras och underhållas. Som beskrivs i avsnitt 7 genomförs återkommande broinspektioner för att bedöma konstruktionens tillstånd och identifiera skador som kan påverka bärförmåga och beständighet. För betongkonstruktioner innebär detta exempelvis kontroll av sprickbildning, frostsador och eventuell armeringskorrosion (se avsnitt 3.2.3), medan stålkonstruktioner främst behöver övervakas med avseende på korrosion samt att skyddande ytbehandlingar bibehåller sin funktion (se avsnitt 3.1.3).

9.2 Fantomen

Fantomen är en bågäckverksbro i stål med centrisk farbana. Det är en brotyp där huvudbärverket består av en bågformad äckverkskonstruktion (se figur 12).

Äckverket är uppbyggt av stänger som bildar trianglar, vilket ger styvhet och god lastfördelning. Bågen som utgör huvudbärverket belastas huvudsakligen i tryck och leder lasterna från farbanan vidare till landfästena vid broändarna. Farbanan är placerad centralt i konstruktionen och är upphängd i bågen med äckverksstag. Trafiklasten överförs först till farbanans balkar, vidare till äckverksstagen och därefter till bågen. För denna brotyp är stål väl lämpat eftersom materialet har hög hållfasthet i både drag och tryck. Detta möjliggör slanka konstruktioner och långa spännvidder.

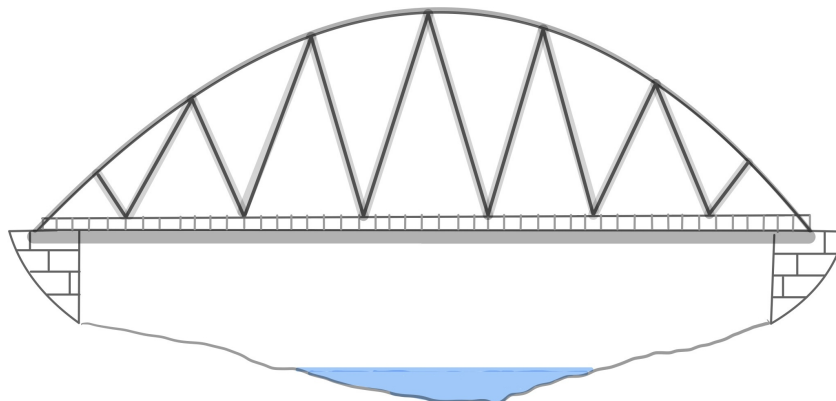


Figure 12: *Figuren visar modellen av Fantomen.*

9.2.1 Produktionsmetoder

Efter genomförande av lämplig grundläggningsmetod gjuts landfästen på vardera sida. Därefter prefabriceras element till bågen som sedan svetsas samman på konstruktionsplats. Bågen utgörs av tre element där de två yttre delementen placeras ut med hjälp av kran och stagas upp för att sedan lyfta mittdelen på plats och svetsa ihop. Prefabricerade stålelement transporteras till platsen där konsolutbyggnad används för att bygga brobanan. Längsgående balkar såväl som tvärbalkar monteras och placeras stegvis. Tvärbalkarna fästs efterhand upp i hängstag kopplade till bågen. Slutligen gjuts en betongplatta på brobanan där farbanans beläggning kan placeras.

9.2.2 Förvaltning och underhåll

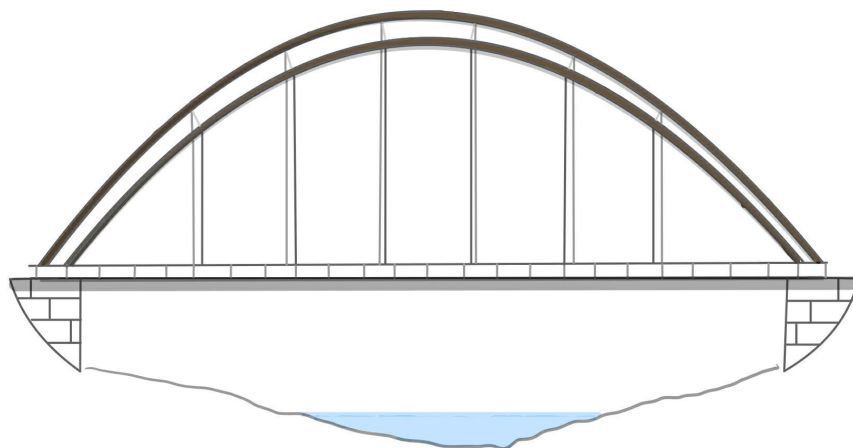
Underhåll av bågbroar med fackverk baseras på regelbundna inspektioner där de kritiska delarna såsom bågar, fackverksstänger, tvärbalkar och förband tas i beaktan. Även andra komponenter som räcken, övergångskonstruktioner och farbanekonstruktionen ingår i underhållsplanen. Dessa områden är särskilt utsatta för korrosion, utmattningssprickor och deformationer och kräver därför återkommande inspektioner och underhållsåtgärder (se avsnitt 3.1.3).

Dessa regelbundna inspektioner delas in i huvudinspektioner och särskilda inspektioner. Huvudinspektionen utgör den regelbundet återkommande och övergripande kontrollen, där samtliga konstruktionsdelar granskas i syfte att bedöma konstruktionens allmänna tillstånd. Vid behov kan särskilda inspektioner genomföras för att möjliggöra en mer detaljerad analys av specifika skador eller enskilda konstruktionselement. Resultaten från inspektionerna dokumenteras och registreras i Trafikverkets förvaltningssystem BATMAN, vilket möjliggör en systematisk uppföljning av konstruktionens tillstånd samt underlättar planeringen av erforderliga underhålls- och åtgärdsinsatser (se avsnitt 7).

9.3 Woody

Brokonceptet Woody (se figur 13) är en bågbro med överliggande träbåge kombinerat med en körbana av stål som bärs av hängstag, vilket gör den till en hybridkonstruktion för att utnyttja

respektive materials styrkor. Bågen konstrueras i limträ och fungerar som huvudbärverk och tar upp tryckkrafterna, vilket är fördelaktigt eftersom trä har hög tryckhållfasthet i fiberriktningen. Stålplattan ger en styv och slitstark brobana med lägre egenvikt mot en gjord av betong. En överliggande båge gör det möjligt för bron att spänna över längre avstånd utan mellanstöd, vilket är lämpligt för vattendrag som viskan där mellanstöd inte är tillåtet. Den centriskt placerade brobanan ger en symmetrisk lastfördelning. Detta förenklar lastvägarna och minskar även torsionspåverkan. Detta koncept kombinerar trä och stål för att skapa en strukturellt effektiv, estetiskt tilltalande och lätt bro som är lämplig i ett område som viskan.



Figur 13: *Figuren visar modellen av Woody*

9.3.1 Produktionsmetod

Produktionsmetoden för Woody startar med grundläggning av landfästen. Bågen av limträ produceras i mindre element för att sedan kunna fästa infästningar mellan elementen som linorna till slut fästs i. När bågen är färdigställd och linorna är fastsatta kan brobanan framställas. Farbanan i stål produceras även den i mindre element som lanseras ut och efterhand hängs upp i linorna.

9.3.2 Förvaltning och underhåll

Vid utformning av Woody behöver man ta hänsyn till framtida drift, inspektion och underhåll. Enligt principerna för broförvaltning ska konstruktionen utformas så att underhållsåtgärder kan genomföras utan onödiga hinder och att samtliga konstruktionsdelar är åtkomliga för inspektion och reparationer (se avsnitt 7). Detta innebär att delar såsom båge, hängstag och anslutningar behöver vara tillgängliga så att skador kan upptäckas och åtgärdas i ett tidigt skede.

Eftersom huvudbärverket utgörs av en limträbåge är det viktigt att konstruktionen skyddas mot nedbrytning och att dess tillstånd följs upp genom regelbundna inspektioner. För att säkerställa konstruktionens funktion över tid genomförs regelbundna broinspektioner. Dessa delas in i huvudinspektioner och särskilda inspektioner där huvudinspektionen utgör den återkommande och

övergripande kontrollen av samtliga konstruktionsdelar (se avsnitt 7). Vid behov kan särskilda inspektioner utföras för att analysera specifika skador eller konstruktionselement mer ingående. Resultaten från inspektionerna registreras och följs upp i Trafikverkets förvaltningssystem BAT-MAN, vilket möjliggör en kontinuerlig uppföljning av konstruktionens tillstånd och planering av nödvändiga underhållsåtgärder (se avsnitt 7).

10 Andra urvalsprocessen

Efter fördjupning av de olika koncepten genomfördes en andra urvalsprocess där relevanta kriterier vägdes mot varandra. Koncepten jämfördes utifrån dessa kriterier där de poängsattes beroende på dess betydelse. Viktigt att ha i åtanke att dessa kriterier togs fram specifikt för detta projekt och kan därav variera beroende på ett projekts karaktär.

10.1 Utvärderingskriterier

Vid val av relevanta utvärderingskriterier ansågs grundläggningsmetod vara likartad för alla tre koncept och därav hade detta inte genererat någon väsentlig skillnad. Vidare bedömdes arbetssäkerheten vara hög för alla tre förslag, och därav gjordes heller ingen viktning gällande detta. Följande kriterier valdes för vidare analys.

1. **Svårighetsgrad produktion** – Antagen svårighetsgrad gällande produktionsmetoder.
2. **Tid produktion** – Tid för produktion av bron.
3. **Påverkan på miljö** – Påverkan på den närliggande miljön med hänsyn till bland annat utsläpp av giftiga ämnen samt påverkan på miljön globalt sett.
4. **Återanvändbarhet** – Möjligheten att återbruka material i framtiden.
5. **Underhållsbehov** - Hur ofta bron behöver underhållas.
6. **Tillgänglighet vid inspektion** – Hur lätt det är att inspektera brons delar.
7. **Estetisk utformning** – Brons arkitektoniska utformning. Bron ska vara tilltalande för såväl trafikanter som gående.
8. **Anpassning till landskapet** – Brons anpassning till omgivande miljö.
9. **Trafiksäkerhet vid användning** - Tar hänsyn till om bron upplevs som säker och lämpligt att köra på.
10. **Beräkningskomplexitet** - Att konceptet är enkelt att dimensionera underlättar konstruktörens arbete, gör beräkningarna enklare att kontrollera och minskar risken för fel och feltolkningar.
11. **Materialåtgång** – Mängden material som behövs för de olika koncepten. Grovt räknat.

Tabell 2: Parvis jämförelse av kriterier och beräknad vägning.

Grupp Vägning (%)	Nr	Kriterium	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Poäng
Produktion 6.36	1	Svårighetsgrad produktion		3	1	1	1	1	2	2	1	1	1	14
Produktion 5.45	2	Tid produktion	1		3	1	1	1	1	1	1	1	1	12
Miljöpåverkan 8.18	3	Påverkan på miljö	3	1		2	3	2	1	2	1	1	2	18
Miljöpåverkan 7.73	4	Återanvändbarhet	3	3	2		1	2	1	1	1	1	2	17
Underhåll 8.64	5	Underhållsbehov	3	3	1	3		2	1	2	1	1	2	19
Underhåll 10.00	6	Tillgänglighet	3	3	2	2	2		2	3	1	1	3	22
Landmärke 10.91	7	Estetisk utformning	2	3	3	3	3	2		3	1	1	3	24
Landmärke 8.64	8	Anpassning till landskapet	2	3	2	3	2	1	1		1	1	3	19
Konstruktion 13.64	9	Trafiksäkerhet vid användning	3	3	3	3	3	3	3	3		3	3	30
Konstruktion 12.73	10	Beräkningskomplexitet	3	3	3	3	3	3	3	3	1		3	28
Konstruktion 7.73	11	Materialåtgång	3	3	2	2	2	1	1	1	1	1		17
<i>1 = väger mindre, 2 = väger lika, 3 = väger mer</i>													Totalt:	220

Med bakgrund av tabell 2 går det att se att trafiksäkerhet vid användning väger tyngst, följt av beräkningskomplexitet och estetisk utformning. Det som ansågs minst viktigt var tid vid produktion samt svårighetsgrad gällande produktion.

10.2 Poängsättning av föreslagna brokoncept

Nästkommade steg i urvalsprocessen innebar att betygsätta brokoncepten utifrån utvärderingskriterierna som sattes upp i föregående del av rapporten. Här tilldelades vardera koncept en siffra mellan ett till fem och därefter vägdes förslagen mot de tidigare procentsatserna som togs fram gällande utvärderingskriterierna, se tabell 3.

Tabell 3: Viktad poängsättning av alternativen.

Nr	Kriterium	Vägning (%)	Smaragden	Poäng	Woody	Poäng	Fantomen	Poäng
1	Svårighetsgrad produktion	6,36	3	1,91	2	1,27	3	1,91
2	Tid produktion	5,45	2	1,09	3	1,64	4	2,18
3	Påverkan på mil- jö	8,18	3	2,45	4	3,27	3	2,45
4	Återanvändbarhet	7,73	3	2,32	2	1,55	5	3,86
5	Underhållsbehov	8,64	3	2,59	1	0,86	2	1,73
6	Tillgänglighet	10,00	2	2,00	3	3,00	3	3,00
7	Estetisk utform- ning	10,91	3	3,27	4	4,36	4	4,36
8	Anpassning till landskapet	8,64	3	2,59	5	4,32	4	3,45
9	Trafiksäkerhet vid användning	13,64	4	5,45	3	4,09	5	6,82
10	Beräkningskomplexitet	12,73	2	2,55	4	5,09	3	3,82
11	Materialåtgång	7,73	3	2,32	3	2,32	4	3,09
<i>Skala 1–5 där 5 är bäst</i>			Totalt 28,55		Totalt 31,77		Totalt 36,68	

11 Fördjupning av Fantomen

Nedan följer en mer detaljerad beskrivning av de olika delarna av Fantomens konstruktion. Avsnittet tar upp brons estetiska design, utformningen av det bärande systemet och anslutningarna, samt grundläggning, landfäste och produktionsmetod. Dessutom behandlas miljöpåverkan och en riskanalys (se figur 14).

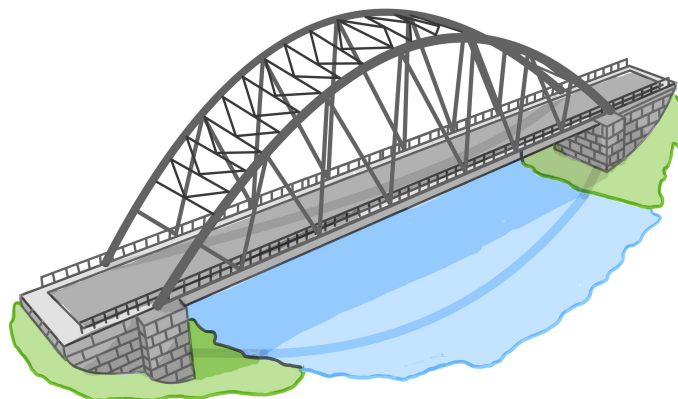


Figure 14: *Figuren visar modellen av Fantomen i 3D.*

11.1 Estetisk utformning

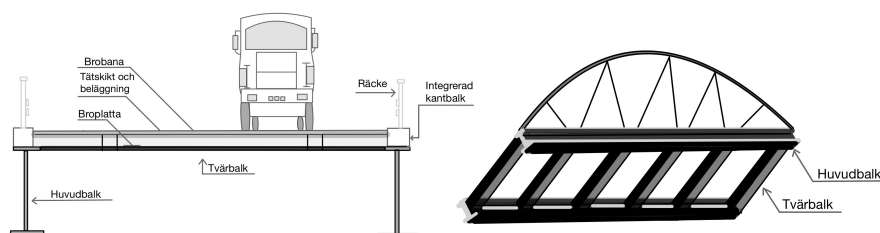
Bron ska inte bara vara funktionell och säker. Det är viktigt att bron behåller ett estetiskt tilltalande utseende under hela sin livslängd, då den kommer att vara placerad vid en central transportled. Genom välvägda val av färgsättning, belysning och detaljer kan landskapsbilden och den byggda miljön utvecklas på ett positivt sätt [46]. Bron ges en grå färgton, vilket bidrar till en neutral och harmonisk anpassning till omgivningen. Vidare installeras armaturer för att säkerställa god belysning och därmed öka trafiksäkerheten under kvälls- och nattetid [47]. Dessa placeras längs brons räcken samt längs den underliggande gångstigen, med jämna mellanrum för att skapa ett symmetriskt och estetiskt sammanhållet uttryck. Belysningen kan dessutom riktas mot bågkonstruktionen i syfte att framhäva brons form och konstruktiva utformning.

11.2 Utformning av farbana

Denna bro är utformad som en bågbro med dragband och bygger på en samverkanskonstruktion mellan stål och betong för att uppnå hög bärförmåga och effektiv materialanvändning. Körbanan är dimensionerad för hög trafiksäkerhet med fyra körfält, två i vardera riktning, med en total bredd på 16,5 meter. Lasten från trafiken tas upp av betongplattan, som fördelar den vidare ner

till tvärbalkar placerade vinkelrätt mellan huvudbalkarna. Detta bidrar till en jämn lastfördelning samt ökad styvhet i hela brokonstruktionen (se figur 15).

Huvudbalkarna utgörs av stålbalkar av I-profil och är försedda med skjuvförbindare som gjuts in i betongplattan, vilket möjliggör kraftöverföring mellan materialen och skapar samtidigt en effektiv samverkanskonstruktion [48]. Ovanpå betongplattan finns ett tätskikt som skyddar konstruktionen mot vatten och kemiska angrepp, följt av bindlager och slitlager [49]. Lasterna förs vidare från tvärbalkarna till huvudbalkarna och överförs därefter via sneda vertikala stag upp till den bärande bågen. På båda sidor om bron finns integrerade kantbalkar som ger infästning för räcken samt bidrar till att förstärka kantzonen.



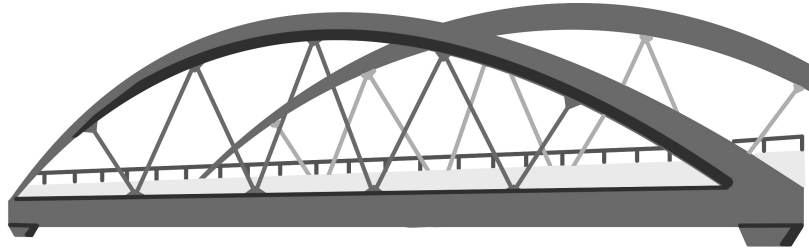
Figur 15: Figuren visar modellen av utformning av farbana och hur tvärbalk och huvudbalk utformas.

Samtidigt kommer farbanan utformas med en liten lutning för att vatten ska kunna rinna av och inte samlas på vägen. Detta minskar risken för halka och skador på vägbanan. På sidorna av farbanan finns räcken som skyddar trafikanter från att köra av bron. På vägbroar ska avståndet från beläggnings överkant upp till toppfölgarens överkant vara minst 1,2 meter [50].

11.3 Utformning av båge

Bågen är en av de mest bärande och avgörande delarna i brons konstruktion. Stål används som material eftersom det har hög hållfasthet och klarar stora laster, samtidigt som det möjliggör en slank och relativt lätt konstruktion. Dess höga elasticitetsmodul ger god styvhet, vilket är viktigt för att begränsa deformationer och säkerställa brons stabilitet och säkerhet. Den böjda formen bidrar dessutom till en effektiv kraftöverföring genom att lasterna från körbanan förs via triangulärt utformade fackverksstänger upp till bågen och vidare ned mot brostöden på vardera sida [51]. På så sätt kan bron bära stora laster samtidigt som konstruktionen förblir stabil och effektiv. Bågens tvärsnitt dimensioneras med hänsyn till krav på knäckningsmotstånd, vridstyvhet och estetik.

Brons bärande system består av en cirkulär båge som samverkar med farbanan (dragbandet) och bildar ett slutet bärsystem. Bågen är momentstyvt infäst i huvudbalken (se figur 16), vilket gör att horisontella krafter kan tas upp internt i konstruktionen. Detta minskar belastningen på upplagen och bidrar till en mer effektiv och stabil lastfördelning.



Figur 16: *Figuren visar modellen av utformning av båge och fackverk.*

Bågen är placerad ovanför farbanan, där lasterna förs från körbanan via tvärbalkar och fackverkstänger upp till bågen [52]. Därigenom belastas bågen huvudsakligen i tryck, vilket utnyttjar stålets goda tryckhållfasthet och möjliggör en effektiv kraftöverföring vidare till upplagen.

11.4 Utformning av fackverk

Fantomens fackverk utformas för att effektivt bära upp de vertikala lasterna som farbanan utsätts för och föra dem till bågens trycklinje. Fackverkets princip bygger på att trianglar är den mest stabila formen, eftersom triangelns sidor inte kan förskjutas utan att gå sönder. Stängerna dimensioneras så att de främst belastas i tryck eller drag axiellt [53]. Detta gör att materialets egenskaper utnyttjas effektivt och ger konstruktionen en hög styvhet i relation till sin vikt [51].

För Fantomens fackverk, monteras stålstängerna i ett regelbundet mönster längs båglängden (se figur 16). Stängerna leder lasterna från farbanans tvärbalkar upp till bågen. Diagonalerna stabiliserar systemet genom att ta upp krafter med både horisontella och vertikala komponenter samt motverka deformationer i [53]. Detta mönster gör att bron klarar av stora laster utan att förlora sin stabilitet.

Farbanans centriska placering minskar risken för vridning i konstruktionen. Fackverket kan därför konstrueras mer regelbundet och stängerna kan vara raka och linjära [54]. Stål som material möjliggör smala tvärsnitt och långa spännvidder. Fackverket är därför en relativt lätt konstruktion med hög bärförmåga [55].

11.5 Anslutningar

I alla komplexa konstruktioner är anslutningar avgörande för att föra krafter säkert och effektivt ner genom konstruktionen. En bågfackverksbro som Fantomen måste kunna överföra krafter korrekt mellan båge, stänger och brobana.

Fackverkets stänger tar laster i tryck samt drag och möts i knutpunkter, som vanligtvis utformas med bultade eller svetsade knutplåtar i stål. Dessa plåtar fungerar som gemensamma noder där flera stänger ansluter till samma punkt, vilket möjliggör att kraftresultanten kan föras vidare genom konstruktionen [54], [55]. Bultförband är vanligt eftersom de är montagevänliga, enkla att

inspektera och tillåter viss rotationsförmåga, vilket samverkar väl med fackverkets princip att belasta stängerna axiellt.

Bågen är brons huvudbärverk och kommer ta upp stora krafter i tryck. Fackverkets stänger är kopplade till bågen genom de förstärkta knutplåtarna eller svetsning. Dessa anslutningar måste dimensioneras för såväl horisontell som vertikal belastning. Bågens utformning gör att stängerna möter bågen i olika vinklar vid varje anslutning, vilket betyder att förbanden måste utformas så att bågens trycklinje kan hållas stabil utan extra moment eller lokala spänningar [56].

Farbanan är placerad centriskt och bärs upp av fackverkets stänger som kopplas till tvärbalkarnas anslutning till huvudbalkarna. Tvärbalkarnas anslutning till stängernas knutpunkter sker vanligtvis genom bultade eller svetsade förband. Den centriskt placerade brobanan hjälper till att undvika torsion när trafiklasten förs ner [55]. Tvärbalkarna är de som först tar upp lasten från trafiken och måste därför vara styva för att jämnt fördela lasten [54].

Vid brons upplag måste bågen förankras så att de vertikala och horisontella krafterna kan tas upp säkert och effektivt. Detta sker genom kraftiga stålplåtsförband som överför bågens tryckkraft till betongupplagen [56]. Det krävs att upplagen konstruerats med hög styvhet eller förstärkning av grundläggningen för att motverka sidokrafter eller glidning.

11.6 Grundläggning

Utifrån jordlagerföljden (se avsnitt 2.3.2) bedöms det att marken inte håller tillräcklig bärförmåga eller är tillräckligt stabil för plattgrundläggning. Då avståndet ner till fast berg är 12-18 meter bedöms det inte heller vara ett alternativ att gräva ut och ersätta med packad fyllning. Därav väljs istället djupgrundläggning som grundläggningsmetod av Fantomen. Spetspålar i betong bedöms vara de mest fördelaktiga pålarna att använda då kohesionspålar inte är optimala i siltjordar. Ovanför pålarna kommer även en bottenplatta att gjutas.

11.7 Landfäste

Landfästet ska överföra laster från bron till grunden [5]. För Fantomen kommer fristående landfästen att användas, vilket innebär att överbyggnaden kommer vara frikopplad från landfästet. Landfästet kommer bestå av en frontmur som gjuts ihop med bottenplattan. Fantomens överbyggnad kommer läggas på ett lager som placeras på en lagerpall ovanför landfästet.

Val av lagertyp bestäms främst utifrån hur lasterna ska tas hand om i stöden [57]. Då Fantomen är en fackverksbågbro med dragband ska enbart vertikala krafter överföras till stöden. På ena sidan används därav fast lager och på andra sidan ensidigt rörligt lager som är fri att röra sig i brons x-riktning.

11.8 Produktionsmetod

När det gäller produktionsmetoden av Fantomen genomförs först lämplig grundläggningsmetod, som i detta fall anses vara djupgrundläggning med spetspålar i betong. Därefter anläggs brostöd på vardera sida om Viskan följt av gjutning av fundament samt landfästen i platsgjuten betong. Fundamenten skall klara av att ta hand om vertikala laster härrörande från bågen såväl som horisontella krafter från vindlast. Vidare behöver betongen som tidigare gjutits härda något för att

uppnå full hållfasthet innan ett lager mellan landfästena och överbyggnaden tillverkas. Detta lager har i uppgift att tillåta förskjutningar som uppstår på grund av exempelvis temperaturskillnader.

Nästa steg i produktionen är att sammanfoga bågelementen i stål som prefabricerats i fabrik. Genom att prefabricera bågen säkerställs en hög kvalitet och noggrann utformning av konstruktionen. När bågdelarna transporterats till konstruktionsplats sätts först de två yttre bågelementen upp med hjälp av en mobilkran. Genom att montera tillfälliga stöd samt staglinor säkerställs säkerhet och stabilitet under uppbyggnad. Vid detta tillfälle kan mittdelen lyftas på plats och svetsas ihop med de två övriga delarna.

Efter att bågen intagit sin position påbörjas tillverkningen av brobanan. Även här används prefabricerade balkar i stål som successivt byggs ut från vardera sida av bron. Dessa spänns efterhand upp i hängstagen kopplade till bågen. Till slut sammanfogas brobanan mitt i spannet. Tillfälliga stag kan behöva utnyttjas innan hela brobanan är på plats.

Sista steget innan bron är färdigställd är gjutningen av brons betongplatta. En form samt armering monteras där betong sedan gjuts på plats. Efter härdning påförs tätskikt och slitlager bestående av asfalt. Till sist, innan bron kan användas, installeras räcken samt kantbalkar. Även tänkt belysning och avvattning uppförs.

11.9 Behov vid produktion

För att kunna utföra den produktionsmetod som är beskriven i tidigare kapitel finns det behov som behöver uppfyllas. Bland annat kommer det krävas maskiner för att kunna genomföra produktionen. De maskiner som kommer krävas är en pålhammare för grundläggningen. Utöver det behövs en mobilkran för respektive sida och även en skylift för att kunna svetsa ihop bågen på plats.

Det är även viktigt att en god arbetsmiljö upprätthålls. Det ska både vara säkert att arbeta och finnas bekvämligheter så som toalett och lunchplats. Därav placeras det fullt utrustade byggbodar på båda sidor om viskan. För att uppfylla krav på säkerhet ställs det krav på att de tillfälliga konstruktioner som byggs håller hög kvalitet.

11.10 Underhåll- och förvaltningsplan

Inspektioner ska utföras i överensstämmelse med avsnitt 7. Syftet med dessa inspektioner är att säkerställa att bron håller sin funktion, säkerhet och bärförmåga under hela sin förväntade livslängd [58]. Enligt trafikverkets riktlinjer ska broar inspekteras systematiskt där konstruktionens tillstånd bedöms. Vid inspektionen bedöms konstruktionens överbyggnad och underbyggnad vilket innebär de bärande konstruktionsdelarna såsom bågelement, fackverksstänger, anslutningar, fundament och upplag. Dessutom kontrolleras viktiga konstruktionsdetaljer såsom lager, räcken, kantbalkar, tätskikt och avvattningssystem eftersom dessa delar har stor betydelse för brons funktion och hållbarhet över tid.

Den omfattande kontrollen är huvudinspektionen vilket innebär en genomgående undersökning av byggnaden. Enligt trafikverket skall dessa inspektioner ske inom ett tidsintervall på maximalt 6 år [59]. Utöver huvudinspektioner kan andra typer av kontroller genomföras när det finns behov för att upprätthålla byggnadens standard eller vid eventuella skador som behöver undersökas

mer ingående. Resultatet från dessa inspektioner och kontroller används sedan som underlag för nödvändiga underhållsplaner.

11.11 Miljöpåverkan

Fantomen består till stor del av stål, vilket innebär att brons miljöpåverkan i hög grad är kopplad till stålproduktionen. Som tidigare nämnt är stålets framställning i masugnar en av de större utsläppskällorna inom industrin globalt [9]. Betong används även i Fantomen och är ett material med hög klimatpåverkan där utsläppen främst uppstår vid tillverkningen.

Under byggskedet uppstår även miljöpåverkan genom transporter av material samt användning av entreprenadmaskiner. Samtidigt kan prefabricering bidra till att minska materialspill och effektivisera produktionen.

För att bibehålla en lång livslängd för bron krävs återkommande underhåll, främst i form av målning av stålkonstruktionen för att skydda mot korrosion. Då bron ligger över Viskan behöver underhållsarbeten utföras på ett sätt som förhindrar att färg eller andra föroreningar hamnar i vattendraget.

11.12 Riskanalys

Sista steget i urvalsprocessen innebar att ta fram en riskanalys för att utvärdera vilka risker som finns med vårt valda koncept, se tabell 4. Här tilldelades de framtagna riskerna ett värde från ett till fem utifrån hur allvarliga konsekvenserna blir om de framtagna riskerna inträffar. Även tilldelning av ett värde från ett till fem skedde utifrån sannolikheten att de inträffar. Till sist multiplicerades de två siffrorna för att se vilka risker som behövde beaktas högst.

Tabell 4: Identifierade risker med sannolikhet, konsekvens och risksumma.

Risk	Sannolikhet	Konsekvens	Summa
Geotekniska problem vid grundläggning	3	4	12
Höga flöden / översvämning	2	4	8
Stabilitetsproblem under montage	3	5	15
Arbetsmiljörisker vid tunga lyft	3	4	12
Korrosion i aggressiv miljö	3	3	9

Resultatet visar att stabilitetsproblem under montage utgör den mest kritiska risken med en risksumma på 15. Även geotekniska problem vid grundläggning samt arbetsmiljörisker vid tunga lyft bedöms som betydande, med risksummor på 12 vardera. Dessa risker bör därför prioriteras i det fortsatta projekterings- och planeringsarbetet.

12 Brons geometri

Brons geometri behövdes sättas först för att beräkningarna skulle kunna påbörjas. Utifrån ritningar som kan ses i bilaga 2 sattes brons längd till 75 meter och den fria brobredden till 16,5 meter. Det kommer finnas totalt 12 stag som fästs i huvudbalken med 13 meters avstånd. Första staget placeras 5 meter in från brofästet. Bågens höjd sattes till 16 meter vilket gav en radie på 51,95 meter. Längsgående och tvärgående balkar har en maxhöjd på 400 millimeter för att ridvägens krav på fri höjd ska uppfyllas. Tvärbalkarna fick ett cc-mått på 3 meter. Därav kommer det finnas 26 stycken tvärbalkar. De horisontella vindstagen är 23 till antalet, symmetriska kring mitten. Dessa placeras 6,67 meter in på bågen från vardera sida av bron räknat från bågens anslutning till huvudbalkarna.

Tvärsnittsmåtten som sattes togs fram iterativt genom att preliminära tvärsnittsmått antogs och sedan kontrollerades. Beräkningar och kontroller som gjorts för varje del beskrivs utförligare i kommande kapitel. I tabell 5 och 6 presenteras de slutgiltiga tvärsnittsmått vilket kommande beräkningar är baserade på.

Tabell 5: Tvärsnittsmått på huvudbalk och tvärbalk

Svetsad balk	tf [mm]	bf [mm]	h [mm]	tw [mm]	a [mm]
Tvärbalk	80	700	400	25	22
Huvudbalk	80	250	400	30	4

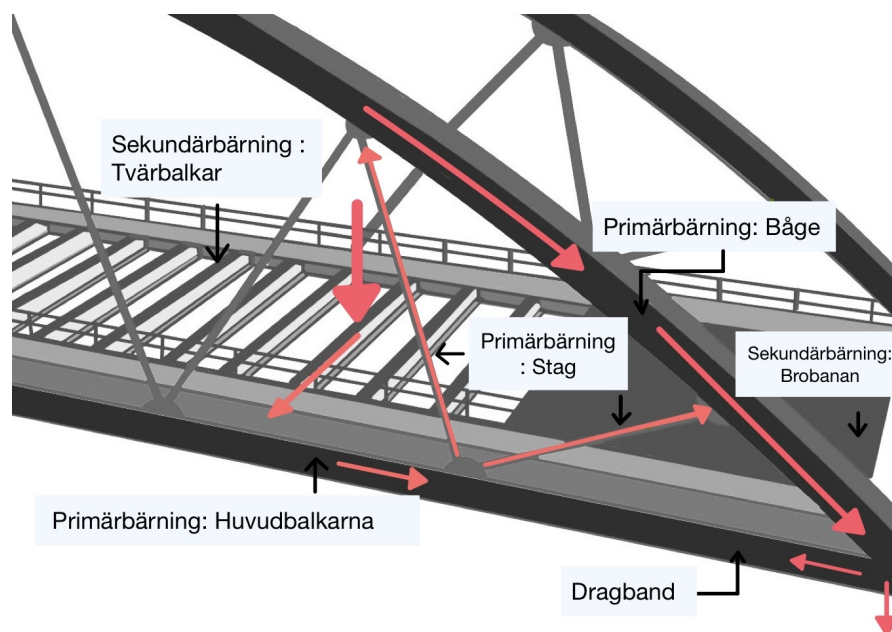
Tabell 6: Tvärsnittsmått på huvudbalk och tvärbalk

Element	Typ	b [mm]	h [mm]	t [mm]
Båge	skräddarsytt VKR-rör	250	500	30
Snedstag	kvadratisk VKR-rör	180	180	12,5
Tvärgående stag	kvadratisk VKR-rör	70	70	3,6

13 Beräkningsmodell

När det gäller dimensioneringsfasen inleds denna med uppställningen av en beskrivande modell med hänsyn till lastfördelning. Vid belastning förs lasten från brobanan till tvärbalkarna och vidare till de längsgående huvudbalkarna. Från huvudbalkarna överförs lasten via stag, som arbetar i både drag och tryck, upp till bågen. Bågen tar upp lasten i tryck och för den vidare till upplagen. Samtidigt tas de horisontella krafterna från bågen upp av huvudbalkarna, som fungerar som dragband (Se figur 17).

Med hjälp av lastvägen kan ordningen bestämmas gällande dimensioneringen av de ingående delarna. Som första steg sker dimensionering av tvärbalkar, som i sin tur ligger till grund för en tvådimensionell beräkningsmodell. Denna modell utnyttjas sedan för att bestämma dimensioner på huvudbalkar, snedstagen samt bågen.



Figur 17: Figuren visar hur lasten förs samtidigt primärbärning och sekundärbärning.

Primärbärning:

- Huvudbalkarna som fungerar som ett dragband.
- Stag som överför lasterna från brobanan upp till den bärande bågen. Tar både tryck och drag.
- Båge som tar tryckkraft.

Sekundärbärning:

- Broplatta som tar upp lasterna direkt från fordonshjulen och fördelar dem vidare ner till tvärbalkarna.
- Tvärbalkar som monteras mellan huvudbalkarna. Deras funktion är att ta upp lasterna från broplattan och föra över dem till anslutningspunkterna på huvudbalkarnas sidor.

14 Relevanta laster

De laster som bron kommer dimensioneras för är dels permanenta laster där egentvngden ingår, samt variabla laster så som trafiklast och vindlast. Dynamiska laster, olyckslaster, bromslaster samt temperaturutvidgning utelämnas i denna rapport då omfattningen hade blivit för stor.

14.1 Permanenta laster

Permanent laster är krafter som verkar kontinuerligt på en konstruktion och i stort sett inte förändras över tid. Till exempel egenvikt från byggnadens material, jordtryck, vattentryck samt vikten av icke bärande byggnadsdelar. Material som betong och stål i bron räknas som egenvikt och utgör därmed permanenta laster. Inom konstruktion betecknas permanenta laster vanligtvis med bokstaven G . Det karakteristiska värdet $G_{k,j}$ kan oftast sättas lika med medelvärdet, eftersom egentvngden i princip inte förändras under byggnadens livslängd [60].

14.2 Variabla laster

Variabel last Q är en last som förändras över tid. Exempel är människor och möbler i en byggnad, varor, fordon och maskiner, trafik på broar samt snö och vind. Som karakteristiskt värde $Q_{k,i}$ väljer man oftast ett högt gränsvärde som nästan aldrig överskrids under en viss tid. För laster från klimat, som snö och vind, betyder det att värdet motsvarar en nivå som bara överskrids ungefär en gång på 50 år [60].

14.3 Brottgränstillstånd

När det gäller analys i brottgränstillstånd behöver samtliga kritiska lastfall utvärderas. Laster som belastar konstruktionen samtidigt måste kombineras och mynna ut i dimensionerande värden för lasteffekter. Denna analys genomförs genom att utvärdera vilken av följande lastkombinationer som är mest ogynnsam gällande trafiklast. Detta görs genom följande ekvationer, enligt Eurocode SS-EN1990 6.10a (14.1) och 6.10b (14.2):

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (14.1)$$

$$\sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (14.2)$$

där:

- $G_{k,j}$ = karakteristisk permanent last
- $Q_{k,i}$ = karakteristisk variabel last
- γ_G = partialkoefficient för permanent last
- γ_Q = partialkoefficient för variabel last
- ψ_0 = kombinationsfaktor

- P = förspänningskraft

Vidare finns överstående variabler att hitta i SS-EN1990 s.52:

$$\begin{aligned}
\gamma_{G,\text{sup}} &= 1,35 && (\text{ogynnsam permanent last}) \\
\gamma_{G,\text{inf}} &= 1,00 && (\text{gynnsam permanent last}) \\
\gamma_{Q,i} &= 1,50 && (\text{ogynnsam variabel last; 0 vid gynnsam}) \\
\xi &= 0,85 && (\text{reduktionsfaktor för permanent last})
\end{aligned} \tag{14.3}$$

Tabell 7 visar värden på kombinationsvärde ψ_0 , frekvent värde ψ_1 samt kvasipermanent värde ψ_2 .

Tabell 7: Reduktionsfaktorer för trafiklast enligt LM1

Lasttyp	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Axellaster (boggi-system)	0,75	0,75	0
Utbredd trafiklast (UDL)	0,40	0,40	0

Med brobredden 16,5 meter fås antalet lastfält till 5 stycken med en återstående yta på 1,5 meter. Trafiklaster för de olika lastfälten beskrivs i tabell 8.

Tabell 8: Trafiklaster (LM1) för en brobredd på 16,5 m

Lastfält	Axellast P [kN]	UDL p [kN/m ²]	Användning
Lastfält 1	270	7,2	Huvudlast ($\gamma_Q \cdot Q_k$)
Lastfält 2	180	2,5	Samtidig last ($\gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot Q_k$)
Lastfält 3	0	2,5	Samtidig last ($\gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot Q_k$)
Lastfält 4	0	2,5	Samtidig last ($\gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot Q_k$)
Lastfält 5	0	2,5	Samtidig last ($\gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot Q_k$)
Restyta	0	2,5	Samtidig last ($\gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot Q_k$)

14.4 Bruksgränstillstånd

I bruksgränstillstånd ska maximal nedböjning kontrolleras. Trafikverket ställer krav på att en balk inte får en större nedböjning än 1/400 gånger balkens längd [61]. Detta gäller både tvärgående och längsgående balkar. I bruksgränstillstånd utgår beräkningarna från frekvent lastkombination där ekvation 6.15a från SS-EN 1990 används [62]. Faktorer som används återfinns i tabell 7.

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \tag{14.4}$$

15 Tvärbalkar

Tvärbalkarna placeras på ett avstånd på 3 meter. Dessa ges höjden 400 mm, flänsbredden 700 mm, flänstjockleken 80 mm samt livtjockleken 25 mm. Största a-måttet för svetsarna ansätts till 22 mm. Ett lager betong med tjockleken 300 mm gjuts ovanpå tvärbalkarna med hjälp av träformar. Ovanpå detta placeras ett lager asfalt med tjocklek 95 mm. Asfalten placeras med en lutning på 2,5% från mitten och utåt mot vardera sida men här approximeras tjockleken till 95 mm längs hela för att underlätta beräkningar.

15.1 Egentyngd

Egentyngd för tvärbalkar, betong samt asfalt redogörs i tabell 9.

Tabell 9: Sammanställning av egentyngder

Egentyngd	Last [kN/m]
Egentyngd tvärbalkar	9,10
Egentyngd betong	22,10
Egentyngd asfalt	6,72
Total egentyngd	37,9

15.2 Trafiklast

Med hjälp av ekvation (14.1) samt (14.2) som beskrivits i kapitel 14.3 räknas det mest ogynnsamma lastfallet för trafiklast ut gällande tvärbalkarna. Resultatet som erhålls presenteras i tabell 10.

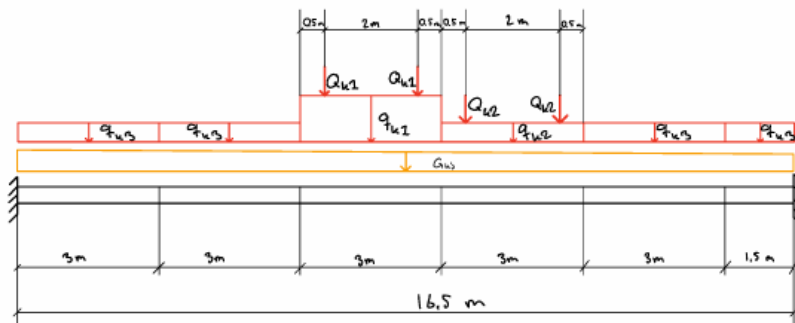
Lasttyp	Ekvation 14.1	Ekvation 14.2
Dimensionerande utbredd last	73,14 kN/m	84,90 kN/m
Dimensionerande axiell last 1	303,75 kN	405,00 kN
Dimensionerande axiell last 2	202,50 kN	202,50 kN

Tabell 10: Dimensionerande lastvärden enligt ekvation 14.1 och 14.2

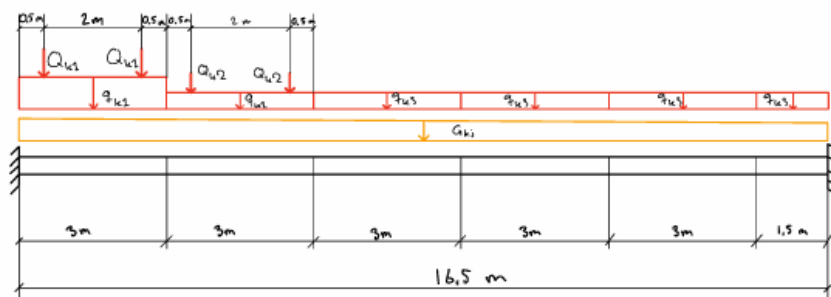
Den mest ogynnsamma lastkombinationen resulterar i en utbredd last på 84,90 kN/m samt den första axiella lasten 405 kN och den andra axiella lasten 202,50 kN från ekvation 14.2, vilket betyder att den variabla lasten är huvudlast.

15.3 Dimensionerande lastfall

Med hjälp av resultatet i 14.5.2 placeras de beräknade lasterna på ett sådant sätt att maximalt moment samt maximal tvärkraft kan beräknas för tvärbalkarna. Antagande i detta fall är att tvärbalkarna är fast inspända och beter sig således på ett sådant sätt. Enligt Eurocode SS-EN 1991-2 måste körbanan delas upp i fält enligt tabell 4.1 som finns i Eurocoden. Med tanke på att brobredden är 16,5 meter används tredje raden i tabell 4.1 där 16,5 delas med 3 vilket ger heltalet 5, resterande del blir i detta fall 1,5. Alltså blir antalet fält 5 stycken med ett återstående fält som är 1,5 meter brett. Därefter placeras de dimensionerande utbredda lasterna samt de två axiella lasterna ut på ett sådant sätt att momentet antar sitt största värde. Se figur 18. Detta sker då lasterna placeras i mitten av spannet. Därefter genomförs samma procedur men med laster placerade vid en av upplagskanterna för att på så sätt få fram maximal tvärkraft, se figur 19.



Figur 18: *Mest ogynnsam lastfördelning gällande moment*



Figur 19: *Mest ogynnsam lastfördelning gällande tvärkraft*

Efter genomförandet av ovanstående steg sammanställdes resultatet i tabell 11.

Tabell 11: Maximala snittkrafter hos tvärbalk

Maximal tvärkraft	Maximalt moment
1309 kN	3060 kNm

15.4 Kontroll av kapacitet

Efter framtagande av maximal tvärkraft och moment jämfördes dessa med tvärkraftskapaciteten samt momentkapaciteten. Även en kontroll av interaktion mellan moment och tvärkraft genomfördes.

Med hjälp av Eurocode beräknades tvärkraftskapaciteten samt momentkapaciteten för att kontrollera att tvärbalkarnas maximala tvärkraft och moment inte övergår deras kapacitet. Därefter beräknades även en utnyttjandegrad för såväl tvärkraft som moment för att se hur mycket av kapaciteten som utnyttjas. Resultaten av dessa framgår i tabell 12.

Tabell 12: Sammanställning av tvärkraft och moment med tillhörande kapacitet och verkningsgrad

	Maxvärde	Kapacitet	Verkningsgrad
Tvärkraft	1309 kN	1476 kN	88,70%
Moment	3060 kNm	6489 kNm	47,15%

Som sista steg gällande kontroll av kapacitet genomfördes även en kontroll om interaktion mellan moment och tvärkraft sker. Denna interaktionskontroll går ut på att se om flänsarnas moment överstiger det maximala momentet, eller om den maximala tvärkraften är större än 50% av tvärkraftskapaciteten [60]. Ifall något av dessa krav uppfylls behöver en interaktionskontroll inte genomföras, men med beräknade värden behövde en interaktionskontroll göras. Denna interaktionskontroll visade sig vara okej.

15.5 Kontroll av nedböjning

Vid kontrollen av nedböjning skedde analysen i bruksgränstillstånd som beskrivs i kapitel 14.4. För tvärbalken gäller kravet att maximal nedböjning inte får överstiga 41,25 mm. I tabell 13 presenteras tvärbalkens beräknade nedböjning vid givna tvärsnittsmått.

Tabell 13: Nedböjning för tvärbalk

Nedböjning	Maximal tillåten nedböjning
39,14 mm	41,25 mm

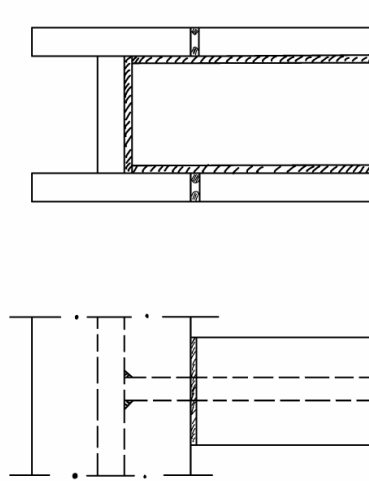
15.6 Svetsar

Svetsar som kontrollerades var svets mellan liv och fläns och svets mellan huvudbalk och tvärbalk. Enligt Eurocode 3 finns det två krav kopplade till källsvetsar, ekvation 15.1 och ekvation 15.2 [63]. Dessa användes för att kontrollera att svetsarna håller den kapacitet som behövs.

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}} \quad (15.1)$$

$$\sigma_{\perp} \leq 0.9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}} \quad (15.2)$$

För kontrollen av anslutningen mellan huvudbalk och tvärbalk gjordes ett antagande om vilka svetsar som tar hand om vilka krafter. Svets mellan balkarnas liv antogs ta hand om tvärkraften och svets mellan balkarnas flänsar antogs ta hand om momentet. Svets mellan balkarnas svets är partiell stumsvets som enligt Eurocode SS-EN 1993-1-8:2005 beräknas på samma sätt som en källsvets [64]. En konceptuell bild av hur anslutningen ser ut visas i figur 20. De a-mått som krävs för att svetsarna ska ha tillräcklig kapacitet presenteras i tabell 14.



Figur 20: Anslutning mellan tvärbalk och huvudbalk med vy från sida och ovanifrån

Tabell 14: A-mått för anslutningens svetsar

Svets	Svetstyp	a-mått [mm]
Övre svets mellan liv och fläns	kälsvets	15
Nedre svets mellan liv och fläns	kälsvets	22
Svets mellan liv och liv	kälsvets	10
Svets mellan fläns och fläns	partiell stumsvets	15

16 Strukturmodell

Strukturmodellen är uppbyggd som en tvådimensionell bågpackverkskonstruktion med en spännvidd på 75 m, en båghöjd på 16 m och en båglängd på 79,6 m, för framtagna strukturmodell se bilaga 3. Bågen och huvudbalken modelleras som kontinuerligt sammankopplade raka balkar mellan varje nod. Även bågen antas bestå av raka element för att förenkla analysen och beräkningen genom att använda standardiserade balk- och stångelementens funktioner. Stagen kopplar samman huvudbalk och båge och bildar ett triangulärt system. De modelleras som stångelement som endast kan överföra normalkrafter i tryck och drag, medan knutpunkterna antas vara momentfria leder. Bron antas vara fritt upplagd med möjlighet att förflytta sig i horisontalled i ett av upplagen.

Lasten från brobanan förs in i modellen via knutpunkter längs huvudbalken, där tvärbalkar och beläggningar representeras genom utbredda laster eller punktlaster beroende på lastfall. Dessa laster överförs från huvudbalken till stagen och vidare in i bågen, som utgör det primära bärverket genom att ta upp huvuddelen av vertikala lasterna som tryckkraft. Upplagen modelleras som ledade stöd, vilket innebär att globala momentupptag sker genom den inre kraftfördelningen i båge, stag och huvudbalk.

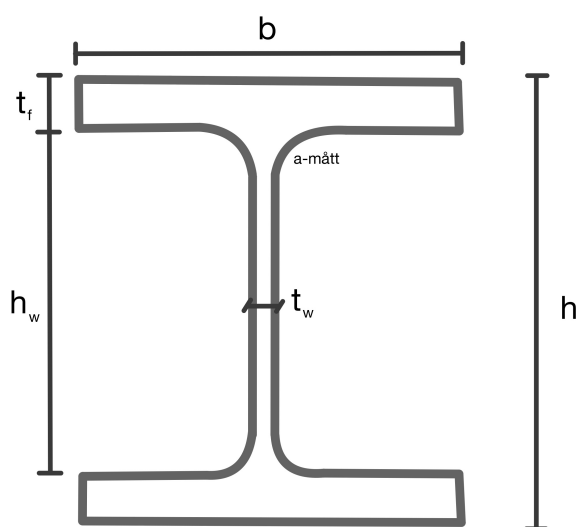
Modellen används för att bestämma snittkrafter och deformationer i båge, huvudbalk och stag, vilket ligger till grund för dimensioneringen enligt Eurokod. Geometrin har valts för att ge en praktiskt genomförbar konstruktion med en rimlig kraftfördelning. Ingen optimering av bågens form, höjd eller staglutningar har genomförts. Dimensionerna har fastställts genom successiva justeringar under beräkningens gång och baserats på konstruktionens krav.

17 Huvudbalkar - Dimensionering

Huvudbalkarna utgör de bärande längsgående balkarna i brokonstruktionen och ansvarar för att föra vidare de vertikala lasterna från tvärbalkar och trafiklast till brostöd, stag och båge. Dimensioneringen syftar till att ta fram de laster huvudbalken förväntas utsättas för i bruksstadiet samt brottstadiet, vilket sedan kan användas i kapacitetskontrollen för att fastställa balkens mått. Detta avsnitt redovisar de verkande snittkrafterna V_{Ed} , M_{Ed} och N_{Ed} i huvudbalken, samt de lastfall som ligger till grund för dimensioneringen. Beräkningarna visas i bilaga 4.

17.1 Mått och egentyngd

Huvudbalkarna är svetsade I-balkar. På grund av våra krav på höjder och utformning av bron, fungerade inte valsade standardprofiler för I-balkar och behövde därför använda en svetsad profil istället (se figur 21). Mått för svetsad I-balk presenteras i tabell 15.



Figur 21: Figuren visar utformning av huvudbalken.

Tabell 15: Mått för svetsad I-balk

Beteckning	Mått	Enhet
Total höjd, h	400	mm
Livets bredd, t_w	30	mm
Livets höjd, h_w	240	mm
Fläns bredd, b	250	mm
Fläns höjd, t_f	80	mm
Svetsmått, a	4	mm

Tabell 16: Egentyngd för huvudbalk

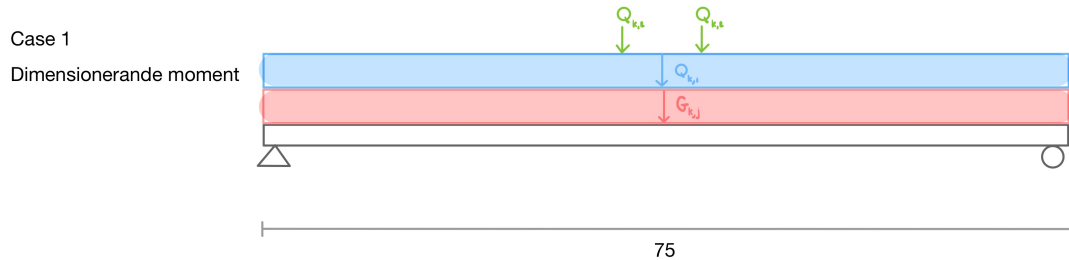
Parameter	Värde	Enhet
Egentyngd huvudbalk, q_{balk}	3,64	kN/m

17.2 Lastfall för dimensionering av huvudbalk

Tre lastfall analyserades för att identifiera dimensionerande snittkrafter. Samma FEM-modell användes i samtliga fall, men trafiklastens placering varierades för att ge maximalt utslag för respektive snittkraft.

17.2.1 Lastfall 1 – Moment

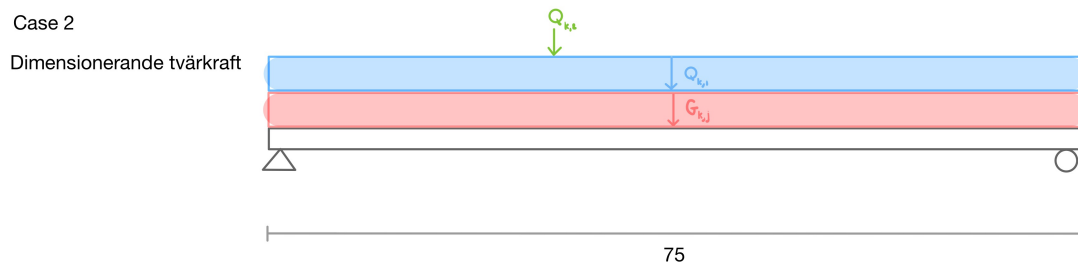
I lastfall 1 placerades axellasten i mitten av spannet. Detta eftersom största böjmoment normalt uppstår nära mittspannet för en fritt upplagd konstruktion. Lastfallet användes för att bestämma dimensionerande moment i både och huvudbalk (se figur 22).



Figur 22: Figuren visar lastfall 1 för huvudbalken med avseende på moment.

17.2.2 Lastfall 2 – Tvärkraft

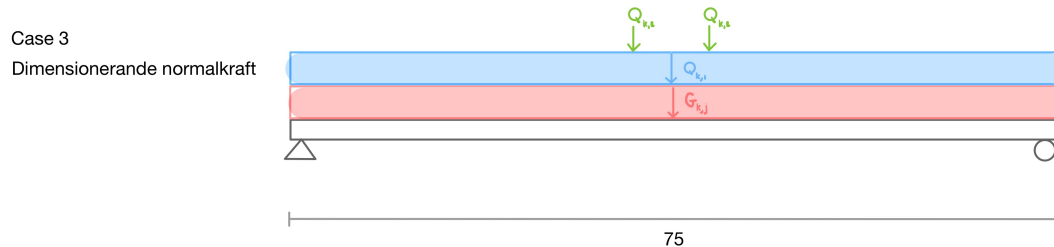
I lastfall 2 placerades axellasten vid en position där stor tvärkraft förväntades uppstå. Tvärkrafter blir generellt störst nära upplag eller nära koncentrerade laster. Lastfallet användes därför för att bestämma dimensionerande tvärkraft i konstruktionen (se figur 23).



Figur 23: Figuren visar lastfall 2 för huvudbalken med avseende på tvärkraft.

17.2.3 Lastfall 3 – Normalkraft

I lastfall 3 placerades axellasten åter i mitten av spannet. För bågkonstruktioner ger mittplacerad last höga tryckkrafter i bågen samtidigt som stora moment uppstår. Lastfallet användes för att bestämma dimensionerande normalkrafter, särskilt tryckkraften i bågen och normalkrafterna i stagen (se figur 24).



Figur 24: Figuren visar lastfall för huvudbalken med avseende på normalkraft.

17.2.4 Gemensamma laster

I samtliga lastfall inkluderades egentyngd från båge, huvudbalk och stag, samt en utbredd trafiklast. Axellasten modellerades som en punktlast applicerad i utvalda frihetsgrader i FEM-modellen.

17.3 Dimensionerande böjmoment, tvärkraft och normalkraft

Snittkraftsanalysen av huvudbalken gav de dimensionerande värdena för maximalt böjmoment $M_{Ed,max}$, maximal tvärkraft $V_{Ed,max}$ och maximal normalkraft $N_{Ed,max}$, se tabell 17.

Tabell 17: Dimensionerande snittkrafter i huvudbalk

Parameter	Värde	Enhet
Maximalt böjmoment, $M_{Ed,max}$	2416,57	kNm
Maximal tvärkraft, $V_{Ed,max}$	1664,54	kN
Maximal normalkraft, $N_{Ed,max}$	7526,17	kN

18 Huvudbalkar - Kapacitetskontroller

När de dimensionerande lasteffekterna har tagits fram kan huvudbalkarnas bärförmåga kontrolleras. Kontrollerna omfattar tvärkraft, böjmoment och normalkraft. Detta innebär att villkoren $V_{Ed} \leq V_{Rd}$, $M_{Ed} \leq M_{Rd}$ och $N_{Ed} \leq N_{Rd}$ ska uppfyllas. Utöver dessa kontroller undersöks även samverkan mellan tvärkraft och moment samt samtidig påverkan av moment och normalkraft.

18.1 Tvärkraftskapacitet

För att säkerställa att den valda huvudbalken har tillräcklig bärförmåga för tvärkraft beräknas balkens tvärkraftskapacitet. Den största dimensionerande tvärkraften jämförs med balkens dimensionerande tvärkraftskapacitet. Resultatet redovisas i tabell 18.

Tabell 18: Dimensionerande tvärkraft, tvärkraftskapacitet i huvudbalken samt verkningsgrad

Dimensionerande tvärkraft, V_{Ed}	Tvärkraftskapacitet, V_{Rd}	Verkningsgrad, η
1664,54 kN	1770,85 kN	94,00 %

18.2 Momentkapacitet

Balkens kapacitet med avseende på böjmoment kontrolleras genom att det maximala dimensionerande momentet jämförs med den dimensionerande momentkapaciteten. På så sätt kan det säkerställas att huvudbalken klarar de böjmoment som uppstår från de pålagda lasterna. Resultatet presenteras i tabell 19.

Tabell 19: Dimensionerande moment, momentkapacitet i huvudbalken samt verkningsgrad

Dimensionerande moment, M_{Ed}	Momentkapacitet, M_{Rd}	Verkningsgrad, η
2416,57 kNm	2425,36 kNm	99,64%

18.3 Normalkraftskapacitet

Eftersom huvudbalken även påverkas av normalkraft kontrolleras dess kapacitet med avseende på dragkraft. Den dimensionerande normalkraften jämförs med balkens dimensionerande normalkraftskapacitet. Resultatet visas i tabell 20.

Tabell 20: Dimensionerande normalkraft, normalkraftskapacitet i huvudbalken samt verkningsgrad

Dimensionerande normalkraft, N_{Ed}	Normalkraftskapacitet, N_{Rd}	Verkningsgrad, η
7526,17 kN	15797,50 kN	47,64 %

18.4 Interaktionskontroll mellan tvärkraft och moment

En kontroll av samverkan mellan tvärkraft och moment utförs enligt Eurocode. I kontrollen antas den största tvärkraften verka samtidigt som det största momentet, vilket ger ett konservativt resultat. Om den dimensionerande tvärkraften inte överstiger 50 % av tvärkraftskapaciteten behöver momentkapaciteten inte reduceras. Beräkningarna visar att tvärkraften inte är dimensionerande för momentkapaciteten, och att huvudbalken därmed uppfyller kravet.

18.5 Kontroll av samtidig påverkan av moment och normalkraft

För att kontrollera huvudbalkens kapacitet vid samtidig påverkan av moment och normalkraft görs en interaktionskontroll. Verkningsgraderna för moment och normalkraft summeras och jämförs med gränsvärdet 100 %. Om summan understiger 100 % bedöms huvudbalken ha tillräcklig kapacitet. I detta fall uppgår summan av verkningsgraderna till mindre än 100%, vilket innebär att huvudbalken klarar belastningen.

18.6 Nedböjning

Någon separat kontroll av nedböjning för huvudbalken genomfördes inte. Detta grundar sig på rådgivning från COWI samt brons verknings sätt. Tvärbalkarnas nedböjning har tidigare kontrollerats och uppfyller kraven i bruksgränstillståndet. Eftersom huvudbalken samverkar med bågen, hängstagen, vindstagen och tvärbalkarna fungerar den inte som en fribärande balk. Lastnedföringen sker istället genom hela bågbron, vilket innebär att deformationerna begränsas av konstruktionens globala styvhet. Fokus i dimensioneringen av huvudbalken låg därför på bärförmåga, stabilitet samt kapacitetskontroller för moment, tvärkraft och normalkraft.

18.7 Kontroll av svetskapacitet

Kontroll av huvudbalkarnas svetsar sker vid upplag. Kapacitetskontrollen utgår från samma ekvationer som vid kontroll av tvärbalkarnas svetsar. De ekvationer som används är 15.1 och 15.2. I tabell 21 visas svetsarnas a-mått och utnyttjandegrad.

Tabell 21: svetsen a-mått och utnyttjandegrad

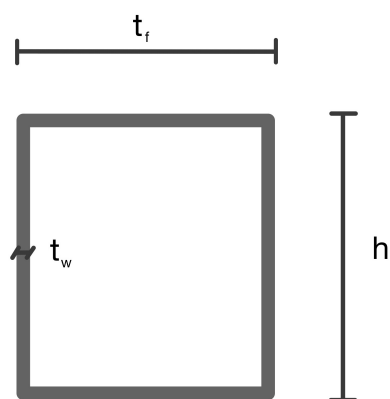
A-mått [mm]	Utnyttjandegrad [%]
10	87,9

19 Båge - Dimensionering

Bågarna utgör den primära bärande komponenten i brokonstruktionen och ansvarar för att ta upp huvuddelen av de vertikala lasterna genom tryckkraft. Lasten förs till bågen via stagen. Dimensioneringen syftar till att ta fram de laster bågen utsätts för och förväntas klara av att hålla upp, vilket sedan kan användas i kapacitetskontrollen för att fastställa bågens dimensioner. Detta avsnitt redovisar de verkande snittkrafterna V_{Ed} , M_{Ed} och N_{Ed} i bågen, samt de lastfall som ligger till grund för dimensioneringen. Beräkningarna visas i bilaga 4.

19.1 Mått och egentygnd

Bågen består av VKR-rör, vilket är ett lådtvärsnitt. Tvärsnittet är skräddarsytt och inte standardprofil, för att uppfylla dimensioneringskraven (se figur 25). Tabell 21 visar tvärsnittsmåtten hos bågens skräddarsydda VKR-rör.



Figur 25: Figuren visar utformning av bågen.

Tabell 22: Mått för skräddarsytt VKR-rör

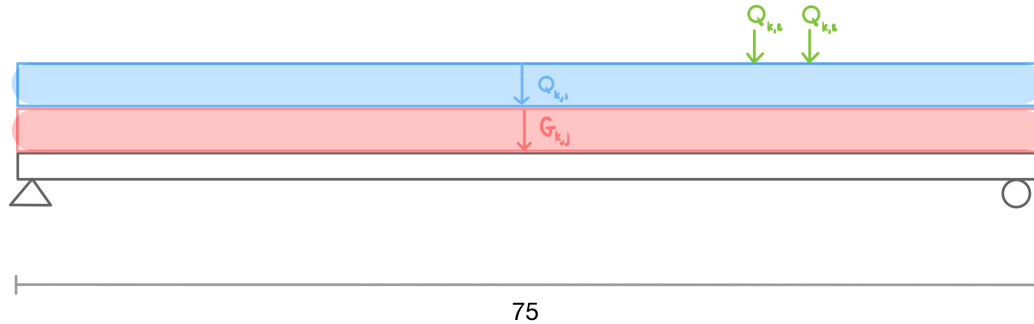
Beteckning	Mått	Enhet
Höjd, h	500	mm
Bredd, b	250	mm
Tjocklek, t	30	mm

19.2 Lastfall för dimensionering av båge

Vid dimensionering av bågen analyserades ett förskjutet lastfall för att identifiera dimensionerande snittkrafter i konstruktionen. Lastfallet bestod av egentygnd från båge, huvudbalk och stag, en utbredd trafiklast samt en tandemlast modellerad som punktlast.

Tandemlasten placerades förskjutet, ungefär vid en fjärdedel av huvudbalkens längd, genom att lasten fördelades mellan två närliggande frihetsgrader i FEM-modellen. Ett förskjutet lastfall

valdes eftersom osymmetrisk lastplacering i bågkonstruktioner kan ge upphov till högre och mer ogynnsamma snittkrafter än ett symmetriskt mittlastfall. Särskilt normalkrafter och lokala moment i bågen kan öka när lasten inte verkar symmetriskt över spannet (se figur 26).



Figur 26: Figuren visar lastfall för bågen med avseende på moment, tvärkraft och normalkraft.

19.3 Dimensionerande böjmoment, tvärkraft och normalkraft

Snittkraftsanalysen av bågen gav följande dimensionerande värden för maximalt böjmoment $M_{Ed,max}$, maximal tvärkraft $V_{Ed,max}$ och maximal normalkraft $N_{Ed,max}$, se tabell 22.

Tabell 23: Dimensionerande snittkrafter i båge

Parameter	Värde	Enhet
Maximalt böjmoment, $M_{Ed,max}$	425,88	kNm
Maximal tvärkraft, $V_{Ed,max}$	216,12	kN
Maximal normalkraft, $N_{Ed,max}$	9070,69	kN

För normalkraften i bågen användes det största negativa värdet från analysen, eftersom negativ normalkraft motsvarar tryckkraft i konstruktionen.

20 Båge - Kapacitetskontroller

Dimensioneringen av brons huvudbalkar omfattar beräkningar av moment, tvärkraft och normalkraft. För kapacitetskontrollerna av bågen valdes de största värdena för moment M_{Ed} , tvärkraft V_{Ed} och normalkraft N_{Ed} från de olika lastfallen. Dessa användes för att verifiera konstruktionen mot bärförmågan V_{Rd} , M_{Rd} och N_{Rd} samt för att bedöma om bron uppfyller kraven på hållfasthet. Vidare kontrollerades interaktionen mellan moment och tvärkraft, liksom kapaciteten vid samtidig inverkan av moment och normalkraft.

20.1 Tvärkraftskapacitet

För att verifiera att bågen kan motstå de applicerade lasterna utförs beräkningar av tvärkraftskapaciteten. Resultatet presenteras i tabell 24, där det går att se att $V_{Ed} \leq V_{Rd}$ uppfylls.

Tabell 24: Dimensionerande tvärkraft, tvärkraftskapacitet i bågen samt verkningsgrad

Dimensionerande tvärkraft, V_{Ed}	Tvärkraftskapacitet, V_{Rd}	Verkningsgrad, η
216,12 kN	9223,17 kN	2,34 %

20.2 Momentkapacitet

För att verifiera att bågen har tillräcklig bärförmåga för de dimensionerande momenten beräknas momentkapaciteten. Resultatet presenteras i tabell 25 som visar att $M_{Ed} \leq M_{Rd}$ uppfylls.

Tabell 25: Dimensionerande moment, momentkapacitet i bågen samt verkningsgrad

Dimensionerande moment, M_{Ed}	Momentkapacitet, M_{Rd}	Verkningsgrad, η
425,88 kNm	1233,80 kNm	34,52%

20.3 Normalkraftskapacitet

För att verifiera att bågen klarar de applicerade belastningarna beräknas normalkraftskapaciteten. Resultatet visas i tabell 26 där det framgår att $N_{Ed} \leq N_{Rd}$ uppfylls.

Tabell 26: Dimensionerande normalkraft, normalkraftskapacitet i bågen samt verkningsgrad

Dimensionerande normalkraft, N_{Ed}	Normalkraftskapacitet, N_{Rd}	Verkningsgrad, η
9070,69 kN	16790,15 kN	56,02 %

20.4 Interaktionskontroll mellan tvärkraft och moment

En kontroll av interaktionen mellan tvärkraft och moment utförs enligt Eurocode. Vid dimensioneringen antas konservativt att den maximala tvärkraften verkar samtidigt som det största momentet i balken. Beräkningarna visar även att bågen har tillräcklig kapacitet för den kombinerade påverkan av normalkraft och moment.

20.5 Kontroll av samtidig påverkan av moment och normalkraft

En kontroll av samverkan mellan normalkraft och moment utförs genom superponering av de största spänningarna i tvärsnittet. Vid kontrollen får summan av verkningsgraderna för normalkraft och moment inte överstiga 100%. Beräkningarna visar att den totala utnyttjandegraden uppgår till 91,30%, vilket innebär att bågen har tillräcklig kapacitet för att klara belastningen.

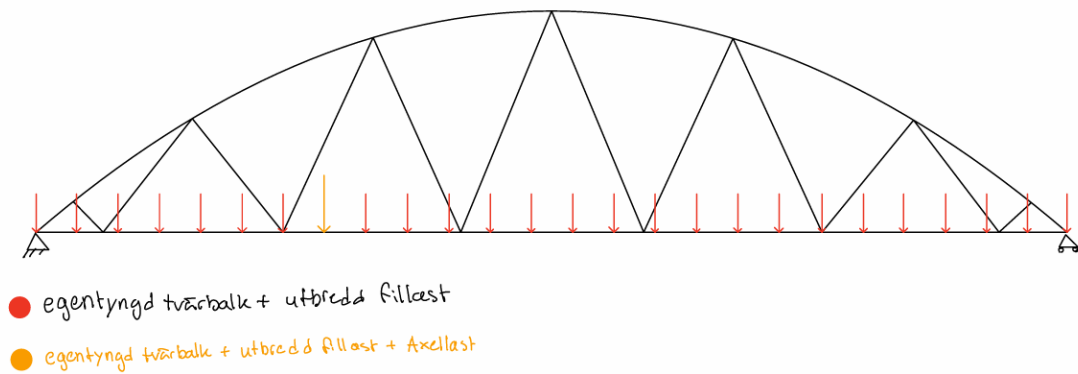
21 Fackverkstag

Vid dimensionering av fackverkstag kontrollerades att fackverken inte övergår i plastisk deformation. För att kontrollera detta användes ekvation 21.1. Det genomfördes även en kontroll om något av fackverksstagen utsattes för tryck.

$$\frac{N_{Ed}}{A} \leq f_y \quad (21.1)$$

21.1 Dimensionerade lastfall

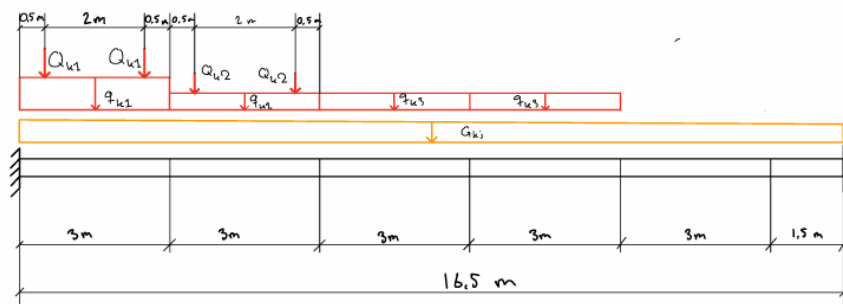
Dimensionerande lastfall där störst normalkraft i fackverkstagen uppstod itererades fram med hjälp av MATLAB. I figur 27 visas det lastfall som blev mest ogynnsamt. Fackverkstagen utsätts aldrig för tryck vilket medför att ingen kontroll av knäckning genomfördes.



Figur 27: Mest ogynnsamt lastfall för fackverkstag, visar ej egentyngden för båge och huvudbalk

21.2 Byte av fackverksstag

Ett godtyckligt fackverksstag ska kunna bytas ut utan att de andra stagen överskrider sin kapacitet [61]. Körflen närmst bågen där ett fackverkstag ska bytas stängs av vilket ger ett annat lastfall än tidigare. Lastfallet som används för att ta fram vilka laster som påverkar bågen visas i figur 28. Lastfallet som visas i figur 27 används även för bytet av stag.



Figur 28: Lastfall för byte av fackverkstag

21.3 Kapacitetskontroll

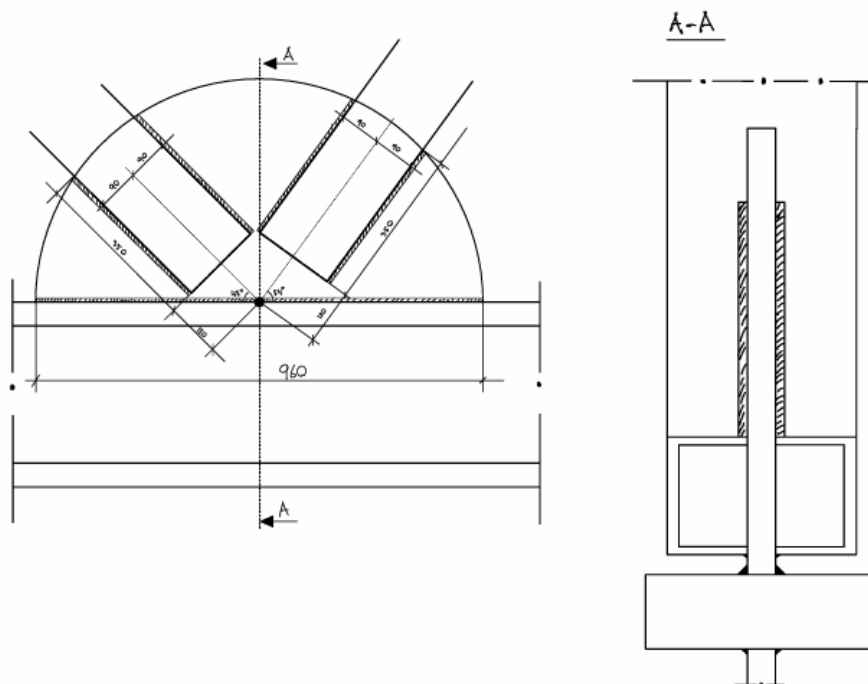
Ekvation 21.1 användes för att säkerställa att normalspänningen i tvärsnittet inte överstiger sträckgränsen. I tabell 27 visas stagens normalkraftskapacitet och dimensionerande normalkraft med avseende på de två olika lastfallen. Största normalkraften uppstår då byte av stag sker och för att klara den normalkraft sattes tvärsnittets mått till 180x180 mm med tjocklek 12,5 mm.

Tabell 27: Normalkraft, kapacitet och utnyttjandegrad för de olika lastfallen

	Byte av stag	Alla stag på plats
N_{Ed} [kN]	2891	1867,40
N_{Rd} [kN]	3195	3195
Utnyttjandegrad [%]	90,49	58,45

21.4 Anslutning mellan huvudbalk och fackverksstag

Då störst normalkraft uppstår vid byte av stag utgick dimensioneringen av anslutning mellan huvudbalk och fackverkstag från det lastfallet. Anslutningen som utsätts för störst krafter är där fackverk 1 och 2 fästs i huvudbalken och därav är det den anslutningen som dimensionerades. I figur 29 presenteras anslutningens utformning med en sidovy och en sektionsvy.



Figur 29: Anslutning mellan fackverksstag 1, fackverkstag 2 och huvudbalk

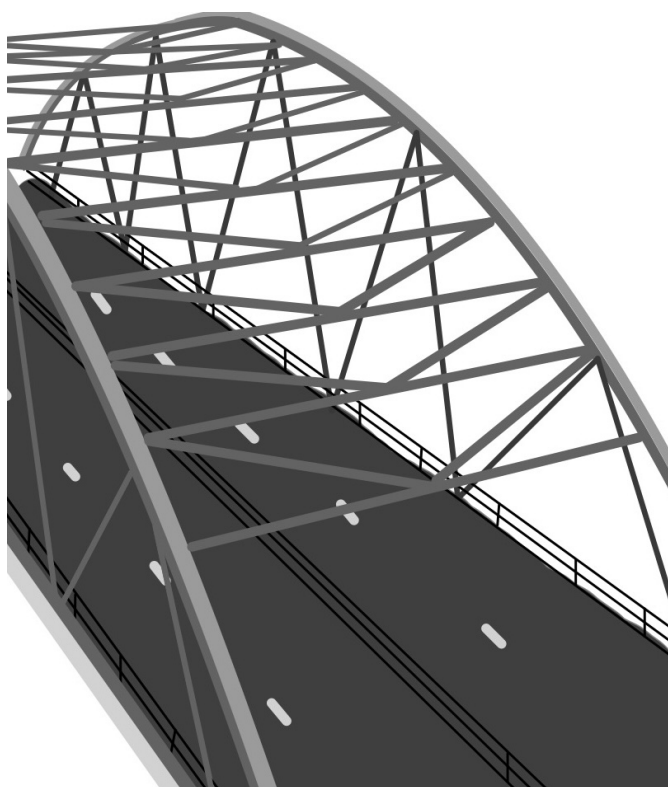
Kontroll av svetsar utgår från ekvation 15.1 och 15.2 som tidigare används vid kontroll av anslutning mellan tvärbalk och huvudbalk. Anslutningen mellan huvudbalk och fackverkstag består av två olika svetsar som kontrolleras. Åtta likadana svetsar mellan stag och anslutningsplåt och två likadana svetsar mellan anslutningsplåt och huvudbalk. I tabell 28 presenteras a-mått som behövs för att svetsarna ska ha en tillräcklig kapacitet.

Tabell 28: A-mått för anslutningens svetsar

Svets	Svetstyp	a-mått [mm]
Svets mellan fackverksstag och anslutningsplåt	kälsvets	8
Svets mellan anslutningsplåt och huvudbalk	kälsvets	7

22 Vindstag

En viktig horisontell last som broar i allmänhet behöver motstå är den som uppkommer på grund av vind. När det gäller Fantomen finns vindstag belägna mellan de båda bågarna, som är utformade som bokstaven K, se figur 30. För att beräkna vindlastens påverkan på dessa vindstag ställdes en förenklad beräkningsmodell upp i 2D, som beskriver dess utseende sett ovanifrån. Placeringen av stagen räknades fram med hjälp av cirkelns ekvation, och blev till antalet 23 stycken. Vindhastigheten som verkar på platsen är i medeltal 25 m/s och med hjälp av ekvation 22.1 kunde vindtrycket beräknas till 390 N/m².



Figur 30: Slutgiltig utformning av vindstagen

$$q = \frac{1}{2} \rho v^2 \quad (22.1)$$

- q = dynamiskt vindtryck [N/m²]
- ρ = luftens densitet [kg/m³]

- v = vindhastighet [m/s]

Detta tryck gjordes sedan om till punktlaster genom att multiplicera värdet med c -måttet mellan varje vertikal hos K-stagen, samt höjden på bågens tvärsnitt. Dessa punktlaster placerades därefter i samtliga noder som hörde till bågen och därefter kunde normalkraften i stängerna beräknas. Dessa normalkrafter jämfördes sedan med normalkraftskapaciteten för att se så att knäckning samt dragbrott inte var en risk på grund av vindlaster. Normalkraftskapaciteten beräknades med hjälp av metoden med knäckkurva enligt Eurocode 3, där imperfektionsklass a valdes [63]. Det visade sig sedan att valda mått klarade kraven, där framräknade värden presenteras i tabell 29.

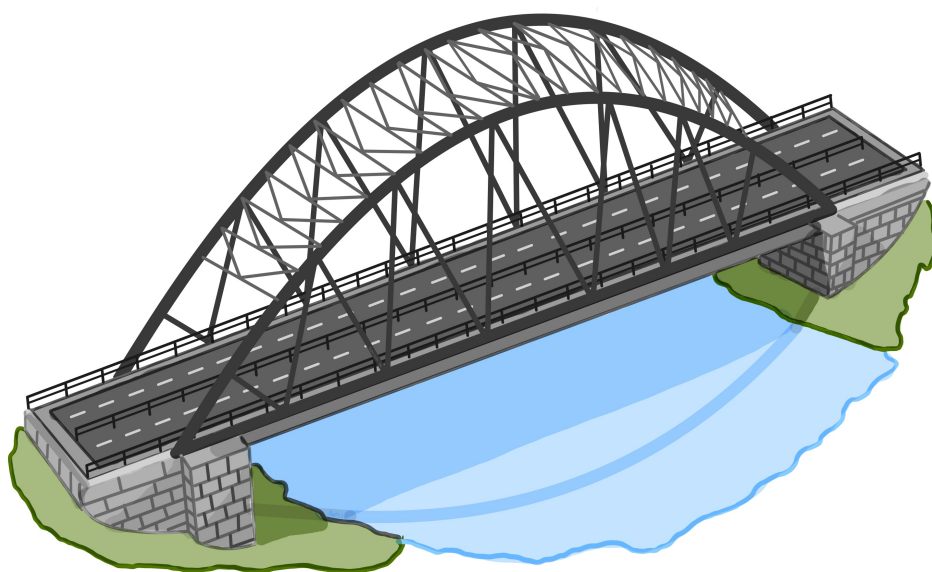
Tabell 29: Sammanställning av krafter och utnyttjandegrader för stag

	Snedstag	Vertikala stag
Max tryckkraft [kN]	9,10	8,70
Dimensionerande tryckkapacitet [kN]	10,10	19,80
Max dragkraft [kN]	9,10	8,70
Dimensionerande dragkapacitet [kN]	334,10	334,10
Utnyttjandegrad tryck [%]	90	44
Utnyttjandegrad drag [%]	3	3

Som går att se från tabell 29 är det tryck i snedstagen som är dimensionerande och därmed det som avgör dimensionerna hos tvärsnittet.

23 Resultat

Det färdiga resultatet presenteras i figur 31. Arbetet omfattar utformningen av en bågbro i stål, med tillhörande fackverkstag samt horisontella vindstag. Beräkningar gällande huvudbalkar, tvärbalkar, båge samt fackverksstag och vindstag presenteras nedan. Slutgiltig geometri framgår i tabell 30. I tabell 31 går det att finna tvärkraft med tillhörande kapacitet, samt utnyttjandegraden för de olika bärande delarna hos bron. Tabell 32 redovisar moment med tillhörande kapacitet samt utnyttjandegrad. Tabell 33 visar dimensionerande normalkraft med sin maximala kapacitet och verkningsgrad för fackverksstagen, bågen, huvudbalkarna samt vindstagen.



Figur 31: Slutgiltig utformning av Fantomen

Tabell 30: Geometriska huvudmått för bron

Parameter	Värde
Höjd	16 m
Bredd	16,5 m
Spännvidd	75 m

Tabell 31: Tvärkrafter, kapacitet och utnyttjandegrad för olika bärande delar

Del	Tvärkraft [kN]	Kapacitet [kN]	Utnyttjandegrad
Tvärbalk	1309	1476	88,70%
Huvudbalk	1665	1771	94%
Båge	228	9838	2,31%

Tabell 32: Moment, kapacitet och utnyttjandegrad för olika bärande delar

Del	Moment [kNm]	Kapacitet [kNm]	Utnyttjandegrad
Tvärbalk	3060	6489	47,15%
Huvudbalk	2417	2425	99,64%
Båge	426	1234	34,52%

Tabell 33: Normalkrafter, kapacitet och utnyttjandegrad för olika bärande delar

Del	Normalkraft [kN]	Kapacitet [kN]	Utnyttjandegrad
Fackverksstag	1866	3195	58,40%
Huvudbalk	7498	15798	47,64%
Båge	9071	16790	54%
Vindstag	9,10	10,10	90%

24 Diskussion

Utvecklingen av ett passande brokoncept för passagen över Viskan har till stor del varit en iterativ process med anpassning av dimensioner och relevanta antaganden ändrats under projektets fortskridande. Olika delar av projektet har ständigt påverkat varandra och ett nära samarbete mellan de olika disciplinerna har varit nödvändigt för att optimera konstruktionen. Det mest utmanande under projektets gång har varit att lösa detta samspel och samtidigt kunna uppfylla alla de krav som ställs på brokonstruktionen. Det är viktigt att här poängtera att denna rapport endast är en preliminär dimensionering som inkluderade en rad förenklingar under projektets gång. Flertalet beslut genomfördes i början, då bristen på kunskap gällande processen var som störst. Därav sker i detta kapitel en reflektion gällande resultatens rimlighet samt problem som uppkommit under arbetets gång, för att i framtiden kunna ta mer välgrundade beslut.

24.1 Rimlighetsbedömning

Merparten av resultatet anses vara rimligt då det har baserats på välgrundade källor samt Eurocode. Vissa beräkningar har dock förenklats för att underlätta beräkningar, vilket förmodligen lett till något annorlunda resultat jämfört med en komplex beräkningsstruktur.

24.1.1 Tvärkraft

Störst tvärkraft fås i huvudbalkarna, vilket delvis beror på den fria uppläggningsen samt en relativt lång spännvidd mellan fackverksstagens anslutningspunkter. Det är även rimligt att bågen får en betydligt mindre maximal tvärkraft då den nästan enbart tar normalkrafter.

24.1.2 Moment

Att störst moment uppstår i tvärbalkarna beror till stor del på tvärbalkarnas stora spännvidd. Att huvudbalk inte får större moment beror på att dess största fria spännvidd enbart är 13,5 meter. Även att båge och huvudbalk samarbetar för att ta hand om lasten gör att momentet inte blir lika stort.

24.1.3 Normalkraft

Normalkraften antar sitt största värde i bågen, vilket även det anses vara rimligt då den i princip enbart arbetar i tryck. Huvudbalken har även den ett relativt stort värde gällande normalkraft, då den fungerar som ett dragband. Att fackverkstagen aldrig utsätts för tryck beror till stor del på betongplattan och tvärbalkarnas stora egentyngd. Vid test av en mindre egentyngd uppstod tryck i stagen.

24.1.4 Nedböjning

Nedböjningen beräknades enbart för tvärbalkarna då det antogs bli dimensionerande för dessa. Så blev även fallet, med en slutlig maximal nedböjning på 39,14 millimeter. Detta understiger det tillåtna gränsvärdet 41,25 millimeter enligt kravet ($L/400$). Nedböjningen bedöms därför som rimlig, men utnyttjandegraden är relativt hög vilket innebär att marginalen är begränsad.

24.1.5 Svetsar

Vid beräkningar gällande svetsar med tillhörande kapacitet insågs relativt snabbt att stora a-mått krävdes för att klara kraven gällande spänningar och krafter. Dessa mått anses vara något stora

och egentligen inte särskilt vanliga i praktiken. En anledning till detta kan vara fel antagande av svetslängder samt fel hypotes gällande vilka delar av tvärsnittet som tar vilka krafter.

24.2 Återstående dimensionering

När det gäller dimensioneringsprocessen har vissa avgränsningar genomförts i detta arbete för att minska dess omfattning. Därav finns det vissa delar som kvarstår att dimensionera innan bron kan uppföras. När det gäller laster har bromslaster, olyckslaster samt snölaster uteslutits i detta arbete. Vidare omfattar detta arbete endast studier i statiskt tillstånd, och således behöver beräkningar genomföras även i dynamiskt tillstånd med hänsyn tagen till svängningar och vibrationer. Temperaturutvidgning är en annan viktig faktor som behöver tas hänsyn till vid dimensionering, som i denna rapport har utelämnats. Utmattning är också något som hade behövt studeras i verkligheten, där knutpunkter och svetsar är kritiska. I denna rapport gavs endast förslag på lämplig grundläggningsmetod, men inga beräkningar genomfördes gällande detta. I verkligheten är grundläggningen en mycket viktig parameter och sålunda något som hade behövt analyserats.

24.3 Antaganden

Som tidigare nämnts har vissa förenklingar och antaganden behövt genomföras för att beräkningarna skulle gå att utföra. Många antaganden har gjorts med bristande kunskap och därav är inte alla konservativt gjorda. Till exempel antogs att tvärbalkarna är fast inspända i huvudbalkarna, vilket i verkligheten inte helt stämmer. Ett mer konservativt antagande hade varit att anta att tvärbalkarna är fritt upplagda, då detta hade gett ett större moment. Som nämnt i föregående delavsnitt återstår en del dimensionering som i praktiken mycket väl hade kunnat påverka de antaganden och förenklingar som gjorts under projektets gång.

Vidare hade ekonomiska aspekter, som i denna rapport ej undersöks, spelat stor roll vid val av bland annat material och tvärsnitt i ett verkligt projekt. Beslut som tagits i denna rapport har baserats på möjligheten att genomföra beräkningar snarare än att det ska vara ekonomiskt försvarbart. Dock behöver en mer materialeffektiv konstruktion inte per automatik innebära att bron i sin helhet blir billigare då det kan leda till en mer komplex produktion. Hur de antaganden och förenklingar som gjorts påverkar den ekonomiska aspekten är därför oklar.

24.4 Bedömning av lastfall

Bedömningen av lastfallen krävde en systematisk analys av ett stort antal möjliga lastfallskombinationer, vilket krävde mycket tid och noga kontroller gällande rimlighet. Snittkraftens kraftiga variation beroende på lastens position krävdes flera iterationer för att identifiera de ogynnsammaste lastfallen för moment, tvärkraft och normalkraft. De valda lastfallen är de kombinationer som gav högst dimensionerande värden.

24.5 Etik

Vid dimensionering av broar är säkerhet viktigt eftersom felaktiga beräkningar eller antaganden kan påverka hela konstruktionen, människor och konstruktionens hållfasthet. I rapporten har olika lastfall analyserats och använts i beräkningarna men en stor fråga är hur stor är säkerhetsmarginal som bör tillämpas i beräkningar och lastfaller. Arbetet har utförts med hjälp av MATLAB för att beräkna och dimensionera bron. Eftersom detta är ett kandidatarbete finns begränsningar i

erfarenhet och kunskap inom avancerad brodimensionering. Därför har resultaten kontrollerats mot teori, kursmaterial och relevanta dimensioneringsprinciper för att öka tillförlitligheten.

Det går även att diskutera brons utformning, produktion och val av material ur ett hållbarhets- och miljöperspektiv. Olika dimensioneringar, broformer och materialval kan påverka både konstruktionens hållfasthet, kostnad och miljöpåverkan. Minskad materialanvändning samt val av lämpliga material kan bidra till minskade växthusgasutsläpp och en mindre negativ påverkan på miljön. En mer optimerad dimensionering kan exempelvis minska materialanvändningen och därmed bidra till en mer hållbar konstruktion.

25 Slutsats

Syftet med rapporten var att ta fram ett brokoncept för väg 27 över Viskan samt genomföra en preliminär dimensionering för det valda konceptet. Det slutgiltiga konceptet, Fantomen, som presenteras i rapporten är en fackverksbågbro med 12 fackverkstag och 26 tvärbalkar. Konceptet uppfyller de områdeskrav som ställs och som presenteras i avsnitt 2.1. Konceptet bedöms i synnerhet tillgodose kravet på en estetisk tilltalande bro.

Den preliminära dimensioneringen visar att konceptet är genomförbart, eftersom samtliga delelement klarar de kontroller som utförts. Dock är det viktigt att påpeka att vidare dimensionering och optimering krävs. En detalj som behövs studeras vidare är tvärbalkens svetsar, då den preliminära dimensioneringen inte gav ett helt rimligt utfall. Utöver detta gav den preliminära dimensioneringen rimliga resultat som visar att med mer detaljerade beräkningar kan konceptet utvecklas till ett fulländat koncept. Sammantaget bedöms Fantomen, utifrån givna krav och förutsättningar, vara det mest lämpliga konceptet för väg 27 över Viskan.

Referenser

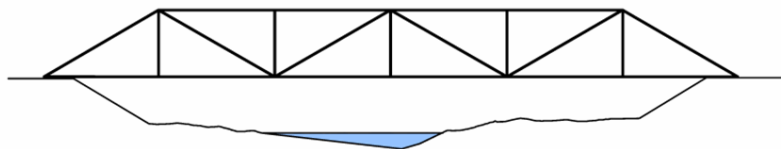
- [1] Länsstyrelsen Skåne, *Broar*, <https://www.lansstyrelsen.se/skane/besoksmal/kultur/miljoprogram/kulturmiljoprogram-skanes-historia-och-utveckling/kulturmiljoprogram-kommunikationernas-landskap/broar-.html>, Hämtad 2026-02-25, n.d.
- [2] Trafikverket, "Rv 27 Viared–Kråkered. Samhällsekonomiskt beslutsunderlag," Trafikverket, Region Väst, tekn. rapport, sept. 2013, Hämtad 2026-02-25. [Online]. Tillgänglig: https://bransch.trafikverket.se/TrvSeFiler/Samhallsekonomiskt_beslutsunderlag/Region_Vast/Region%20V%C3%A4st/3%20Investering/VVA025%20Rv%2027%20Viared-Kr%C3%A5kered/vva_025_v27_viaared_krakered_seb_130918_g.pdf.
- [3] P.-E. Austrell m. fl., *CALFEM - A FINITE ELEMENT TOOLBOX*, version 3.4, Lund University, 2004.
- [4] Länsstyrelsen Västra Götaland, *Viskans förorenade sediment – så kan ansvaret fördelas*, Hämtad 2026-02-25, dec. 2025. [Online]. Tillgänglig: <https://www.lansstyrelsen.se/vastra-gotaland/om-oss/nyheter-och-press/nyheter---vastra-gotaland/2025-12-15-viskans-fororenade-sediment---sa-kan--ansvaret-fordelas.html>.
- [5] Trafikverket, "Broprojekteringshandbok Utgåva 1," jan. 2022, Hämtad 2026-02-25.
- [6] M. Al-Emrani, B. Engström, M. Johansson och P. Johansson, *Bärande konstruktioner Del 1*. Chalmers tekniska högskola, 2000, S1–S21.
- [7] P. G. Burström och K. Nilvér, *Byggnadsmaterial*. Studentlitteratur, 2018, ISBN: 978-91-44-05755-2.
- [8] IPCC, "Chapter 11: Industry," i *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, P. Shukla m. fl., utg., Accessed: 2026-03-10, Cambridge, UK och New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2022. DOI: 10.1017/9781009157926. [Online]. Tillgänglig: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/chapter/chapter-11/>.
- [9] Jernkontoret, "Stålkretsloppet: Slutrapport 2004–2012," Jernkontoret, tekn. rapport D 852, 2013, Accessed: 2026-03-10. [Online]. Tillgänglig: https://www.jernkontoret.se/globalassets/publicerat/handbocker/stalkretsloppet_slutrapport_miljohandbok_svensk_web.pdf.
- [10] W. S. Association. "Circular Economy." Accessed: 2026-03-10. [Online]. Tillgänglig: <https://worldsteel.org/wider-sustainability/circular-economy/>.
- [11] A. Fridlund och J. Svensson, "Trågbroar: Järnvägsbroar med genomgående ballast," Lunds Tekniska Högskola, Avdelningen för Bärande Konstruktioner, Lund, tekn. rapport Rapport TVBK-5059, 1992.
- [12] S. Betong. "Produktionsmetoder," hämtad 20 febr. 2026. [Online]. Tillgänglig: <https://www.svenskabetong.se/om-betong/fakta-egenskaper/produktionsmetoder>.
- [13] K. Malaga. "Vad du behöver veta inför ett eventuellt stopp." Accessed: 2026-03-10. [Online]. Tillgänglig: <https://www.ri.se/sv/byggd-miljo/betong-och-cement/berattelse/vad-du-behoover-veta-infor-ett-eventuellt-stopp>.
- [14] Trafikverket, "TRVINFRA-00227 Bro och broliknande konstruktioner – Byggande," Trafikverket, Standard TRVINFRA-00227, version 5.0, 2024, s. 76. [Online]. Tillgänglig: https://puben.trafikverket.se/dpub/api/v1/Dokument/DownloadDokument?id=c0ec2d21-e529-4f84-9335-b1a7d8710a5b&dokumentName=Krav%20TRVINFRA-00227%20Bro%20och%20broliknande%20%20v5_0.pdf.
- [15] Vägverket, "Förstudie till FoU-ramprojekt: Optimala standarder (bro)," Vägverket, Avdelningen för bro och tunnel, Rapport, 30 dec. 1999, Hämtad 2026-03-01. [Online]. Tillgänglig: https://bransch.trafikverket.se/contentassets/8425704897db43059cb747ece4421b95/forstudie_till_fou_projektet_optimala_standarder_bro.pdf.

- [16] G. Fagerlund, "Frostandrepp - beskrivning av verkande mekanismer: Föredrag vid seminariet "Beständig betong" i Stockholm den 24 augusti och i Köpenhamn den 2 september 1993," Avdelningen för Byggnadsmaterial, Lunds tekniska högskola, Rapport TVBM (Intern 7000-rapport), Vol. 7056, 1993, Hämtad 2026-03-01. [Online]. Tillgänglig: <https://lup.lu.se/search/files/4650161/4588573.pdf>.
- [17] B. Abellsson, P. Båge och L. Westerlund, "Träbroar, ett alternativ till stål och betong," 1998, Hämtad 2026-02-25.
- [18] Trafikverket. "Material och kemiska produkter." Accessed: 2026-03-10. [Online]. Tillgänglig: <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/miljo---for-dig-i-branschen/Material-och-kemiska-produkter/>.
- [19] TräGuiden. "Miljöeffekter – materialet trä." Accessed: 2026-03-10. [Online]. Tillgänglig: <https://www.traguiden.se/om-tra/miljo/miljoeffekter/>.
- [20] Skogsindustrierna. "Träprocesser och träprodukter." Accessed: 2026-03-10. [Online]. Tillgänglig: <https://www.skogsindustrierna.se/prioriterade-fragor/forskning-och-innovation/traprocesser-och-traprodukter/>.
- [21] I. S. Miljöinstitutet, "Cement och betong i ett klimatperspektiv," IVL Svenska Miljöinstitutet, tekn. rapport B 2009, 2024, Accessed: 2026-03-10. [Online]. Tillgänglig: <https://ivl.diva-portal.org/smash/get/diva2:2009157/FULLTEXT05.pdf>.
- [22] D. Honfi, T. Lechner och J. Köhler, "Rational maintenance of timber bridges," i *Proceedings of the 3rd International Conference on Timber Bridges (ICTB 2017)*, Hämtad 2026-03-01, Skellefteå, Sweden, 2017. [Online]. Tillgänglig: <https://infrasweden.nu/wp-content/uploads/2024/05/ICTB2017-Full-paper.pdf>.
- [23] A. Andersson, "Konstruktion-Grundläggning." hämtad 15 sept. 2025. [Online]. Tillgänglig: <https://lantbruketskunskapsbank.se/stallbyggnad/byggnader/samtliga/konstruktion-grundlaggning>.
- [24] M. Karlsson, *Geoteknik med grundläggning BOM356*, Föreläsning vid Chalmers, 2025-10-19, Chalmers, 2025.
- [25] M. Karlsson, *Geoteknik med grundläggning, sättningar BOM356*, Föreläsning vid Chalmers, 2025-10-12, Chalmers, 2025.
- [26] SIS – Swedish Standards Institute, *SS-EN 1997-1:2005 – Eurocode 7: Geotechnical design – Part 1: General rules*, Standard, Swedish Institute for Standards (SIS), Valid standard, accessed online; Accessed: 2026-02-27, 2005. [Online]. Tillgänglig: <https://www.sis.se/en/produkter/construction-materials-and-building/construction-industry/contractual-aspects/ssen199712005/>.
- [27] J.-P. Lebet och M. A. Hirt, "Steel Bridges, Conceptual and Structural Design of Steel and Steel-Concrete Composite Bridges," 2013, Hämtad 2026-02-25.
- [28] M. Karlsson, "Produktionsmetoder," Föreläsning, febr. 2026.
- [29] M. Rosignoli, *Bridge Launching*. Thomas Telford Publishing, 2002, ss. 32–43, ISBN: 0 7277 3146 7.
- [30] F. Udoeyo, *Structural Analysis*. Engineering LibreTexts, 2022, Accessed: 2026-03-10. [Online]. Tillgänglig: [https://eng.libretexts.org/Bookshelves/Civil_Engineering/Structural_Analysis_\(Udoeyo\)/01%3A_Chapters](https://eng.libretexts.org/Bookshelves/Civil_Engineering/Structural_Analysis_(Udoeyo)/01%3A_Chapters).
- [31] E. Britannica. "Beam Bridge." Accessed: 2026-03-10. [Online]. Tillgänglig: <https://www.britannica.com/technology/beam-bridge>.
- [32] Trafikverket, "Kodförteckning och beskrivning av Brotyper," 2014. [Online]. Tillgänglig: <https://bransch.trafikverket.se/tjanster/system-och-verktyg/forvaltning-och-h-underhall/BaTMan/>.
- [33] Trafikverket. "Standardbroar väg." Senast uppdaterad/granskad: 2024-06-05. Accessed: 2026-02-27, *Trafikverket*. [Online]. Tillgänglig: <https://bransch.trafikverket.se/fo>

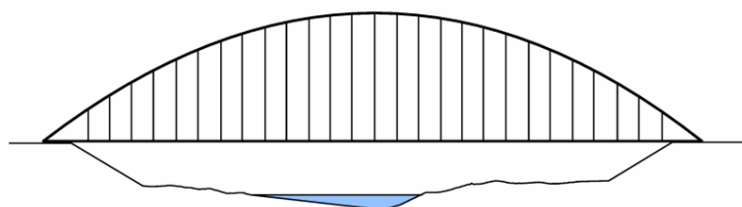
- r-dig-i-branschen/Planera-och-utreda/standardiserade-och-industrialiserade-produkter/produktkatalog/standardiserade-broar/standardbroar-vag/.
- [34] Trafikverket. "Beredskapsresurser." Senast uppdaterad/granskad: 2021-07-01. Accessed: 2026-02-27, *Trafikverket*. [Online]. Tillgänglig: <https://bransch.trafikverket.se/tjanster/ansok-om/beredskapsresurser/>.
- [35] Trafikverket. "Så sköter vi broar och tunnlar." Senast uppdaterad: 6 maj 2025. Accessed: 2026-02-27, *Trafikverket*. [Online]. Tillgänglig: <https://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/underhall/sa-skoter-vi-broar-och-tunnlar/>.
- [36] F. Udoeyo, "1.06: Arches and Cables," i *Structural Analysis*, Accessed: 2026-03-10, Engineering LibreTexts, 2022. [Online]. Tillgänglig: [https://eng.libretexts.org/Bookshelves/Civil_Engineering/Structural_Analysis_\(Udoeyo\)/01%3A_Chapters/1.06%3A_Arches_and_Cables](https://eng.libretexts.org/Bookshelves/Civil_Engineering/Structural_Analysis_(Udoeyo)/01%3A_Chapters/1.06%3A_Arches_and_Cables).
- [37] E. Britannica. "Arch Bridge." Accessed: 2026-03-10. [Online]. Tillgänglig: <https://www.britannica.com/technology/arch-bridge>.
- [38] M. Amani, *Föreläsning 1: Brokonstruktion 2026*, Föreläsningsslides, Kurs i brokonstruktion, Chalmers universitet, Tillgänglig via Canvas. Hämtad 2026-02-27, 2026.
- [39] Encyclopaedia Britannica Editors. "Tacoma Narrows." Accessed: 2026-02-27, *Encyclopaedia Britannica*. [Online]. Tillgänglig: <https://www.britannica.com/technology/truss-building>.
- [40] Brosamverkan, *Broprojekteringshandboken*, Utgåva 1, 2022.
- [41] Trafikverket, "Inspektion av bro och övriga byggnadsverk," Trafikverket, tekn. rapport TRVINFRA-00213, version 1.0, 1 juli 2020, Trafikverkets infrastrukturregelverk.
- [42] Trafikverket. "BaTMan – Bridge and Tunnel Management." Hämtad 2026-03-01. [Online]. Tillgänglig: <https://batman.trafikverket.se>.
- [43] E. Britannica. "Cable-Stayed Bridge." Accessed: 2026-03-10. [Online]. Tillgänglig: <https://www.britannica.com/technology/cable-stayed-bridge>.
- [44] TräGuiden. "Hängbroar och snedkabelbroar." Accessed: 2026-03-10. [Online]. Tillgänglig: <https://www.traguiden.se/konstruktion/limtrakonstruktioner/projektering-av-limtrakonstruktioner/konstruktionssystem-for-limtra/limtrabroar/hangbroar-och-snedkabelbroar/>.
- [45] Freyssinet, *Maintenance of Cable-Stayed Structures*, Accessed: 2026-03-10, 2014. [Online]. Tillgänglig: https://www.freyssinet.co.nz/sites/default/files/maintenance_of_cable-stayed_structures.pdf.
- [46] Trafikverket, *Förstudie avseende broars gestaltning*, Hämtad 2026-03-12, 2021. [Online]. Tillgänglig: https://bransch.trafikverket.se/contentassets/8425704897db43059cb747ece4421b95/forstudie_avseende_broars_gestaltning.pdf.
- [47] Trafikverket, *Krav med råddexter TRVINFRA-00145*, Hämtad 2026-03-12, 2021. [Online]. Tillgänglig: <https://www.bing.com/ck/a?!&&p=fa429204565efb7490baf5856555a1030d78e87cbbd79dd8e8a6ee654affd414Jm1tdHM9MTc3MzI3MzYwMA&ptn=3&ver=2&hsh=4&fclid=34b0d281-e2e9-65ee-3a12-c74be3be64d3&psq=KRAV+med+R%3%85DSTEXT+TRVINFRA-00145&u=a1aHR0cHM6Ly9wdWJlbi50cmFmaWt2ZXJrZXQuc2UvZHB1Yi9hcGkvdjEvRG9rdW11bnQvRG93bmxxvYWRb2t1bWVudD9pZD01MDNhYzBlZi0xOGZlLTQ3NzQtOGQ4MC03M2U0OGYxYmUwYzQmZG9rdW11bnR0YW11PUtyYXY1MjBtZWQ1MjByYWFkc3RleHR1ciUyMFRSVk10RlJBLTAwMTQ1JTIwdjNfMC5wZGY>.
- [48] Boverket. "Dimensionering av samverkanskonstruktioner i stål och betong," *Boverket*, hämtad 10 mars 2026. [Online]. Tillgänglig: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskap-sbanken/regler-om-byggande/boverkets-konstruktionsregler/dimensionering-av-samverkanskonstruktioner-i-stal-och-betong/>.

- [49] Trafikverket. "Tätskikt på broar," *Trafikverket*, hämtad 10 mars 2026. [Online]. Tillgänglig: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://trvdokument.trafikverket.se/fileHandler.ashx%3Ftyp%3Dshowdokument%26id%3Db076b9bf-dbb0-4773-bdf6-df1b9dd343f9&ved=2ahUKEwjRsFj78rWUAxVGAXAIHc2PILcQFnoECBgQAQ&usg=A0vVaw3no62IpqkmucVtaM0B0rdf>.
- [50] TräGuiden. "Broräcken," *Svenskt Trä*, hämtad 10 mars 2026. [Online]. Tillgänglig: <http://www.traguiden.se/konstruktion/konstruktiv-utformning/trabroar/trabroar/broracken/>.
- [51] SteelConstruction.info. "Tied-Arch Bridges." Accessed: 2026-03-10. [Online]. Tillgänglig: https://www.steelconstruction.info/Tied-arch_bridges.
- [52] SteelConstruction.info. "Steel material properties." Accessed: 2026-03-11. [Online]. Tillgänglig: https://steelconstruction.info/Steel_material_properties.
- [53] Steel Construction Institute. "Trusses." Accessed: 2026-05-13. [Online]. Tillgänglig: <https://steelconstruction.info/Trusses>.
- [54] R. L. Brockenbrough, "Design of Single-Plate Shear Connections," *Engineering Journal*, ss. 145–153, 2010, Accessed: 2026-03-10. Tillgänglig: <https://ej.aisc.org/index.php/engj/article/view/1069/1068>.
- [55] SteelConstruction.info. "Connections in bridges." Accessed: 2026-03-10. [Online]. Tillgänglig: https://steelconstruction.info/Connections_in_bridges.
- [56] P. Van Bogaert, *Stability and Node-Detailing of Tubular Steel Arch Bridges*, Accessed: 2026-03-10, 2016. [Online]. Tillgänglig: https://arch-bridges.fzu.edu.cn/_local/0/43/FC/DF06CA7F290ED3B196829E1D087_F81FE324_F4B84.pdf?e=.pdf.
- [57] M. Davidson, *Personlig kommunikation*, COWI, personlig kommunikation, 6 mars 2026, 2026.
- [58] Trafikverket, "Bro och broliknande konstruktion – Inspektion," Trafikverket, tekn. rapport TRVINFRA-00213, version 3.0, 1 juli 2024.
- [59] Trafikverket, "Inspektion av byggnadsverk," Trafikverket, tekn. rapport TDOK 2020:0159, version 2.0, 16 maj 2024.
- [60] M. AL-Emrani, *Laster*. Chalmers tekniska högskola, 2020.
- [61] Trafikverket, *Krav Brobyggande TDOK 2016-0204 Version 3.0*, Tillgänglig via Trafikverket, 2019.
- [62] *Eurokod – Grundläggande dimensioneringsregler för bärverk*, SIS, Swedish Standards Institute, 2002.
- [63] M. Al-Emrani, B. Engström, M. Johansson och P. Johansson, *Bärande konstruktioner Del 2*. Chalmers tekniska högskola, 2011.
- [64] *Eurokod 3: Dimensionering av stålkonstruktioner – Del 1-8: Dimensionering av fogar*, SIS, Swedish Standards Institute, 2005.

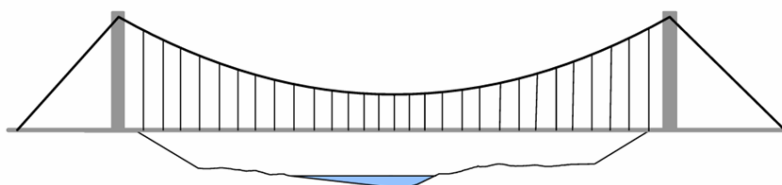
Bilaga 1 - Koncept 1 till 9



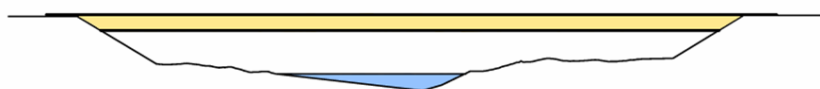
Figur 32: koncept 1



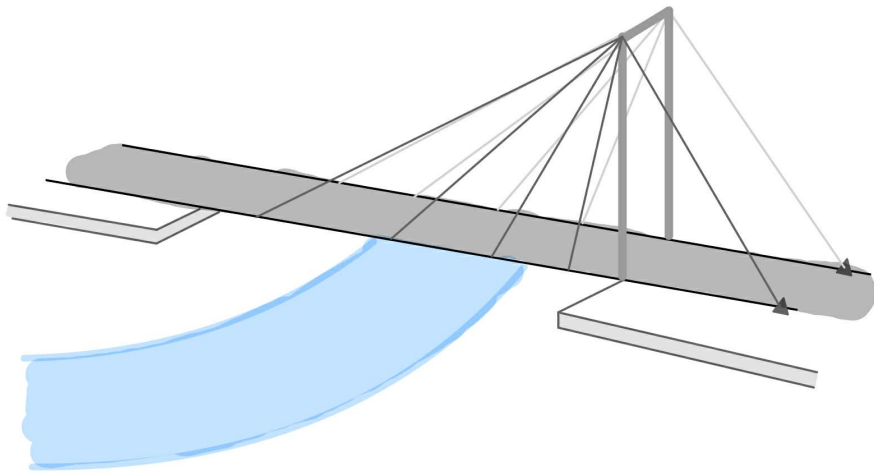
Figur 33: koncept 2



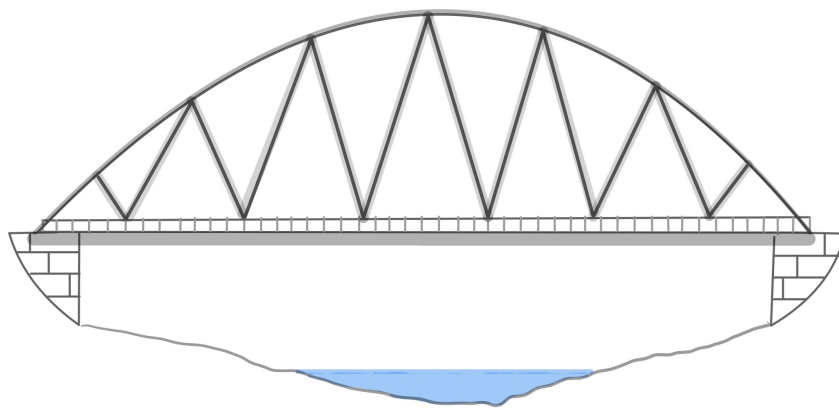
Figur 34: koncept 3



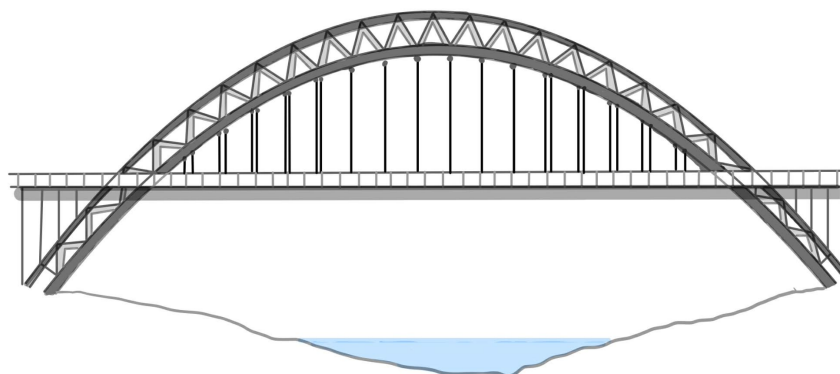
Figur 35: koncept 4



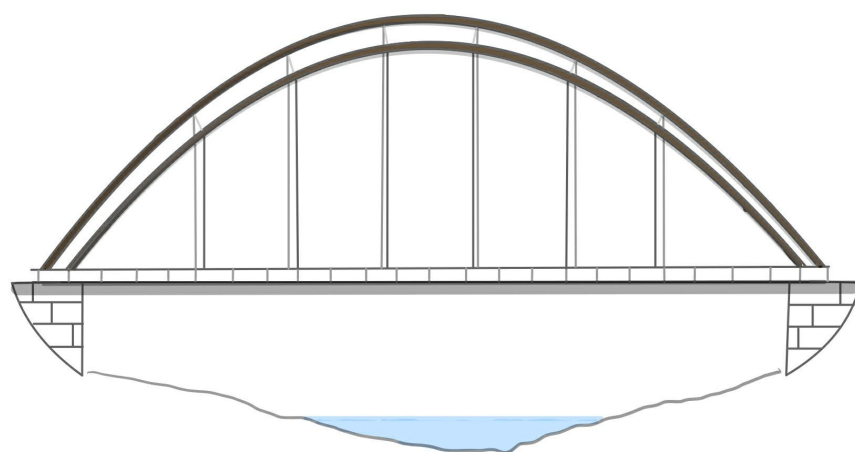
Figur 36: koncept 5



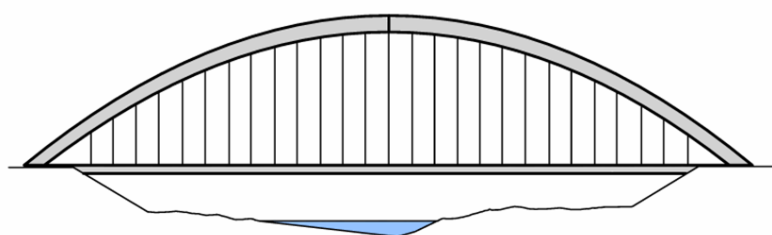
Figur 37: koncept 6



Figur 38: koncept 7



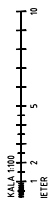
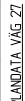
Figur 39: koncept 8



Figur 40: koncept 9

Bilaga 2 - Förslagsskiss 1 och 2

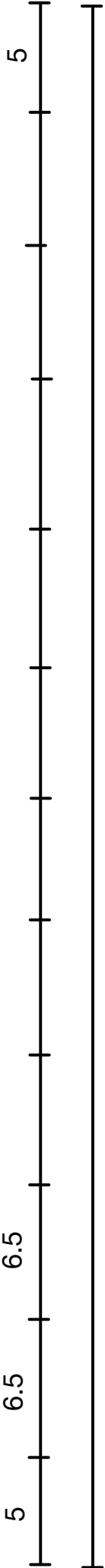
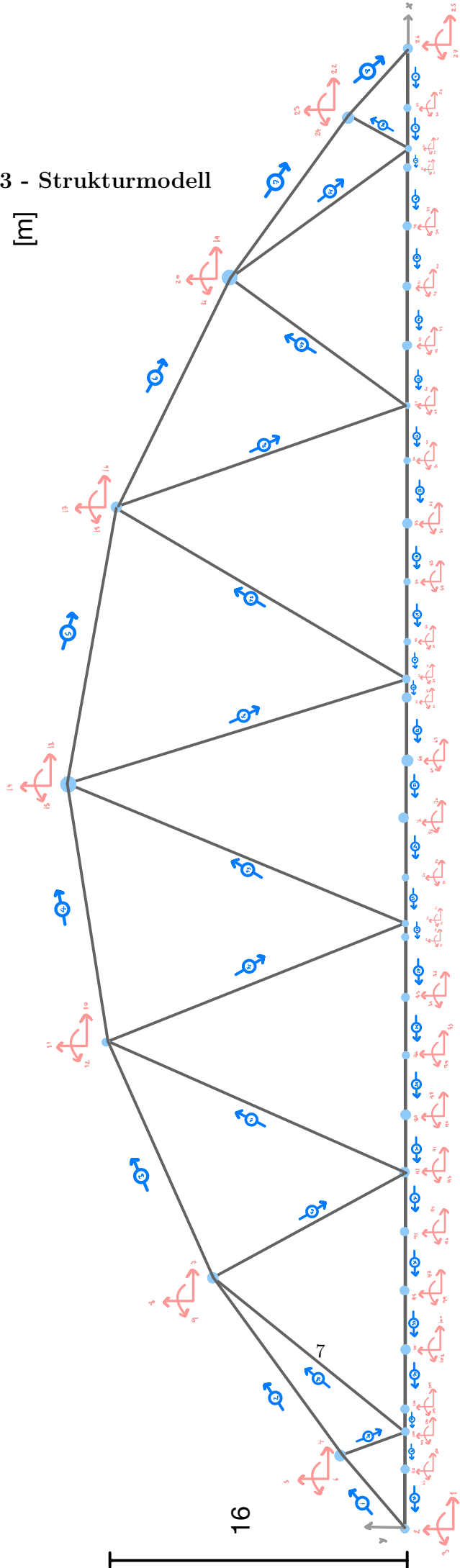
FÖRSLAGSSKISS 1 ENLIGT RITNING 1 23 K 20 01



1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068	2069	2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076	2077	2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086	2087	2088	2089	2090	2091	2092	2093	2094	2095	2096	2097	2098	2099	2100	2101	2102	2103	2104	2105	2106	2107	2108	2109	2110	2111	2112	2113	2114	2115	2116	2117	2118	2119	2120	2121	2122	2123	2124	2125	2126	2127	2128	2129	2130	2131	2132	2133	2134	2135	2136	2137	2138	2139	2140	2141	2142	2143	2144	2145	2146	2147	2148	2149	2150	2151	2152	2153	2154	2155	2156	2157	2158	2159	2160	2161	2162	2163	2164	2165	2166	2167	2168	2169	2170	2171	2172	2173	2174	2175	2176	2177	2178	2179	2180	2181	2182	2183	2184	2185	2186	2187	2188	2189	2190	2191	2192	2193	2194	2195	2196	2197	2198	2199	2200	2201	2202	2203	2204	2205	2206	2207	2208	2209	2210	2211	2212	2213	2214	2215	2216	2217	2218	2219	2220	2221	2222	2223	2224	2225	2226	2227	2228	2229	2230	2231	2232	2233	2234	2235	2236	2237	2238	2239	2240	2241	2242	2243	2244	2245	2246	2247	2248	2249	2250	2251	2252	2253	2254	2255	2256	2257	2258	2259	2260	2261	2262	2263	2264	2265	2266	2267	2268	2269	2270	2271	2272	2273	2274	2275	2276	2277	2278	2279	2280	2281	2282	2283	2284	2285	2286	2287	2288	2289	2290	2291	2292	2293	2294	2295	2296	2297	2298	2299	2300	2301	2302	2303	2304	2305	2306	2307	2308	2309	2310	2311	2312	2313	2314	2315	2316	2317	2318	2319	2320	2321	2322	2323	2324	2325	2326	2327	2328	2329	2330	2331	2332	2333	2334	2335	2336	2337	2338	2339	2340	2341	2342	2343	2344	2345	2346	2347	2348	2349	2350	2351	2352	2353	2354	2355	2356	2357	2358	2359	2360	2361	2362	2363	2364	2365	2366	2367	2368	2369	2370	2371	2372	2373	2374	2375	2376	2377	2378	2379	2380	2381	2382	2383	2384	2385	2386	2387	2388	2389	2390	2391	2392	2393	2394	2395	2396	2397	2398	2399	2400	2401	2402	2403	2404	2405	2406	2407	2408	2409	2410	2411	2412	2413	2414	2415	2416	2417	2418	2419	2420	2421	2422	2423	2424	2425	2426	2427	2428	2429	2430	2431	2432	2433	2434	2435	2436	2437	2438	2439	2440
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Bilaga 3 - Strukturmodell

[m]



Bilaga 4 - Matlabkod

Table of Contents

.....	1
Dimensionering av tvärbalkar	1
Trafiklast	3
Vindlast	5
Maximalt moment med boggie-laster	5
Maximal tvärkraft med boggie-laster	8
Kapacitetskontroller	10
Momentkapacitet - Tryck + böjning	11
Interaktionskontroll mellan moment och tvärkraft	14
Verkningsgrad gällande moment samt tvärkraft	15
Reaktionskrafter inför huvudbalkdimensionering	15
Brukgränstillstånd	16
Nedböjning	16
Kontroll av svets mellan liv och fläns	18
Svets mellan huvudbalk och tvärbalk	19

%{

Kandidatarbete ACEX11-26-53

2026-05-11

Författare:

ERIK ANSHELM, FREDRIK HOLLÄNDER, ELLIOT JOHANNESSON

ISAK KARLSSON, NAPASRAPEE SAKSIRIRUTHAI, ELLEN WERNLID

%}

Dimensionering av tvärbalkar

```
clear
```

```
clf
```

```
% Egentyngd
```

```
g = 9.82; %[m/s2]
```

```
L = 75; %[m]
```

```
c = 3; %[m]
```

```
% Mått tvärbalkar svetsade
```

```
tf_t = 0.08; %tjocklek flänsar [m]
```

```
tw_t = 0.025; %tjocklek livet [m]
```

```
bf_t = 0.7; %bredd flänsar [m]
```

```
h = 0.4; %höjd [m]
```

```
hw_t = h-(2*tf_t); %livets höjd [m]
```

```
A_t = 2*bf_t*tf_t+(h-2*tf_t)*tw_t; %tvärsnittets area [m2]
```

```
% Huvudbalkelement
```

```
h = 0.4; % Tvärsnittet höjd [m]
```

```
bf = 0.25; % Tvärsnittets bredd [m]
```

```
hf = 0.08; % Tvärsnittets fläns höjd [m]
```

```
tw = 0.03; % Tvärsnittets livets bredd [m]
```

```

hw=h-2*hf;
A_balk = (hw*tw)+(bf*hf*2); % Area på tvärsnittet [m^2]
I_balk = tw*hw^3/12 + 2*(bf*hf^3/12 +bf*hf*(hw/2 + hf/2)^2); % Balkens
tröghetsmoment [m^4]

L_t = 16.5; %Längd tvärbalkar [m]
gamma_t = 7850*g; % Tunghet stål [N/m3]
egentyngd_t = gamma_t*A_t; % Egentyngd tvärbalk [N/m]

% Egentyngd betong
t_b = 0.3; % Tjocklek betong [m]
gamma_b = 2500*g; % Tunghet betong [N/m3]
egentyngd_b = gamma_b * t_b * c; % Total egentyngd för betongen [N/m]

% Egentyngd asfalt
t_a = 0.095; % Tjocklek asfalt [m]
gamma_a = 2400*g; % Tunghet asfalt [N/m3]
egentyngd_a = gamma_a * t_a * c; % Total egentyngd för asfalten [N/m]

% Total egentyngd för varje tvärbalk
tot_Egentyngd = egentyngd_t + egentyngd_b + egentyngd_a; % Total egentyngd
per meter [N/m]

fprintf('Egentyngd tvärbalkar är: %.2f N/m\n',egentyngd_t);
fprintf('Egentyngd betongplatta är: %.2f N/m\n',egentyngd_b);
fprintf('Egentyngd asfalt är: %.2f N/m\n',egentyngd_a);
fprintf('Total egentyngd hos är: %.2f N/m\n',tot_Egentyngd);

Egentyngd tvärbalkar är: 9096.27 N/m
Egentyngd betongplatta är: 22095.00 N/m
Egentyngd asfalt är: 6716.88 N/m
Total egentyngd hos är: 37908.15 N/m

```

Trafiklast

```
% Beräkning av karakteristiska lastkombinationer
% av lastfall 6.10a och 6.10b enligt Eurocode SS-EN1990
% I rapporten ekvation 14.1 och 14.2

% Reduktionsfaktorer
gammaG_j_sup = 1.35;
gammaG_j_inf = 1;
gammaQ_i = 1.5;
ei = 0.85;
psi0_1 = 0.75;
psi0_2 = 0.4;
psi1_1 = 0.75;
psi1_2 = 0.4;
psi2_1 = 0;
psi2_2 = 0;

% Laster som verkar på brobanan
% Axiell last
TS1 = 270e3; % Lasten i körfält 1 reducerad [N]
TS2 = 180e3; % Lasten i körfält 2 reducerad [N]

% Utbredd last
p1k = 7.2e3; % Lasten i körfält 1 [N/m^2]
p2k = 2.5e3; % Lasten i körfält 2 [N/m^2]
pik = 2.5e3; % Lasten i resterande fält [N/m^2]
```

```

% Egentyngd
Gk_j = tot_Egentyngd; % [N/m]

% Lastkombination brottgränstillstånd
% Lastkombinationer 14.1

% Huvudlast egentyngd
Gkj_a = gammaG_j_sup * Gk_j;

% Karakteristisk variabel last körfält 1
Qk_1a = gammaQ_i * psi0_1 * TS1; % [N]
% Körfält 2
Qk_2a = gammaQ_i * psi0_1 * TS2; % [N]

% Körfält 1 jämnt utbredd
pk_1a = gammaQ_i * psi0_2 * p1k * c; % [N/m]
% Körfält 2
pk_2a = gammaQ_i * psi0_2 * p2k * c; % [N/m]

% Resterande yta
pk_3a = gammaQ_i * psi0_2 * pik * c; % [N/m]

% Utbredda laster
q_a = Gkj_a + pk_1a + pk_2a + pk_3a; % [N/m]

% Lastkombinationer 14.2

% Huvudlast variabel last
Gkj_b = ei * gammaG_j_sup * Gk_j;

% Karakteristisk variabel last körfält 1
Qk_1b = gammaQ_i * TS1;
% Körfält 2
Qk_2b = gammaQ_i * psi0_1 * TS2;
% Körfält 1 jämnt utbredd
qk_1b = gammaQ_i * p1k * c;
% Körfält 2
qk_2b = gammaQ_i * psi0_2 * p2k * c;
% Resterande yta
qk_3b = gammaQ_i * psi0_2 * pik * c;

% Utbredda laster
q_b = Gkj_b + qk_1b + qk_2b + qk_3b; % [N/m]

if q_a > q_b
    q_dim = q_a;
    Qk_1 = Qk_1a;
    Qk_2 = Qk_2a;
    disp('Dimensionerande lastfall: 14.1')
else
    q_dim = q_b;
    Qk_1 = Qk_1b;
    Qk_2 = Qk_2b;

```

```

    disp('Dimensionerande lastfall: 14.2')
end

fprintf('q = %.2f kN/m\n', q_dim/1000)
fprintf('Q1 = %.2f kN\n', Qk_1/1000)
fprintf('Q2 = %.2f kN\n', Qk_2/1000)

Dimensionerande lastfall: 14.2
q = 84.90 kN/m
Q1 = 405.00 kN
Q2 = 202.50 kN

```

Vindlast

```

v = 25; % [m/s] vindhastighet
q = 0.5*1.25*v^2;
c_e = 2.0;
c_p = 1.5;
q = q * c_e * c_p; % [Pa]
H_huvudbalk = 0.4; % [m]

q_punkt = q*3*H_huvudbalk;

```

Maximalt moment med boggie-laster

```

% Indata
E = 210e9; %E-modul [Pa]
Ix = ((tw_t*hw_t^3)/12)+(2*((bf_t*tf_t^3)/12)+(bf_t*tf_t*((tf_t+hw_t)/2)^2)); %Ytttröghetsmoment [m4]
ep = [E A_t Ix]; %Elementegenskaper

% Formulerar koordinater för en tvärbalk
ex1_M = [0 6]; ex2_M = [6 6.5]; ex3_M = [6.5 8.5];
ex4_M = [8.5 9]; ex5_M = [9 9.5]; ex6_M = [9.5 11.5];
ex7_M = [11.5 12]; ex8_M = [12 16.5];
% Balkens orientering i y-led
ey = [0 0];

% Skapar lastvektor
eq_M=[1 q_punkt (-Gkj_b-qk_3b);
2 0 (-Gkj_b-qk_1b);
3 0 (-Gkj_b-qk_1b);
4 0 (-Gkj_b-qk_1b);
5 0 (-Gkj_b-qk_2b);
6 0 (-Gkj_b-qk_2b);
7 0 (-Gkj_b-qk_2b);
8 0 (-Gkj_b-qk_3b)];

% Samlar alla koordinater i en matris
kord_M = [1 ex1_M ey;
2 ex2_M ey;
3 ex3_M ey;
4 ex4_M ey;

```

```

5 ex5_M ey;
6 ex6_M ey;
7 ex7_M ey;
8 ex8_M ey;];

% Topologimatrix för en tvärbalk
Edof_M = [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;];

dof_M = max(max(Edof_M(:,2:end))); %frihetsgrader
noe_M = max(Edof_M(:,1)); %antalet element

% Global matrix och lastvektor
K_M = zeros(dof_M,dof_M);
f_M = zeros(dof_M,1);

%
for i = 1:noe_M

    ex_M = kord_M(i,2:3); % x-koordinater
    ey_iM = kord_M(i,4:5); % y-koordinater

    % Utbredd last
    q_M = eq_M(i,2:3);

    % Elementstyvhet + last (beam2e från CALFEM)
    [Ke_M, fe_M] = beam2e(ex_M, ey_iM, ep, q_M);

    % Sätta in i global matrix
    [K_M, f_M] = assem(Edof_M(i,:), K_M, Ke_M, f_M, fe_M);
end

% Randvillkor
bc_M = [1 0;
2 0;
3 0;
25 0;
26 0;
27 0]; %fast inspänd

% Boggie-laster görs om till punktlaster
f_M(8) = -Qk_1b;
f_M(11) = -Qk_1b;
f_M(17) = -Qk_2b;
f_M(20) = -Qk_2b;

[a_M, r_M] = solveq(K_M,f_M,bc_M); %förskjutningar och reaktionskrafter

```

```
ed_M = extract(Edof_M,a_M); %Tar ut förskjutningar

%Plotta momentkurva
figure(1)
for i = 1:noe_M
    plotpar= [2 1];

    ex_M = kord_M(i,2:3);
    ey_iM = kord_M(i,4:5);
    q_M = eq_M(i,2:3);
    [es_M, edi_M, eci_M] = beam2s(kord_M(i,2:3),kord_M(i,4:5), ep,
ed_M(i,:), q_M,20);
    eldia2(ex_M,ey_iM,es_M(:,3),plotpar,1e-6);

end
title('Momentkurva')
xlabel('m')
ylabel('-')

% Maxmoment
M_all = [];

for i = 1:noe_M
    ex_M = kord_M(i,2:3);
    ey_iM = kord_M(i,4:5);
    q_M = eq_M(i,2:3);

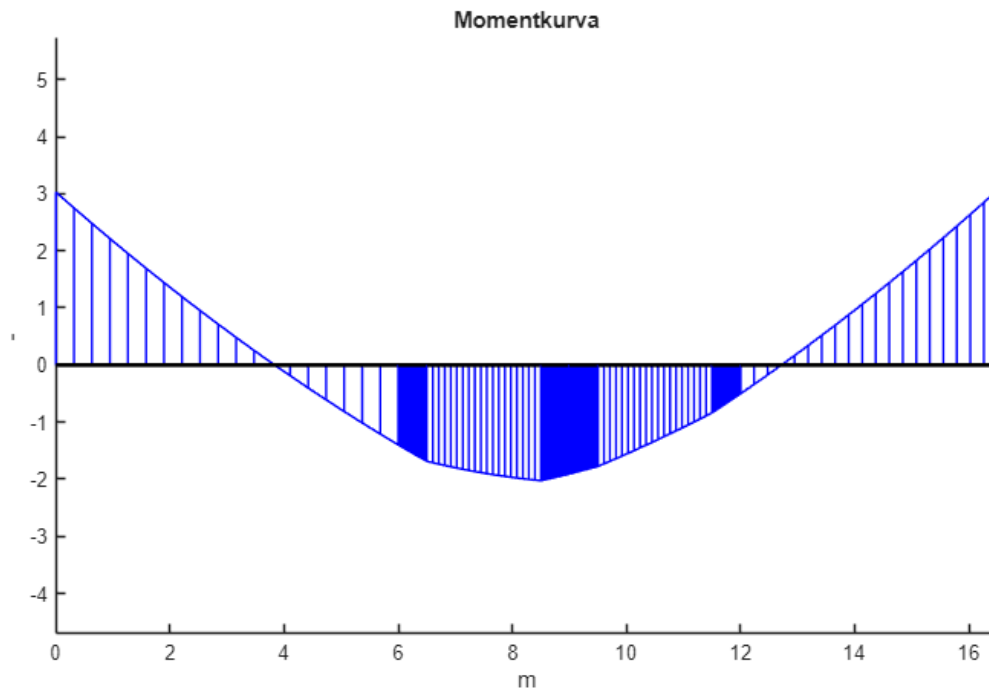
    es_M = beam2s(ex_M, ey_iM, ep, ed_M(i,:), q_M, 20);

    M_all = [M_all; es_M(:,3)];
end

Maxmom_tot = max(abs(M_all));

fprintf('Det maximala momentet blir %.2f kNm\n', Maxmom_tot/1000);

Det maximala momentet blir 3059.72 kNm
```



Maximal tvärkraft med boggie-laster

```
% Indata
E = 210e9; %E-modul [Pa]
Ix = ((tw_t*hw_t^3)/12)+(2*((bf_t*tf_t^3)/12)+(bf_t*tf_t*((tf_t+hw_t)/
2)^2)); %Ytttröghetsmoment [m4]
ep = [E A_t Ix]; %Elementegenskaper

% Formulerar koordinater för en godtycklig tvärbalk
ex1_V = [0 0.5]; ex2_V = [0.5 2.5]; ex3_V = [2.5 3];
ex4_V = [3 3.5]; ex5_V = [3.5 5.5]; ex6_V = [5.5 6];
ex7_V = [6 16.5];
% Balkens orientering i y-led
ey = [0 0];

% Skapar lastvektor
eq_V=[1 q_punkt (-Gkj_b-qk_1b);
2 0 (-Gkj_b-qk_1b);
3 0 (-Gkj_b-qk_1b);
4 0 (-Gkj_b-qk_2b);
5 0 (-Gkj_b-qk_2b);
6 0 (-Gkj_b-qk_2b);
7 0 (-Gkj_b-qk_3b)];

% Samlar alla koordinater i en matris
kord_V = [1 ex1_V ey;
2 ex2_V ey;
3 ex3_V ey;
```

```

4 ex4_V ey;
5 ex5_V ey;
6 ex6_V ey;
7 ex7_V ey;];

% Topologimatrix för en tvärbalk
Edof_V = [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;];

dof_V = max(max(Edof_V(:,2:end))); %frihetsgrader
noe_V = max(Edof_V(:,1)); %antalet element

% Global matrix och lastvektor
K_V = zeros(dof_V,dof_V);
f_V = zeros(dof_V,1);

%
for i = 1:noe_V

    ex_V = kord_V(i,2:3); % x-koordinater
    ey_iV = kord_V(i,4:5); % y-koordinater

    % Utbredd last
    q_V = eq_V(i,2:3);

    % Elementstyvhet + last (beam2e från CALFEM)
    [Ke_V, fe_V] = beam2e(ex_V, ey_iV, ep, q_V);

    % Sätter in i global matrix
    [K_V, f_V] = assem(Edof_V(i,:), K_V, Ke_V, f_V, fe_V);
end

% Randvillkor
bc_V = [1 0;
2 0;
3 0;
22 0;
23 0;
24 0]; %fast inspänd

% Boggie-laster görs om till punktlaster
f_V(5) = -Qk_1b;
f_V(8) = -Qk_1b;
f_V(14) = -Qk_2b;
f_V(17) = -Qk_2b;

[a_V, r_V] = solveq(K_V,f_V,bc_V); %förskjutningar och reaktionskrafter
ed_V = extract(Edof_V,a_V); %Tar ut förskjutningar

```

```

V_all = [];

% Plottar tvärkraftskurva
figure(2)
for i = 1:noe_V
    ex_V = kord_V(i,2:3);
    ey_iV = kord_V(i,4:5);
    q_V = eq_V(i,2:3);

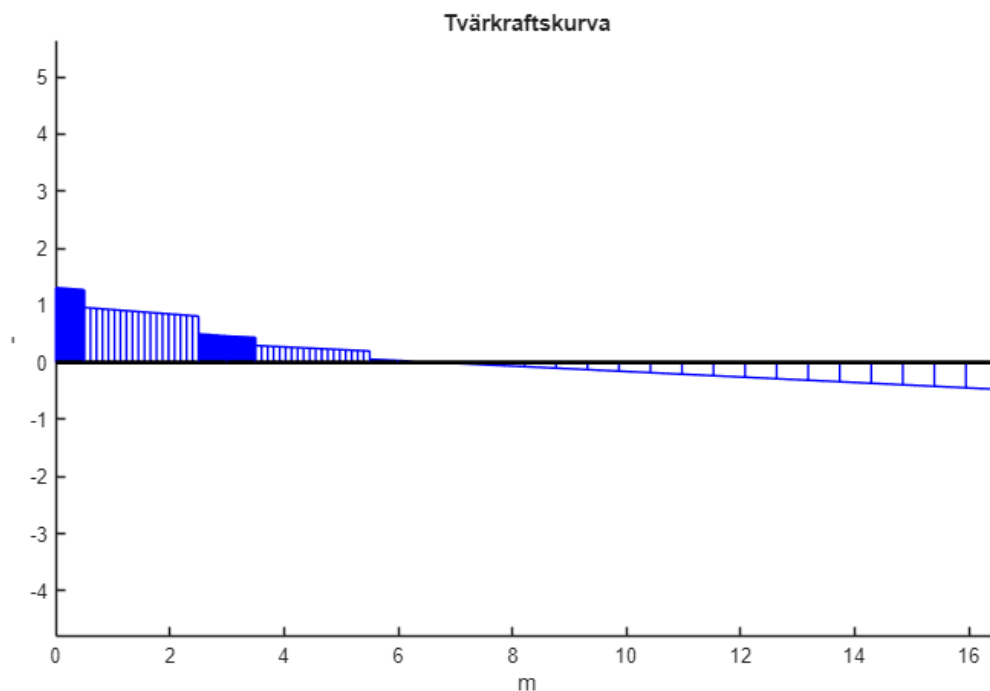
    es_V = beam2s(ex_V, ey_iV, ep, ed_V(i,:), q_V, 20);
    eldia2(ex_V, ey_iV, es_V(:,2), plotpar, 1e-6);
    V_all = [V_all; es_V(:,2)];
end
title('Tvärkraftskurva')
xlabel('m')
ylabel('kN')

MaxV_tot = max(abs(V_all));

fprintf('Den maximala tvärkraften blir %.2f kN\n', MaxV_tot/1000);

Den maximala tvärkraften blir 1308.94 kN

```



Kapacitetskontroller

```

% Indata för tvärsnittet
tf_t = 0.08; %tjocklek flänsar [m]
tw_t = 0.025; %tjocklek livet [m]

```

```

bf_t = 0.7; %bredd flänsar [m]
h = 0.4; %höjd [m]
hw_t = h-(2*tf_t); %höjd livet [m]
A_t = 2*bf_t*tf_t+(h-2*tf_t)*tw_t; %tvärsnittets area [m2]
n = 1.2; % Stålkvaliteér upp till S460
Av = n*hw_t*tw_t; %Skjuvarea [m2]

fy = 355; % Stålkvalité [MPa]
k = 5.34; % Tvärgående avstyvningar endast över upplag

% Tvärkraftskapacitet
epsilon = sqrt(235/fy);

%Kontroll av skjuvbuckling samt beräkning av tvärkraftskapacitet

buck = hw_t/tw_t;
skjuv = 31* (epsilon/n)*sqrt(k);

if buck <= skjuv %(S5-19)
fprintf('Tvärsnittet riskerar inte skjuvbuckling\n')
Vpl_Rd = Av*fy*10^3/(sqrt(3)); % Tvärkraftskapacitet [kN]
fprintf('Tvärkraftskapaciteten blir %0.02f [kN]\n',Vpl_Rd)
else
fprintf('Tvärsnittet riskerar skjuvbuckling\n')
lambda_w = (hw/tw)/(37.4*epsilon*sqrt(k)); %(S5-21)
Slankhets_grans = 0.8/n;
if Slankhets_grans < 0.8/n
ki = n;
elseif 0.8/n < Slankhets_grans < 1.08
ki = 0.83/Slankhets_grans;
else ki = 1.37/(0.7+Slankhets_grans);
end
Vpl_Rd = Av*fy*1e3/(sqrt(3));% Tvärkraftskapacitet [kN]
fprintf('Tvärkraftskapaciteten blir %0.02f [kN]\n',Vpl_Rd)
end

Tvärsnittet riskerar inte skjuvbuckling
Tvärkraftskapaciteten blir 1475.71 [kN]

```

Momentkapacitet - Tryck + böjning

Beräkning av tvärklass

```

d = hw_t-3*tw_t;
lambda_w=d/tw_t;
epsilon=sqrt(235/fy);
lambda=1;
gamma_m1=1;

alpha=0.5; % tryckt tvärsnitt / helt tvärsnitt
psi=-1; % största spänning / minsta spännings
if alpha >= 0.5
    if lambda_w <= 396*epsilon/(13*alpha-1)
        % Tvärsnittsklass 1

```

```

Wpl = tf_t*bf_t*(tf_t+hw_t)+(tw_t*hw_t^2)/4;
W = Wpl;
fprintf('Enligt liv: Tvärsnittsklass 1, W=Wpl %0.04f [m^3]\n', W)
% Momentkapacitet
Mb_Rd = lambda*W*fy*1e3/gamma_m1;
fprintf('Momentkapaciteten i huvudbalken blir %0.02f [kNm]\n', Mb_Rd);
Mb_Rd1 = lambda*W*fy*1e6/gamma_m1;
klass_liv = 1;

elseif 396*epsilon/(13*alpha-1) < lambda_w <= 456*epsilon/(13*alpha-1)
% Tvärsnittsklass 2
Wpl = tf_t*bf_t*(tf_t+hw_t)+(tw_t*hw_t^2)/4;
W = Wpl;
fprintf('Enligt liv: Tvärsnittsklass 2, W=Wpl %0.04f [m^3]\n', W)
% Momentkapacitet

Mb_Rd = lambda*W*fy*1e3/gamma_m1;
fprintf('Momentkapaciteten i huvudbalken blir %0.02f [kNm]\n', Mb_Rd);
Mb_Rd1 = lambda*W*fy*1e6/gamma_m1;
klass_liv = 2;

else
% Tvärsnittsklass 3
if psi > -1
grens = 42*epsilon/(0.67 + 0.33*psi);
else
grens = 62*epsilon/((1 - psi)*sqrt(-psi));
end

if lambda_w <= grens
ymax = (hw_t+2*tf_t)/2;
Wel = Ix/ymax;
W = Wel;
% Momentkapacitet
Mb_Rd = lambda*W*fy*1e3/gamma_m1;
fprintf('Tvärsnittsklass 3 (psi-metod), W=Wel %0.04f [m^3]\n', W)
fprintf('Momentkapaciteten i huvudbalken blir %0.02f [kNm]\n',
Mb_Rd);
Mb_Rd1 = lambda*W*fy*1e6/gamma_m1;
fprintf('Enligt liv: Tvärsnittsklass 3 (psi-metod), W=Wel %0.04f
[m^3]\n', W)
klass_liv = 3;

else
fprintf('Enligt liv: Tvärsnittsklass 4 → effektivt tvärsnitt
krävs\n')
klass_liv = 4;

end
end

else
if lambda_w <= 36*epsilon/alpha
% Tvärsnittsklass 1

```

```

Wpl = tf_t*bf_t*(tf_t+hw_t)+(tw_t*hw_t^2)/4;
W = Wpl;
fprintf('Enligt liv: Tvärsnittklass 1, W=Wpl %0.04f [m^3]\n', W)
% Momentkapacitet
Mb_Rd = lambda*W*fy*1e3/gamma_m1;
fprintf('Momentkapaciteten i huvudbalken blir %0.02f [kNm]\n', Mb_Rd);
Mb_Rd1 = lambda*W*fy*1e6/gamma_m1;
klass_liv = 1;

elseif 36*epsilon/alpha < lambda_w <= 41.5*epsilon/alpha
    % Tvärsnittsklass 2
    Wpl = tf_t*bf_t*(tf_t+hw_t)+(tw_t*hw_t^2)/4;
    W = Wpl;
    fprintf('Enligt liv: Tvärsnittklass 2, W=Wpl %0.04f [m^3]\n', W)
    % Momentkapacitet
    Mb_Rd = lambda*W*fy*1e3/gamma_m1;
    fprintf('Momentkapaciteten i huvudbalken blir %0.02f [kNm]\n', Mb_Rd);
    Mb_Rd1 = lambda*W*fy*1e6/gamma_m1;
    klass_liv = 2;

else
    % Tvärsnittsklass 3
    if psi > -1
        grens = 42*epsilon/(0.67+0.33*psi);
    else
        grens = 62*epsilon/((1-psi)*sqrt(-psi));
    end

    if lambda_w <= grens
        ymax = (hw_t+2*tf_t)/2;
        Wel = Ix/ymax;
        W = Wel;
        % Momentkapacitet
        Mb_Rd = lambda*W*fy*1e3/gamma_m1;
        fprintf('Tvärsnittklass 3 (psi-metod), W=Wel %0.04f [m^3]\n', W)
        Mb_Rd1 = lambda*W*fy*1e6/gamma_m1;
        fprintf('Enligt liv: Tvärsnittklass 3 (psi-metod), W=Wel %0.04f
[m^3]\n', W)
        klass_liv = 3;

    else
        fprintf('Enligt liv: Tvärsnittklass 4 → effektivt tvärsnitt
krävs\n')
        klass_liv = 4;

    end
end
end

% Beräkning av tvärklass flens
a=4e-3; % Svetsmått
c=(bf_t-tw_t)/2-a;
lambda_c=c/tw_t;

```

```

if lambda_c <= 9*epsilon
    % Tvärsnittsklass 1
    Wpl = tf_t*bf_t*(tf_t+hw_t)+(tw_t*hw_t^2)/4;
    W = Wpl;
    fprintf('Enligt flens: Tvärsnittsklass 1, W=Wpl %0.04f [m^3]\n', W)
    % Momentkapacitet
    Mb_Rdf = lambda*W*fy*1e6/gamma_m1;
    klass_flens = 1;

elseif 9*epsilon < lambda_c <= 10*epsilon
    % Tvärsnittsklass 2
    Wpl = tf_t*bf_t*(tf_t+hw_t)+(tw_t*hw_t^2)/4;
    W = Wpl;
    fprintf('Enligt flens: Tvärsnittsklass 2, W=Wpl %0.04f [m^3]\n', W)
    % Momentkapacitet
    Mb_Rdf = lambda*W*fy*1e6/gamma_m1;
    klass_flens = 2;

elseif 10*eps < (d/tw) <= 14*eps
    % Tvärsnittsklass 3
    ymax=(hw_t+2*tf_t)/2;
    Wel = Ix/ymax;
    W = Wel;
    fprintf('Enligt flens: Tvärsnittsklass 3, W=Wel %0.04f [m^3]\n', W)
    % Momentkapacitet
    Mb_Rdf = lambda*W*fy*1e6/gamma_m1;
    klass_flens = 3;

end

klass=max(klass_liv, klass_flens);

if klass_liv < klass_flens
    fprintf('Momentkapaciteten i tvärbalk blir %0.02f [kNm]\n',Mb_Rdf/1000);
else
    fprintf('Momentkapaciteten i tvärbalk blir %0.02f [kNm]\n',Mb_Rdl/1000);
end

Mb_Rd=Mb_Rdl;

Enligt liv: Tvärsnittsklass 1, W=Wpl 0.0183 [m^3]
Momentkapaciteten i huvudbalken blir 6489.40 [kNm]
Enligt flens: Tvärsnittsklass 2, W=Wpl 0.0183 [m^3]
Momentkapaciteten i tvärbalk blir 6489.40 [kNm]

```

Interaktionskontroll mellan moment och tvärkraft

```

Mf_Rd = bf_t*tf_t*(tf_t*hw_t)*fy*1e3; %Momentkapacitet för flänsar [kNm]

% Kontroll om interaktionskontroll är befogat
M_Ed = 3059.72; %Dimensionerande moment från tidigare lastanalys [kNm]

```

```
V_Ed = 1308.94; %Dimensionerande tvärkraft från tidigare lastanalys [kN]
```

```
if Mf_Rd > M_Ed || V_Ed < 0.5*Vpl_Rd
    disp('Ingen interaktionskontroll behöver genomföras')
else
    disp('Interaktionskontroll måste genomföras')
end
```

```
M_Rdred = Mf_Rd + (Mb_Rd - Mf_Rd) * (1 - ((V_Ed/Vpl_Rd) - 1)^2);
```

```
if M_Rdred > M_Ed
    disp('Interaktion OK!')
else
    disp('Interaktion ej OK!')
end
```

```
Interaktionskontroll måste genomföras
Interaktion OK!
```

Verkningsgrad gällande moment samt tvärkraft

```
fprintf('Verkningsgraden med avseende på tvärkraft blir %0.02f%%\n', (V_Ed/
(Vpl_Rd)*100));
fprintf('Verkningsgraden med avseende på moment blir %0.02f%%\n', (M_Ed/
(Mb_Rd)*100));
```

```
Verkningsgraden med avseende på tvärkraft blir 88.70%
Verkningsgraden med avseende på moment blir 0.05%
```

Reaktionskrafter inför huvudbalkdimensionering

```
if r_M(2,:) > r_M(26,:)
    disp('Största vertikala reaktionskraften från ULS-moment blir')
    disp(r_M(2,:))
elseif r_M(26,:) > r_M(2,:)
    disp('Största vertikala reaktionskraften från ULS-moment blir')
    disp(r_M(26,:))
end

if r_V(2,:) > r_V(23,:)
    disp('Största vertikala reaktionskraften från ULS-tvärfkraft blir')
    disp(r_V(2,:))
elseif r_V(23,:) > r_V(2,:)
    disp('Största vertikala reaktionskraften från ULS-tvärfkraft blir')
    disp(r_V(23,:))
end

R_a = max([r_M(2,:), r_M(26,:), r_V(2,:), r_V(23,:)]);
fprintf('Största vertikala reaktionskraften blir %0.02f kN\n', R_a/1e3);

Största vertikala reaktionskraften från ULS-moment blir
8.9929e+05
```

Största vertikala reaktionskraften från ULS-tvärkraft blir
1.3089e+06

Största vertikala reaktionskraften blir 1308.94 kN

Brukgränstillstånd

Frekvent lastkombination dvs ekvation 6.15b

```
% Egentyngd
Gkj_f=Gkj_j;
% körfält 1
Qk_1f = psi1_1 * TS1;
% Körfält 2
Qk_2f = psi2_1 * TS2;
% Körfält 1 jämt utbredd
qk_1f = psi1_2 * p1k * c;
% Körfält 2
qk_2f = psi2_2 * p2k * c;
% Resterande yta
qk_3f = psi2_2 * pik * c;

% Utbredda laster
q_f = Gkj_f + qk_1f + qk_2f + qk_3f; % [N/m]

fprintf('q_f = %.2f kN/m\n', q_f/1000)
fprintf('Q1_f = %.2f kN\n', Qk_1f/1000)
fprintf('Q2_f = %.2f kN\n', Qk_2f/1000)

q_f = 38.87 kN/m
Q1_f = 202.50 kN
Q2_f = 0.00 kN
```

Nedböjning

```
% Indata
E = 210e9; %E-modul [Pa]
Ix = ((tw_t*hw_t^3)/12)+(2*((bf_t*tf_t^3)/12)+(bf_t*tf_t*((tf_t+hw_t)/2)^2)); %[m4]
ep = [E A_t Ix];

% Formulerar koordinater för en godtycklig tvärbalk
ex1_f = [0 6]; ex2_f = [6 6.5]; ex3_f = [6.5 8.5];
ex4_f = [8.5 9]; ex5_f = [9 9.5]; ex6_f = [9.5 11.5];
ex7_f = [11.5 12]; ex8_f = [12 16.5];
% Balkens orientering i y-led
ey = [0 0];

% Skapar lastvektor
eq_f=[1 0 (-Gkj_f-qk_3f);
2 0 (-Gkj_f-qk_1f);
```

```

3 0 (-Gkj_f-qk_1f);
4 0 (-Gkj_f-qk_1f);
5 0 (-Gkj_f-qk_2f);
6 0 (-Gkj_f-qk_2f);
7 0 (-Gkj_f-qk_2f);
8 0 (-Gkj_f-qk_3f);];

% Samlar alla koordinater i en matris
kord_f = [1 ex1_f ey;
2 ex2_f ey;
3 ex3_f ey;
4 ex4_f ey;
5 ex5_f ey;
6 ex6_f ey;
7 ex7_f ey;
8 ex8_f ey;];

% Topologimatrix för en tvärbalk
Edof_f = [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;];

dof_f = max(max(Edof_f(:,2:end))); %frihetsgrader
noe_f = max(Edof_f(:,1)); %antalet element

% Global matris
K_f = zeros(dof_f,dof_f);
f_f = zeros(dof_f,1);

%
for i = 1:noe_f

    ex_f = kord_f(i,2:3); % x-koordinater
    ey_if = kord_f(i,4:5); % y-koordinater

    % Utbredd last
    q_f = eq_f(i,2:3);

    % Elementstyvhet + last (beam2e från CALFEM)
    [Ke_f, fe_f] = beam2e(ex_f, ey_if, ep, q_f);

    % Montera in i global matris
    [K_f, f_f] = assem(Edof_f(i,:), K_f, Ke_f, f_f, fe_f);
end

% Randvillkor
bc_f = [1 0;
2 0;
3 0;

```

```

25 0;
26 0;
27 0]; %fast inspänd

% Boggie-laster görs om till punktlaster
f_f(8) = -Qk_1f;
f_f(11) = -Qk_1f;
f_f(17) = -Qk_2f;
f_f(20) = -Qk_2f;

[a_f, r_f] = solveq(K_f,f_f,bc_f); %förksjutningar och reaktionskrafter

% kollar på de mest belastade elementen, dvs element 3-4
Ed_f=extract(Edof_f, a_f);
ed3_f=(Ed_f(3,:));
ed4_f=(Ed_f(4,:));

[es3_f,edi3_f,ec3_f] = beam2s(ex3_f,ey,ep,ed3_f,eq_f(3,:),20);
[es4_f,edi4_f,ec4_f] = beam2s(ex4_f,ey,ep,ed4_f,eq_f(4,:),20);

maxnedbojning = max([abs(edi3_f(:,2)); abs(edi4_f(:,2))]);
krav=L_t/400;

if maxnedbojning > krav
    fprintf('w_max = %.2f mm\n', maxnedbojning*1000)
    fprintf('krav = %.2f mm\n', krav*1000)
    disp('Maximal nedböjning klarar inte kravet')
else
    fprintf('w_max = %.2f mm\n', maxnedbojning*1000)
    fprintf('krav = %.2f mm\n', krav*1000)
    disp('Maximal nedböjning klarar kravet')
end

w_max = 38.86 mm
krav = 41.25 mm
Maximal nedböjning klarar kravet

```

Kontroll av svets mellan liv och fläns

```

a1_1 = 0.015; % övre svetsens a-mått [m]
a1_2 = 0.022; % undre svetsens a-mått [m]
S = bf_t*tf_t*(h/2 - tf_t/2); %Statiskt yttröghetsmoment [m3]

% Svets mellan top-fläns och liv
tao_part = (V_Ed*1e3*S)/(Ix*2*a1_1); %Tao-parallell
fu = 550e6;
Bw = 0.9;
yM2 = 1.25;
barformaga = fu/(Bw*yM2);
if sqrt(3)*tao_part < barformaga
    disp('Topp-svetsen klarar kravet')
elseif sqrt(3)*tao_part > barformaga
    disp('Topp-svetsen klarar inte kravet')

```

```

end

% Svets mellan bottom-fläns och liv
L_s = bf/2; %flänsbredden på huvudbalken sidobredd vet inte vad det är men
blir bra ett avstånd
tao_parb = (R_a*S)/(Ix*2*a1_2);
sigma_per = (R_a)/(2*sqrt(2)*L_s*a1_2);
tao_per = sigma_per;

if sqrt(sigma_per^2+3*(tao_per^2+tao_parb^2)) < barformaga && sigma_per <
0.9*fu/yM2
    disp('Bottom-svetsen klarar kravet')
    disp('-----')
elseif sqrt(sigma_per^2+3*(tao_per^2+tao_parb^2)) > barformaga
    disp('Bottom-svetsen klarar inte kravet')
    disp('-----')
end

Topp-svetsen klarar kravet
Bottom-svetsen klarar kravet
-----

```

Svets mellan huvudbalk och tvärbalk

Svets mellan huvudbalkens liv och anslutningsplåt till tvärbalk (denna tar all tvärkraft)

```

disp('Kontroll av anslutning mellan tvärbalk och Huvudbalk')
a2_1 = 0.01; %[m]
a2_2 = 0.015 ;
L_svetshuvudbalk = hw; %denna är ?
tao_parl = (V_Ed*1e3)/(2*a2_1*L_svetshuvudbalk);

if sqrt(3)*tao_parl < barformaga
    disp('Liv-svetsen klarar kravet')
elseif sqrt(3)*tao_parl > barformaga
    disp('Liv-svetsen klarar inte kravet')
end

% Svets mellan Huvudbalks fläns och tvärbalkens fläns (partiell stumsvets,
% beräknas på samma sätt som inträngade kälsvets, enligt Eurokod 3 SS-EN
% 1993-1-8:2005 sid 44.
P = (M_Ed*1e3)/(h-hf);
L_svetsflans = bf_t;
sigma_perf = P/(2*sqrt(2)*L_svetsflans*a2_2);

if sqrt(sigma_perf^2) < barformaga && sigma_perf < 0.9*fu/yM2
    disp('Svets mellan fläns hos huvudbalk och fläns hos tvärbalk klarar
kravet')
elseif sqrt(sigma_perf^2) > barformaga
    disp('Svets mellan fläns hos huvudbalk och fläns hos tvärbalk klarar
inte kravet')
end

```

Kontroll av anslutning mellan tvärbalk och Huvudbalk

Liv-svetsen klarar kravet

Svets mellan fläns hos huvudbalk och fläns hos tvärbalk klarar kravet

Published with MATLAB® R2025b

Nedböjning i SLS

```
clc
clear
```

Egentyngd

```
g = 9.82;    %[m/s2]
L = 75;      %[m]
c = 3;       %[m]

% Mått tvärbalkar svetsade
tf_t = 0.08; %tjocklek flänsar [m]
tw_t = 0.01; %tjocklek livet [m]
bf_t = 0.7;  %bredd flänsar [m]
h = 0.4;     %höjd [m]
hw_t = h-(2*tf_t);
A_t = 2*bf_t*tf_t+(h-2*tf_t)*tw_t; %tvärsnittets area [m2]

L_t = 16.5;  %Längd tvärbalkar [m]
gamma_t = 7850*g; % Tunghet stål [N/m3]
egentyngd_t = gamma_t*A_t; % Egentyngd tvärbalk [N/m]

% Egentyngd betong
t_b = 0.3; % Tjocklek betong [m]
gamma_b = 2500*g; % Tunghet betong [N/m3]
egentyngd_b = gamma_b * t_b * c; % Total egentyngd för betongen [N/m]

% Egentyngd asfalt
t_a = 0.095; % Tjocklek asfalt [m]
gamma_a = 2400*g; % Tunghet asfalt [N/m3]
egentyngd_a = gamma_a * t_a * c; % Total egentyngd för asfalten [N/m]

% Total egentyngd för varje tvärbalk
tot_Egentyngd = egentyngd_t + egentyngd_b + egentyngd_a; % Total egentyngd
per meter [N/m]
```

Trafiklast

```
% Beräkning av karakteristiska lastkombinationer
% av lastfall 6.10a och 6.10b enligt Eurocode SS-EN1990
% I rapporten ekvation 14.1 och 14.2

% Reduktionsfaktorer
gammaG_j_sup = 1.35;
gammaG_j_inf = 1;
gammaQ_i = 1.5;
ei = 0.85;
```

```

psi0_1 = 0.75;
psi0_2 = 0.4;
psi1_1 = 0.75;
psi1_2 = 0.4;
psi2_1 = 0;
psi2_2 = 0;

% Laster som verkar på brobanan
% Axiell last
TS1 = 270e3; % Lasten i körfält 1 reducerad [N]
TS2 = 180e3; % Lasten i körfält 2 reducerad [N]

% Utbredd last
p1k = 7.2e3; % Lasten i körfält 1 [N/m^2]
p2k = 2.5e3; % Lasten i körfält 2 [N/m^2]
pik = 2.5e3; % Lasten i resterande fält [N/m^2]

% Egentyngd
Gk_j = tot_Egentyngd; % [N/m]

% Lastkombination brottgränstillstånd
% Lastkombinationer 14.1

% Huvudlast egentyngd
Gkj_a = gammaG_j_sup * Gk_j;

% Karakteristisk variabel last körfält 1
Qk_1a = gammaQ_i * psi0_1 * TS1; % [N]
% Körfält 2
Qk_2a = gammaQ_i * psi0_1 * TS2; % [N]

% Körfält 1 jämnt utbredd
pk_1a = gammaQ_i * psi0_2 * p1k * c; % [N/m]
% Körfält 2
pk_2a = gammaQ_i * psi0_2 * p2k * c; % [N/m]

% Resterande yta
pk_3a = gammaQ_i * psi0_2 * pik * c; % [N/m]

% Utbredda laster
q_a = Gkj_a + pk_1a + pk_2a + pk_3a; % [N/m]

% Lastkombinationer 14.2

% Huvudlast variabel last
Gkj_b = ei * gammaG_j_sup * Gk_j;

% Karakteristisk variabel last körfält 1
Qk_1b = gammaQ_i * TS1;
% Körfält 2
Qk_2b = gammaQ_i * psi0_1 * TS2;
% Körfält 1 jämt utbredd
qk_1b = gammaQ_i * p1k * c;

```

```

% Körfält 2
qk_2b = gammaQ_i * psi0_2 * p2k * c;
% Resterande yta
qk_3b = gammaQ_i * psi0_2 * pik * c;

% Utbredda laster
q_b = Gkj_b + qk_1b + qk_2b + qk_3b; % [N/m]

if q_a > q_b
    q_dim = q_a;
    Qk_1 = Qk_1a;
    Qk_2 = Qk_2a;
    disp('Dimensionerande lastfall: 14.1')
else
    q_dim = q_b;
    Qk_1 = Qk_1b;
    Qk_2 = Qk_2b;
    disp('Dimensionerande lastfall: 14.2')
end

fprintf('q = %.2f kN/m\n', q_dim/1000)
fprintf('Q1 = %.2f kN\n', Qk_1/1000)
fprintf('Q2 = %.2f kN\n', Qk_2/1000)

Dimensionerande lastfall: 14.2
q = 84.58 kN/m
Q1 = 405.00 kN
Q2 = 202.50 kN

```

Maximalt moment med boggie-laster

```

% Indata
E = 210e9; %E-modul [Pa]
Ix = ((tw_t*hw_t^3)/12)+(2*((bf_t*tf_t^3)/12)+(bf_t*tf_t*((tf_t+hw_t)/2)^2)); %[m4]
ep = [E A_t Ix];

% Formulerar koordinater för en godtycklig tvärbalk
ex1_M = [0 6]; ex2_M = [6 6.5]; ex3_M = [6.5 8.5];
ex4_M = [8.5 9]; ex5_M = [9 9.5]; ex6_M = [9.5 11.5];
ex7_M = [11.5 12]; ex8_M = [12 16.5];
% Balkens orientering i y-led
ey = [0 0];

% Skapar lastvektor
eq_M=[1 0 (-Gkj_b-qk_3b);
2 0 (-Gkj_b-qk_1b);
3 0 (-Gkj_b-qk_1b);
4 0 (-Gkj_b-qk_1b);
5 0 (-Gkj_b-qk_2b);
6 0 (-Gkj_b-qk_2b);
7 0 (-Gkj_b-qk_2b);
8 0 (-Gkj_b-qk_3b)];

```

```
% Samlar alla koordinater i en matris
kord_M = [1 ex1_M ey;
2 ex2_M ey;
3 ex3_M ey;
4 ex4_M ey;
5 ex5_M ey;
6 ex6_M ey;
7 ex7_M ey;
8 ex8_M ey;];

% Topologimatrix för en tvärbalk
Edof_M = [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;];

dof_M = max(max(Edof_M(:,2:end))); %frihetsgrader
noe_M = max(Edof_M(:,1)); %antalet element

% Global matris
K_M = zeros(dof_M,dof_M);
f_M = zeros(dof_M,1);

%
for i = 1:noe_M

    ex_M = kord_M(i,2:3); % x-koordinater
    ey_iM = kord_M(i,4:5); % y-koordinater

    % Utbredd last
    q_M = eq_M(i,2:3);

    % Elementstyvhet + last (beam2e från CALFEM)
    [Ke_M, fe_M] = beam2e(ex_M, ey_iM, ep, q_M);

    % Montera in i global matris
    [K_M, f_M] = assem(Edof_M(i,:), K_M, Ke_M, f_M, fe_M);
end

% Randvillkor
bc_M = [1 0;
2 0;
3 0;
25 0;
26 0;
27 0]; %fast inspänd

% Boggie-laster görs om till punktlaster
f_M(8) = -Qk_lb;
```

```
f_M(11) = -Qk_1b;  
f_M(17) = -Qk_2b;  
f_M(20) = -Qk_2b;
```

```
[a_M, r_M] = solveq(K_M, f_M, bc_M); %förksjutningar och reaktionskrafter
```

Brukgränstillstånd

Frekvent lastkombination dvs ekvation 6.15b

```
% Frekvent lastkombination  
% Egentyngd  
Gkj_f=Gkj_j  
% körfält 1  
Qk_1f = psi1_1 * TS1;  
% Körfält 2  
Qk_2f = psi2_1 * TS2;  
% Körfält 1 jämt utbredd  
qk_1f = psi1_2 * p1k * c;  
% Körfält 2  
qk_2f = psi2_2 * p2k * c;  
% Resterande yta  
qk_3f = psi2_2 * pik * c;  
  
% Utbredda laster  
q_f = Gkj_f + qk_1f + qk_2f + qk_3f; % [N/m]  
  
fprintf('q_f = %.2f kN/m\n', q_f/1000)  
fprintf('Q1_f = %.2f kN\n', Qk_1f/1000)  
fprintf('Q2_f = %.2f kN\n', Qk_2f/1000)  
  
Gkj_f =  
  
3.7631e+04  
  
q_f = 46.27 kN/m  
Q1_f = 202.50 kN  
Q2_f = 0.00 kN
```

Nedböjning

```
% Indata  
E = 210e9; %E-modul [Pa]  
Ix = ((tw_t*hw_t^3)/12)+(2*((bf_t*tf_t^3)/12)+(bf_t*tf_t*((tf_t+hw_t)/  
2)^2)); %[m4]  
ep = [E A_t Ix];  
  
% Formulerar koordinater för en godtycklig tvärbalk  
ex1_f = [0 6]; ex2_f = [6 6.5]; ex3_f = [6.5 8.5];  
ex4_f = [8.5 9]; ex5_f = [9 9.5]; ex6_f = [9.5 11.5];  
ex7_f = [11.5 12]; ex8_f = [12 16.5];
```

```

% Balkens orientering i y-led
ey = [0 0];

% Skapar lastvektor
eq_f=[1 0 (-Gkj_f-qk_3f);
2 0 (-Gkj_f-qk_1f);
3 0 (-Gkj_f-qk_1f);
4 0 (-Gkj_f-qk_1f);
5 0 (-Gkj_f-qk_2f);
6 0 (-Gkj_f-qk_2f);
7 0 (-Gkj_f-qk_2f);
8 0 (-Gkj_f-qk_3f)];

% Samlar alla koordinater i en matris
kord_f = [1 ex1_f ey;
2 ex2_f ey;
3 ex3_f ey;
4 ex4_f ey;
5 ex5_f ey;
6 ex6_f ey;
7 ex7_f ey;
8 ex8_f ey;];

% Topologimatrix för en tvärbalk
Edof_f = [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;];

dof_f = max(max(Edof_f(:,2:end))); %frihetsgrader
noe_f = max(Edof_f(:,1)); %antalet element

% Global matrix
K_f = zeros(dof_f,dof_f);
f_f = zeros(dof_f,1);

%
for i = 1:noe_f

    ex_f = kord_f(i,2:3); % x-koordinater
    ey_if = kord_f(i,4:5); % y-koordinater

    % Utbredd last
    q_f = eq_f(i,2:3);

    % Elementstyvhet + last (beam2e från CALFEM)
    [Ke_f, fe_f] = beam2e(ex_f, ey_if, ep, q_f);

    % Montera in i global matrix
    [K_f, f_f] = assem(Edof_f(i,:), K_f, Ke_f, f_f, fe_f);

```

```

end

% Randvillkor
bc_f = [1 0;
        2 0;
        3 0;
        25 0;
        26 0;
        27 0]; %fast inspänd

% Boggie-laster görs om till punktlaster
f_f(8) = -Qk_1f;
f_f(11) = -Qk_1f;
f_f(17) = -Qk_2f;
f_f(20) = -Qk_2f;

[a_f, r_f] = solveq(K_f,f_f,bc_f); %förskjutningar och reaktionskrafter

% kollar på de mest belastade elementen, dvs element 3-4
Ed_f=extract(Edof_f, a_f)
ed3_f=(Ed_f(3,:));
ed4_f=(Ed_f(4,:));

[es3_f,edi3_f,ec3_f] = beam2s(ex3_f,ey,ep,ed3_f,eq_f(3,:),20);
[es4_f,edi4_f,ec4_f] = beam2s(ex4_f,ey,ep,ed4_f,eq_f(4,:),20);

maxnedbojning = max([abs(edi3_f(:,2)); abs(edi4_f(:,2))])
krav=L_t/400

if maxnedbojning > krav
    fprintf('w_max = %.2f mm\n', maxnedbojning*1000)
    fprintf('krav = %.2f mm\n', krav*1000)
    disp('Maximal nedböjning klarar inte kravet')
else
    fprintf('w_max = %.2f mm\n', maxnedbojning*1000)
    fprintf('krav = %.2f mm\n', krav*1000)
    disp('Maximal nedböjning klarar kravet')
end

Ed_f =

    0         0         0         0   -0.0346   -0.0049
    0   -0.0346   -0.0049     0   -0.0367   -0.0038
    0   -0.0367   -0.0038     0   -0.0391    0.0014
    0   -0.0391    0.0014     0   -0.0381    0.0027
    0   -0.0381    0.0027     0   -0.0365    0.0037
    0   -0.0365    0.0037     0   -0.0258    0.0065
    0   -0.0258    0.0065     0   -0.0225    0.0068
    0   -0.0225    0.0068     0         0         0

maxnedbojning =

```

0.0395

krav =

0.0413

w_max = 39.51 mm

krav = 41.25 mm

Maximal nedböjning klarar kravet

Published with MATLAB® R2025b

Dimensionering av huvudbalken

```
clc
clear all
clf

for ii = 1:3

    clear Es1 Es2 Nstag

    disp(['Running case: ', num2str(ii)])

    nElem = 36; % Antal element förutom extra-elementet
    startDOF = 1:3:3*nElem; % Start-Dof för varje element

    % Edof1: Första uppsättningen av de första 8 elementen
    Edof_bage = []; % För de första 8 elementen
    for i = 1:8
        Edof_bage = [Edof_bage;
            i, startDOF(i), startDOF(i)+1, startDOF(i)+2, ...
            startDOF(i)+3, startDOF(i)+4, startDOF(i)+5];
    end

    % Edof2: Andra uppsättningen för de resterande 29 elementen
    Edof_balk = [];
    for i = 9:nElem % För de sista 29 elementen (från 9 till 36)
        Edof_balk = [Edof_balk;
            i, startDOF(i), startDOF(i)+1, startDOF(i)+2, ...
            startDOF(i)+3, startDOF(i)+4, startDOF(i)+5];
    end

    % Lägg till extra rad (wrap-around) till Edof2
    extra = [37, 109, 110, 111, 1, 2, 3];
    Edof_balk = [Edof_balk; extra]; % Lägg till wrap-around till Edof2

    Edof_stag = [
        38 4 5 106 107;
        39 106 107 7 8;
        40 7 8 91 92;
        41 91 92 10 11;
        42 10 11 76 77;
        43 76 77 13 14;
        44 13 14 61 62;
        45 61 62 16 17;
        46 16 17 46 47;
        47 46 47 19 20;
        48 19 20 31 32;
        49 31 32 22 23];

    Coord = [
        0 0;
        2.53 2.476;
```

```

11.5 9.026;
24.5 14.347;
37.5 16;
50.5 14.347;
63.5 9.026;
72.47 2.476;
75 0;
72 0;
70 0;
69 0;
66 0;
63 0;
60 0;
57 0;
54 0;
51 0;
48 0;
45 0;
44 0;
42 0;
39 0;
36 0;
33 0;
31 0;
30 0;
27 0;
24 0;
21 0;
18 0;
15 0;
12 0;
9 0;
6 0;
5 0;
3 0];

Dof = reshape(1:111, 3, []).';

[Ex1,Ey1] = coordxtr(Edof_bage,Coord,Dof,2);
[Ex2,Ey2] = coordxtr(Edof_balk,Coord,Dof,2);
[Ex3,Ey3] = coordxtr(Edof_stag,Coord,Dof,2);

% --- Skapa elementkoordinatmatriser ---
cor_bage = [Ex1(:,1) Ex1(:,2) Ey1(:,1) Ey1(:,2)];
cor_balk = [Ex2(:,1) Ex2(:,2) Ey2(:,1) Ey2(:,2)];
cor_stag = [Ex3(:,1) Ex3(:,2) Ey3(:,1) Ey3(:,2)];

% Bågelement
H = 0.5; % Tvärsnittet höjd [m]
B = 0.25; % Tvärsnittets bredd [m]
t = 0.03; % Tvärsnittets tjocklek [m]
A_bage = 2*H*t + 2*B*t; % Area på tvärsnittet [m^2]
I_bage = t*H^3/6+t*B*H^2/2; % Bågens tröghetsmoment [m^4]
E_bage = 210e9; % Elasticitetsmodul [Pa]

```

```

% Huvudbalkelement
h = 0.4; % Tvärsnittet höjd [m]
bf = 0.25; % Tvärsnittets bredd [m]
hf = 0.08; % Tvärsnittets fläns höjd [m]
tw = 0.03; % Tvärsnittets livets bredd [m]
hw=h-2*hf;
A_balk = (hw*tw)+(bf*hf*2); % Area på tvärsnittet [m^2]
I_balk = tw*hw^3/12 + 2*(bf*hf^3/12 +bf*hf*(hw/2 + hf/2)^2); % Balkens
tröghetsmoment [m^4]
E_balk = E_bage; % Elasticitetsmodul [Pa]

%Stagelement
E_stag = 210e9; % Elasticitetsmodul [Pa]
A_stag = 2*0.18*0.0125 + 2*0.18*0.0125;

% Styvhetsmatris
ep_bage = [E_bage A_bage I_bage];
ep_balk = [E_balk A_balk I_balk];
ep_stag = [E_stag A_stag];

% Räkna egentyngd
Ds = 7850; % Densitet av stål [kg/m^3]
g = 9.82; % Acceleration [m/s^2]
q_balk = A_balk*Ds*g; % Egentyngd för huvudbalk [kN/m]
q_bage = -A_bage*Ds*g; % Egentyngd för båge [kN/m]
q_stag = -A_stag*Ds*g; % Egentyngd för stag [kN/m]

% Komposanter
q_y_arch = zeros(size(cor_bage,1),1);
q_x_arch = zeros(size(cor_bage,1),1);

for k = 1:size(cor_bage,1)

    x1 = cor_bage(k,1);
    x2 = cor_bage(k,2);
    y1 = cor_bage(k,3);
    y2 = cor_bage(k,4);

    dx = x2 - x1;
    dy = y2 - y1;

    theta = atan(dy/dx);

    q_y_arch(k) = q_bage * cos(theta);
    q_x_arch(k) = q_bage * sin(theta);

end

% Yttrelaster
r_a_1 = -1031e3; % Axelkraft
r_a_2 = -135e3; % Utbredd trafiklast
r_a_g = -43.5e3*16.5/2; % Halva tvärbalkens egentyngd [N]

```

```

load_dofs = [2 26 29 35 38 41 44 47 50 53 56 59 65 68 71 74 80 83 86 89
92 95 98 101 104 110]; % Tvärbalk

f = zeros(max(Dof,[]),"all",1);

switch ii
case 1
    f(load_dofs) = r_a_g + r_a_2;
    f([68 71]) = r_a_1/2; % Mitten

case 2

    f(load_dofs) = r_a_g+r_a_2;
    f(80) = r_a_1; % Där vi har största tvärkraften i tvärbalk

case 3
    f(load_dofs) = r_a_g+r_a_2;

    f([68 71]) = r_a_1/2;
end

K = zeros(max(Dof,[]),"all");

% Bågelement
for i = 1:size(Ex1,1)
    eq = [q_x_arch(i) q_y_arch(i)];
    [Kel, fe1] = beam2e(Ex1(i,:), Ey1(i,:), ep_bage, eq);
    [K, f] = assem(Edof_bage(i,:), K, Kel, f, fe1);
end

% Balk-element
for i = 1:size(Ex2,1)
    eq = [0 q_balk];
    [Ke2, fe2] = beam2e(Ex2(i,:), Ey2(i,:), ep_balk, eq);
    [K, f] = assem(Edof_balk(i,:), K, Ke2, f, fe2);
end

% Stag-element
for i = 1:size(Ex3,1)
    Ke3 = bar2e(Ex3(i,:), Ey3(i,:), ep_stag);
    K = assem(Edof_stag(i,:), K, Ke3);
end

% Skapa randvillkor (boundary conditions)
bc = [1 0; 2 0; 26 0]; % förskjutningar för vissa noder

% Lös systemet för förskjutningarna
a = solveq(K, f, bc); % 'a' är förskjutningarna för alla noder

% Extrahera förskjutningar för varje elementtyp
ed1 = extract(Edof_bage, a); % Förskjutningar för bågelement
ed2 = extract(Edof_balk, a); % Förskjutningar för balkelement

```

```

ed3 = extract(Edof_stag, a); % Förskjutningar för stagelement

% Assemblering
% Section forces bäge
for i = 1:size(Edof_bage,1)
    eq = [q_x_arch(i) q_y_arch(i)]; % utbredd last i lokala koordinater
    Es1(:, :, i) = beam2s(Ex1(i, :), Ey1(i, :), ep_bage, ed1(i, :), eq, 9);
end

% Section forces balk
for i = 1:size(Edof_balk,1)
    eq = [0 q_balk]; % ingen last i lokal x-led, all egenvikt i y-led
    Es2(:, :, i) = beam2s(Ex2(i, :), Ey2(i, :), ep_balk, ed2(i, :), eq, 9);
end

% Normalkraft stag
for i = 1:size(Edof_stag,1)
    Nstag(i, :) = bar2s(Ex3(i, :), Ey3(i, :), ep_stag, ed3(i, :));
end

plotpar = [2 1];

switch ii
    case 1
        figure(1)
        clf
        hold on

        sfac = scalfact2(Ex1(1, :), Ey1(1, :), Es1(:, 3, 1), 0.3);

        for i = 1:size(Edof_bage,1)
            eldia2(Ex1(i, :), Ey1(i, :), Es1(:, 3, i), plotpar, sfac);
        end

        for i = 1:size(Edof_balk,1)
            eldia2(Ex2(i, :), Ey2(i, :), Es2(:, 3, i), plotpar, sfac);
        end

        title('Momentdiagram - Case 1')
        axis equal
        grid on

        MEd_balk = max(abs(Es2(:, 3, :))), [], "all");
        MEd_bage = max(abs(Es1(:, 3, :))), [], "all");

        disp("CASE 1")
        disp("Max moment av balk = " + string(MEd_balk/1e3) + " kNm")
        disp("Max moment av bage = " + string(MEd_bage/1e3) + " kNm")

    case 2
        figure(2)
        clf

```

```

hold on

sfac = scalfact2(Ex1(1,:), Ey1(1,:), Es1(:,2,1), 0.3);

for i = 1:size(Edof_bage,1)
    eldia2(Ex1(i,:), Ey1(i,:), Es1(:,2,i), plotpar, sfac);
end

for i = 1:size(Edof_balk,1)
    eldia2(Ex2(i,:), Ey2(i,:), Es2(:,2,i), plotpar, sfac);
end

title('Tvärkraftdiagram - Case 2')
axis equal
grid on

VEd_balk = max(abs(Es2(:,2,:)), [], 'all');
VEd_bage = max(abs(Es1(:,2,:)), [], 'all');

disp("CASE 2")
disp("Max tvärkraft av balk = " + string(VEd_balk/1e3) + " kN")
disp("Max tvärkraft av bage = " + string(VEd_bage/1e3) + " kN")

case 3
    figure(3)
    clf
    hold on

    sfac = scalfact2(Ex1(1,:), Ey1(1,:), Es1(:,1,1), 0.3);

    for i = 1:size(Edof_bage,1)
        eldia2(Ex1(i,:), Ey1(i,:), Es1(:,1,i), plotpar, sfac);
    end

    for i = 1:size(Edof_balk,1)
        eldia2(Ex2(i,:), Ey2(i,:), Es2(:,1,i), plotpar, sfac);
    end

    title('Normalkraftdiagram - Case 3')
    axis equal
    grid on

    NEd_balk = max(abs(Es2(:,1,:)), [], 'all');
    NEd_bage = min(abs(Es1(:,1,:)), [], 'all');
    NEd_stag = max(abs(Nstag), [], 'all');

    disp("CASE 3")
    disp("Max normalkraft av balk = " + string(NEd_balk/1e3) + " kN")
    disp("Max normalkraft av bage = " + string(NEd_bage/1e3) + " kN")
    disp("Max normalkraft av stag = " + string(NEd_stag/1e3) + " kN")
end

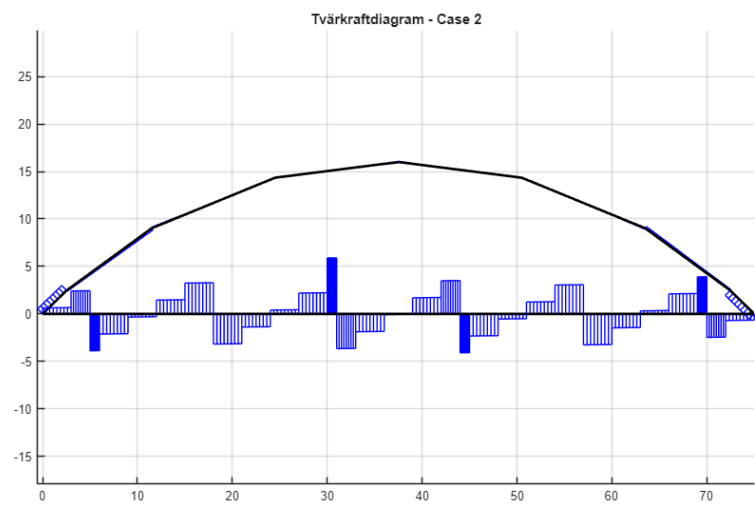
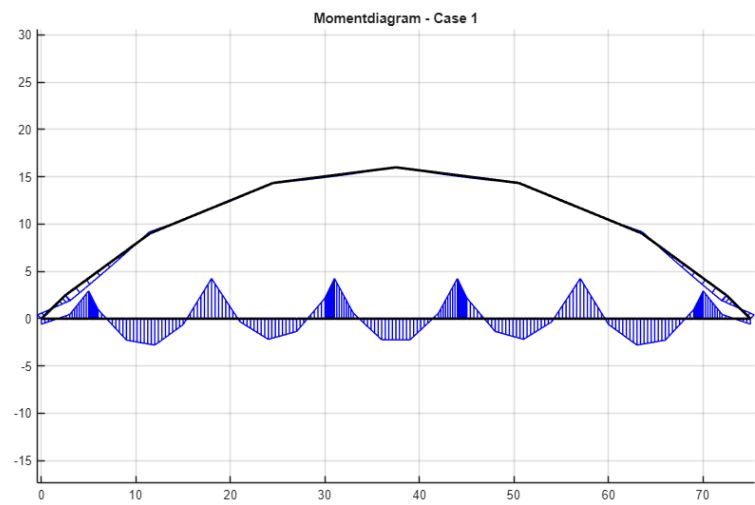
figure (4)
eldraw2(Ex1,Ey1,[1 3 1]);

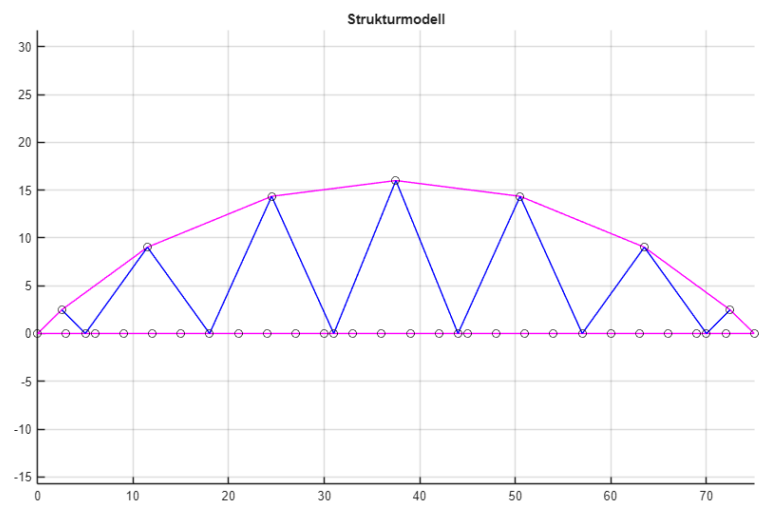
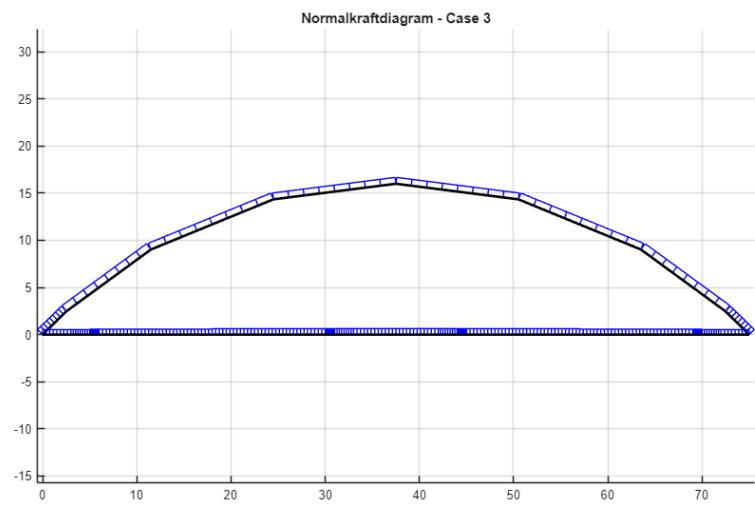
```

```
eldraw2(Ex2,Ey2,[1 3 1]);
eldraw2(Ex3,Ey3,[1 2 1]);
title('Strukturmodell')
axis equal
grid on

end

Running case: 1
CASE 1
Max moment av balk = 2389.0751 kNm
Max moment av bage = 425.8801 kNm
Running case: 2
CASE 2
Max tvärkraft av balk = 1664.3212 kN
Max tvärkraft av bage = 216.1215 kN
Running case: 3
CASE 3
Max normalkraft av balk = 7515.3591 kN
Max normalkraft av bage = -9058.4901 kN
Max normalkraft av stag = 1654.4151 kN
```





Published with MATLAB® R2025b

Dimensionering av huvudbalk

```
clc
clear

% Balkens geometri
tf = 80e-3; % höjd fläns [m]
bf = 250e-3; % bredd fläns [m]
h = 400e-3; % Total höjd [m]
hw = h-2*tf; % höjd liv [m]
tw = 30e-3; % bredd liv [m]
a = 4e-3; % svetsmått [m]
d = hw-3*tw;

A = 2 *tf*bf+d*tw; % Area [m^2]
Ix = (bf*tf^3)/12 - ((bf-tw)*hw^3)/12; % Yttröghetsmoment [m^4]

% Indata
gamma = 7850*9.82; % Tunghet stål [N/m3]
egentyngd = gamma*A; % Egentyngd huvudbalk [N/m]
gamma_m1 = 1.0; % partialkoefficient
lambda = 1.0; % Antar stadgad för vippning
fy = 355; % Stålet flyspänning S355 [GPa]
epsilon = sqrt(235/fy);
```

Momentkapacitet - Tryck + böjning

Beräkning av tvärklass

```
lamda_w=d/tw;

alpha=0.5; % tryckt tvärsnitt / helt tvärsnitt
psi=-1; % största spänning / minsta spännings
if alpha >= 0.5
    if lamda_w <= 396*epsilon/(13*alpha-1)
        % Tvärsnittsklass 1
        Wpl = tf*bf*(tf+hw)+(tw*hw^2)/4;
        W = Wpl;
        fprintf('Tvärsnittsklass 1, W=Wpl %0.04f [m^3]\n', W)
        % Momentkapacitet [Nm]
        Mb_Rd = lambda*W*fy*1e6/gamma_m1;
        fprintf('Momentkapaciteten i huvudbalken blir %0.02f [kNm]\n',Mb_Rd/
1000);

    elseif 396*epsilon/(13*alpha-1) < lamda_w <= 456*epsilon/(13*alpha-1)
        % Tvärsnittsklass 2
        Wpl = tf*bf*(tf+hw)+(tw*hw^2)/4;
        W = Wpl;
        fprintf('Tvärsnittsklass 2, W=Wpl %0.04f [m^3]\n', W)
        % Momentkapacitet [Nm]
        Mb_Rd = lambda*W*fy*1e6/gamma_m1;
```

```

        fprintf('Momentkapaciteten i huvudbalken blir %0.02f [kNm]\n',Mb_Rd/
1000);

    else
        % Tvärsnittsklass 3
        if psi > -1
            grens = 42*epsilon/(0.67 + 0.33*psi);
        else
            grens = 62*epsilon/((1 - psi)*sqrt(-psi));
        end

        if lambda_w <= grens
            ymax = (hw+2*tf)/2;
            Wel = Ix/ymax;
            W = Wel;
            % Momentkapacitet [Nm]
            Mb_Rd = lambda*W*fy*1e6/gamma_m1;
            fprintf('Tvärsnittsklass 3 (psi-metod), W=Wel %0.04f [m^3]\n', W)
            fprintf('Momentkapaciteten i huvudbalken blir %0.02f [kNm]\n',
Mb_Rd/1000);
        else
            fprintf('Tvärsnittsklass 3 → effektivt tvärsnitt krävs\n')
        end
    end

else
    if lamda_w <=36*epsilon/alpha
        % Tvärsnittsklass 1
        Wpl = tf*bf*(tf+hw)+(tw*hw^2)/4;
        W = Wpl;
        fprintf('Tvärsnittsklass 1, W=Wpl %0.04f [m^3]\n', W)
        % Momentkapacitet [Nm]
        Mb_Rd = lambda*W*fy*1e6/gamma_m1;
        fprintf('Momentkapaciteten i huvudbalken blir %0.02f [kNm]\n',Mb_Rd/
1000);

        elseif 36*epsilon/alpha < lamda_w <= 41.5*epsilon/alpha
            % Tvärsnittsklass 2
            Wpl = tf*bf*(tf+hw)+(tw*hw^2)/4;
            W = Wpl;
            fprintf('Tvärsnittsklass 2, W=Wpl %0.04f [m^3]\n', W)
            % Momentkapacitet [Nm]
            Mb_Rd = lambda*W*fy*1e6/gamma_m1;
            fprintf('Momentkapaciteten i huvudbalken blir %0.02f [kNm]\n',Mb_Rd/
1000);

        else
            % Tvärsnittsklass 3
            if psi > -1
                grens = 42*epsilon/(0.67+0.33*psi);
            else
                grens = 62*epsilon/((1-psi)*sqrt(-psi));
            end

```

```

    if lambda_w <= grens
        ymax = (hw+2*tf)/2;
        Wel = Ix/ymax;
        W = Wel;
        % Momentkapacitet [Nm]
        Mb_Rd = lambda*W*fy*1e6/gamma_m1;
        fprintf('Tvärsnittklass 3 (psi-metod), W=Wel %0.04f [m^3]\n', W)
    else
        fprintf('Tvärsnittklass 3 → effektivt tvärsnitt krävs\n')
    end
end
end

```

*Tvärsnittklass 1, W=Wpl 0.0068 [m^3]
 Momentkapaciteten i huvudbalken blir 2425.36 [kNm]*

Tvärkraftkapacitet

Kontroll av skjuvbuckling

```

At = 2*bf*tf+(h-2*tf)*tw; %tvärsnittets area [m2]
n = 1.2; % Stålkvaliteér upp till S460
Av = n*hw*tw; %Skjuvarea [m2]
buck = hw/tw;
k = 5.34;
skjuv = 31*(epsilon/n)*sqrt(k);

if buck <= skjuv % (S5-19)
    fprintf('\nTvärsnittet riskerar inte skjuvbuckling\n')
    Vpl_Rd = Av*fy*10^3/(sqrt(3)); % Tvärkraftskapacitet [kN]
    fprintf('Tvärkraftskapaciteten blir %0.02f [kN]\n',Vpl_Rd)
else
    fprintf('\nTvärsnittet riskerar skjuvbuckling\n')
    lambda_w = (hw/tw)/(37.4*epsilon*sqrt(k)); % (S5-21)
    Slank_grans = 0.8/n;
    if Slank_grans < 0.8/n
        ki = n;
    elseif 0.8/n < Slank_grans < 1.08
        ki = 0.83/Slank_grans;
    else
        ki = 1.37/(0.7+Slank_grans);
    end

    Vpl_Rd = Av*fy*10^3/(sqrt(3)); % Tvärkraftskapacitet [kN]
    fprintf('Tvärkraftskapaciteten blir %0.02f [kN]\n',Vpl_Rd)
end

```

*Tvärsnittet riskerar inte skjuvbuckling
 Tvärkraftskapaciteten blir 1770.85 [kN]*

Normalkraftskapacitet

```

% Bärförmåga utan lokala försvagningar
Npl_Rd = A*fy*1e6/lambda; % [kN]

```

```

% Bärförmåga med lokala försvagningar
% Om ni inte har hål/försvagningar kan Anet sättas lika med A
Anet = A;
fu = 510e6;          % Brottgräns S355 [Pa]
gamma_M2 = 1.25;     % Partialkoefficient för brott i nettotvärsnitt

Nu_Rd = 0.9*fu*Anet/gamma_M2; % [kN]

% Dimensionerande dragkraftskapacitet
N_Rd = min(Npl_Rd, Nu_Rd);

fprintf('\nDragkraftskapaciteten blir %0.02f [kN]\n',N_Rd/1000)

```

Dragkraftskapaciteten blir 15797.50 [kN]

Interaktionskontroll moment + tvärkraft

```

Af=2*bf*tf; % Tvärsnittsarea för flänsarna

Mf_Rd = fy*1000*Af*(tf+hw)/2; % Flänsarnas momentkapacitet [kNm]

% Dimensionerande moment från script av lastanalys [kNm]
Med = 2416.5665;
% Dimensionerande tvärkraft från script av lastanalys [kN]
Ved = 1664.5357;

% Kontroll om det är nödvändigt med en interaktionskontroll
if Mf_Rd > Med && Ved < 0.5*Vpl_Rd
    fprintf('\nIngen interaktionskontroll är nödvändig\n')
else
    fprintf('\nInteraktionskontroll är nödvändig\n')
end

M_Rdred = Mf_Rd+(Mb_Rd-Mf_Rd)*(1-((Ved/Vpl_Rd)-1)^2);

if M_Rdred > Med
    fprintf('Interaktion OK!\n')
else
    fprintf('Interaktion ej OK!\n')
end

```

*Interaktionskontroll är nödvändig
Interaktion OK!*

Interaktionskontroll normalkraft + moment

```

Dimensionerande moment från script av lastanalys [kNm]

Med = 2416.5665;
% Dimensionerande normalkraft från script av lastanalys [kN]

```

```
Ned = 7526.1659;
```

```
Int_mn = Ned/N_Rd+Med/Mb_Rd;
```

```
if Int_mn <= 1
    fprintf ('\nInteraktionkontroll mellan moment och normal godkänd\n')
else
    fprintf ('\nInteraktionkontroll mellan moment och normal ej godkänd\n')
end
```

Interaktionkontroll mellan moment och normal godkänd

Verkningsgrad gällande moment + tvärkraft

```
fprintf ('\nVerkningsgraden med avseende på tvärkraft blir %0.02f %%\n', (Ved/
(Vpl_Rd)*100));
fprintf ('Verkningsgraden med avseende på moment blir %0.02f %%\n', (Med/
(Mb_Rd/1000)*100));
fprintf ('Verkningsgraden med avseende på normalkraft blir %0.02f %%\n',
(Ned*1000/(N_Rd)*100));
```

*Verkningsgraden med avseende på tvärkraft blir 94.00 %
Verkningsgraden med avseende på moment blir 99.64 %
Verkningsgraden med avseende på normalkraft blir 47.64 %*

Published with MATLAB® R2025b

Table of Contents

Kontroll av svets vid huvudbalkens upplag med parallell skjuvspänning	1
---	---

Kontroll av svets vid huvudbalkens upplag med parallell skjuvspänning

```
disp('Kontroll av svets vid huvudbalkens upplag')

% Krafter
V_Ed = 1665;      % [kN] dimensionerande tvärkraft i huvudbalk
R_Ed = 188.29;    % [kN] nodreaktion/snittskraft vid stöd

% Svets
a = 0.010;        % [m] a-mått
L_svets = 0.300;  % [m] effektiv svetslängd per sida

% Huvudbalkens geometri
h = 0.400;        % [m] total höjd
bf = 0.250;       % [m] flänsbredd
tf = 0.080;       % [m] flänstjocklek
tw = 0.030;       % [m] livtjocklek
hw = h - 2*tf;    % [m] livhöjd

% Materialparametrar
fu = 550e6;
beta_w = 0.9;
gamma_M2 = 1.25;

barformaga = fu/(beta_w*gamma_M2);

% Tvärsnittsvärden

% Tröghetsmoment för huvudbalken
I = tw*hw^3/12 + 2*(bf*tf^3/12 + bf*tf*(hw/2 + tf/2)^2);

% Flänsens area
A_f = bf*tf;

% Flänsens statiska moment
S = (h/2 - tf/2)*A_f;

% Spänningar i svets

% Effektiv svetshalsarea, två svetsar vid upplaget
A_svets = 2*a*L_svets;

% Normalspänning och vinkelrät skjuvspänning
sigma_per = (R_Ed*1e3)/(sqrt(2)*A_svets);
tau_per = sigma_per;
```

```

% Parallell skjuvspänning enligt  $\tau = V \cdot S / (I \cdot 2a)$ 
tau_par = (V_Ed*1e3*S)/(I*(2*a));

% Eurocode 3-kontroller

kontroll_1 = sqrt(sigma_per^2 + 3*(tau_per^2 + tau_par^2));
kontroll_2 = sigma_per;

grans_1 = barformaga;
grans_2 = 0.9*fu/gamma_M2;

fprintf('Antagen svetslängd per sida = %.0f mm\n', L_svets*1000)
fprintf('Antaget a-mått = %.0f mm\n', a*1000)
fprintf('Sigma_perp = %.2f MPa\n', sigma_per/1e6)
fprintf('Tau_perp = %.2f MPa\n', tau_per/1e6)
fprintf('Tau_parallel = %.2f MPa\n', tau_par/1e6)

fprintf('Kontroll 1 = %.2f MPa\n', kontroll_1/1e6)
fprintf('Gräns 1 = %.2f MPa\n', grans_1/1e6)

fprintf('Kontroll 2 = %.2f MPa\n', kontroll_2/1e6)
fprintf('Gräns 2 = %.2f MPa\n', grans_2/1e6)

utnyttjandegrad = kontroll_1/grans_1;
fprintf('Utnyttjandegrad = %.2f %%\n', utnyttjandegrad*100)

if kontroll_1 <= grans_1 && kontroll_2 <= grans_2
    disp('Svetsen vid huvudbalkens upplag klarar kravet')
else
    disp('Svetsen vid huvudbalkens upplag klarar INTE kravet')
end

Kontroll av svets vid huvudbalkens upplag
Antagen svetslängd per sida = 300 mm
Antaget a-mått = 10 mm
Sigma_perp = 22.19 MPa
Tau_perp = 22.19 MPa
Tau_parallel = 246.69 MPa
Kontroll 1 = 429.58 MPa
Gräns 1 = 488.89 MPa
Kontroll 2 = 22.19 MPa
Gräns 2 = 396.00 MPa
Utnyttjandegrad = 87.87 %
Svetsen vid huvudbalkens upplag klarar kravet

```

Published with MATLAB® R2025b

Dimensionering av båge

```
clc
clear all
clf

for ii = 1:3

    clear Es1 Es2 Nstag

    disp(['Running case: ', num2str(ii)])

    nElem = 36; % Antal element förutom extra-elementet
    startDOF = 1:3:3*nElem; % Start-Dof för varje element

    % Edof1: Första uppsättningen av de första 8 elementen
    Edof_bage = []; % För de första 8 elementen
    for i = 1:8
        Edof_bage = [Edof_bage;
            i, startDOF(i), startDOF(i)+1, startDOF(i)+2, ...
            startDOF(i)+3, startDOF(i)+4, startDOF(i)+5];
    end

    % Edof2: Andra uppsättningen för de resterande 29 elementen
    Edof_balk = [];
    for i = 9:nElem % För de sista 29 elementen (från 9 till 36)
        Edof_balk = [Edof_balk;
            i, startDOF(i), startDOF(i)+1, startDOF(i)+2, ...
            startDOF(i)+3, startDOF(i)+4, startDOF(i)+5];
    end

    % Lägg till extra rad (wrap-around) till Edof2
    extra = [37, 109, 110, 111, 1, 2, 3];
    Edof_balk = [Edof_balk; extra]; % Lägg till wrap-around till Edof2

    Edof_stag = [
        38 4 5 106 107;
        39 106 107 7 8;
        40 7 8 91 92;
        41 91 92 10 11;
        42 10 11 76 77;
        43 76 77 13 14;
        44 13 14 61 62;
        45 61 62 16 17;
        46 16 17 46 47;
        47 46 47 19 20;
        48 19 20 31 32;
        49 31 32 22 23];

    Coord = [
        0 0;
        2.53 2.476;
```

```

11.5 9.026;
24.5 14.347;
37.5 16;
50.5 14.347;
63.5 9.026;
72.47 2.476;
75 0;
72 0;
70 0;
69 0;
66 0;
63 0;
60 0;
57 0;
54 0;
51 0;
48 0;
45 0;
44 0;
42 0;
39 0;
36 0;
33 0;
31 0;
30 0;
27 0;
24 0;
21 0;
18 0;
15 0;
12 0;
9 0;
6 0;
5 0;
3 0];

Dof = reshape(1:111, 3, []).';

[Ex1,Ey1] = coordxtr(Edof_bage,Coord,Dof,2);
[Ex2,Ey2] = coordxtr(Edof_balk,Coord,Dof,2);
[Ex3,Ey3] = coordxtr(Edof_stag,Coord,Dof,2);

% --- Skapa elementkoordinatmatriser ---
cor_bage = [Ex1(:,1) Ex1(:,2) Ey1(:,1) Ey1(:,2)];
cor_balk = [Ex2(:,1) Ex2(:,2) Ey2(:,1) Ey2(:,2)];
cor_stag = [Ex3(:,1) Ex3(:,2) Ey3(:,1) Ey3(:,2)];

% Bågelement
H = 0.5; % Tvärsnittet höjd [m]
B = 0.25; % Tvärsnittets bredd [m]
t = 0.03; % Tvärsnittets tjocklek [m]
A_bage = 2*H*t + 2*B*t; % Area på tvärsnittet [m^2]
I_bage = t*H^3/6+t*B*H^2/2; % Bågens tröghetsmoment [m^4]
E_bage = 210e9; % Elasticitetsmodul [Pa]

```

```

% Huvudbalkelement
h = 0.4; % Tvärsnittet höjd [m]
bf = 0.25; % Tvärsnittets bredd [m]
hf = 0.08; % Tvärsnittets fläns höjd [m]
tw = 0.03; % Tvärsnittets livets bredd [m]
hw=h-2*hf;
A_balk = (hw*tw)+(bf*hf*2); % Area på tvärsnittet [m^2]
I_balk = tw*hw^3/12 + 2*(bf*hf^3/12 +bf*hf*(hw/2 + hf/2)^2); % Balkens
tröghetsmoment [m^4]
E_balk = E_bage; % Elasticitetsmodul [Pa]

%Stagelement
E_stag = 210e9; % Elasticitetsmodul [Pa]
A_stag = 2*0.18*0.0125 + 2*0.18*0.0125;

% Styvhetsmatris
ep_bage = [E_bage A_bage I_bage];
ep_balk = [E_balk A_balk I_balk];
ep_stag = [E_stag A_stag];

% Räkna egentyngd
Ds = 7850; % Densitet av stål [kg/m^3]
g = 9.82; % Acceleration [m/s^2]
q_balk = A_balk*Ds*g; % Egentyngd för huvudbalk [kN/m]
q_bage = -A_bage*Ds*g; % Egentyngd för båge [kN/m]
q_stag = -A_stag*Ds*g; % Egentyngd för stag [kN/m]

% Komposanter
q_y_arch = zeros(size(cor_bage,1),1);
q_x_arch = zeros(size(cor_bage,1),1);

for k = 1:size(cor_bage,1)

    x1 = cor_bage(k,1);
    x2 = cor_bage(k,2);
    y1 = cor_bage(k,3);
    y2 = cor_bage(k,4);

    dx = x2 - x1;
    dy = y2 - y1;

    theta = atan(dy/dx);

    q_y_arch(k) = q_bage * cos(theta);
    q_x_arch(k) = q_bage * sin(theta);

end

% Yttrelaster
r_a_1 = -1031e3; % Reaktionkraft[N] med tandemsystem & Kolla med
gruppen
r_a_2 = -135e3; % Reaktionkraft[N] utan tandemsystem

```

```

r_a_g = -43.5e3*16.5/2;          % Halva tvärbalkens egentygnd [N]

load_dofs = [2 26 29 35 38 41 44 47 50 53 56 59 65 68 71 74 80 83 86 89
92 95 98 101 104 110]; % Tvärbalk

f = zeros(max(Dof,[],"all"),1);

switch ii
case 1
    f(load_dofs) = r_a_g + r_a_2;
    f([47 50]) = r_a_1/2; % Förskjutet lastfall

case 2

    f(load_dofs) = r_a_g + r_a_2;
    f([47 50]) = r_a_1/2;

case 3
    f(load_dofs) = r_a_g + r_a_2;
    f([47 50]) = r_a_1/2;
end

K = zeros(max(Dof,[],"all"));

% Bågelement
for i = 1:size(Ex1,1)
    eq = [q_x_arch(i) q_y_arch(i)];
    [Kel, fe1] = beam2e(Ex1(i,:), Ey1(i,:), ep_bage, eq);
    [K, f] = assem(Edof_bage(i,:), K, Kel, f, fe1);
end

% Balk-element
for i = 1:size(Ex2,1)
    eq = [0 q_balk];
    [Ke2, fe2] = beam2e(Ex2(i,:), Ey2(i,:), ep_balk, eq);
    [K, f] = assem(Edof_balk(i,:), K, Ke2, f, fe2);
end

% Stag-element
for i = 1:size(Ex3,1)
    Ke3 = bar2e(Ex3(i,:), Ey3(i,:), ep_stag);
    K = assem(Edof_stag(i,:), K, Ke3);
end

% Skapa randvillkor (boundary conditions)
bc = [1 0; 2 0; 26 0]; % förskjutningar för vissa noder

% Lös systemet för förskjutningarna
a = solveq(K, f, bc); % 'a' är förskjutningarna för alla noder

% Extrahera förskjutningar för varje elementtyp
ed1 = extract(Edof_bage, a); % Förskjutningar för bågelement
ed2 = extract(Edof_balk, a); % Förskjutningar för balkelement

```

```

ed3 = extract(Edof_stag, a); % Förskjutningar för stagelement

% Assemblering
% Section forces båge
for i = 1:size(Edof_bage,1)
    eq = [q_x_arch(i) q_y_arch(i)]; % utbredd last i lokala koordinater
    Es1(:, :, i) = beam2s(Ex1(i, :), Ey1(i, :), ep_bage, ed1(i, :), eq, 9);
end

% Section forces balk
for i = 1:size(Edof_balk,1)
    eq = [0 q_balk]; % ingen last i lokal x-led, all egenvikt i y-led
    Es2(:, :, i) = beam2s(Ex2(i, :), Ey2(i, :), ep_balk, ed2(i, :), eq, 9);
end

% Normalkraft stag
for i = 1:size(Edof_stag,1)
    Nstag(i, :) = bar2s(Ex3(i, :), Ey3(i, :), ep_stag, ed3(i, :));
end

plotpar = [2 1];

switch ii
    case 1
        figure(1)
        clf
        hold on

        sfac = scalfact2(Ex1(1, :), Ey1(1, :), Es1(:, 3, 1), 0.3);

        for i = 1:size(Edof_bage,1)
            eldia2(Ex1(i, :), Ey1(i, :), Es1(:, 3, i), plotpar, sfac);
        end

        for i = 1:size(Edof_balk,1)
            eldia2(Ex2(i, :), Ey2(i, :), Es2(:, 3, i), plotpar, sfac);
        end

        title('Momentdiagram - Case 1')
        axis equal
        grid on

        MEd_balk = max(abs(Es2(:, 3, :))), [], "all");
        MEd_bage = max(abs(Es1(:, 3, :))), [], "all");

        disp("CASE 1")
        disp("Max moment av balk = " + string(MEd_balk/1e3) + " kNm")
        disp("Max moment av bage = " + string(MEd_bage/1e3) + " kNm")

    case 2
        figure(2)
        clf

```

```

hold on

sfac = scalfact2(Ex1(1,:), Ey1(1,:), Es1(:,2,1), 0.3);

for i = 1:size(Edof_bage,1)
    eldia2(Ex1(i,:), Ey1(i,:), Es1(:,2,i), plotpar, sfac);
end

for i = 1:size(Edof_balk,1)
    eldia2(Ex2(i,:), Ey2(i,:), Es2(:,2,i), plotpar, sfac);
end

title('Tvärkraftdiagram - Case 2')
axis equal
grid on

VEd_balk = max(abs(Es2(:,2,:)), [], "all");
VEd_bage = max(abs(Es1(:,2,:)), [], "all");

disp("CASE 2")
disp("Max tvärkraft av balk = " + string(VEd_balk/1e3) + " kN")
disp("Max tvärkraft av bage = " + string(VEd_bage/1e3) + " kN")

case 3
    figure(3)
    clf
    hold on

    sfac = scalfact2(Ex1(1,:), Ey1(1,:), Es1(:,1,1), 0.3);

    for i = 1:size(Edof_bage,1)
        eldia2(Ex1(i,:), Ey1(i,:), Es1(:,1,i), plotpar, sfac);
    end

    for i = 1:size(Edof_balk,1)
        eldia2(Ex2(i,:), Ey2(i,:), Es2(:,1,i), plotpar, sfac);
    end

    title('Normalkraftdiagram - Case 3')
    axis equal
    grid on

    NEd_balk = max(abs(Es2(:,1,:)), [], "all");
    NEd_bage = min(abs(Es1(:,1,:)), [], "all");
    NEd_stag = max(abs(Nstag), [], "all");

    disp("CASE 3")
    disp("Max normalkraft av balk = " + string(NEd_balk/1e3) + " kN")
    disp("Max normalkraft av bage = " + string(NEd_bage/1e3) + " kN")
    disp("Max normalkraft av stag = " + string(NEd_stag/1e3) + " kN")
end

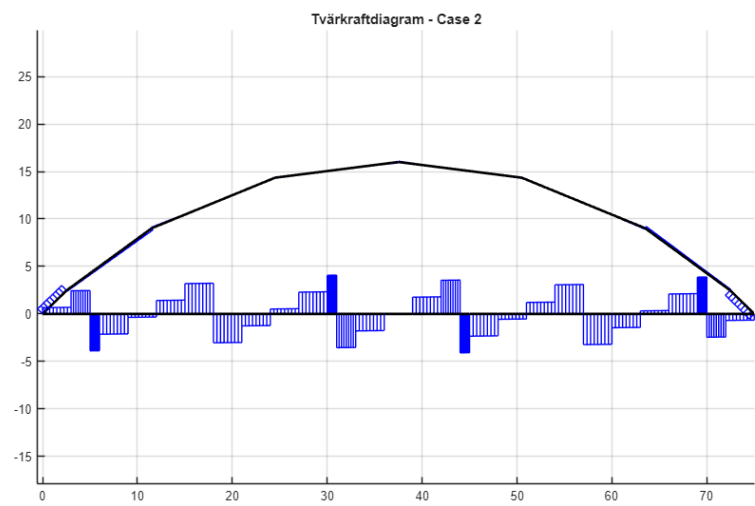
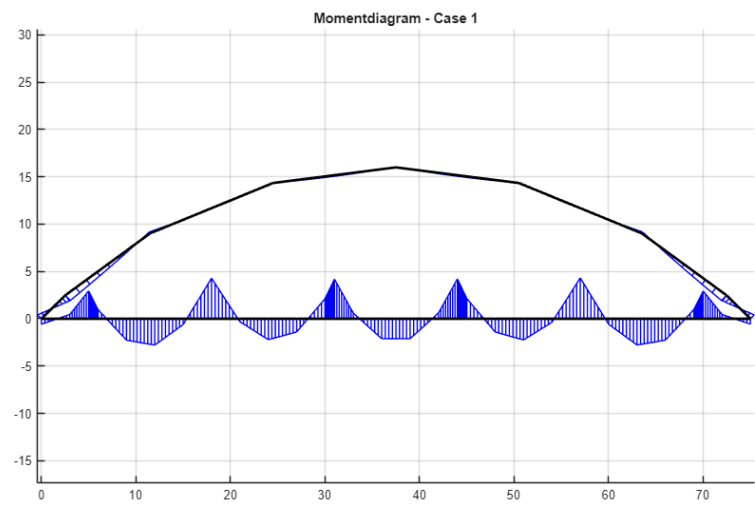
figure (4)

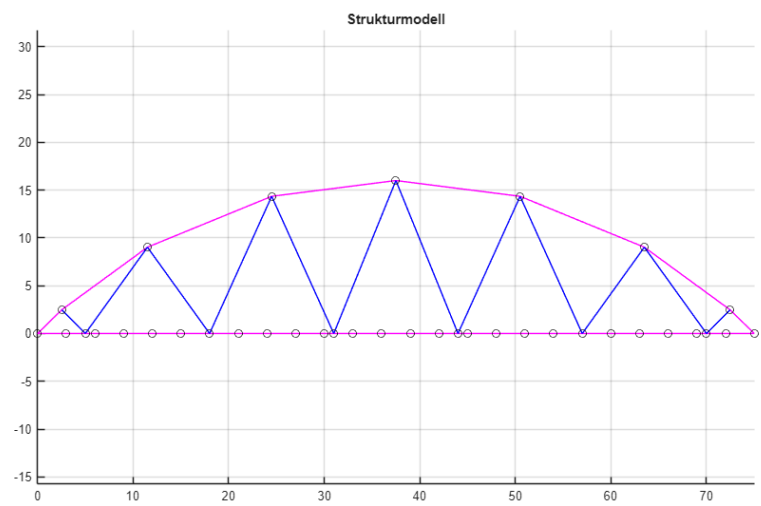
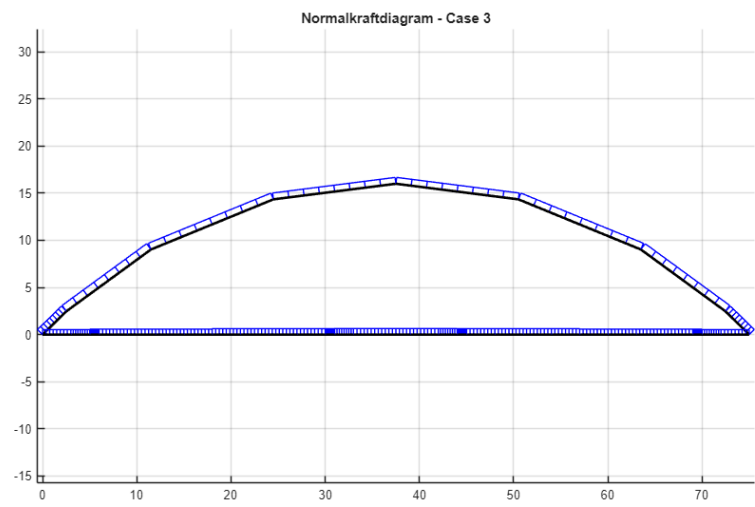
```

```
eldraw2(Ex1,Ey1,[1 3 1]);
eldraw2(Ex2,Ey2,[1 3 1]);
eldraw2(Ex3,Ey3,[1 2 1]);
title('Strukturmodell')
axis equal
grid on

end

Running case: 1
CASE 1
Max moment av balk = 2418.0481 kNm
Max moment av bage = 424.9872 kNm
Running case: 2
CASE 2
Max tvärkraft av balk = 1163.7965 kN
Max tvärkraft av bage = 215.4018 kN
Running case: 3
CASE 3
Max normalkraft av balk = 7497.5572 kN
Max normalkraft av bage = -9070.6933 kN
Max normalkraft av stag = 1661.9606 kN
```





Published with MATLAB® R2025b

Kapacitet båge

```
close
clear
clc

% Bågelement indata

H = 0.5; % Tvärsnittet höjd [m]
B = 0.25; % Tvärsnittets bredd [m]
t = 0.03; % Tvärsnittets tjocklek [m] %0.02
tw = t; % Tjocklek [m]
hw = H;
Ds = 7850; % Densitet av stål [kg/m^3]
g = 9.82; % Acceleration [m/s^2]
A_bage = 2*H*t + 2*B*t; % Area på tvärsnittet [m^2]
I_bage = t*H^3/6 + t*B*H^2/2; % Bågens tröghetsmoment [m^4]
E_bage = 210e9; % Elasticitetsmodul [Pa]
Tunghet = A_bage * Ds * g; % Tunghet Bågen [N/m]
fy = 355; % Stålkvalitet [MPa]

% Tvärkraftskapacitet

eta = 1.2; % För stålkvaliteer upp till och med 460 MPa
epsilon = sqrt(235/fy); % Faktor som beror av stålkvaliteten
k = 5.34; % För balkar med tvärgående avstyvningar
endast över upplag
gamma_m0 = 1.0; % Faktor
gamma_m1 = 1.0; % Faktor

% Kontrollera risk för skjuvbuckling (Al Emrani m.fl, 2011, s.S83 S5-19)

Buckling = H/t; % Undre gräns för skjuvbuckling

Skjuv_grans = 31*(epsilon/eta)*sqrt(k); % Övre gräns för skjuvbuckling
för liv med vertikala avstyvningar

% Beräknar tvärkraftskapaciteten Vpl_Rd för bågen (Al Emrani m.fl, 2011,
s.S83 S5-18 eller S5-20)
% Om buckling inte rikseras (S5-19)
% Om buckling riskeras (S5-21)

if Buckling <= Skjuv_grans % (S5-19)
    fprintf('Tvärsnittet riskerar inte skjuvbuckling\n')
    Vpl_Rd = A_bage*fy*10^3/(sqrt(3)*gamma_m0); % Tvärkraftskapacitet
[kN]
    fprintf('Tvärkraftskapacitet i båge uppgår till %0.02f [kN]\n',
Vpl_Rd)
else
    fprintf('Tvärsnittet riskerar skjuvbuckling\n')
    lambda_w = (H/t)/(37.4*epsilon*sqrt(k)); % (S5-21)
    Slankhets_grans = 0.8/eta;
```

```

        if Slankhets_grans < 0.8/eta
            xi = eta;
        elseif 0.8/eta < Slankhets_grans < 1.08
            xi = 0.83/Slankhets_grans
        else xi = 1.37/(0.7+Slankhets_grans)
        end
        Vpl_Rd = xi*hw*tw*fy*1000/(sqrt(3)*gamma_m0); % Tvärkraftskapacitet
[kN]
        fprintf('Tvärkraftskapacitet i bågen uppgår till %0.02f [kN]\n',
Vpl_Rd)
        end

        % Momentkapacitet
        % Indata

        d = H - 3 * t;          % Innermått balk [m]
        X_lt = 1.0;             % Stagad mot vippning

        % Beräkning av tvärsnittklass för huvudbalken (Al Emrani m.fl, 2011,
s.S68)
        % Beräkning av böjmotståndet W i tvärsnittet för olika tvärsnittsklasser
(Al Emrani m.fl, 2011, s.S48 S4-21)
        % Beräkning av momentkapacitet Mb_rd (Al Emrani m.fl, 2011, s.S71 S4-41)
        if (d/tw)<=33*epsilon % Kontroll tvärsnittsklass
            Wpl = ((B * H^2)/4) - (((B-t)*(H-t)^2)/4); % Beräkning böjmotstånd
            fprintf('Tvärsnittklass 1, W=Wpl %0.04f [m^3]\n', Wpl)
            Mb_Rd = X_lt*Wpl*fy*1000/gamma_m1; % Momentkapacitet [kNm]
            fprintf('Momentkapaciteten i bågen uppgår till %0.02f [kNm]\n',
Mb_Rd)

            elseif 33*epsilon <= (d/tw) <=38*epsilon % Kontroll tvärsnittsklass
                Wpl = ((B * H^2)/4) - (((B-t)*(H-t)^2)/4); % Beräkning böjmotstånd
                fprintf('Tvärsnittklass 2, W=Wpl %0.04f [m^3]\n', Wpl)
                Mb_Rd = X_lt*Wpl*fy*1000/gamma_m1; % Momentkapacitet [kNm]
                fprintf('Momentkapaciteten i bågen uppgår till %0.02f [kNm]\n',
Mb_Rd)

                elseif 38*epsilon <= (d/tw) <= 42*epsilon % Kontroll tvärsnittsklass
                    Wel = (((B * H^2)/4) - (((B-t)*(H-t)^2)/4))/1.5; % Beräkning
böjmotstånd
                    fprintf('Tvärsnittklass 3, W=Wel %0.04f [m^3]\n', Wel)
                    Mb_Rd = X_lt*Wel*fy*1000/gamma_m1; % Momentkapacitet [kNm]
                    fprintf('Momentkapaciteten i bågen uppgår till %0.02f [kNm]\n',
Mb_Rd)
                end

                % Dragkraftskapacitet (Al Emrani m.fl, 2011, s.S42)
                Npl_Rd = fy * A_bage * 1000; % [kN]
                fprintf('Dragkapaciteten i bågen uppgår till %0.02f [kN]\n',Npl_Rd)

                % Tryckkapacitet
                L = sqrt((37.5-24.5)^2 + (16-14.347)^2); % Båges längd
                Lc = 1.0*L; % Sämsta fall för två sidig inspänd

```

```

lamb = Lc/sqrt(I_bage/A_bage);
lambr = lamb/pi*sqrt(fy/E_bage);
alp = 0.49; % Antar imperfektionsklass c (kallformat rör)
phi = 0.5*(1+alp*(lambr-0.1)+lambr^2);
xi = max(1/(phi + sqrt(phi^2-lambr^2)),1);
Nb_Rd = xi*A_bage*fy/gamma_m1*1000; % [kN]
fprintf('Tryckkapaciteten i bågen uppgår till %0.02f [kN]\n',Nb_Rd)

Ned = 9070.6933; % [kN] från dimensionering av båge som har största
värde för båge värde

% Interaktionskontroll tvärkraft och moment

% Kontroll om balkens övre och undre del kan bära yttre moment (Al
Emrani m.fl, 2011, s.S86)
A_h = B * t; % Tvärsnittsarea för den övre delen av
Mh_Rd = fy * A_h * (H - t); % De övre delarnas momentkapacitet [kNm]

% Kontroll om dimensionerande tvärkraft överskrider 0.5*Vpl_Rd
Med = 425.8801; % Dimensionerande moment från script av
lastanalys [kNm] från dimensionering av huvudbalk som har största värde
för båge värde
Ved = 216.1215; % Dimensionerande tvärkraft från script
av lastanalys [kNm] från dimensionering av huvudbalk som har största värde
för båge värde

% Kontroll om det är nödvändigt med en interaktionskontroll
if Mh_Rd > Med || Ved < 0.5*Vpl_Rd
    disp('Ingen interaktionskontroll är nödvändig')
else
    disp('Interaktionskontroll är nödvändig')
end

% Addering av spänningar mellan normalkraft och moment
% Kontroll om balkens övre och undre del kan bära summan av spänningarna
från moment och normalkraft

if Med/Mb_Rd + Ned/Nb_Rd <= 1
    disp('Bågen klarar summan av normalkraft och moment')
else disp('Bågen klarar ej summan av normalkraft och moment')
end

% Verkningsgrad

fprintf('Verkningsgrad med avseende på tvärkraft uppgår till %0.02f %%
\n', (Ved/Vpl_Rd)*100)
fprintf('Verkningsgrad med avseende på moment uppgår till %0.02f %%\n',
(Med/Mb_Rd)*100)
fprintf('Verkningsgrad med avseende på normalkraft uppgår till %0.02f %%
\n', (Ned/Nb_Rd)*100)
fprintf('Verkningsgrad med avseende på summan mellan normalkraft och
moment blir %0.02f %%\n', ((Med/Mb_Rd + Ned/Npl_Rd)*100))

```

Tvärsnittet riskerar inte skjuvbuckling
Tvärkraftskapacitet i båge uppgår till 9223.17 [kN]
Tvärsnittklass 1, $W=W_{pl}$ 0.0035 [m³]
Momentkapaciteten i bågen uppgår till 1233.80 [kNm]
Dragkapaciteten i bågen uppgår till 15975.00 [kN]
Tryckkapaciteten i bågen uppgår till 16790.15 [kN]
Ingen interaktionskontroll är nödvändig
Bågen klarar summan av normalkraft och moment
Verkningsgrad med avseende på tvärkraft uppgår till 2.34 %
Verkningsgrad med avseende på moment uppgår till 34.52 %
Verkningsgrad med avseende på normalkraft uppgår till 54.02 %
Verningsgrad med avseende på summan mellan normalkraft och moment blir 91.30 %

Published with MATLAB® R2025b

Dimensionering tvärgående stag

Placering av tvärgående stag

```
clc
clear
% definierar cirkeln
t = linspace(0,2*pi,1000);
r = 51.95; % radie cirkel [m]
x = r*cos(t);
y = r*sin(t);

% startpunkt [m]
x_g = -3.00;
y_g = 51.86;

% rotation (medurs)
R = 3.309*pi/180;
N = 1000;

% tolerans
tol = 1e-6;

% lagring av punkter (inkl startpunkt)
X = zeros(1,N+1);
Y = zeros(1,N+1);

X(1) = x_g;
Y(1) = y_g;

count = 1;

for i = 1:N

    % rotera punkt
    x_ny = x_g*cos(R) - y_g*sin(R);
    y_ny = x_g*sin(R) + y_g*cos(R);

    % uppdatera
    x_g = x_ny;
    y_g = y_ny;

    % kolla om fortfarande i andra kvadranten
    if x_g < -tol && y_g > tol
        count = count + 1;
        X(count) = x_g;
        Y(count) = y_g;
    else
        break;
    end
end
```

```

% Resultat
fprintf('Antal punkter i andra kvadranten: 10\n');

for k = 1:10
    fprintf('Punkt %d: x = %.2f, y = %.2f\n', k, X(k)+37.5, Y(k)-35.95);
end

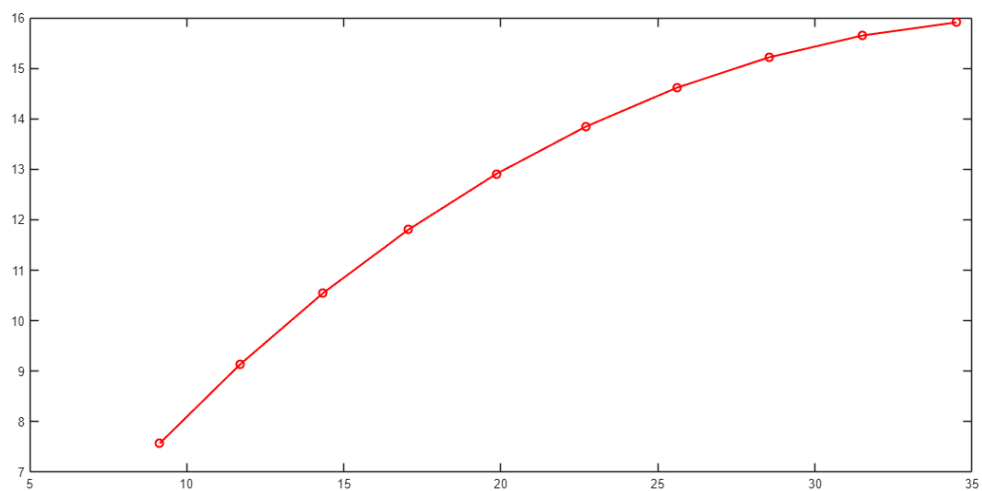
figure
plot(x,y)

plot(X(1:10)+37.5, Y(1:10)-35.95, 'ro-', 'LineWidth', 1.5)

X_ny=zeros(1,12);

Antal punkter i andra kvadranten: 10
Punkt 1: x = 34.50, y = 15.91
Punkt 2: x = 31.51, y = 15.65
Punkt 3: x = 28.54, y = 15.22
Punkt 4: x = 25.60, y = 14.62
Punkt 5: x = 22.71, y = 13.85
Punkt 6: x = 19.86, y = 12.91
Punkt 7: x = 17.07, y = 11.81
Punkt 8: x = 14.34, y = 10.55
Punkt 9: x = 11.70, y = 9.14
Punkt 10: x = 9.14, y = 7.57

```



Published with MATLAB® R2025b

Table of Contents

.....	1
Dimensionering av fackverksstag	1
Byte av stag	8
Dimensionering av anslutning mellan fackverkstag och huvudbalk	15

```
%-----  
% Kandidatarbete ACEx11-26-53  
% Erik Anshelm, FREDRIK HOLLÄNDER, ELLIOT JOHANNESSON  
% ISAK KARLSSON, NAPASRAPEE SAKSIRIRUTHAI, ELLEN WERNLID  
%-----
```

Dimensionering av fackverksstag

```
clc  
clear  
clf  
  
% Utnyttjar samma kod som tagits fram för att få fram moment och tvärkraft  
% för för båge och huvudbalk  
  
for ii=3  
  
nElem = 36; % Antal element förutom extra-elementet  
startDOF = 1:3:3*nElem; % Start-Dof för varje element  
  
% Edof1: Första uppsättningen av de första 8 elementen  
Edof_bage = [];  
for i = 1:8 % För de första 8 elementen  
    Edof_bage = [Edof_bage; i, startDOF(i), startDOF(i)+1, startDOF(i)+2,  
startDOF(i)+3, startDOF(i)+4, startDOF(i)+5];  
end  
  
% Edof2: Andra uppsättningen för de resterande 29 elementen  
Edof_balk = [];  
for i = 9:nElem % För de sista 29 elementen (från 9 till 36)  
    Edof_balk = [Edof_balk; i, startDOF(i), startDOF(i)+1, startDOF(i)+2,  
startDOF(i)+3, startDOF(i)+4, startDOF(i)+5];  
end  
  
% Lägg till extra rad (wrap-around) till Edof2  
extra = [37, 109, 110, 111, 1, 2, 3];  
Edof_balk = [Edof_balk; extra]; % Lägg till wrap-around till Edof2  
  
Edof_stag = [38 4 5 106 107;39 106 107 7 8;40 7 8 91 92;41 91 92 10 11;42 10  
11 76 77;43 76 77 13 14;44 13 14 61 62;45 61 62 16 17;46 16 17 46 47;47 46  
47 19 20;48 19 20 31 32;49 31 32 22 23];  
  
idx = [26 29 35 38 41 44 47 50 53 56 59 65 68 71 74 80 83 86 89 92 95 98 101
```

```

104 110 2];
f(idx) = -1;

Coord = [0 0;2.53 2.476;11.5 9.026;24.5 14.347;37.5 16;50.5 14.347;63.5
9.026;72.47 2.476;
        75 0;72 0;70 0;69 0;66 0;63 0;60 0;57 0;54 0;51 0;48 0;45 0;44 0;42
0;39 0;36 0;33 0;31 0;30 0;27 0;24 0;21 0;18 0;15 0;12 0;9 0;6 0;5 0;3 0];

Dof = reshape(1:111, 3, []).';
[Ex1,Ey1]=coordxtr(Edof_bage,Coord,Dof,2);
[Ex2,Ey2]=coordxtr(Edof_balk,Coord,Dof,2);
[Ex3,Ey3]=coordxtr(Edof_stag,Coord,Dof,2);

% --- Skapa elementkoordinatmatriser ---
cor_bage = [Ex1(:,1) Ex1(:,2) Ey1(:,1) Ey1(:,2)]; % Bågelement
cor_balk = [Ex2(:,1) Ex2(:,2) Ey2(:,1) Ey2(:,2)]; % Balk-element
cor_stag = [Ex3(:,1) Ex3(:,2) Ey3(:,1) Ey3(:,2)]; % Stagelement

% Hela ramverket (båge + balk)
cor_frame = [cor_bage; cor_balk];

% Bågelement
H = 0.5; % Tvärsnittet höjd [m]
B = 0.25; % Tvärsnittets bredd [m]
t = 0.03; % Tvärsnittets tjocklek [m]
A_bage = 2*H*t + 2*B*t; % Area på tvärsnittet [m^2]
I_bage = t*H^3/6+t*B*H^2/2; % Bågens tröghetsmoment [m^4]
E_bage = 210e9; % Elasticitetsmodul [Pa]

% Huvudbalkelement
h = 0.4; % Tvärsnittet höjd [m]
bf = 0.25; % Tvärsnittets bredd [m]
hf = 0.08; % Tvärsnittets fläns höjd [m]
tw = 0.03; % Tvärsnittets livets bredd [m]
hw=h-2*hf;
A_balk = (hw*tw)+(bf*hf*2); % Area på tvärsnittet [m^2]
I_balk = tw*hw^3/12 + 2*(bf*hf^3/12 +bf*hf*(hw/2 + hf/2)^2); % Balkens
tröghetsmoment [m^4]
E_balk = E_bage; % Elasticitetsmodul [Pa]

%Stagelement
E_stag = 210e9; % Elasticitetsmodul [Pa]
A_stag = 2*0.2*0.0125 + 2*0.2*0.0125;

% Styvhetsmatris
ep_bage = [E_bage A_bage I_bage];
ep_balk = [E_balk A_balk I_balk];
ep_stag = [E_stag A_stag];

% Räkna egentyngd
Ds = 7850; % Densitet av stål [kg/m^3]
g = 9.82; % Acceleration [m/s^2]
q_balk = A_balk*Ds*g; % Egentyngd för huvudbalk [kN/m]

```

```

    q_bage = A_bage*Ds*g; % Egentygngd för bäge [kN/m]
    q_stag = A_stag*Ds*g; % Egentygngd för stag [kN/m]

% Komposanter
q_y_arch = zeros(size(cor_bage,1),1);
q_x_arch = zeros(size(cor_bage,1),1);

for k = 1:size(cor_bage,1)

    x1 = cor_bage(k,1);
    x2 = cor_bage(k,2);
    y1 = cor_bage(k,3);
    y2 = cor_bage(k,4);

    dx = x2 - x1;
    dy = y2 - y1;

    theta = atan(dy/dx);

    q_y_arch(k) = q_bage * cos(theta);
    q_x_arch(k) = q_bage * sin(theta);

end

% Yttrelaster

r_a_1 = -1031e3; % Reaktionskraft[N] från axelkrafter
r_a_2 = -135e3; % Reaktionskraft[N] från fillast
r_a_g = -43500*16.5/2; % Halva tvärbalkens egentygnd [N]

% Skapar lastvektorn
load_dofs = [2 26 29 35 38 41 44 47 50 53 56 59 65 68 71 74 80 83 86 89 92
95 98 101 104 110];
f = zeros(max(Dof,[],"all"),1);

switch ii

% Lastfall 1 - Normalkraft - fackverkstag
case 3
    f(load_dofs) = r_a_2+r_a_g;
    f(89) = r_a_1; % Störst normalkraft i stag när axelkraft angriper i nod
89

end

% Skapa den globala styvhetmatrisen K
K = zeros(max(Dof,[],"all"));

```

```

% --- Assemblering för Bågelement ---
for i = 1:height(Ex1)
    % Beräkna lokal styvhetsmatris och lastvektor för bågelement
    eq = [-q_x_arch(i) -q_y_arch(i)]; % utbredd last i lokala koordinater
    [Kel, fel] = beam2e(Ex1(i,:), Ey1(i,:), ep_bage, eq);

    % Assemblering till globala matrisen och lastvektorn
    [K, f] = assem(Edof_bage(i,:), K, Kel, f, fel); % Lägg till till
globalt system
end

% --- Assemblering för Balk-element ---
for i = 1:height(Ex2)
    % Beräkna lokal styvhetsmatris och lastvektor för balkelement
    eq = [0 q_balk]; % ingen last i lokal x-led, all egenvikt i y-led
    [Ke2, fe2] = beam2e(Ex2(i,:), Ey2(i,:), ep_balk, eq);

    % Assemblering till globala matrisen och lastvektorn
    [K, f] = assem(Edof_balk(i,:), K, Ke2, f, fe2); % Lägg till till
globalt system
end

% --- Assemblering för Stagsselement ---
for i = 1:height(Ex3)
    % Beräkna lokal styvhetsmatris för stag
    Ke3 = bar2e(Ex3(i,:), Ey3(i,:), ep_stag); % Stagsselement

    % Assemblering till globala matrisen
    K = assem(Edof_stag(i,:), K, Ke3); % Lägg till till globalt system
    (inga lastvektorer för stag)
end

% Skapa randvillkor (boundary conditions)
bc = [1 0; 2 0; 26 0]; % förskjutningar för vissa noder

% Lös systemet för förskjutningarna
a = solveq(K, f, bc); % 'a' är förskjutningarna för alla noder

% Extrahera förskjutningar för varje elementtyp
ed1 = extract(Edof_bage, a); % Förskjutningar för bågelement
ed2 = extract(Edof_balk, a); % Förskjutningar för balkelement
ed3 = extract(Edof_stag, a); % Förskjutningar för stagelement

% --- Tvärsnittskrafter för Bågelement ---
for i = 1:height(Edof_bage)
    Esbage(:, :, i) = beam2s(Ex1(i,:), Ey1(i,:), ep_bage, ed1(i,:)); %
Tvärsnittskrafter för bågelement
end

% --- Tvärsnittskrafter för Balk-element ---
for i = 1:height(Edof_balk)
    Esbalk(:, :, i) = beam2s(Ex2(i,:), Ey2(i,:), ep_balk, ed2(i,:)); %
Tvärsnittskrafter för balkelement

```

```

end

% --- Normalkraft för Stagsselement ---
for i = 1:height(Edof_stag)
    Nstag(i,:) = bar2s(Ex3(i,:), Ey3(i,:), ep_stag, ed3(i,:)); %
    Normalkraft för stag-element
end

end

% Beräkna och visa tvärsnittskrafter för bølgelement
for i = 1:height(Edof_bage)
    Es1(:, :, i) = beam2s(Ex1(i,:), Ey1(i,:), ep_bage, ed1(i,:), [0 0], 9);
end

% Beräkna
for i = 1:height(Edof_balk)
    Es2(:, :, i) = beam2s(Ex2(i,:), Ey2(i,:), ep_balk, ed2(i,:), [0 0], 9);
end

% Beräkna och visa normalkrafter för stag
for i = 1:height(Edof_stag)
    Nstag(i,:) = bar2s(Ex3(i,:), Ey3(i,:), ep_stag, ed3(i,:));
    disp(['Normalkraft för stag ' num2str(i) ':']);
    disp(Nstag(i,:)); % Visa normalkraft för stagelement
end

% Maximal Normalkraft Stag
NEd_stag = max(abs(Nstag));
disp("Max stagkraft = " + string(NEd_stag/1e3) + " kN")
disp(" -----");

% Maximal normalkraft Båge och Balk
NEd_balk = max(max(abs(Es2(:, 1, :))), [], "all");
NEd_bage = min((Es1(:, 1, :))), [], "all");

% Plot normalkraft diagram
figure(1)
plotpar=[2 1];
sfac = scalfact2(Ex1(1,:), Ey1(1,:), Es1(:, 1, 1), 3);
hold on

for i = 1:height(Edof_bage)
    eldia2(Ex1(i,:), Ey1(i,:), 0, plotpar, sfac);
end

```

```

for i = 1:height(Edof_balk)
    eldia2(Ex2(i,:),Ey2(i,:),0,plotpar,sfac);
end

for i = 1:height(Edof_stag)

    N = Nstag(i,1);

    eldia2(Ex3(i,:), Ey3(i,:), repmat(N,10,1), plotpar, sfac);

end

%Indata för VKR-rör 180x180 mm t = 12,5 mm
H=0.18;           %[m]
B=H;              %[m]
t =0.0125;        %[m]
Bi=B-2*t;
Hi=Bi;
A = 2*H*t+2*B*t;   % [m2]
I = (B*H^3-Bi*Hi^3)/12; % [m4]
E = 210e9;         % [Pa]
fy = 355e6;        % [Pa]
% imperfektionsklass a
alpha = 0.21;      % Imperfektionsfaktor
gammaM1=1;

% Utifrån strukturmodellen beräknades normalkraften för alla stag
% Störst positiv normalkraft används för att kolla att tvärsnittet klarar
% spänningen som uppstår.

N_Ed = NEd_stag;    % [N] Störst normalkraft i någon av stagen
sigma_stag = N_Ed/A; % [Pa]

verkningsgrad = sigma_stag/fy;

if fy> sigma_stag
    disp("Max spänning i stag = " + string(sigma_stag/1e6) + " Mpa");
    disp("Flytgräns = " + string(fy*A/1e6) + " Mpa");
    disp("Maximal normalkraft = " + string(N_Ed/1e3) + " kN");
    disp("Normalkraftskapacitet = " + string(fy*A/1e3) + " kN");
    disp(" stagens utnyttjandegrad = " + string(verkningsgrad*100) + " %");
    disp('klarar kravet')
    disp(" -----");
else
    disp("Max spänning i stag = " + string(sigma_stag/1e6) + " Mpa");
    disp("Flytgräns = " + string(fy/1e6) + " Mpa");
    disp("Maximal normalkraft = " + string(N_Ed/1e3) + " kN");
    disp("Normalkraftskapacitet = " + string(fy*A/1e3) + " kN");
    disp(" stagens utnyttjandegrad = " + string(verkningsgrad*100) + " %");
    disp('klarar ej kravet')

```

```
disp(" -----");  
end
```

```
Normalkraft för stag 1:  
1.5810e+06
```

```
Normalkraft för stag 2:  
7.1830e+05
```

```
Normalkraft för stag 3:  
1.8674e+06
```

```
Normalkraft för stag 4:  
1.3664e+06
```

```
Normalkraft för stag 5:  
1.2001e+06
```

```
Normalkraft för stag 6:  
1.3050e+06
```

```
Normalkraft för stag 7:  
9.0438e+05
```

```
Normalkraft för stag 8:  
1.4276e+06
```

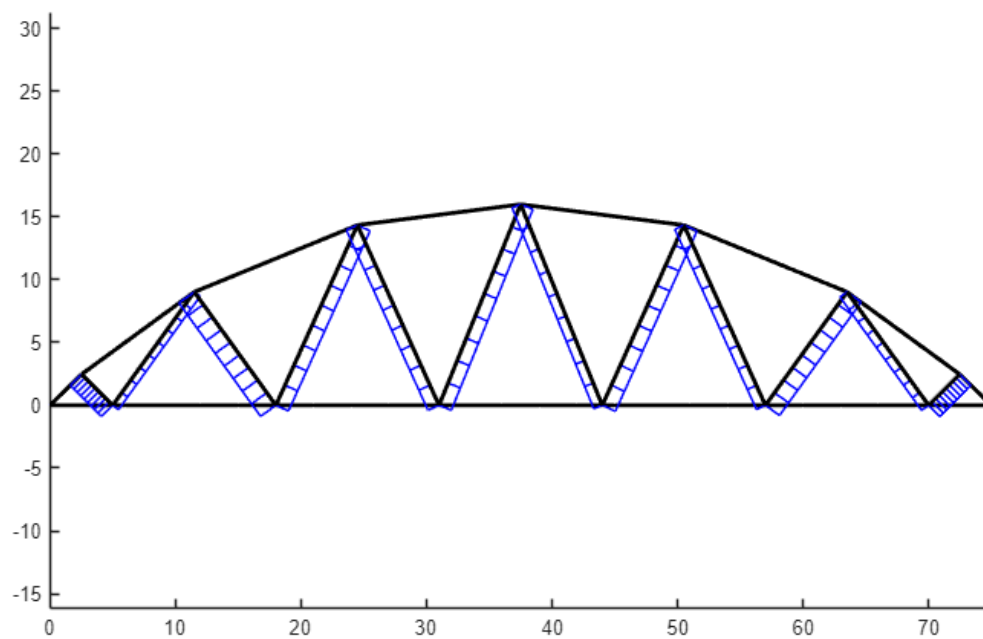
```
Normalkraft för stag 9:  
9.7786e+05
```

```
Normalkraft för stag 10:  
1.7160e+06
```

```
Normalkraft för stag 11:  
8.5678e+05
```

```
Normalkraft för stag 12:  
1.5641e+06
```

```
Max stagkraft = 1867.3559 kN  
-----  
Max spänning i stag = 207.484 Mpa  
Flytgräns = 3.195 Mpa  
Maximal normalkraft = 1867.3559 kN  
Normalkraftskapacitet = 3195 kN  
  stagens utnyttjandegrad = 58.4462 %  
klaras kravet  
-----
```



Byte av stag

Tar bort det mest belastade fackverkstaget, dvs stag 3

```

for ii=3

nElem = 36; % Antal element förutom extra-elementet
startDOF = 1:3:3*nElem; % Start-Dof för varje element

% Edof1: Första uppsättningen av de första 8 elementen
Edof_bage = [];
for i = 1:8 % För de första 8 elementen
    Edof_bage = [Edof_bage; i, startDOF(i), startDOF(i)+1, startDOF(i)+2,
startDOF(i)+3, startDOF(i)+4, startDOF(i)+5];
end

% Edof2: Andra uppsättningen för de resterande 29 elementen
Edof_balk = [];
for i = 9:nElem % För de sista 29 elementen (från 9 till 36)
    Edof_balk = [Edof_balk; i, startDOF(i), startDOF(i)+1, startDOF(i)+2,
startDOF(i)+3, startDOF(i)+4, startDOF(i)+5];
end

% Lägg till extra rad (wrap-around) till Edof2
extra = [37, 109, 110, 111, 1, 2, 3];
Edof_balk = [Edof_balk; extra]; % Lägg till wrap-around till Edof2

Edof_stag = [38 4 5 106 107;39 106 107 7 8;41 91 92 10 11;42 10 11 76 77;43
76 77 13 14;44 13 14 61 62;45 61 62 16 17;46 16 17 46 47;47 46 47 19 20;48
19 20 31 32;49 31 32 22 23];

idx = [26 29 35 38 41 44 47 50 53 56 59 65 68 71 74 80 83 86 89 92 95 98 101
104 110 2];
f(idx) = -1;

Coord = [0 0;2.53 2.476;11.5 9.026;24.5 14.347;37.5 16;50.5 14.347;63.5
9.026;72.47 2.476;
75 0;72 0;70 0;69 0;66 0;63 0;60 0;57 0;54 0;51 0;48 0;45 0;44 0;42
0;39 0;36 0;33 0;31 0;30 0;27 0;24 0;21 0;18 0;15 0;12 0;9 0;6 0;5 0;3 0];

Dof = reshape(1:111, 3, []).';
[Ex1,Ey1]=coordxtr(Edof_bage,Coord,Dof,2);
[Ex2,Ey2]=coordxtr(Edof_balk,Coord,Dof,2);
[Ex3,Ey3]=coordxtr(Edof_stag,Coord,Dof,2);

% --- Skapa elementkoordinatmatriser ---
cor_bage = [Ex1(:,1) Ex1(:,2) Ey1(:,1) Ey1(:,2)]; % Bågelement
cor_balk = [Ex2(:,1) Ex2(:,2) Ey2(:,1) Ey2(:,2)]; % Balk-element
cor_stag = [Ex3(:,1) Ex3(:,2) Ey3(:,1) Ey3(:,2)]; % Stagelement

% Hela ramverket (båge + balk)
cor_frame = [cor_bage; cor_balk];

% Bågelement
H = 0.5; % Tvärsnittet höjd [m]
B = 0.25; % Tvärsnittets bredd [m]
t = 0.03; % Tvärsnittets tjocklek [m]

```

```

A_bage = 2*H*t + 2*B*t; % Area på tvärsnittet [m^2]
I_bage = t*H^3/6+t*B*H^2/2; % Bågens tröghetsmoment [m^4]
E_bage = 210e9; % Elasticitetsmodul [Pa]

% Huvudbalkelement
h = 0.4; % Tvärsnittet höjd [m]
bf = 0.25; % Tvärsnittets bredd [m]
hf = 0.08; % Tvärsnittets fläns höjd [m]
tw = 0.03; % Tvärsnittets livets bredd [m]
hw=h-2*hf;
A_balk = (hw*tw)+(bf*hf*2); % Area på tvärsnittet [m^2]
I_balk = tw*hw^3/12 + 2*(bf*hf^3/12 +bf*hf*(hw/2 + hf/2)^2); % Balkens
tröghetsmoment [m^4]
E_balk = E_bage; % Elasticitetsmodul [Pa]

%Stagelement
E_stag = 210e9; % Elasticitetsmodul [Pa]
A_stag = 2*0.18*0.0125 + 2*0.18*0.0125;

% Styvhetsmatris
ep_bage = [E_bage A_bage I_bage];
ep_balk = [E_balk A_balk I_balk];
ep_stag = [E_stag A_stag];

% Räkna egentyngd
Ds = 7850; % Densitet av stål [kg/m^3]
g = 9.82; % Acceleration [m/s^2]
q_balk = A_balk*Ds*g; % Egentyngd för huvudbalk [kN/m]
q_bage = A_bage*Ds*g; % Egentyngd för båge [kN/m]
q_stag = A_stag*Ds*g; % Egentyngd för stag [kN/m]

% Komposanter
q_y_arch = zeros(size(cor_bage,1),1);
q_x_arch = zeros(size(cor_bage,1),1);

for k = 1:size(cor_bage,1)

    x1 = cor_bage(k,1);
    x2 = cor_bage(k,2);
    y1 = cor_bage(k,3);
    y2 = cor_bage(k,4);

    dx = x2 - x1;
    dy = y2 - y1;

    theta = atan(dy/dx);

    q_y_arch(k) = q_bage * cos(theta);
    q_x_arch(k) = q_bage * sin(theta);

end

% Yttre laster - ändras utifrån att fil närmst bågen stängs av för
% underhållning av stag.

```

```

r_a_1 = -184e3;           % Axellast [N]
r_a_2 = -43.35e3;         % Jämmt utbredd fillast [N]
r_a_g = -43500*16.5/2;    % Halva tvärbalkens egentygnd [N]

% Skapar lastvektorn
load_dofs = [2 26 29 35 38 41 44 47 50 53 56 59 65 68 71 74 80 83 86 89 92
95 98 101 104 110];
f = zeros(max(Dof, []), "all", 1);

switch ii

% Lastfall Normalkraft - fackverkstag
    case 3 % Kolla med gruppen
        f(load_dofs) = r_a_2+r_a_g;
        f([89]) = r_a_1;

end

% Skapa den globala styvhetmatrisen K
K = zeros(max(Dof, []), "all");

% --- Assemblering för Bågelement ---
for i = 1:height(Ex1)
    % Beräkna lokal styvhetsmatris och lastvektor för bågelement
    eq = [-q_x_arch(i) -q_y_arch(i)]; % utbredd last i lokala koordinater
    [Kel, fel] = beam2e(Ex1(i,:), Ey1(i,:), ep_bage, eq);

    % Assemblering till globala matrisen och lastvektorn
    [K, f] = assem(Edof_bage(i,:), K, Kel, f, fel); % Lägg till till
globalt system
end

% --- Assemblering för Balk-element ---
for i = 1:height(Ex2)
    % Beräkna lokal styvhetsmatris och lastvektor för balkelement
    eq = [0 q_balk]; % ingen last i lokal x-led, all egenvikt i y-led
    [Ke2, fe2] = beam2e(Ex2(i,:), Ey2(i,:), ep_balk, eq);

    % Assemblering till globala matrisen och lastvektorn
    [K, f] = assem(Edof_balk(i,:), K, Ke2, f, fe2); % Lägg till till
globalt system
end

% --- Assemblering för Stagsselement ---
for i = 1:height(Ex3)
    % Beräkna lokal styvhetsmatris för stag

```

```

    Ke3 = bar2e(Ex3(i,:), Ey3(i,:), ep_stag); % Stagsselement

    % Assemblering till globala matrisen
    K = assem(Edof_stag(i,:), K, Ke3); % Lägg till till globalt system
    (inga lastvektorer för stag)
end

    % Skapa randvillkor (boundary conditions)
    bc = [1 0; 2 0; 26 0]; % förskjutningar för vissa noder

% Lös systemet för förskjutningarna
a = solveq(K, f, bc); % 'a' är förskjutningarna för alla noder

% Extrahera förskjutningar för varje elementtyp
ed1 = extract(Edof_bage, a); % Förskjutningar för bagelement
ed2 = extract(Edof_balk, a); % Förskjutningar för balkelement
ed3 = extract(Edof_stag, a); % Förskjutningar för stagelement

% --- Tvärsnittskrafter för Bagelement ---
for i = 1:height(Edof_bage)
    Esbage(:, :, i) = beam2s(Ex1(i,:), Ey1(i,:), ep_bage, ed1(i,:)); %
    Tvärsnittskrafter för bagelement
end

% --- Tvärsnittskrafter för Balk-element ---
for i = 1:height(Edof_balk)
    Esbalk(:, :, i) = beam2s(Ex2(i,:), Ey2(i,:), ep_balk, ed2(i,:)); %
    Tvärsnittskrafter för balkelement
end

% --- Normalkraft för Stagsselement ---
for i = 1:height(Edof_stag)
    Nstag_byte(i,:) = bar2s(Ex3(i,:), Ey3(i,:), ep_stag, ed3(i,:)); %
    Normalkraft för stag-element
end

end

% Beräkna och visa tvärsnittskrafter för bagelement
for i = 1:height(Edof_bage)
    Es1(:, :, i) = beam2s(Ex1(i,:), Ey1(i,:), ep_bage, ed1(i,:), [0 0], 9);
end

% Beräkna
for i = 1:height(Edof_balk)
    Es2(:, :, i) = beam2s(Ex2(i,:), Ey2(i,:), ep_balk, ed2(i,:), [0 0], 9);
end

% Beräkna och visa normalkrafter för stag
for i = 1:height(Edof_stag)
    Nstag_byte(i,:) = bar2s(Ex3(i,:), Ey3(i,:), ep_stag, ed3(i,:));
end

```

```

        disp(['Normalkraft för stag ' num2str(i) ':']);
        disp(Nstag_byte(i,:)); % Visa normalkraft för stagelement
    end

    % Maximal Normalkraft Stag
    NEd_stag_byte = max(abs(Nstag_byte));
    disp("Max stagkraft = " + string(NEd_stag_byte/1e3) + " kN")

    % Maximal normalkraft Båge och Balk
    NEd_balk = max(max(abs(Es2(:,1,:)), [], "all"));
    NEd_bage = min((Es1(:,1,:)), [], "all");

    % Plot normalkraft diagram
    figure(2)
    plotpar=[2 1];
    sfac = scalfact2(Ex1(1,:),Ey1(1,:),Es1(:,1,1),3);
    hold on

    for i = 1:height(Edof_bage)
        eldia2(Ex1(i,:),Ey1(i,:),0,plotpar,sfac);
    end

    for i = 1:height(Edof_balk)
        eldia2(Ex2(i,:),Ey2(i,:),0,plotpar,sfac);
    end

    for i = 1:height(Edof_stag)

        N = Nstag_byte(i,1);

        eldia2(Ex3(i,:), Ey3(i,:), repmat(N,10,1), plotpar, sfac);

    end

    N_Ed_byte = NEd_stag_byte; % [N] Störst normalkraft i någon av stagen
    sigma_stag_byte = N_Ed_byte/A; % [Pa]

    verkningsgrad = sigma_stag_byte/fy;

    if fy> sigma_stag_byte
        disp("Byte av stag:");
        disp("Max spänning i stag = " + string(sigma_stag_byte/1e6) + " Mpa");
        disp("Flytgräns = " + string(fy/1e6) + " Mpa");
        disp("Maximal normalkraft = " + string(N_Ed_byte/1e3) + " kN");
        disp("Normalkraftskapacitet = " + string(fy*A/1e3) + " kN");
        disp(" stagens utnyttjandegrad = " + string(verkningsgrad*100) + " %");
        disp('klarar kravet')
        disp(" -----");
    end

```

```

else
    disp("Byte av stag:" );
    disp("Max spänning i stag = " + string(sigma_stag_byte/1e6) + " Mpa");
    disp("Flytgräns = " + string(fy/1e6) + " Mpa");
    disp("Maximal normalkraft = " + string(N_Ed_byte/1e3) + " kN");
    disp("Normalkraftskapacitet = " + string(fy*A/1e3) + " kN");
    disp(" stagens utnyttjandegrad = " + string(verkningsgrad*100) + " %");
    disp('klarar ej kravet')
    disp(" -----");
end

```

```

Normalkraft för stag 1:
    2.8910e+06

```

```

Normalkraft för stag 2:
    1.1344e+06

```

```

Normalkraft för stag 3:
    1.1285e+06

```

```

Normalkraft för stag 4:
    1.7104e+06

```

```

Normalkraft för stag 5:
    4.5396e+05

```

```

Normalkraft för stag 6:
    7.7312e+05

```

```

Normalkraft för stag 7:
    1.1027e+06

```

```

Normalkraft för stag 8:
    9.0369e+05

```

```

Normalkraft för stag 9:
    1.2991e+06

```

```

Normalkraft för stag 10:
    7.1839e+05

```

```

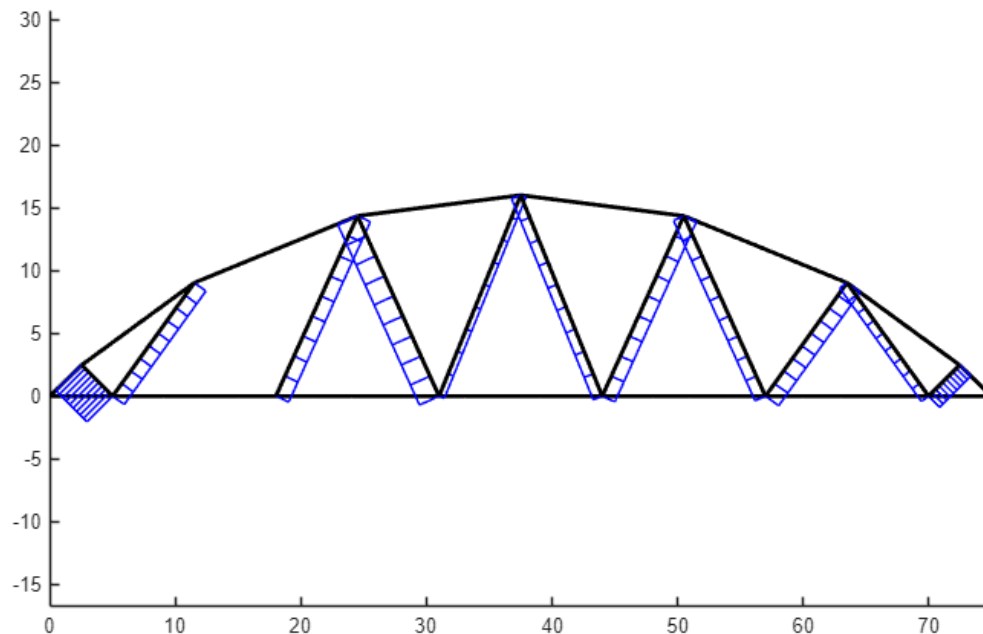
Normalkraft för stag 11:
    1.2540e+06

```

```

Max stagkraft = 2891.0085 kN
Byte av stag:
Max spänning i stag = 321.2232 Mpa
Flytgräns = 355 Mpa
Maximal normalkraft = 2891.0085 kN
Normalkraftskapacitet = 3195 kN
stagens utnyttjandegrad = 90.4854 %
klarar kravet
-----

```



Dimensionering av ansultning mellan fackverkstag och huvudbalk

```
% kontroll av svetsförband görs för punkten där stag 1 & 2 ansluter till  
% huvudbalk. Finns två typer av svetsar som behöver kollas. svets mellan  
% stag och anslutningsplåt och svets mellan anslutningsplåt och huvudbalk.  
% Kontroll enligt Eurokod 3 SS-EN 1993-1-8:2005 sida 43 ekvation 4.1
```

```
% materialegenskaper
```

```
fu=510e6;           % Brottgräns för svets S355 [Pa]  
Beta= 0.9;          % Korrelationsfaktor  
gammaM2= 1.25;      % Partialkoefficient  
Barformagal = fu/(Beta*gammaM2); % Krav enligt ekvation 4.1 i Eurocode 3  
Barformaga2 = 0.9*fu/gammaM2;   % Krav enligt ekvation 4.1 i Eurocode 3
```

```
% kontroll av svets mellan stag och plåt  
% geometri
```

```
L_s1 = 0.35;        % Längd svets [m]  
a_s1 = 8e-3;        % a-mått [m]
```

```
if L_s1<150*a_s1  
    L_nyttig1=L_s1;  
    disp("Kontroll av svets mellan stag och plåt: " );  
    disp("Nyttig svetslängd är lika med verklig svetslängd " );
```

```

        disp("Nyttig svetslängd = " + string(L_nyttig1*1e3) + " mm");
else
    L_nyttig1=(1.2-(0.2*L_s1/(150*a_s1)))*L_s1;
    disp("Kontroll av svets mellan stag och plåt: " );
    disp("Nyttig svetslängd är inte lika med verklig svetslängd " );
    disp("Nyttig svetslängd = " + string(L_nyttig1*1e3) + " mm");
end

% Kraft för svets
Ps1= [Nstag_byte(1)/4, Nstag_byte(2)/4];

% skjuvspänning i svets
tao_par_s1=Ps1./(L_nyttig1*a_s1);

if all(sqrt(3).*tao_par_s1 < Barformagal)
    disp("Svets mellan stag och plåt har tillräcklig kapacitet");
    disp("a-mått = " + string(a_s1*1e3) + " mm");
    disp(" -----");
else
    disp("Svets mellan stag och plåt har ej tillräcklig kapacitet");
    disp("a-mått = " + string(a_s1*1e3) + " mm");
    disp(" -----");
end

% Kontroll av svets mellan anslutningsplåt och huvudbalk

% Geometri
L_s2 = 960e-3;           % verklig svetslängd
a_s2 = 7e-3;             % a_mått
I_svets = a_s2*L_s2^3/12; % Svetsens ytröghetsmoment
W_svets= I_svets/(L_s2/2); % Svetsens böjmotstånd

if L_s2<150*a_s2
    disp("Kontroll av svets mellan plåt och huvudbalk: " );
    disp("Nyttig svetslängd är lika med verklig svetslängd " );
    L_nyttig2=L_s2;
    disp("Nyttig svetslängd = " + string(L_nyttig2*1e3) + " mm");
else
    disp("Kontroll av svets mellan plåt och huvudbalk: " );
    disp("Nyttig svetslängd är inte lika med verklig svetslängd " );
    L_nyttig2=(1.2-(0.2*L_s2/(150*a_s2)))*L_s2;
    disp("Nyttig svetslängd = " + string(L_nyttig2*1e3) + " mm");
end

% Krafter som påverkar svets, antar att kraften från stagen angriper i
% tp mellan svetsarna mellan stag och anslutningsplåt
P1_vertikal = Nstag_byte(1)*cos(45)/2; % Vertikal komposantkraft
från stag 1
P1_horisontell = Nstag_byte(1)*sin(45)/2; % horisontell
komposantkraft från stag 1

```

```

P2_vertikal = Nstag_byte(2)*cos(54)/2;          % Vertikal komposantkraft
från stag 2
P2_horisontell = Nstag_byte(2)*sin(54)/2;        % horisontell
komposantkraft från stag 2

% Förflyttar krafterna till centrum av svets mellan anslutningsplåt och
% huvudbalk

Ps2_vertikal_tot = P1_vertikal+P2_vertikal;      % Total vertikal
kraft verkandens i TP av svets
Ps2_horisontell_tot = P1_horisontell-P2_horisontell; % Total horisontell
kraft verkandens i TP av svets

Ms2=P1_horisontell*84.85e-3+P2_vertikal*70.53e-3-P1_vertikal*84.85e-3-
P2_horisontell*97.08e-3; % Moment som verkar på svets

% Parallell skjuvspänning
tao_par_s2 =Ps2_horisontell_tot/(L_nyttig2*a_s2);

% Vinkelrät skjuvspänning pga kraft
tao_perp_P = Ps2_vertikal_tot/(sqrt(2)*L_nyttig2*a_s2);

% Vinkelrät skjuvspänning pga Moment
tao_perp_M = Ms2/(sqrt(2)*W_svets);

% Total vinkelrät skjuvspänning
tao_perp_tot = tao_perp_M+tao_perp_P;

% Total vinkelrät normalspänning
sigma_perp_tot = tao_perp_tot;

% Jämförelsespänning
sigma_j = sqrt(sigma_perp_tot^2+3*(tao_perp_tot^2+tao_par_s2^2));

if sigma_j < Barformaga1 && sigma_perp_tot < Barformaga2
    disp("Svets mellan anslutningsplåt och huvudbalk har
tillräcklig kapacitet");
    disp("a-mått = " + string(a_s2*1e3) + " mm");
    disp(" -----");
else
    disp("Svets mellan anslutningsplåt och huvudbalk har
ej tillräcklig kapacitet");
    disp("a-mått = " + string(a_s2*1e3) + " mm");
    disp(" -----");
end

Kontroll av svets mellan stag och plåt:
Nyttig svetslängd är lika med verklig svetslängd
Nyttig svetslängd = 350 mm
Svets mellan stag och plåt har tillräcklig kapacitet
a-mått = 8 mm
-----

```

Kontroll av svets mellan plåt och huvudbalk:
Nyttig svetslängd är lika med verklig svetslängd
Nyttig svetslängd = 960 mm
Svets mellan anslutningsplåt och huvudbalk har tillräcklig kapacitet
a-mått = 7 mm

Published with MATLAB® R2025b

Vindstag

```
clc
clear
clf
```

Beräkning av vindlast hos horisontella stag mellan bågarna - en förenklad modell

75m spännvidd, 23 vertikala stag, symmetrisk uppbyggnad kring $x=37.5\text{m}$

DOF-schema: Nedre sträng: Element 1->24 Övre sträng: Element 25->48 Vertikala stag uppdelat i 2 element: Element 49->93 Snedstag övre: Element 94->115 Snedstag nedre: Element 116->137 Totalt: 144 DOF, 137 element

Elementstyvhetsmatriser (edof)

```
% Horisontella stag nedre sträng (element 1-24)
edof_horisontell_nere = [1 1 2 3 4;2 3 4 5 6;3 5 6 7 8;4 7 8 9 10;5 9 10 11
12;6 11 12 13 14;7 13 14 15 16;8 15 16 17 18;9 17 18 19 20;10 19 20 21 22;11
21 22 23 24;12 23 24 25 26;13 25 26 27 28;14 27 28 29 30;15 29 30 31 32;16
31 32 33 34;17 33 34 35 36;18 35 36 37 38;19 37 38 39 40;20 39 40 41 42;21
41 42 43 44;22 43 44 45 46;23 45 46 47 48;24 47 48 49 50];

% Horisontella stag övre sträng (element 25-48)
edof_horisontell_uppe = [25 51 52 53 54;26 53 54 55 56;27 55 56 57 58;28 57
```

```

58 59 60;29 59 60 61 62;30 61 62 63 64;31 63 64 65 66;32 65 66 67 68;33 67
68 69 70;34 69 70 71 72;35 71 72 73 74;36 73 74 75 76;37 75 76 77 78;38 77
78 79 80;39 79 80 81 82;40 81 82 83 84;41 83 84 85 86;42 85 86 87 88;43 87
88 89 90;44 89 90 91 92;45 91 92 93 94;46 93 94 95 96;47 95 96 97 98;48 97
98 99 100];

```

```

% Vertikala stag (element 49-93)

```

```

edof_vertikal = [
49 3 4 101 102; 50 101 102 53 54; % k=1
51 5 6 103 104; 52 103 104 55 56; % k=2
53 7 8 105 106; 54 105 106 57 58; % k=3
55 9 10 107 108; 56 107 108 59 60; % k=4
57 11 12 109 110; 58 109 110 61 62; % k=5
59 13 14 111 112; 60 111 112 63 64; % k=6
61 15 16 113 114; 62 113 114 65 66; % k=7
63 17 18 115 116; 64 115 116 67 68; % k=8
65 19 20 117 118; 66 117 118 69 70; % k=9
67 21 22 119 120; 68 119 120 71 72; % k=10
69 23 24 121 122; 70 121 122 73 74; % k=11

```

```

71 25 26 75 76; % k=12 mitten, direkt stag

```

```

72 27 28 123 124; 73 123 124 77 78; % k=13
74 29 30 125 126; 75 125 126 79 80; % k=14
76 31 32 127 128; 77 127 128 81 82; % k=15
78 33 34 129 130; 79 129 130 83 84; % k=16
80 35 36 131 132; 81 131 132 85 86; % k=17
82 37 38 133 134; 83 133 134 87 88; % k=18
84 39 40 135 136; 85 135 136 89 90; % k=19
86 41 42 137 138; 87 137 138 91 92; % k=20
88 43 44 139 140; 89 139 140 93 94; % k=21
90 45 46 141 142; 91 141 142 95 96; % k=22
92 47 48 143 144; 93 143 144 97 98 % k=23
];

```

```

% K-stag övre (element 94-115)

```

```

edof_K_ovre = [
94 101 102 55 56;
95 103 104 57 58;
96 105 106 59 60;
97 107 108 61 62;
98 109 110 63 64;
99 111 112 65 66;
100 113 114 67 68;
101 115 116 69 70;
102 117 118 71 72;
103 119 120 73 74;
104 121 122 75 76;

```

```

105 123 124 75 76;
106 125 126 77 78;
107 127 128 79 80;
108 129 130 81 82;
109 131 132 83 84;

```

```
110 133 134 85 86;
111 135 136 87 88;
112 137 138 89 90;
113 139 140 91 92;
114 141 142 93 94;
115 143 144 95 96
];
```

```
% K-stag nedre (element 116-137)
edof_K_nedre = [
116 101 102 5 6;
117 103 104 7 8;
118 105 106 9 10;
119 107 108 11 12;
120 109 110 13 14;
121 111 112 15 16;
122 113 114 17 18;
123 115 116 19 20;
124 117 118 21 22;
125 119 120 23 24;
126 121 122 25 26;
```

```
% mitten hoppad
```

```
127 123 124 25 26;
128 125 126 27 28;
129 127 128 29 30;
130 129 130 31 32;
131 131 132 33 34;
132 133 134 35 36;
133 135 136 37 38;
134 137 138 39 40;
135 139 140 41 42;
136 141 142 43 44;
137 143 144 45 46
];
```

Koordinater

```
% Horisontella stag (24 element, x=0 till x=75)
ex1 = [0 6.67;6.67 9.14;9.14 11.7;11.7 14.34;14.34 17.07;17.07 19.86;19.86
22.71;22.71 25.6;25.6 28.54;28.54 31.51;31.51 34.5;34.5 37.5;37.5 40.5;40.5
43.49;43.49 46.46;46.46 49.4;49.4 52.29;52.29 55.14;55.14 57.93;57.93
60.66;60.66 63.3;63.3 65.86;65.86 68.33;68.33 75];
ey1 = zeros(size(ex1));
ex2 = ex1;
ey2 = 16.5 * ones(size(ex2));

% Vertikala stag (45 element: 22*2 halvor + 1 mitten)
ex3 = [6.67 6.67;6.67 6.67;9.14 9.14;9.14 9.14;11.7 11.7;11.7 11.7;14.34
14.34;14.34 14.34;17.07 17.07;17.07 17.07;19.86 19.86;19.86 19.86;22.71
22.71;22.71 22.71;25.6 25.6;25.6 25.6;28.54 28.54;28.54 28.54;31.51
31.51;31.51 31.51;34.5 34.5;34.5 34.5;37.5 37.5;40.5 40.5;40.5 40.5;43.49
```

```

43.49;43.49 43.49;46.46 46.46;46.46 46.46;49.4 49.4;49.4 49.4;52.29
52.29;52.29 52.29;55.14 55.14;55.14 55.14;57.93 57.93;57.93 57.93;60.66
60.66;60.66 60.66;63.3 63.3;63.3 63.3;65.86 65.86;65.86 65.86;68.33
68.33;68.33 68.33];
ey3 = [0 8.25;8.25 16.5;0 8.25;8.25 16.5;0 8.25;8.25 16.5;0 8.25;8.25
16.5;0 8.25;8.25 16.5;0 8.25;8.25 16.5;0 8.25;8.25 16.5;0 8.25;8.25
16.5;0 8.25;8.25 16.5;0 8.25;8.25 16.5;0 8.25;8.25 16.5;0 16.5;0 8.25;8.25
16.5;0 8.25;8.25 16.5;0 8.25;8.25 16.5;0 8.25;8.25 16.5;0 8.25;8.25
16.5;0 8.25;8.25 16.5;0 8.25;8.25 16.5;0 8.25;8.25 16.5;0 8.25;8.25 16.5;0
8.25;8.25 16.5;0 8.25;8.25 16.5];

% Snedstag övre (22 element)
ex4a = [6.67 9.14;9.14 11.7;11.7 14.34;14.34 17.07;17.07 19.86;19.86
22.71;22.71 25.6;25.6 28.54;28.54 31.51;31.51 34.5;34.5 37.5;40.5 37.5;43.49
40.5;46.46 43.49;49.4 46.46;52.29 49.4;55.14 52.29;57.93 55.14;60.66
57.93;63.3 60.66;65.86 63.3;68.33 65.86];
ey4a = [8.25 16.5;8.25 16.5;8.25 16.5;8.25 16.5;8.25 16.5;8.25 16.5;8.25
16.5;8.25 16.5;8.25 16.5;8.25 16.5;8.25 16.5;8.25 16.5;8.25 16.5;8.25
16.5;8.25 16.5;8.25 16.5;8.25 16.5;8.25 16.5;8.25 16.5;8.25
16.5;8.25 16.5];

% Snedstag nedre (22 element)
ex4b = [6.67 9.14;9.14 11.7;11.7 14.34;14.34 17.07;17.07 19.86;19.86
22.71;22.71 25.6;25.6 28.54;28.54 31.51;31.51 34.5;34.5 37.5;37.5 40.5;40.5
43.49;43.49 46.46;46.46 49.4;49.4 52.29;52.29 55.14;55.14 57.93;57.93
60.66;60.66 63.3;63.3 65.86;65.86 68.33];
ey4b = [8.25 0;8.25 0;8.25 0;8.25 0;8.25 0;8.25 0;8.25 0;8.25 0;8.25 0;8.25
0;8.25 0;0 8.25;0 8.25;0 8.25;0 8.25;0 8.25;0 8.25;0 8.25;0 8.25;0
8.25;0 8.25];

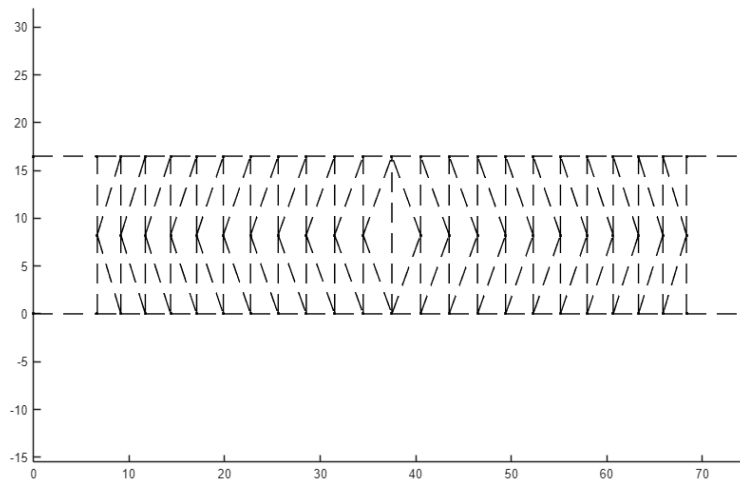
```

Plotta 2D-system

```

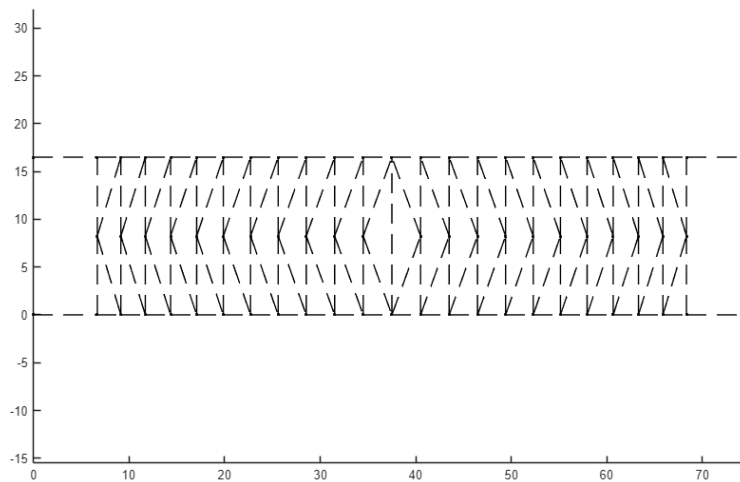
figure(1)
plotpar = [2 1 0];
eldraw2(ex1, ey1, plotpar);
eldraw2(ex2, ey2, plotpar);
eldraw2(ex3, ey3, plotpar);
eldraw2(ex4a, ey4a, plotpar);
eldraw2(ex4b, ey4b, plotpar);

```



Ta bort första och sista horisontella elementet (tillhör bågen)

```
edof_horisontell_nere = edof_horisontell_nere(2:end-1,:);
edof_horisontell_uppe = edof_horisontell_uppe(2:end-1,:);
ex1 = ex1(2:end-1,:); ey1 = ey1(2:end-1,:);
ex2 = ex2(2:end-1,:); ey2 = ey2(2:end-1,:);
```



Randvillkor

Lösa ändnoder (tillhör bågen) låses för att undvika singularitet Verkliga upplag vid $x=6.67$ (vänster) och $x=68.33$ (höger)

```
bc = [1    0;    % x=0    nedre x    (lös nod)
      2    0;    % x=0    nedre y    (lös nod)
      49   0;    % x=75   nedre x    (lös nod)
      50   0;    % x=75   nedre y    (lös nod)
      51   0;    % x=0    övre x    (lös nod)
      52   0;    % x=0    övre y    (lös nod)
      99   0;    % x=75   övre x    (lös nod)
      100  0;    % x=75   övre y    (lös nod)
      3    0;    % x=6.67 nedre x    (fast upplag vänster)
      4    0;    % x=6.67 nedre y
      53   0;    % x=6.67 övre x
      54   0;    % x=6.67 övre y
      47   0;    % x=68.33 nedre x    (fast upplag höger)
      48   0;    % x=68.33 nedre y
      97   0;    % x=68.33 övre x
      98   0];   % x=68.33 övre y
```

Materialdata och tvärsnitt

```
v = 25;          % [m/s] vindhastighet
q = 0.5*1.25*v^2;
c_e = 2.0;
c_p = 1.5;
q = q * c_e * c_p; % [Pa]

% Bågelement (horisontella strängar)
H_bm = 0.5;      % Höjd [m]
B_bm = 0.3;      % Bredd [m]
t_bm = 0.02;     % Tjocklek [m]
A_bage = 2*H_bm*t_bm + 2*B_bm*t_bm;
E_bage = 210e9;
ep_bage = [E_bage A_bage];

% Stag (VKR)
H = 0.5;         % Exponeringshöjd för vindlastberäkning [m]
A_stag = 942e-6; % 70x70x3.6
I_stag = 68.6e-8;
E_stag = E_bage;
L_stag = 16.5;   % [m] avstånd mellan strängarna
ep_stag = [E_stag A_stag];
```

cc-mått

```
c0 = 6.67;
c1 = 9.14 - 6.67;
c2 = 11.7 - 9.14;
c3 = 14.34 - 11.7;
c4 = 17.07 - 14.34;
c5 = 19.86 - 17.07;
c6 = 22.71 - 19.86;
c7 = 25.6 - 22.71;
c8 = 28.54 - 25.6;
c9 = 31.51 - 28.54;
```

```

c10 = 34.5 - 31.51;
c11 = 37.5 - 34.5;
c12 = 40.5 - 37.5;
c13 = 43.49 - 40.5;
c14 = 46.46 - 43.49;
c15 = 49.4 - 46.46;
c16 = 52.29 - 49.4;
c17 = 55.14 - 52.29;
c18 = 57.93 - 55.14;
c19 = 60.66 - 57.93;
c20 = 63.3 - 60.66;
c21 = 65.86 - 63.3;
c22 = 68.33 - 65.86;
c23 = 75.0 - 68.33;

```

Lastvektor (vindlast på övre sträng i y-riktning)

Övre sträng nod i -> DOF 50+2i (y) Nod 1=x=0(DOF52), Nod2=x=6.67(DOF54), ..., Nod25=x=75(DOF100)

```

K = zeros(144);
f = zeros(144, 1);

f(54) = f(54) - q*c0*H;           % första facket -> nod vid x=6.67
f(54) = f(54) - q*c1*H/2;   f(56) = f(56) - q*c1*H/2;
f(56) = f(56) - q*c2*H/2;   f(58) = f(58) - q*c2*H/2;
f(58) = f(58) - q*c3*H/2;   f(60) = f(60) - q*c3*H/2;
f(60) = f(60) - q*c4*H/2;   f(62) = f(62) - q*c4*H/2;
f(62) = f(62) - q*c5*H/2;   f(64) = f(64) - q*c5*H/2;
f(64) = f(64) - q*c6*H/2;   f(66) = f(66) - q*c6*H/2;
f(66) = f(66) - q*c7*H/2;   f(68) = f(68) - q*c7*H/2;
f(68) = f(68) - q*c8*H/2;   f(70) = f(70) - q*c8*H/2;
f(70) = f(70) - q*c9*H/2;   f(72) = f(72) - q*c9*H/2;
f(72) = f(72) - q*c10*H/2;  f(74) = f(74) - q*c10*H/2;
f(74) = f(74) - q*c11*H/2;  f(76) = f(76) - q*c11*H/2;
f(76) = f(76) - q*c12*H/2;  f(78) = f(78) - q*c12*H/2;
f(78) = f(78) - q*c13*H/2;  f(80) = f(80) - q*c13*H/2;
f(80) = f(80) - q*c14*H/2;  f(82) = f(82) - q*c14*H/2;
f(82) = f(82) - q*c15*H/2;  f(84) = f(84) - q*c15*H/2;
f(84) = f(84) - q*c16*H/2;  f(86) = f(86) - q*c16*H/2;
f(86) = f(86) - q*c17*H/2;  f(88) = f(88) - q*c17*H/2;
f(88) = f(88) - q*c18*H/2;  f(90) = f(90) - q*c18*H/2;
f(90) = f(90) - q*c19*H/2;  f(92) = f(92) - q*c19*H/2;
f(92) = f(92) - q*c20*H/2;  f(94) = f(94) - q*c20*H/2;
f(94) = f(94) - q*c21*H/2;  f(96) = f(96) - q*c21*H/2;
f(96) = f(96) - q*c22*H/2;  f(98) = f(98) - q*c22*H/2;
f(98) = f(98) - q*c23*H;     % sista facket -> nod vid x=68.33

```

Assemblering

```

for i = 1:size(ex1,1)
    K = assem(edof_horisontell_nere(i,:), K, bar2e(ex1(i,:), ey1(i,:),
ep_bage));
end

```

```
for i = 1:size(ex2,1)
    K = assem(edof_horisontell_uppe(i,:), K, bar2e(ex2(i,:), ey2(i,:),
ep_bage));
end
for i = 1:size(ex3,1)
    K = assem(edof_vertikal(i,:), K, bar2e(ex3(i,:), ey3(i,:), ep_stag));
end
for i = 1:size(ex4a,1)
    K = assem(edof_K_ovre(i,:), K, bar2e(ex4a(i,:), ey4a(i,:), ep_stag));
end
for i = 1:size(ex4b,1)
    K = assem(edof_K_nedre(i,:), K, bar2e(ex4b(i,:), ey4b(i,:), ep_stag));
end
```

Lös systemet

```
[a, r] = solveq(K, f, bc);
```

Beräkna normalkrafter

```
N_horis_nere = zeros(size(ex1,1),1);
for i = 1:size(ex1,1)
    ed = extract(edof_horisontell_nere(i,:), a);
    N_horis_nere(i) = bar2s(ex1(i,:), ey1(i,:), ep_bage, ed);
end

N_horis_uppe = zeros(size(ex2,1),1);
for i = 1:size(ex2,1)
    ed = extract(edof_horisontell_uppe(i,:), a);
    N_horis_uppe(i) = bar2s(ex2(i,:), ey2(i,:), ep_bage, ed);
end

N_vertikal = zeros(size(ex3,1),1);
for i = 1:size(ex3,1)
    ed = extract(edof_vertikal(i,:), a);
    N_vertikal(i) = bar2s(ex3(i,:), ey3(i,:), ep_stag, ed);
end

N_diag_uppe = zeros(size(ex4a,1),1);
for i = 1:size(ex4a,1)
    ed = extract(edof_K_ovre(i,:), a);
    N_diag_uppe(i) = bar2s(ex4a(i,:), ey4a(i,:), ep_stag, ed);
end

N_diag_nere = zeros(size(ex4b,1),1);
for i = 1:size(ex4b,1)
    ed = extract(edof_K_nedre(i,:), a);
    N_diag_nere(i) = bar2s(ex4b(i,:), ey4b(i,:), ep_stag, ed);
end

N_all = [N_horis_nere; N_horis_uppe; N_vertikal; N_diag_uppe; N_diag_nere];
```

EC3-kontroll knäckning

```
Lcr_vertikal = L_stag / 2;
Lcr_sned = Lcr_vertikal / cos(pi/4);
lambda_1 = pi * sqrt(E_stag / 355e6);
lambda_rel_vertikal = (Lcr_vertikal / sqrt(I_stag/A_stag)) / lambda_1;
lambda_rel_sned = (Lcr_sned / sqrt(I_stag/A_stag)) / lambda_1;

alpha = 0.21; % Imperfektionskurva a (varmformat VKR)
phi = @(lr) 0.5*(1 + alpha*(lr-0.2) + lr^2);
chi = @(lr) min(1, 1/(phi(lr) + sqrt(phi(lr)^2 - lr^2)));
chi_vertikal = chi(lambda_rel_vertikal);
chi_sned = chi(lambda_rel_sned);

gamma_M1 = 1.0;
f_y = 355e6;
Nb_vertikal = chi_vertikal * A_stag * f_y / gamma_M1;
Nb_sned = chi_sned * A_stag * f_y / gamma_M1;

if Nb_vertikal > max(abs(min(N_vertikal)))
    disp('Knäckning OK hos vertikala stag (EC3)!')
else
    disp('Knäckning INTE OK hos vertikala stag (EC3)!')
end
if Nb_sned > max(abs(min(N_diag_nere))) && Nb_sned >
max(abs(min(N_diag_uppe)))
    disp('Knäckning OK hos snedstag (EC3)!')
else
    disp('Knäckning INTE OK hos snedstag (EC3)!')
end

Knäckning OK hos vertikala stag (EC3)!
Knäckning OK hos snedstag (EC3)!
```

Spänningskontroll

```
sigma_max = max(abs(N_all)) / A_stag;
disp(['Max spänning: ' num2str(sigma_max/1e6) ' MPa'])
disp(['Sträckgräns: ' num2str(f_y/1e6) ' MPa'])
if sigma_max < f_y, disp('Spänning OK!'), else, disp('Spänning INTE OK!'),
end

Max spänning: 11.1288 MPa
Sträckgräns: 355 MPa
Spänning OK!
```

Dragkapacitet EC3

```
gamma_M0 = 1.0;
Npl_Rd = A_stag * f_y / gamma_M0;
max_drag_vertikal = max(N_vertikal);
max_drag_sned_uppe = max(N_diag_uppe);
```

```
max_drag_sned_nere = max(N_diag_nere);
```

```
if max_drag_vertikal < Npl_Rd, disp('Drag OK hos vertikal stag (EC3)!'),  
else, disp('Drag INTE OK hos vertikal stag (EC3)!'), end  
if max_drag_sned_uppe < Npl_Rd && max_drag_sned_nere < Npl_Rd, disp('Drag OK  
hos snedstag (EC3)!'), else, disp('Drag INTE OK hos snedstag (EC3)!'), end
```

```
Drag OK hos vertikal stag (EC3)!
```

```
Drag OK hos snedstag (EC3)!
```

Utnyttjandegrader

```
disp(['Utnyttjandegrad drag vertikal: ' num2str(max_drag_vertikal/Npl_Rd)])  
disp(['Utnyttjandegrad drag snedstag: ' num2str(max(max_drag_sned_uppe,  
max_drag_sned_nere)/Npl_Rd)])  
disp(['Utnyttjandegrad tryck vertikal: ' num2str(max(abs(min(N_vertikal)))/  
Nb_vertikal)])  
disp(['Utnyttjandegrad tryck snedstag: ' num2str(max(abs([min(N_diag_uppe);  
min(N_diag_nere)]))/Nb_sned)])
```

```
Utnyttjandegrad drag vertikal: 0.025927
```

```
Utnyttjandegrad drag snedstag: 0.027065
```

```
Utnyttjandegrad tryck vertikal: 0.43705
```

```
Utnyttjandegrad tryck snedstag: 0.8985
```

Reaktionskrafter vid verkliga upplag

```
disp(' ')  
disp('Reaktionskrafter vid upplag [kN]:')  
disp(['x=6.67 nedre x: ' num2str(r(3)/1e3)])  
disp(['x=6.67 nedre y: ' num2str(r(4)/1e3)])  
disp(['x=6.67 övre x: ' num2str(r(53)/1e3)])  
disp(['x=6.67 övre y: ' num2str(r(54)/1e3)])  
disp(['x=68.33 nedre x: ' num2str(r(47)/1e3)])  
disp(['x=68.33 nedre y: ' num2str(r(48)/1e3)])  
disp(['x=68.33 övre x: ' num2str(r(97)/1e3)])  
disp(['x=68.33 övre y: ' num2str(r(98)/1e3)])  
disp(['Total vindkraft: ' num2str(sum(f)/1e3) ' kN'])  
disp(['Summa reaktioner y: ' num2str((r(4)+r(54)+r(48)+r(98))/1e3) ' kN'])
```

```
Reaktionskrafter vid upplag [kN]:
```

```
x=6.67 nedre x: 10.4833
```

```
x=6.67 nedre y: 8.6704
```

```
x=6.67 övre x: -10.4833
```

```
x=6.67 övre y: 13.3022
```

```
x=68.33 nedre x: -10.4833
```

```
x=68.33 nedre y: 8.6704
```

```
x=68.33 övre x: 10.4833
```

```
x=68.33 övre y: 13.3022
```

```
Total vindkraft: -43.9453 kN
```

```
Summa reaktioner y: 43.9453 kN
```

Published with MATLAB® R2025b

Bilaga 5 - Teknisk beskrivning

Objektspecifik Teknisk Beskrivning, OTB väganläggning

TOTALENTREPRENAD

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

Objektnummer: 130846
Ärendenummer: TRV 2012/23837
Datum: 2012-09-14
Rev. datum: 2013-04-23

Handlingsnr: 6.5
Chaosnr 0C075000

Innehåll

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

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

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

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

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

Bilagor:

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

1. ALLMÄNT

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

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

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

1.1 Avsnitt

Beskrivningen består av följande avsnitt:

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

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

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

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

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

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

1.2 Kodade rubriker

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

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

En kodad rubrik kan vara specificerad med typer eller platser.

Specificering av typer

Kodade rubriker kan ange typ efter enkelt snedstreck ("/"), exempel: "DF2. 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 "DF2.1. 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 krävsmässigt ingå i varandra och varje dubbel snedstreck anger en underordnad rubriknivå. Exempelvis kan en individuell plats vara krävsmässigt 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	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
1/750 EnV_363	klass A							
Enskild väg vid sektion km 2/270 EnV_364	Väglklass II Bärighetsklass A	30		0-24	VV publikation 2001:9			
Enskild väg ca vid sektion km 3/120-3/220 EnV_365	Väglklass II Bärighetsklass A	30		0-24	VV publikation 2001:9			
Enskild väg ca vid sektion km 3/700-4/000 EnV_366	Väglklass II Bärighetsklass A	30		0-24	VV publikation 2001:9			
Enskild väg ca vid sektion km 2/500-2/800 EnV_367	Väglklass II Bärighetsklass 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 Bärighetsklass A	30		0-24	VV publikation 2001:9			
Enskild väg ca vid sektion km 5/450-5/560 EnV_368	Väglklass II Bärighetsklass A	30		0-24	VV publikation 2001:9			
Grupp 4								
Cykel- och vandringsled ca vid sektion km 1/000-1/200 Gc_372								
Cykel- och vandringsled ca vid sektion km 4/000-4/450 Gc_375								

Grupp / Plats	Kommen- tar	Ref. hast km/h	ÅDT _k År 2035	ÅDT År 2035	Tung trafik %	Årlig trafik- föränd- ring, pb % / år	Årlig trafik- föränd- ring, lb % / år	Std- axlar/ tungt for- don B- faktor
Skogsbilväg ca vid sektion 1/700 (vändplan till befintlig enskild väg)	Väglklass IV, tillgängli- hetsklass B							
Skogsbilväg ca vid sektion 2/600 (vändplan till befintlig enskild väg)	Väglklass IV, tillgängli- hetsklass B							
Skogsbilväg ca vid sektion 2/750 (vändplan till befintlig Väg 1640)	Väglklass IV, tillgängli- hetsklass B							
Skogsbilväg ca vid sektion 5/600 Km 0/000-0/120	Väglklass IV, tillgängli- hetsklass B							

ÅDT= Årsmedeldygnstrafik

ÅDT_k= Årsmedeldygnstrafik per körfält

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

C. BEFINTLIG MARK, MILJÖ OCH KONSTRUKTIONER SAMT TILLFÄLLIGA ANLÄGGNINGAR

Omfattning

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

Funktion

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

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

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

Kontroll

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

C1. Befintlig mark och miljö

C1. Befintlig mark och miljö/ Topografi

Omfattning

Väg 27

Delsträcka km 0/000 – 2/800

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

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

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

Delsträcka km 2/800 – 3/500

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

Delsträcka km 3/500 – 6/266

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

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

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

Landsvägar

Väg 1640 (Lv_32)

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

Väg 1610 (Lv_33)

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

Väg 41 (Lv_35)

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

Kommunala gator

Viaredsvägen (Lv_31)

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

Gässlösavägen (Lv_34)

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

Enskilda vägar

EnV_36Viared

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

EnV_361

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

EnV_362

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

EnV_363

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

EnV_364

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

EnV_365

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

EnV_366

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

EnV_367

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

EnV_368

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

EnV_369

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

Gc-vägar

Gc_371

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

Gc_373

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

Gc_374

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

Gc_376

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

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

Området består av ett relativt flackt skogsområde av blandskog, delvis kalhugget, som sluttar ner mot 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 kalifältspat, kvarts eller biotit. Basiska mörka bergarter som gabbro och amfibolit utgör en mindre andel av berggrunden. Migmatisering har givit upphov till sliror av mörkt respektive ljust material.

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

<i>Sprick-grupp</i>	<i>Sprickorientering</i>	<i>Sprickavstånd (m)</i>
1	Parallella med foliationen med stupning mot nord-nordöst (270-320° / 20-30°)	0,02-0,06 där det är skivigt. Övrigt 0,10-0,45
2	Branta nord-sydliga (stupningsvinkel 70-90°)	0,40-0,60, 1,0-1,20
3	Branta öst-väsliga (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 Pickesjön. Dalsidorna utgörs av bergblottnings omväxlande med jord.

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

Km 1/260-1/560

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

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

Km 1/660-1/760

Planerad väg passerar ett mindre, jordtäckt höjdparti.

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

Km 2/100-2/260

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

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

Km 2/340-2/820

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

Blottat berg består av en röd bandad gnejsig granit. Foliation/bandning har ej kunnat 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 sluttar nedåt på höger sida om vägen. Terrängen består omväxlande av jord och berg med stora mängder lösa block i den branta slänten.

Berggrunden är heterogen med diffusa övergångar mellan ingående bergartsled. Observerade bergblottningar består av röd medelkornig bandad gnejsig granit, ställvis starkt rödfärgad. I graniten förekommer ställvis 0,3-0,5 m breda linser och band av svart metabasit, samt blandformer av granit och metabasit. Även inslag av pegmatit förekommer. Detta stämmer väl överens med kärnan från KBH 3. Foliationen stupar mot norr till nordöst ($315^\circ / 45-50^\circ$). Dominerande sprickor är parallella med foliationen, d.v.s. med medelbrant stupning mot norr till nordöst, ställvis med skivig uppsprickning. De nordöstligt stupande sprickorna stupar ut mot planerad väg på dess högra sida. Det förekommer även sprickor med stupning mot syd ($90^\circ / 50^\circ$). Övriga sprickor är vertikala och stryker i nord-syd, öst-väst, nordväst-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 grård medelkornig bandad/ådrad gnejsig granit. Bandningen utgörs av glimmerrika gråa partier omväxlande med kalifältpatrikare 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 uppräknade 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 jordbergssondering 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 uppmäts. 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_36 Viared

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

EnV_361

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

EnV_362

Endast den delen av vägsträckan som korsar Väg 27 har undersökts. Utförda sonderingar visar att jordlagrens mäktigheter är små. Djup till berg varierar mellan 0,7 m och 1,4 m. Jordlagren i de undersökta punkterna består av gyttjig 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 allvarigare 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 (ON071020).

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

Träd får ej skadas.

Koordinater R 90 5 GON v 0: -1 Höjdsystem : RH 70	Punkt nr, enligt karta "Vegetation, Jordmån" i MEG, bilaga 2 (ON071020)	Befintlig trädvegetation med högt naturvärde eller gestaltningsvärde - beskrivning:
N 6397453, E 60688	4	Torraka i arbetsområdets gräns.
N 6397395, E 60520	5	Lokal med revlummer, område ca 5x5m.
N 6397182, E 60612	6	Stor gran, omkrets stam ca 200 cm.
N 6397088, E 60613	7	2 större granar, omkrets stam ca 200 cm.
N 6397132, E 60642	9	Stor gran, omkrets stam ca 200 cm.
N 6397318, E 61045	13	Torraka i arbetsområdets gräns.
N 6397315, E 61058	14	Stor gran, omkrets stam ca 200 cm.
N 6397164, E 61645	15	Delar av ett bestånd alar vid Viskans strand.

Kontroll

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

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

Omfattning

Nedan beskrivs fem olika områden på sträckan med värdefull jordmån som ska tas tillvara inom vägområdet enligt kap DB33. Vegetation/ Gräs, örter o.d. Områden finns redovisade på karta Vegetation, Jordmån i MEG (ON071020). Gräs och örter har lagskydd och stora botaniska värden. Växterna överlever som frö eller rotdeklar i markskiktet under vintern varför också själva marklagret är mycket värdefullt.

(7a) botaniska värden

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

(7c) så kallade friska gräsmarker.

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

(7e) botaniska värden

Teknisk lösning

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

Kontroll

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

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

Omfattning

Nedan beskrivs de avrinningsområden, sjöar och vattendrag som påverkas av utbyggnaden av Väg 27, antingen direkt eller indirekt genom 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 dämt 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. Bäckar som rinner till Gasslången.

Delsträcka ca 1/950 – ca 2/850

Tränningstorpasjön och ”Grodbäcken” (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 ”Grodbäcken” 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 botten-sedimentet. 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 borrhål i berggrunden. Inga naturliga källor har identifierats men förekommer sannolikt lokalt på sluttningarna utmed hela sträckan. Enstaka energibrunnar förekommer också på sträckan, bland annat på två fastigheter i Tränningstorp.

Funktion

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

Kontroll

Kontroll ska ske genom provning.

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

C1. Befintlig mark och miljö/ Våtmark

Omfattning

Följande våtmarksområden påverkas av anläggningen av Väg 27.

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

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

ca km 1/900 - 2/160, km 2/280 – 2/600

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

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

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

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

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

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

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

Funktion

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

Kontroll

Kontroller redovisas i MEG (0N071000).

C1. Befintlig mark och miljö/ Naturmiljö

Omfattning

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

Skyddade arter djur

I artskyddsförordningen (2007:845) listas växter och djur som omfattas av internationellt samt nationellt skydd. I artskyddsförordningens bilaga 1 förtecknas arter som omfattas av EU's fågeldirektiv samt art- och habitatdirektiv. I bilaga 2 anges de arter som omfattas av nationell eller regional fridlysning. I det aktuella området finns följande arter som listas i artskyddsförordningens båda bilagor: storlom, tofsvipa, enkelbeckasin, sånglärka, törnskata, 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 viloplats. 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 Kulturmarker 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 översvämningsmarker 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 gräsmarker med syltåg, stubbtåg, luddtåtel och höstfibbla. I små grusslänter finns också blåeld, äkta johannesört, backnejlika och kanadabinka. Klass 2, höga naturvärden.

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

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

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

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

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

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

Funktion

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

Teknisk lösning

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

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

C1. Befintlig mark och miljö/ Kulturmiljö

Omfattning

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

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

Funktion

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

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

C1. Befintlig mark och miljö/ Rekreation och friluftsliv

Omfattning

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

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 förfågningsunderlagets planskisser.

Teknisk lösning

Befintliga vägar som kommer i konflikt med den nya väganläggningen schaktas bort inom arbetsområdet. Väg 1640:s korsning med järnvägen utgår. Området närmast järnvägen på västra sidan fylls upp och ansluts till befintliga slänter. Väg 1640:s beläggning i befintlig anslutning till Väg 1610 kantskärs längs Väg 1610 och 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 stenkolstjära med en halt PAH ”summa 16 PAH” över 300 mg/kgTS, tillfaller Entreprenören.

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

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

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

C2. Befintliga konstruktioner/ Spåranläggning

Omfattning

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

Viskadalsbanan är enkelspårig

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

Ballast utgörs av makadam klass 1.

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

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

Kontaktledningssystem utgörs av N4,9/5,9 med kontakttråd 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 rivs 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, klimatfaktor 20 %) redovisas på ritningar 000W9701-000W9705. Beräkningsförutsättningar redovisas i bilaga 7 (0C075700).

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

Teknisk lösning

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

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

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

Järnvägstrumma under Viskadalsbanan ska rensas.

Kontroll

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

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

C2. Befintliga konstruktioner/ VA-nät

Omfattning

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

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

- Väg 27:
 - o Km 0/023: Dim Ø600 mm (innerdiameter), spillvattenledning av BTG
 - o Km 0/023: Dim Ø500 mm (innerdiameter), SENTAB vattenledning, i 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: DimØ600 mm (innerdiameter), dagvattenledning av BTG
 - o Km 0/152: DimØ300 mm (innerdiameter), spillvattenledning av BTG
 - o Km 0/152: DimØ 400 mm (innerdiameter), vattenledning av SEGJÄRN
 - o Km 0/275 (Belägen 80 m österut den här sektionen): Dim Ø600 mm (innerdiameter), dagvattenledning av BTG

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

Funktion

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

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

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

Teknisk lösning

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

Kontroll

Kontroll ska ske genom mätning och besiktning.

C2. Befintliga konstruktioner/ Elledningar

Omfattning

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

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

Ledningsägare är Borås Elnät om inte annat anges.

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

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

Funktion

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

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

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

Teknisk lösning

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

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

Kontroll

Kontroll ska ske genom mätning och besiktning.

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

Omfattning

Befintliga tele- och optoledningar som bedöms påverkas av utformning och utförande av Väg 27. Redovisade lägen är ungefärliga. Utsättning ska begäras från respektive ledningsägare innan arbete påbörjas.

Ledningsägare är Skanova om inte annat anges.

- Väg 27:
 - 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.
 - Km0/020: Optokabel (Splitvision Borås).
 - Km 0/220: Luftledning tele: Accessnät.
 - Km 0/560: Luftledning tele: Accessnät.
- Gc_373:
 - Km 0/446 (Väg 1610), belägen 30 m västerut den här sektionen (Väg 1610): Optokabel 3266 (transportnät).
 - Km 0/446 (Väg 1610), belägen 30 m västerut den här sektionen (Väg 1610): Optokabel (Splitvision Borås eller Skanova).
 - Km 0/463 (Väg 1610), belägen 12 m österut den här sektionen (Väg 1610): Optokabel (Splitvision Borås).
- Lv_33 (Väg 1610):
 - Km 0/463: Optokabel (Splitvision Borås).
- Gc_376:
 - Km 3/000 (Väg 27), belägen 93 m norrut den här sektionen: Teleledning: Kopparkabel 3024 ur trafik (transportnät) dock i trafik mellan B/Cm och ridhuset (accessnät).
 - Km 3/150 (Väg 27), belägen 69 m nordost den här sektionen: Optokabel (Splitvision Borås).
- Rav_17:
 - Km 0/302: Optokabel (Splitvision Borås).

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

Funktion

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

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

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

Teknisk lösning

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

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

Omläggning där det erfordras. Se kapitel DZ.2 Övriga delar i väganläggning/befintliga konstruktioner/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 trafiklast samt byggtrafik m.m.

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

Befintliga ledningars funktion ska säkerställas under byggskedet och efter genomförd nybyggnad av väganläggning. 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. Ledningsägar är Borås Energi och Miljö om inte annat anges.

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

Funktion

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

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

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

Anslutning Kyrkbackavägen- Viaredsvägen vägmarken, vägvisning rivs.

Viaredsvägen vid Företagsgatan vägmarken och vägvisning rivs.

Väg 27 anslutning Kråkeredsmotet vägvisning rivs.

Teknisk lösning

Befintliga vägmarken 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 od 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 och ska utföras enligt godkänd trafikanordningsplan.

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

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning och mätning.

D. VÄGANLÄGGNING

Omfattning

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

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

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

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

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

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

Funktion

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

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

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

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

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

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

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

Trafikmiljön ska vara utformad förlåtande.

Oskyddade 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. Avvikelse får ej medföra "oskön linjeföring" genom olämplig kombination av geometriska element, se VGU Arbetsmetodik "Val av linjeföring".

Avvikelse 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 förkommande fall ska tillämpas. Dock gäller att krav enligt denna OTB ska uppfyllas.

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

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

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

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

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

Kontroll

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

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

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

Kontroll ska ske enligt av Entreprenören upprättat kontrollprogram.

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

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

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

D. Väganläggning// Grupp 1 och 2

Omfattning

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

Funktion

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Rampernas sidoområden ska utformas enligt sidoområdestyp B enligt VGU, sektion landsbygd - 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.

Resulterande 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.

Vägsprofil 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

Skilnad i tjällyftning mellan väg och anslutande väg ska högst vara 40 mm på vägskalsskurvans längd.

Skilnad i tjällyftning i övrigt ska vara godtagbar med hänsyn till dimensionerande trafikbelastning enligt tabell (B).1. Ritningar och beräkningar ska visa hur risk för olägenheter minimeras vid övergång mellan terrassmaterial med olika tjällyftningsegenskaper. Terrassmaterialets tjällyftande egenskaper ska kontrolleras i byggskedet.

Vägkroppen ska dräneras på vatten men ej så att det får till följd att våtmarker dräneras.

Teknisk lösning

För att säkerställa att vägkroppen dräneras på vatten ska utökad underborrning ske till minst 1,5 m under terrassnivå. Berget ska vara losshållet till 1,5 m under terrassnivå. Stickprov kommer att tas av Beställaren. Undantaget är vid våtmarker där utökad underborrning ej är tillåten.

Kontroll

Kontroll sker genom besiktning under garantitiden via Beställarens upphandlade driftentreprenad.

Då skador eller lokal 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 $IRI_{tillväxt} \leq 0,08 \text{ mm/m, år}$	$s \leq 0,5$ $x \leq (1,2 - 0,4s)$	$s \leq 0,6$ $x \leq (1,8 - 0,4s)$
Ramper i tpl. Osdal och Kråkered	$IRI \leq 2,0$ för 95% av sträckorna	$IRI_{max} = 3,0$ för 90 % av sträckorna $IRI_{tillväxt} \leq 0,1 \text{ mm/m, år}$	$s \leq 0,6$ $\bar{x} \leq (1,6 - 0,4s)$	$s \leq 0,8$ $\bar{x} \leq (3,0 - 0,4s)$
Väg 1610 Väg 1640	$IRI \leq 1,80$ För 95 % av sträckorna	$IRI_{max} = 3,20$ För 90 % av sträckorna $IRI_{tillväxt} \leq 0,14 \text{ mm/m, år}$	$s \leq 0,6$ $\bar{x} \leq (1,5 - 0,4s)$	$s \leq 0,7$ $\bar{x} \leq (2,5 - 0,4s)$

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 garanti-tiden	Vid trafiköppning	Under garanti-tiden	
Väg 27	Medelvärde för 20 m $\leq$ 3,0 mm för 95 % av sträckan	Medelvärde för 20m $\leq$ 15,0 mm på 90 % av sträckan	Medelvärde för 400m $\leq$ 2,5mm på 95 % av sträckan	Medelvärde för 400m $\leq$ 12,0 mm på 90 % av sträckan	1,4 mm/år
Ramper i tpl. Osdal och Kråkered	Medelvärde för 20 m $\leq$ 3,0 mm på 95 % av sträckan	Medelvärde för 20m $\leq$ 15,0mm på 90 % av sträckan	Medelvärde för 400 m $\leq$ 9,0 mm på 90 % av sträckorna	Medelvärde för 400m $\leq$ 10,0mm på 90 % av sträckan	1,0 mm/år
Väg 1610 Väg 1640	Medelvärde för 20 m $\leq$ 5,0 mm på 95 % av sträckan	Medelvärde för 20 m $\leq$ 15,0 mm på 90 % av sträckan	Medelvärde för 400 m $\leq$ 14,0 mm på 90 % av sträckan	Medelvärde för 400m $\leq$ 12,0mm på 90 % av sträckan	1,0 mm/år

Spår som på en 20-meterssträcka överskrider 15 mm under garantitiden ska åtgärdas på 20-meterssträckan samt 40 m före respektive efter sträckan. Krav efter åtgärd för sådant fel är max 5,0 mm för 20 m resp. max 4,5 mm för 400 m sträcka.

Jämnhet i längdled och tvärled mätt med rätskiva

Där möjligheter inte finns att mäta med mätbil enligt VVMB 122 gäller krav på jämnhet i längdled och tvärled mätt med rätskiva enligt VVMB 107 enligt tabell (DB1).5 för aktuell referenshastighet.

Tabell (DB1).5. *Jämnhet i längdled och tvärled mätt med rätskiva.*

Referenshastighet	Acceptansintervall för kontrollpunkt
VR 50 km/h VR 60 km/h	A o B : $\leq$ 3 C : $\leq$ 4 A-C o B-C : $\leq$ 4
VR 70 km/h VR 80 km/h	A o B : $\leq$ 2 C : $\leq$ 4 A-C 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.

Tjälspäckor 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 Mätmåttfällan.

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 mätmåttfälle 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 överensstämma 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 %) Medelvärde 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 iakttagas ska omfattning bestämmas genom jämförelse mellan skadat och inte skadat parti enligt SandPatchmetoden SS-EN 13036-1.

Mätlängden för skadade sträckor delas upp i partier om 20 m sträckor för aktuellt arbetsdrag. På skadat 20 m parti görs 10 stycken mätningar i den yta eller de ytor som bedöms mest öppna. Medeltalet av dessa 10 mätvärden representerar respektive skadat 20 m parti.

Oskadade vägsträckor delas upp i partier med mätlängder <100 m. Mätningar ska ske på 10 st. slumpvis utvalda punkter på varje sådan sträcka. Medeltalet av dessa 10 mätvärden representerar respektive oskadat parti.

Värdet för varje skadat 20 m parti jämförs med värdet för oskadad beläggning.

DB11bb. Bundet slitlager// Grupp 3

Omfattning

EnV_365 ska ha bundet slitlager.

Funktion/ Jämnhet

Slitlagerytans jämnhet ska vara 4 mm på bundet underlag och 6 mm på obundet underlag mätt med 5 m rätskiva.

Kontroll/ Funktion/ Jämnhet

Kontroll ska ske vid slutbesiktning enligt följande:

- Jämnheten mäts som största tillåtna avvikelse från en 5 m lång rätskiva, lagd i godtycklig riktning.
- Lokala ojämnheter, t.ex. hål sten- och beläggningssläpp kontrolleras genom besiktning.

Teknisk lösning

Vägen ska utföras med minst 45 mm bitumenbundet slitlager.

Som slitlager accepteras återvinningsmassor från uppriven beläggning med en tjocklek av ca 6 cm eller minst 150 kg/m². Återvinningsmassorna ska vid utläggandet vara krossade eller uppfrästa. Krossning eller fräsning ska ha skett inom 1 månad före utläggandet. Massorna ska packas och vattnas rikligt vid utläggning. Arbetet ska redovisas i journal.

Fräsmassor från bitumenbunden beläggning som återanvänds ska förseglas inom 1 dygn efter utläggningen eller tidigare om risk för spår och materialförlust finns på grund av trafik. Förseglingen ska ha bindemedelstyp BE60R kalkylvärdet ska vara 2,0 kg per m², stenstorleken ska vara 2–6 mm.

Kontroll/ Teknisk lösning

Tjockleken ska kontrolleras genom mätning före och efter utläggning. Sådan mätning ska utföras var 20:e m i minst tre punkter per sektion.

DB11bc. Obundet slitlager// Grupp 3

Omfattning

EnV_36Viared, EnV_361, EnV_362, EnV_363, EnV_364, EnV_366, EnV_367, EnV_368 och EnV_369 ska ha obundet slitlager.

Funktion

Slitlagerytans jämnhet ska vara 9 mm mätt med 3 m rätskiva.

Tvärfall för vägbana ska inte understiga 3 %.

Teknisk lösning

Micro-Devalvärden bestämt enligt SS-EN 1097-1 får inte överstiga 30. Micro-Devalvärden ska ej heller vara under 7.

Obundna slitlager ska dammbindas med kalciumklorid, ca 0,5 kg/m², emulsion eller likvärdigt.

Kontroll

Kontroll vid slutbesiktning av jämnhet ska ske genom mätning av avvikelse från en 3 m lång rätskiva, lagd i godtycklig riktning på grusslitlagret. Vid kontroll av tvärfall ska rätskiva var utrustad med lutningsmätare.

Rätskiva och lutningsmätare ska uppfylla krav enligt VVMB 107.

Nötningsegenskaperna för material i färdigt lager ska kontrolleras enligt SS-EN 1097-1. Provtagning ska ske minst en gång per 20 000 m², dock minst två gången per objekt och täkt.

Tjockleken på obundna slitlager ska kontrolleras genom avvägning före och efter utläggning. Sådan avvägning ska utföras var 20:e m med minst tre punkter per sektion.

Materialprov ska tas på färdigt lager enligt TRVMB 611.

DB11bc. Obundet slitlager// Grupp 4

Funktion

Obundna slitlager ska utföras med 15 mm jämnhetstolerans mätt med 3 m rätskiva.

Teknisk lösning

Micro-Devalvärden bestämt enligt SS-EN 1097-1 får inte överstiga 30. Micro-Devalvärden får inte heller vara under 7.

Tjockleken på obundna slitlager ska vara 50 mm.

Obundna slitlager ska utföras homogent och fritt från separationer.

Obundna slitlager ska dammbindas med kalciumklorid, ca 0,5 kg/m², emulsion eller likvärdigt.

Kontroll

Kontroll av jämnhet ska ske vid slutbesiktning genom mätning av avvikelser från en 3 m lång rätskiva, lagd i godtycklig riktning på grusslitlagret.

Vid kontroll av tvärfall ska rätskiva 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. Släntrön och slänthot avrundas och mindre klackar får inte finnas inom säkerhetszonen.

I gräns mot befintlig väg ska slänterna vara utformade så att övergången mellan etapper inte kan upplevas efter färdigställandet, vare sig vad gäller modellering eller återvegetering.

Avschaktningar och tryckbankar ska ges en platsanpassad modellering och jordtäckas, så att de anpassas till omgivande marks lutningar och markanvändning.

Teknisk lösning

Jordschaktning, krav på utförande: Jordslänter ska läggas i lutning 1: 2 eller flackare, om inte annat anges på broskisser eller i denna beskrivning. Alla jordslänter ska utformas så att en mjuk övergång mot omgivande terräng uppnås. Släntavrundningar utformas enligt VGU eller mjukare.

Om Entreprenören har överskott av mjuka massor kan denne, efter överenskommelse med Borås Stad och i samråd med beställaren, använda massorna för terrängmodellering av den södra vägbanken på ömse sidor om Viskan. (km 2/950-3/700).

En hagyta anordnas vid sektion ca km 2/900-3/100 på norra sidan Väg 27 mellan Gc_376 och ridhuset, se ritning 200T0206. Hagytan förses med ett 200 mm tjockt slitlager bestående av befintligt material (sand) från den befintliga uppställningsytan som schaktas ner. Hagytans underliggande lager ska vara väl-dränerat.

Uppställningsyta för personbilar och hästtransporter anordnas vid sektion ca km 3/100-3/200 på norra sidan Väg 27 mellan EnV_365 och Gc_376, se ritning 200T0206. Uppställningsytan dimensioneras för större hästtransporter (totalvikt 25 ton) med ett slitlager (50 mm) bestående av 0-18. Det ska vara möjligt att köra in från EnV_365 till uppställningsytan längs hela sträckan.

I Trafikplats Osdal får ej uppfyllnad över profillinjenivå för Väg 27 och dess ramper ske.

DB31c. Ytterslänt/ Berg// Grupp 1 och 2

Funktion

Slutlig bergkontur ska beakta ställda krav i denna handling och i enlighet med förslagsfoto, se figur (DB31c).1.

Bergytterslänt utformas naturliknande.

Med naturliknande menas att en traditionell, tekniskt korrekt bergskärning med synliga pipor inte utförs. Bergschaktning görs utan ”konturhåll” som är parallella till bergyttervägg. Berget ska med sin karaktär hos den lokala bergarten användas för att gestalta vägrummet och skapa den förankring/integrering i landskapet som är avsikten i projektet och för att undvika ett monotont ”väglandskap”.



Figur (DB31c).1 Illustration av ambitionen med "naturliknande" bergskärningar, exemplifierat med passage längs Väg E6 i Småröd, söder om Munkedal. Här har en anpassning till och ett arbete med bergets naturliga foliering och sprickor gjort det möjligt att skapa en skärning som berikar vägrummet visuellt, jämfört med såväl en brantare traditionell bergskärning med synliga borrhypor, eller en flackare bergskärning men som senare täckts över (jfr den gräsbevuxna slänten där det synliga berget slutar i bildens högra del).

Sprängda 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.

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 vägbans eller sidoområdets utformning innebär förändrade beräkningsförutsättningar. Årtal för beräkning ska vara år 2035 och för trafikmängd ska 13500 fordon ÅDT förutsättas. Andel tung trafik ska förutsättas vara 18% av den totala trafiken.

Bullerskyddsskärmar ska ha en beständighet motsvarande 20 års teknisk livslängd. Fundament till bullerskyddsskärmar ska ha en beständighet motsvarande 40 års teknisk livslängd.

Vid anläggning av skärm i lutande terräng ska skärm trappas.

Kontroll

Kontroll ske genom besiktning.

DB32. Vall, skärm/ Bullerskyddsskärm och bullerskyddsvall / Bullerskyddsvall// Pickesjön

Funktion

Bullerskyddsvall ska skydda området Pickesjön med känslig fågelfauna, häckande storlom, och sjön som är välbesökt som rekreationsområde.

Teknisk lösning

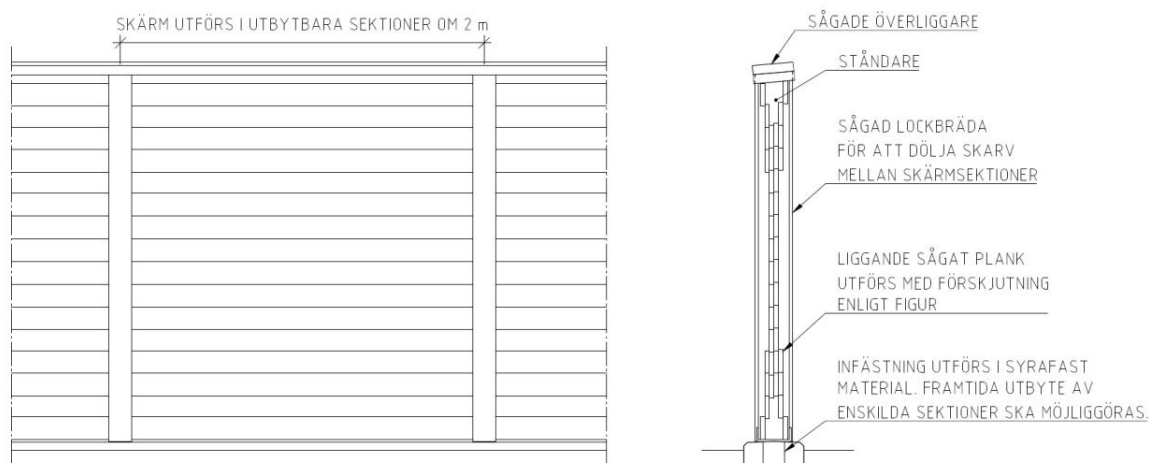
Vid Pickesjön ska en bullerskyddsvall med krönhöjd minst 2 m ovan vägbansens profilhöjd uppföras som första arbetsmoment så snart en byggväg finns i väglinjen på delsträcka ca km 1/150 – 1/270. Denna vall ska vara utformad med brant lutning mot bullerkällan (1:2). Vallen vid Pickesjön ska utformas med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

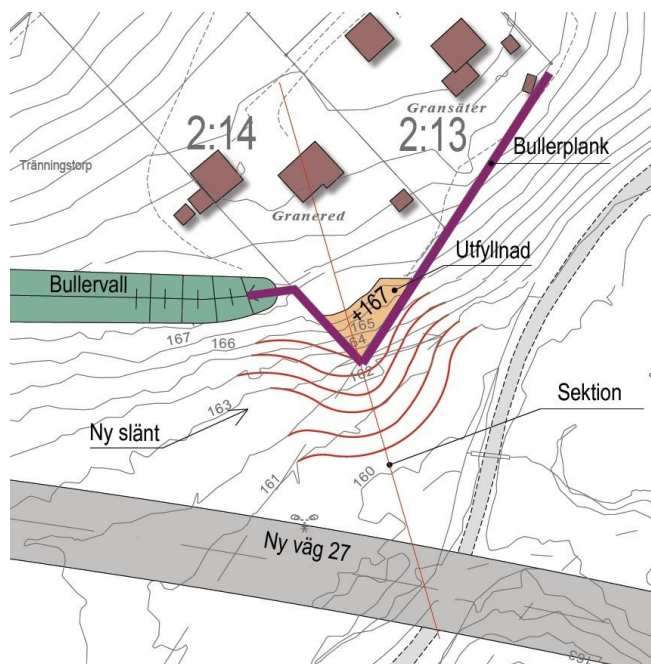
Bullerskyddsåtgärden ska vara minst 2 m över projekterad eller befintlig marknivå.

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

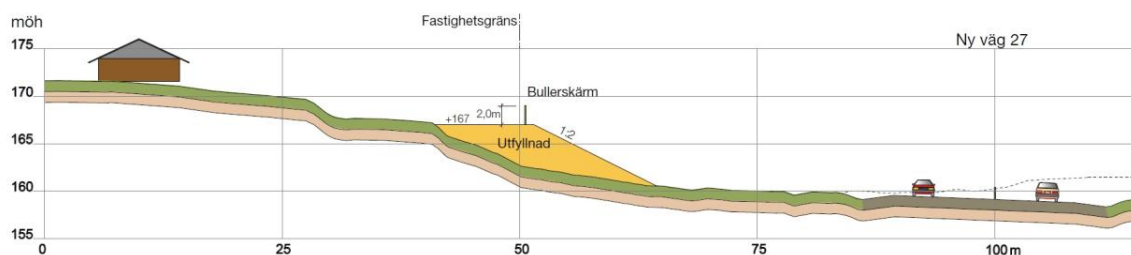


Figur (DB32).1. Utformning av bullerskärm, elevation och sektion

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 driftsskedet. 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 marktäck. 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 väglänter 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 självetera.

Slänter ska förses med tillvaratagen jordmån från sträckan innehållande värdefull fröbank och rotdeklar med särskilt högt naturvärde. Åtgärden är en så kallad kompensationsåtgärd enligt Miljöbalken för att kompensera för den förlust av arter som sker vid vägens anläggande.

Jordmån från de fem olika delområdena beskrivna i kap C1. Befintlig mark och miljö/vegetation, jordmån//2/950 – 3/700, ska hållas åtskilda och återföras på väglänter 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.
- porttrycket 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 ultraljud provas till 100 % och magnetpulver provas 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 vertikalaradie 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 vertikalaradie.

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 spårmitt. 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 spårmitt 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 (ON071000).

Teknisk livslängd ska vara 120 år.

Teknisk lösning

Bron ska utformas enligt detaljer på Typritning 2 42 K 20 01. Beställarens principförslag på utformning finns redovisad i form av ett bildmontage i bilaga 2 (OC075200).

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 tågastighet 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 väglänt.

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 vertikalkradie 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.

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 Tätskiksmatta 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 avvattas via ytavlopp i GC-bana.

Teknisk lösning

Ytavloppssystem ska anordnas enligt Typritning 2 42 K 20 01.

Ytavlopp ska utföras enligt VV ritning nr 584:6S-k rev A, alt 2. Hela ytavloppssystemet (ytavlopp, längsgående rör och stuprör mm) ska utföras i rostfritt stål.

Dagvattnet ska ledas ner i magasin för lokalt omhändertagande. Magasinet anordnas under ordnad sprängsten i slänt vid det östra landfästet. Se kapitel DE5. Anordning för lokalt omhändertagande av dagvatten.

DC36d. Ytavloppssystem i bro// Bro 15-1783-1**Teknisk lösning**

Ytavloppssystem ska anordnas enligt Förslagsskiss 2 43 K 20 01.

Ytavlopp ska utföras enligt VV ritning nr 584:6S-k rev A, alt 2. Hela ytavloppssystemet (ytavlopp, längsgående rör och stuprör mm) ska utföras i rostfritt stål.

Dagvattnet ska ledas ner i magasin för lokalt omhändertagande enligt Förslagsskiss 2 43 K 20 01. Se även kapitel DE5. Anordning för lokalt omhändertagande av dagvatten.

DC36d. Ytavloppssystem i bro// Bro 15-1786-1**Funktion**

Största tillåtna avstånd mellan ytavloppen ska vara 20 m.

Teknisk lösning

Ytavloppssystem ska anordnas enligt Typritning 4 41 K 20 01.

Ytavlopp ska utföras enligt VV ritning nr 584:6S-k rev A, alt 2. Hela ytavloppssystemet (ytavlopp, längsgående rör och stuprör mm) ska utföras i rostfritt stål. Dagvattnet ska ledas ner i magasin för lokalt omhändertagande. Magasinet anordnas under ordnad sprängsten i slänt vid det östra landfästet. Se kapitel DE5. Anordning för lokalt omhändertagande av dagvatten.

DC38. Diverse kompletteringar i vägbro/ Loddubb**Teknisk lösning**

Mellanstöd ska förses med loddubbar enligt AMA DEP.1832.

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

Bro över järnväg ska förses 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 väglänter. 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 väglänter 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 väglänter

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

DC41. Slänt// Bro 15-1782-1

Funktion

Slänt under bro ska utföras så att genomväxning inte sker.

Teknisk lösning

Slänt under bro ställd brantare än 1:3 ska utföras med väl ordnad sprängsten. Släntens utredning ska vara under hela brons bredd samt längs med vingmurar, 0,5 m ut från utsida vingmur. Ordnad sprängsten ska bestå av utåt flata stenblock. Stenarna ska ha en utåtvänd yta 0,12-0,20 m² och en tjocklek av minst 20 cm, mätt på tunnaste stället. Mellan de större stenarna tätas med mindre stenar. Bild (DC41).1 visar den yta som önskas innan fogning. Fog utförs med makadam 8-16 eller likvärdig fraktion. Begränsningskant ska utföras rak utan kantsten.

Slänt under bro ställd flackare än 1:3 ska utföras med makadam 8-16 eller likvärdig fraktion. Begränsningskant ska utföras rak utan kantsten. Släntens utredning ska vara under hela brons bredd.

Material ska tas från bergschakt i projektet.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

DC41. Slänt// Bro 15-1783-1

Funktion

Gående ska ges möjlighet att passera under bron i direkt anslutning till landfästena på ömse sidor om Viskan, se Förslagsskiss 2 43 K 20 01.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

DC41. Slänt// Bro 15-1785-1

Funktion

Erforderliga åtgärder ska vidtas så att gräsbeklädnad ej eroderas i till bron anslutande vägsränlor.

Teknisk lösning

Slänt ska gräsbesås likt angränsande vägsränlor.

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 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.

DC42. Kon// Bro 15-1783-1**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.

DC42. Kon// Bro 15-1784-1**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.

DC42. Kon// Bro 15-1786-1**Funktion**

Erforderliga åtgärder ska vidtas så att gräsbeklädnad ej eroderas i de till bron anslutande vägslänter.

Teknisk lösning

Kon ska gräsbesås likt angränsande vägslänter.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

DC42. Kon// Bro 15-1787-1**Funktion**

Erforderliga åtgärder ska vidtas så att gräsbeklädnad ej eroderas i de till bron anslutande vägslänter.

Teknisk lösning

Kon ska förses med tillvaratagen jordmån från sträckan enligt DB33. Vegetation/ Gräs, örter o.d. //km 2/950 - 3/700.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

DC43. Erosionsskydd vid vattendrag// Bro 15-1783-1 och 15-1787-1**Teknisk lösning**

Arbete i Viskan är ej tillåtet, därför ska spont slås och erosionskydd utläggas enligt Förslagsskiss 2 43 K 20 01, i övrigt gäller TK Geo 9.2.3.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning.

DE. Dagvattensystem

Funktion

Dagvattensystem ska leda bort dagvatten och vatten från dräneringssystem så att dämning ej sker och väganläggningens egenskaper inte försämras.

Dagvattensystemet ska eliminera att:

- skada på väganläggningen uppstår
- vatten rinner in på vägbanan
- skada för tredje part uppstår.

Teknisk lösning

Dagvattensystemet ska vara utformat så att värdefulla vattendrag, som Hagabäcken, Tränningstorpsbäcken, Viskan och Gässlösabäcken, skyddas från utsläpp vid eventuella olyckor. För att skydda recipienter från utsläpp vid eventuella olyckor och ge räddningstjänsten möjlighet att omhänderta utsläpp ska fördröjningsåtgärder vidtas inom vägområdet så att rinntiden till recipienter blir 30 minuter eller större.

Dagvattensystem ska vara utformat och utfört för vattenflöden beräknade enligt VVMB 310.

Ledningar och trummor med teoretisk spännvidd $\leq 2,0$ m ska dimensioneras enligt krav i TRVK Väg, kapitel 5.2.

Dagvattensystem ska vara märkt och skyltat så att drift och underhåll kan ske utan särskild lokaliseringsåtgärd.

Vid utformning med öppna vattenytor ska dammar för uppsamling/fördröjning av dagvatten utföras så att dammarna smälter in och harmonierar med omgivande miljö vad gäller formgivning av mark, ytskikt och vegetation. Material, färg och formgivning av eventuella skyddsräcken för dammarna ska utformas så att de mälter in i omgivande miljö.

Kontroll

Kontroll ska ske genom provning och besiktning. Besiktningen ska även omfatta anslutande ytor utanför vägområdet.

DE1. Dagvattenledning

Funktion

Vatten i ledning får inte frysa till is.

Ledning ska vara tät.

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

Rör och rördelar till dagvattenledning av betong ska uppfylla krav enligt SS-EN 1916 och SS 227000 samt vara försedda med varaktig märkning som anger tillverkare och tillverkningsdatum och andra uppgifter som är nödvändiga för rörens identifiering. Betongrör ska vara deklarerade och kvalitetssäkrade.

Rör och rördelar av PVC och PP ska uppfylla kraven för märkning med Nordic Poly Mark. Rör- och rördelar av PE ska uppfylla krav enligt SS-EN 12666-1.

Fogning av plaströr ska utföras med gummiring som är godkänd av leverantören, anpassad för den levererade rörtypen och enligt tillverkarens anvisningar. Gummiring ska uppfylla krav enligt SS-EN 681-1.

Svetsning av PE-rör ska utföras enligt tillverkarens anvisningar och av person med dokumenterad kunskap och erfarenhet av svetsning och som minst har utbildning enligt Svenskt Vattens diplomkurs i svetsning.

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

Teknisk lösning

Ledningar till dagvatten ska minst ha innerdiametern 200 mm.

Ledningar med diameter > 200 mm ska förses med spjälgaller vid in och utlopp.

Dagvattenledningar ska vara utformad med lutning enligt TRVK Väg, tabell 5.3-2.

Kontroll

Kontroll av täthet, deformation och riktningsavvikelse för självfallsledningar ska utföras enligt Svenskt Vatten P91. Krav enligt toleransklass A ska uppfyllas.

TV-inspektion ska utföras enligt Svenskt Vatten P93.

Täthetsprovning av tryckledningar ska utföras enligt VAV P78 respektive VAV P79.

DE2. Dagvattenbrunn

Funktion

Brunn ska vara öppen för genomströmning från anslutande ledningar.

Teknisk lösning

Nedstigningsbrunnar ska placeras i lednings brytpunkter. Avstånd mellan brunnar får inte vara större än att rensning/spolning av ledningssträckan är möjlig.

I belagda ytor ska gjutjärnsbetäckningar av teleskoptyp användas och läggas 2 – 5 mm under vägytans nivå.

I grusvägar ska brunnsbetäckningar ligga minst 100 mm under vägytan och vara övertäckta. Gallerbetäckning ska placeras så nära kantstöd som möjligt med beaktande av öppningsmöjlighet för betäckningen och så att gallerstavar ligger vinkelrätt mot trafikens körriktning. Uppfällbart galler ska placeras så att stängning sker i trafikens körriktning. Betäckning ska uppfylla krav enligt SS-EN 124.

Förtillverkade delar till brunn av betong ska uppfylla av tillverkaren redovisade tekniska kvaliteter samt vara av sortiment som uppfyller krav enligt SS-EN 1917 och kompletterande svenska krav i SS 227001. Överdel till dagvattenbrunn av betong ska vara försedd med dränhål.

Brunn av betong ska vara deklarerad och kvalitetssäkrad.

Förtillverkade delar till brunn av plast ska uppfylla kraven för kvalitetsmärkningen Nordic Poly Mark. Brunn av plast ska vara certifierade av SWEDAC eller likvärdigt ackrediteringsorgan..

Kontroll

Kontroll ska ske genom provning och besiktning.

Kontroll av täthet och brunnsnivå ska ske enligt Svenskt Vatten P91. Krav enligt toleransklass A ska uppfyllas.

DE3. Trumma/ Vägtrumma

Funktion

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

Vattenförande trummor ska anordnas så att vandringshinder inte uppstår för vattenlevande organismer eller djur som använder befintliga vattendrag som vandringsstråk.

Förtydligande till krav i handling är att vattendrag ej ska betraktas som fiskförande avseende öring eller lax.

Se vidare AFD.161 samt MEG (0N071000).

Teknisk lösning

Trummor ska anpassas till av entreprenören projekterad väganläggning och dimensioneras och anpassas till beräknade flöden enligt VVMB 310. Hänsyn ska tas till uppskattade avrinningsområden och beräknade 50-årsflöden som redovisas på ritningar 000W9701-000W9705.

Rör- och rördela till trumma av betong ska vara av hållfasthetsklasser anpassade till väganläggningen och dess trafik.

Rör- och rördelar till trumma/vägrör av plast med innerdiameter = 1000 mm ska ha ringstyvhet minst 8 kPa, trumma/vägrör av plast med innerdiameter > 1000 mm ringstyvhet minst 4 kPa och för ej trafikerade ytor minst 4 kPa. Godstjockleken i rörets eller rördelens innervägg får ingenstans understiga 0,005 gånger nominella innerdiametern 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, tillverkningstidpunkt (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 grumlats 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 passagerna visas på karta Natur- och kulturmiljö i MEG (0N071010) samt i följande tabell.

Passage nr	Sektion	Typ av passage
1	ca 0/470	Smådjur (torrtrumma)
2	ca 0/620	Smådjur (torrtrumma)
3	ca 0/825	Smådjur (torrtrumma)
4	ca 1/210	Kombinerad vatten/smådjur
5	ca 1/590	Smådjur (torrtrumma)Smådjur
6	ca 1/840	Kombinerad vatten/smådjur
7	ca 4/225	
8	ca 4/895	Smådjur (torrtrumma)

Materialet som används som underlag i smådjurspassager ska vara sand, grus eller jord inblandat med lite sten hämtat från näraliggande områden. Krossmaterial får ej förekomma i eller i anslutning till en smådjurspassage.

Då en smådjurspassage kombineras med en vattenförande trumma, ska den placeras inuti trumman. Trumman ska grävas ned och läggas på en nivå 0,3-0,6 m under vattendragets botten. Den fria öppningen ska horisontellt och vertikalt vara minst 600 mm efter installation. Den våta perimetern ska bibehållas. Passagen ska vara konstruerad så att den ligger över högsta högvattenståndet och i övrigt utformas enligt förslagsbilder i figur, (DE3).1, nedan.



Figur (DE3).1: Förslagsbilder på kombinerad passage.

Området på en sträcka av 20 meter intill en smådjurspassage ska förses med vegetation som är naturligt förekommande i området runt den. För att djur som använder passagen ska ha fri sikt ut ur den, ska dock ingen vegetation förekomma direkt framför dess mynningar.

Kontroll

Kontroll sker genom besiktning.

DE4. Dike// Grupp 1, 2 och 3

Funktion

Landsvägar, kommunala gator, GC-vägar och enskilda vägar ska generellt avvattnas via diken.

Diken längs vägkonstruktion ska vara utformad med hänsyn till:

- behov av avledning av dagvatten
- behov av dränering av väganläggningens konstruktioner
- behov av snömagasin
- sidoområdets utformning från trafiksäkerhetssynpunkt och skötselsynpunkt.
- rening av vägdagvatten
- skydd mot dränering av befintliga våtmarker

Dikens anslutning till trumma ska vara utformad så att uppströms dämning inte kan ske om inte annat anges för specifik sektion.

Vattensamlingar vid bank ska förhindras.

Vatten från högre liggande mark som kan rinna ned i skärningsslänt får inte orsaka olägenheter, t.ex. erodera slänter.

Teknisk lösning

Diken ska utföras gräsbeklädda.

DE4. Dike// Grupp 1//Väg 27 sektion ca 0/000-0/550**Funktion**

Vägdagvatten från Väg 27 ska kunna fördröjas innan det når befintlig trumma 1200 mm under Väg 40.

Teknisk lösning

Anläggning av ledning med avstängningsanordning eller anläggning av dämt dike.

Diken ska utföras gräsbeklädda.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning och beräkning.

DE4. Dike// Grupp 1//Väg 27 sektion ca 1/900-2/600**Funktion**

Där Väg 27 passerar våtmarkerna vid sektion ca 1/900-2/600 ska vägdagvatten inte släppas ut till våtmarkerna.

Den vertikala transporten av vatten från diket ska fördröjas för att förhindra att vägdagvatten sprids till omgivningen.

Teknisk lösning

Diken ska utföras med en genomsläpplighet av vatten motsvarande $3 \times 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$.

Diken ska utföras gräsbeklädda.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning och beräkning.

DE4. Dike// Grupp 1//Väg 27 sektion ca 3/450-3/680**Teknisk lösning**

Från Väg 27:s lågpunkt vid sektion ca 3/450 fram till korsningen med Gässlösabäcken vid sektion ca 3/680 ska omvänt dike ska anläggas på vägens södra sida med utlopp till Gässlösabäcken.

Dikets botten ska tätas för att undvika föroreningstransport.

Diken ska utföras gräsbeklädda.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning och beräkning.

DE4. Dike// Grupp 1//Väg 27 sektion ca 3/900**Funktion**

Vägdagvatten från Väg 27 öster om korsningen med Gässlösabäcken sektion ca 3/680 ska kunna fördröjas innan det når Gässlösabäcken.

Teknisk lösning

Anläggning av ledning med avstängningsanordning eller anläggning av dämt dike öster om sektion ca 3/900.

Diken ska utföras gräsbeklädda.

Kontroll

Kontroll ska ske genom besiktning och besiktning.

DE5. Anordning för lokalt omhändertagande av dagvatten**Funktion**

Anordning för lokalt omhändertagande av dagvatten ska anordnas för rening, fördröjning och flödesutjämning av vägdagvatten, se MEG (0N071000).

Dimensionerande återkomsttid för nederbörd ska vara 5 år.

Dimensionering ska göras så att vattnets uppehållstid i reningsanordning blir minst ett dygn. VVMB 310, kapitel 9.4. Rening av vägdagvatten ska beaktas.

Större flöden än för den dimensionerande nederbörden ska kunna ledas förbi reningsanordning.

Reningsanläggningar för dagvatten ska avskilja minst 50–70 % av vägdagvattnets icke upplösta föroreningar.

Dammkonstruktion får högst ha en hydraulisk konduktivitet på 10^{-7} m/s.

Sedimenterat material ska kunna rensas bort på ett miljömässigt godtagbart sätt utan att reningsanläggningen förlorar sin funktion eller skadas.

Reducering av föroreningshalter genom utspädning med rent vatten eller mindre förorenat vatten får inte förekomma.

Reningsanläggningen ska vara tillgänglig för lastfordon via väg med standard motsvarande skogsbilväg.

Kontroll

Kontroll ska ske genom provning och besiktning.

DE5. Anordning för lokalt omhändertagande av dagvatten// tpl Osdal

Funktion

Förorenat vägdagvatten från Väg 27 sektion 2/800 – 3/100, Raö_15, Rpö_16, Rav_17 och Rpv_18 ska hindras från att infiltrera till grundvattnet och transporteras vidare till Viskan. Detta avser både föroreningar från eventuell olycka med farligt gods samt oljespill.

Teknisk lösning

Vägdagvatten från Väg 27 sektion 2/800 – 3/100, Raö_15, Rpö_16, Rav_17 och Rpv_18 ska ledas till dagvattendamm för rening av dagvatten.

Damm och diken som leder till dammen ska utföras täta, d.v.s.. högst ha en hydraulisk konduktivitet på 10^{-7} m/s.

Dammen ska förses med avstängningsmöjlighet.

Vägdagvattendammen ska ha ständig vattenyta och kunna avskilja och rymma oljeutsläpp om 1000 liter. Dammen ska placeras och vara utformad på ett sådant sätt att den liknar andra småvatten eller våtmarker i omgivande landskap och upplevs som ett naturligt vatten.

Kontroll

Kontroll ska ske genom provning, besiktning och beräkning.

DE5. Anordning för lokalt omhändertagande av dagvatten// Bro 15-1782-1

Funktion

Vägdagvatten från bro 15-1782-1 får inte släppas direkt utan fördröjning och utan hänsyn till rening.

Teknisk lösning

Vägdagvatten från bro 15-1782-1 ska ledas till utjämnings-/fördröjningsmagasin som anläggs i anslutning till bro. Placering av magasin enligt kapitel DC36d. Ytavloppssystem i bro// Bro 15-1782-1 över GC-väg 373, Viskadalsbanan, Väg 1610 och GC-väg 376 vid tpl Osdal.

Kontroll

Kontroll ska ske genom provning, besiktning och beräkning.

DE5. Anordning för lokalt omhändertagande av dagvatten// Bro 15-1783-1

Funktion

Vägdagvatten från bro 15-1783-1 får inte släppas direkt utan fördröjning och utan hänsyn till rening. Föroreningsstötter efter olyckor ska kunna hindras innan de når Viskan.

Teknisk lösning

Vägdagvatten från bro 15-1783-1 ska ledas till utjämnings-/fördröjningsmagasin som anläggs i anslutning till bro. Placering av magasin enligt kapitel DC36d. Ytavloppssystem i bro// Bro 15-1783-1 över Viskan öster om tpl Osdal.

Kontroll

Kontroll ska ske genom provning, besiktning och beräkning.

DE5. Anordning för lokalt omhändertagande av dagvatten// Bro 15-1786-1

Funktion

Vägdagvatten från bro 15-1786-1 får inte släppas direkt utan fördröjning och utan hänsyn till rening.

Teknisk lösning

Vägdagvatten från bro 15-1786-1 ska ledas till utjämnings-/fördröjningsmagasin som anläggs i anslutning till bro. Placering av magasin enligt kapitel DC36d. Ytavloppssystem i bro// Bro 15-1786-1 över Väg 41 och EnV_368 vid tpl Kråkered.

Kontroll

Kontroll ska ske genom provning, besiktning och beräkning.

DE5. Anordning för lokalt omhändertagande av dagvatten// tpl Kråkered

Funktion

Dagvattenflöden från avrinningsområde A27 och A28 (se ritning 000W9405) som leds under Väg 41 i befintlig trumma (dimension 700 mm), ca 300 m nordost om Bro 15-1786-1, ska kunna fördröjas/utjämnas innan det når befintlig bäck som leder vidare till Stora Transåssjön.

Teknisk lösning

Anläggning av fördröjnings-/utjämningsanordning.

Anordningen ska konstrueras med hänsyn till dagvattenrening.

Anordningen ska förses med avstängningsmöjlighet.

Anordningen ska kunna avskilja och rymma oljeutsläpp om 1000 liter.

Anordningen ska placeras och vara utformad på ett sådant sätt att den liknar andra småvatten eller våtmarker i omgivande landskap och upplevs som ett naturligt vatten.

Kontroll

Kontroll ska ske genom provning, besiktning och beräkning.

DF. Vägskyddsanordning

DF1. Stängsel

DF1. Stängsel/ Faunastängsel

Omfattning

Faunastängsel ska sättas upp utmed Väg 27 dock ej i Viskadalen mellan ca 2/950 och ca 3/870.

Funktion

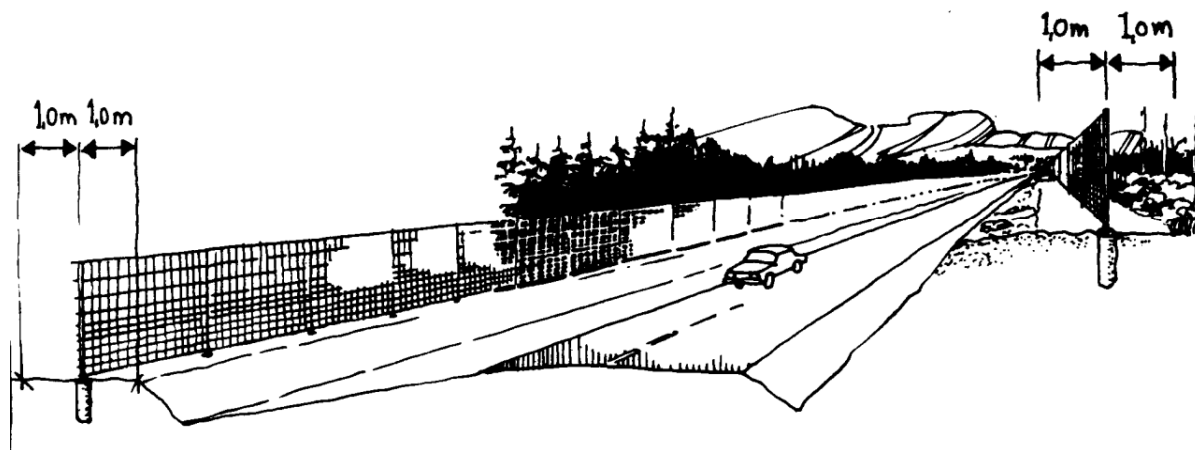
Faunastängsel ska ha en beständighet motsvarande 20 års dimensionerande teknisk livslängd.

Placeringen av faunastängsel ska ske så långt från vägkant som medges med hänsyn till vägområdets gräns. Stängslet sätts så att dess huvudriktning företrädesvis är parallell med vägen.

Stängsel ska sättas upp på båda sidor av vägen.

När stängsel korsar eller löper parallellt med en kraftledning för högspänning, ska samråd ske med ledningsägare beträffande åtgärder för att förhindra att stängslet blir strömförande.

Stängsel ska placeras inom vägområdet. Stängsel kan avbrytas mot bergvägg med lutning 2:1 eller brantare, med en höjd av minst 4 m och som är av större längd. Stängsel placeras så att djuren leds utmed stängslet. För att öka djurens uppmärksamhet på hindret ska en hinderfri remsa med en bredd på minst 1 m finnas längs stängslets båda sidor se figur nedan.



Figur Placering av stängsel i vägens sektion.

En mjuk och med terrängen följsam placering ska eftersträvas.

Där stängslets raklinje bryts ska ett bågformat utförande väljas för att leda djuren framåt.

För att djuren dels inte ska lockas att forcera stängslet och dels ska ledas förbi öppningar mot sidoväg utan stängsel, bör nätet dras bågformigt från huvudvägen och minst 30 m in på båda sidor av den anslutande vägen.

Vid planskild korsning bör stängslet i först hand fortsätta in under bron. Om detta inte är möjligt, ska stängslet istället anslutas till bronns 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 Viareds rondellen, vid fyrvägs korsningen Lv32 och i anslutning till faunastängslets början vid Gässlösa, enligt nedanstående rekommendationer.

- i närheten av stängselöppningar och slut. Ett lämpligt avstånd mellan ett stängselavslut och ett uthopp är ca 100-200 m.
- vid kända vandringsstråk och konfliktpunkter med vilt.
- vid öppna vägkorsningar.
- vid planskilda broar dit djuren leds av terräng och vegetation men som är olämpliga för djurpassage. Detta eftersom en del djur föredrar att hoppa över stängslet i stället för att passera under/över bron.
- vid ställen där terrängen är mycket varierande och där därmed risken för glipor mellan stängsel och mark är stor.
- vid ställen där det finns en stor risk för att grindar ofta lämnas öppna eller där risken för stängselskador är stor.
- vid platser där det är långt till närmsta faunapassage och det därmed föreligger en större risk för att djur försöker ta sig in på vägbanan.
- vid breda anslutningsvägar utan stängsel och där faunapassager ofta förekommer.
- uthopp bör lokaliseras så att de lätt kan upptäckas av djuren även om de är stressade eller panikslagna. Exempelvis kan uthopp placeras där faunastängsel bildar ett hörn. På så vis leds djuren automatiskt till uthoppet via stängslet.
- uthopp ska placeras avskilt och i områden långt från körbanan som är lugna och trygga för djuren.

Höjdskillnaden mellan uthoppets in- och utsida ska vara 2 m.

Den markyta där djur som använder ett uthopp landar ska förses med homogent material såsom sand. Djuren ska kunna se fast mark, inte tät slyvegetation. Landningsplatsen ska vidare vara fri från större sten eller vegetation som kan skada de djur som använder uthoppet. Sprängsten ska inte förekomma på landningsplatsen. Se figur (DF1).1.



Figur (DF1).1 Faunastängsel placeras i murens nederkant.

För att ett djur som har tänkt använda ett uthopp ska få tid att i lugn och ro inspektera uthoppet, kan området i anslutning till ett uthopp förses med skyddande vegetation.

Kontroll

Kontroll sker genom besiktning.

DF2. 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

Broräck placeras symmetriskt på kantbalken i dess längsriktning. Samtliga broräckesfack på kantbalk ska förses med skyddsnät.

DF2. Räckel/ Broräcke// Bro 15-1782-1

Funktion

Bron ska förses med 3 st broräcken som uppfyller kraven för kapacitetsklass H2.

Teknisk lösning

Broräcke placeras symmetrisk på kantbalken i dess längsriktning. Samtliga broräckesfack på kantbalk samt mellan GC-bana och körbana ska förses med skyddsnät.

DF2. Räckel/ Broräcke // Bro 15-1783-1, 15-1784-1 och GC-bro 15-1787-1

Funktion

Bron ska förses med broräcken som uppfyller kraven för kapacitetsklass H2.

Teknisk lösning

Broräckesfack ovan GC-väg ska förses med skyddsnät.

DF2. Räckel/ Vägräcke

Funktion

Vägräcke ska vara utformat och utfört:

- med en teknisk livslängd av minst 20 år.
- enligt skaderiskklass B enligt SS-EN 1317-2 eller -3, SS-ENV 1317-4 eller VVMB 350.
- enligt förhållandena på platsen.
- så att räcke ska behålla sin funktion i stark kyla.

Räcken ska vara utformade och placerade så att ett enhetligt utseende längs vägsträckan erhålls.

Om stödmur anläggs vid GC-väg 373 under bro 15-1782-1 ska denna förses med räcke med spjälgrindar enligt TRVK Bro G.9.1.1.2.

Teknisk lösning

Skrivar ska vara märkta enligt SS-EN ISO 898-1.

Räcken ska monteras enligt tillverkarens anvisningar.

Linspänningen på ställineräcken ska uppfylla tillverkarens krav.

Klass EXC2 enligt SS-EN 1090-2 ska tillämpas för räcken och motsvarande skyddsanordningar av stål.

All svetsning ska utföras på fabrik och före varmförzinkning.

Räckens avvikelse i höjddled får vara högst ± 30 mm från de nominella måtten och i tvärled högst ± 30 mm från de nominella måtten.

Räckesständer ska vara vertikala.

Minst en del av gängat gods (mutter eller gängad stång) till skarvning, förankring och uppspanning 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 vägbanekant, därefter 1:10 till 4,0 m utanför, därpå 1:8 i sidled. På bankslänt ska navföljarförankringen placeras minst ca 6,0 m utanför vägbanekanten.

Sidoräckes navföljare ska läggas 0,05 m från beläggningskant 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. Skaderiskklassen 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 beläggningsåtgärd.

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 räcket som långtidslast orsakad av uppspänningskrafter.

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 räcket har gjorts med den aktuella vägräckesänden.

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/ Vagräcke/ 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/ Vagräcke/ Räckesavslutning

Funktion

Energiabsorberande räckesavslutningar får endast användas där utvinkling inte är möjlig.

Räckesavslutningar får inte medföra rampeffekt.

DF25. Räckeskomplettering/ Vagräcke/ Energiupptagande räckesavslutning

Funktion

En energiupptagande vägräckesände ska minst uppfylla krav enligt SS-ENV 1317-4.

DF25. Räckeskomplettering/ Vagräcke/ Ej energiupptagande räckesavslutning

Funktion

Räckesavslutning får inte vara penetrerande. Avslutning av ställineräcke i nedströmsände av räcke ska vid påkörning från räckeshållet kunna lösa ut så att ett påkörande fordon inte fastnar.

DF25. Räckeskomplettering/ Räckesreflexer

Teknisk lösning

Räckesreflexer ska vara utformade och utförda på mitträcken för alla vägar med $VR \geq 80$ km/h där belysning inte ska utföras. Krav på räcketreflexer framgår av VGU, Vägmarkering och vägkantsutmärkning.

DF26. Övergång mellan 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 tvärlägen variera kontinuerligt mellan de anslutna räckenas styvheter.

Alla längsgående delar på varje räckes ska via kopplingselement med motsvarande hållfastheter och styvheter vara förbundna med det andra räckets. Hållfastheten i varje förband ska inte understiga hållfastheten hos skarvar i anslutande räckes.

I längsled ska höjdläget hos varje kopplingselement ändras kontinuerligt utan steg, lutningen hos dessa delar får inte överstiga 8%.

Längsgående delars sidoläge ska variera kontinuerligt utan steg mellan förbundna räckes, vinkeln mot anslutande räckens trafiksida får inte överstiga 5°.

DG. Trafikledningsanordning

Funktion

Trafikledningsanordningar placerade inom säkerhetszonen och som inte skyddas av räckes eller motsvarande ska vara eftergivliga. Anordning bedöms som eftergivlig om den minst uppfyller krav för skaderiskklass 1 för vald hastighetsklass enligt SS-EN 12767 – stolpe för trafikledningsanordning av enkelt rör med cirkulärt eller kvadratisk tvärsnitt och med största tvärmått och godstjocklek 63 respektive 3 mm anses uppfylla krav på eftergivlighet för klass NE100 enligt SS-EN 12767 utan provning om röret är tillverkat av material med karakteristisk hållfasthet f_{yk} som inte överstiger 355 MPa.

Teknisk lösning

Eftergivliga stolpar ska väljas enligt VGU del Väg- och gatuutrustning kap 3, Eftergivlig väg- och gatuutrustning.

Kontroll

Kontroll ska ske genom redovisning av intyg som visar att krav uppfylls.

DG1. Vägmarkering

Omfattning

Väg 27 km 0/000-0/300 2+2 väg, 0/300-0/380 cirkulation, 0/380-6/250 2+1 väg med av- och påfarter, Anslutande väg från Viared industriområde 0/000-0/600 1+1 väg .

Avfart till Väg 41, 0/000-0/600, norra sidan.

Påfart från Väg 41, 0/000-0/600, norra sidan.

Påfart från Väg 41, 0/000-0/600, södra sidan.

Avfart till Väg 41, 0/000- 0/489, södra sidan.

Väg 41, 1+1 väg med cirkulationer 0/000- 0/700.

Anslutande väg till Skjutbanegatan 0/100-0/270 1+1 väg

Avfart till Väg 1610, 0/000-0/550, norra sidan.

Påfart från Väg 1610, 0/070-0/400, norra sidan.

Avfart till Väg 1610, 0/000-0/400, södra sidan.

Påfart från Väg 1610, 0/000-0/550, södra sidan.

Väg 1610 med cirkulationsplatser 0/000-0/500

Anslutande väg till Väg 1640, 0/000-0/630 1+1 väg.

Funktion

Vägmarkering ska vara utformad enligt Vägmärkesförordningen, SFS 2007:90 och Transportstyrelsens föreskrifter TSFS 2010:171 om vägmarkeringar samt VGU, Vägmarkering och vägkantsutmärkning.

Vägmarkeringarna ska vara utformade och utförda enligt TBT Vägmarkering, kapitel 2-5 samt 7

Teknisk lösning

Vägmarkering ska utföras enligt TBT Vägmarkering, kapitel 6.

Vid beläggning på trafikerad vägbana ska 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. Vägmärke, vägschild

Omfattning

Vägvisning som enligt trafikregleringsplan ska utföras utanför gällande arbetsområde ombesörjs av Beställaren.

All vägvisning och placering av vägmärken inom arbetsområdet ska utföras av Entreprenören.

För vägvisning ska detaljerad 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:

- Vägmärkesförordningen, SFS 2007:90.
- Vägverkets föreskrift VVFS 2007:305 om vägmärken och andra anordningar med ändringar till Trafikverkets föreskrift TRVFS 2010:21 Bekantgörande av författning som ändrar en författning i Trafikverkets författningssamling.
- Transportstyrelsens föreskrifter TSFS 2010:172 om ändring i Vägverkets föreskrifter VVFS 2007:305 om vägmärken och andra anordningar.
- Vägverkets föreskrifter VVFS 2008:272 om storlekar på vägmärken och andra anordningar med ändringar till Vägverkets föreskrifter VVFS 2008:379 om ändring i Vägverkets föreskrifter VVFS 2008:272 om storlekar på vägmärken och andra anordningar.

Vägmärken ska ha reflexfolie av högre reflekterande typ och dimensioneras och konstrueras så att de får minst 18 års teknisk livslängd.

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

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

För övriga Schildar, exempelvis större lokaliseringsmärken och portalplacerade Schildar, godtas följande formfaktorer:

$\mu = 1,15 + 0,05 l/h$, dock högst 1,8.

l = största sidlängd.

h = minsta sidlängd.

För skyltar till markplacerade vägmärken med största breddmått 1,6 m godtas att vindlasten placeras centriskt.

Skyltar utsatta för last av plogsnö ska antas belastade inom i SS EN 12899 1 Annex A angiven yta. Lastintensiteten beror på skyltens avstånd från vägbankant och plogningshastigheten, se tabell (DG2.).1.

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

Avstånd mellan vägbankens och vägmärkets kant, m	Plogningshastighet, km/h	
	50	60
	Klass ¹⁾ /kN/m ²	
< 3,0	DSL2/2,5	DSL4/4
3,0 - < 5,0	DSL1/1,5	DSL3/3
5,0 - < 6,0	DSL0/0	DSL2/2,5
6,0 - 7,0	DSL0/0	DSL1/1,5

¹⁾ klassbeteckningar enligt SS-EN 12899-1

Plogningshastighet för Väg 27 ska vara 60 km/h

Skylt inklusive stolpe ska uppfylla under DG42 angivna krav i bruksgränstillstånd.

Vägmärken ska vara vinklade och reflekterande på sådant sätt att de syns optimalt och inte bländar trafikanter.

Vägmärken ska vara monterade i raka montage vertikalt och horisontellt.

Vägmärken får inte skymmas av belysningsanordningar e.d. Körfältsvägvisare i portal ska vara monterade med horisontell underkant.

Teknisk lösning

Vägmärken ska ha reflexmaterial som minst uppfyller krav för CR1 RA2 enligt SS-EN 12899-1. Vägmärken på portaler ska ha mikroprismatiskt 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 lokaliseringsmärken i nedre högra kanten, på standardvägmärken i högra delen av märket.

Efter överenskommelse mellan Entreprenören och Beställaren utförs cykelvägvisning, Entreprenören och Beställaren ska vara överens om placering och utformning.

Vägvisning och vägmärken ska utföras enligt ritningarna 000T4001, 000T4002, 000T4003, 000T4004 och 000T4005, samt skylt- och vägmärkesförteckning.

Delen Viared 0/000- Kråkered 6/260.

Delen Väg 41 0/000-0/600

samt av och påfarter Kråkereds trafikplats 0/000-0/600, 0+0/600.

Delen Väg 1610 0/000-0/500

samt av och påfarter Osdals trafikplats 0/000-0/550, 0/025-0/400, 0/000-0/450 och 0/000-0/550

Vägmärken ska placeras enligt VGU, Vägmärken.

Markplacerade vägmärken ska monteras vertikalt, lutningen får inte överstiga 1° relativt lodlinjen.

För att undvika bländning ska lokaliseringsmärken vinklas ca 5° från väglinjen, se Handbok Vägmärken avsnitt 7.4.

Kontroll

Innan fundament grävs ner ska Entreprenör markera plats för fundament och detta ska gemensamt besiktigas av tillsammans med Beställaren på plats.

DG3. Kantstolpe

Omfattning

Väg 27 0/000 -6/250.

Av- och påfarter till Väg 41,

Väg 41.

Av- och påfarter till Väg 1610

Väg 1610 med cirkulationsplatser

Anslutande väg till Väg 1640

Teknisk lösning

För placering och utformning gäller VGU, Vägmarkering och vägkantsutmärkning.

Kantstolpar sätts normalt med c/c 50 m.

Vid kurvradier, då tre stolpar inte syns i en följd samt vid montage i mitträcken, halveras dessa avstånd. Vid horisontalradier < 700 m ska kantstolpar vara placerade med c/c 25 m och vid vertikalradier < 2500 m ska kantstolpar vara placerade med c/c 25 m.

Vid extrema förhållanden, övergångar på 2+1-vägar och liknande förhållanden, monteras kantstolpar mellan vägbanorna med ett inbördes avstånd om 10 m.

Kantstolpar ska alltid utföras genomgående och vid räcke placeras i linje med räckesstolparna.

Reflektorer ska vara vita utom vid busshållplats, parkeringsplats och korsning/anslutning, då de ska vara gula.

DG4. Portal, stolpe för trafikledningsanordning

Funktion

Fundament till portaler ska ha en teknisk livslängd av minst 40 år.

Stolpar och portalben ska ha en teknisk livslängd av minst 20 år.

Portaler ska i såväl brott- som bruksgränsstadiet dimensioneras för att i framtiden möjliggöra en utökning med 25 % av skyltarean.

Material och bärare ska uppfylla krav på bärförmåga, stadga och beständighet under de förutsättningar som råder på platsen.

Fundament får inte placeras i dikesbotten.

Fundament för anordning som inte skyddas av räcke ska placeras så att ingen del sticker upp mer än 0,1 m ovan markytan.

Teknisk lösning

För stålkonstruktioner gäller kapitel 5 i Vägverkets föreskrifter VVFS 2004:31 om bärförmåga, stadga och beständighet hos byggnadsverk vid byggande av vägar och gator med följande tillägg:

- Stålkonstruktioner ska utföras enligt krav i AMA Anläggning 10 GBD.1 med ändringar och tillägg enligt TRV AMA Anläggning 10.
- För material ska slagseghetsprovningen vara specificerad vid temperatur 0° C eller därunder.
- För utmattningsbelastade konstruktioner ska utförandeklass EXC 3 enligt SS-EN 1090-2 tillämpas.
- Svetsning ska utföras på fabrik.
- Material ska levereras med kontrollintyg 3.1 enligt SS EN 10 204. Vid leverans av stål S235 JR och S275 JR, enligt SS EN 10 025, med godstjocklek under 25 mm får kontrollintyg 3.1 enligt ovan ersättas med kvalitetsintyg 2.2 enligt SS EN 10 204.

För aluminiumkonstruktioner gäller kapitel 10 i Vägverkets föreskrifter VVFS 2004:31 om bärförmåga, stadga och beständighet hos byggnadsverk vid byggande av vägar och gator med följande tillägg:

Aluminiumkonstruktioner ska utföras enligt krav i AMA Anläggning 10 GBE.1 med ändringar och tillägg enligt TRV AMA Anläggning 10.

- För utmattningsbelastade konstruktioner ska utförandeklass EXC 3 enligt SS-EN 1090-3 tillämpas.
- Svetsning ska utföras på fabrik.
- Material ska levereras med kontrollintyg 3.1 enligt SS-EN 10204.

Stolpars eller portalbens 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 bruksgränstillstånd dimensioneras för att i framtiden möjliggöra en utökning med 25 % av skytarean. 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 36Viared, 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]

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 fabriksstillverkat 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 utlösning villkor uppfylls
- funktionsprovning av styrsystem
- funktionsprovning av belysningsystem
- belysningsmätning.

DH1. Belysningsarmatur

Teknisk lösning

Armaturer på Trafikverkets vägar ska vara avsedda för högtrycksnatrium i gatumiljö för fordonstrafik. Typ av fabrikat Thorn Civic med kupat glas eller likvärdigt.

Armaturer på kommunala vägar ska vara avsedda för högtrycksnatrium i gatumiljö för fordonstrafik. Typ av fabrikat HH Design, Norden 6201 eller likvärdigt.

Armaturer för Gc-väg ska vara avsedda för keramisk metallhalogen av högtryckstyp. Typ av fabrikat HH Design, Norden 6201 eller likvärdigt.

Armaturer på bro 15-1778-1 och bro 15-1782-1 ska monteras infällt/dolt i räcken 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 (OC075500).

Armaturer för effektbelysning av bro 15-1783-1 ska vara av typen Fagerhult, Simes Megafocus 250 W

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 (OC075500).

Armaturer ska vara försedda med konventionella driftdon av lågförlusttyp.

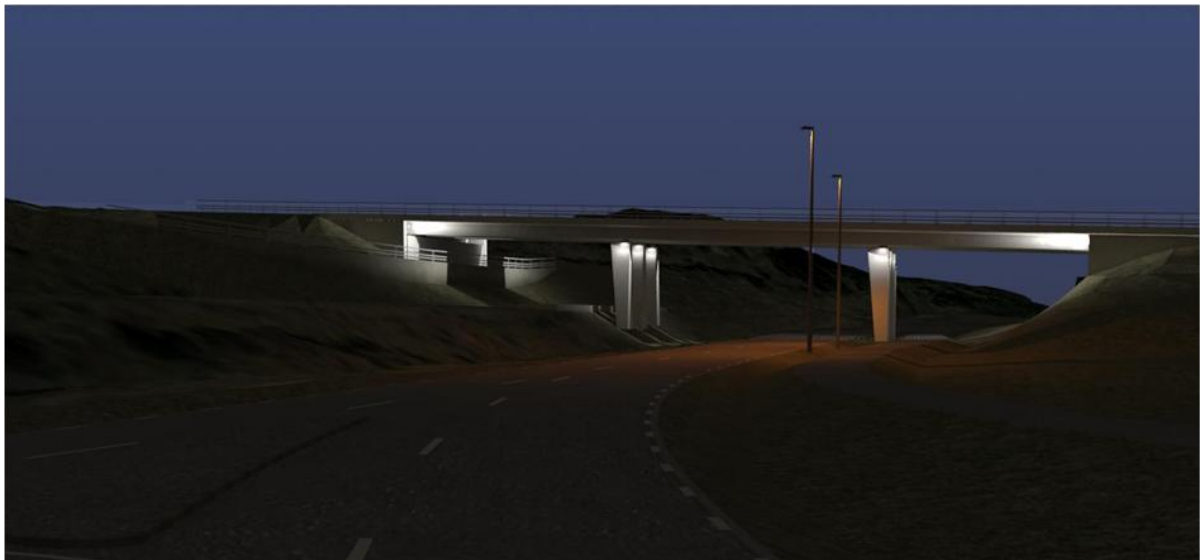
Om armatur saknar anslutning för skyddsledare ska den isoleras med toppklämma.

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 egentyngd 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 36Viared, Env 367, LV 34 ska vara stål stolpe med förstärkt rostskydd 1 m ovan mark

Stolpe på befintlig Viaredsväg ska vara likvärdig befintlig och vara med förstärkt rostskydd 1 m ovan mark.

Stolpe för övergångsställe utför enligt "Rutin för utförande belysning av övergångsställe/passage" [OC075300]

Riktningen på stolpar ska både i vridning och höjdinkel anpassas till beräkningar och belysande väg. Avvikelse får max vara 50 mm per m i vridning och 5 mm per m i höjdinkel.

Stolpes avvikelse från lodlinjen får inte överstiga 5 mm/m

Fundament som inte står i skydd av vägräcke e.d. ska placeras så att inte någon del av fundamentets överyta blir belägen högre än 0,1 m över färdig mark.

Belysningsstolpar på bro ska utföras enligt TRVK Bro 11 kap G.12

Teknisk lösning

Stolpsäkringslucka ska orienteras i trafikens frånriktning.

Gruppcentral i stolpe ska vara utformad som TN-S system, där PE- och N-ledare ska ha egen plint.

Om skyddsledare anslutes i stolpe med förskruvning ska den ha taggbricka.

Märkning

Belysningsstolpe ska vara CE-märkt enligt någon av följande produktstandarder: SS-EN 40-5, SS-EN 40-6 eller SS-EN 40-7.

Stolp- fundament- och armaturlista ska upprättas.

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 utlösning villkor uppfylls
- funktionsprovning .

DK. Elsystem och telesystem/ Kabelskåp

Teknisk lösning

Alla i skåp ingående ståldetaljer ska vara varmförzinkade eller utförda av rostfritt stål. Skåpen ska vara utförda för TN-C-system.

Kabelskåp ska vara utfört i lägst kapslingsklass IP 44.

Kabelskåp ska utföras med 30% reservplats för framtida utbyggnad.

Komponent i skåp ska vara utförd och monterad så att alla delar uppnår minst kapslingsklass IP 20.

Kabelskåp förses med utvändig märkning "TRAFIKVERKETS BELYSNINGSCENTRAL" samt anläggningens Littera. Märkning av komponenter utför enligt VV Publikation 2007:54

Kabelskåp förses med utvändig märkning "BORÅS STADS BELYSNINGSCENTRAL" samt anläggningens Littera. Märkning av Borås Stads anläggning ska utföras enligt EBR KJ 31:02 Kabelskåp och SS 437 01 40 anslutning av lågspänningsinstallationer till elnät.

Förutom märkning av apparater ska invändig märkning utgöras av gruppförteckning och grupp-schema.

För utgående huvudledningar ska schema visa centralen och dess matningsområde, ledningar och anslutna platsutrustningar. På schemat införs beteckningar som motsvarar märkningarna.

Schema ska ange:

- matande och utgående kablar samt kablarnas längd
- ledararea
- högsta tillåtna säkring
- anslutna objekt.

DK. Elsystem och telesystem/ Apparater i kopplingsutrustning

Teknisk lösning

Apparater i utrustning ska vara godkända för förkommande felströmmar.

Uttag ska förses med personskyddsautomat för max 30 mA felström.

Handmanöverbrytare ska ha 0-Hand-1 manöveromkopplare.

Vid apparat eller apparatenhet ska finnas märkning som identifierar apparaten eller enheten i den tekniska dokumentationen. Märkning ska vara så utförd att den inte följer med apparaten eller enheten vid utbyte.

Manöveranordningar ska förses med manövermärkning.

Vid elkopplare och vid säkring ska med tydlig märkning anges till vilken strömkrets elkopplaren eller säkringen hör.

Vid överströmsskydd i utgående ledning ska finnas:

- uppgift om högsta tillåtna märkström för säkring
- uppgift om minsta ledararea som förekommer i den fast förlagda ledningen.

Inom kopplingsutrymmen ska PEN-ledare märkas med bokstäverna PEN.

Stolpsäkring får max vara 6A.

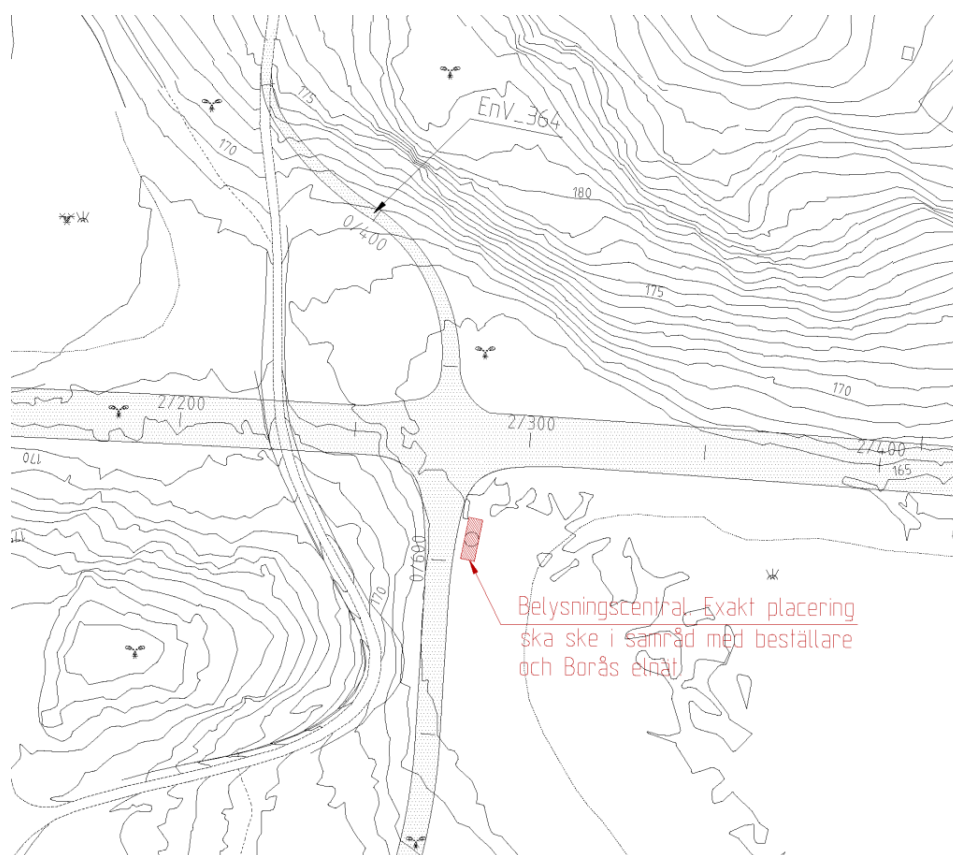
DK. Elsystem och telesystem/ Centralutrustning

Omfattning

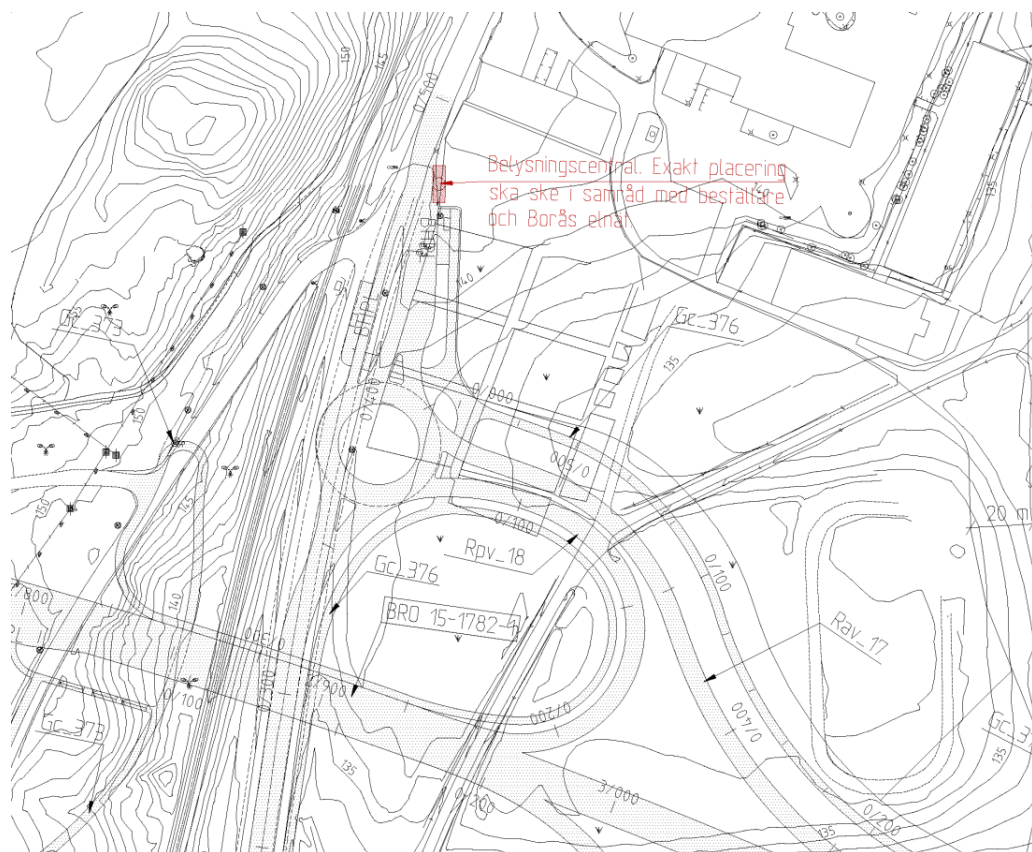
Kabelskåp inklusive belysningscentral med elmätning ska installeras på nedanstående platser.

- Korsning Väg 27 i km 2/270. Placering se figur DK.1.
- Osdal Trafikplats. Placering se figur DK.2.
- Korsning Väg 27 i km 3/700. Placering se figur DK.3
- Kråkered Trafikplats. Placering se figur DK.4.

Beställaren står för nätanslutningsavgiften.



Figur (DK).1 Förslag på placering av belysningscentral i korsning Väg 27 i km 2/270. OBS storlek på belysningscentral är ej skalenlig



Figur (DK).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.

Föransökan 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 belysningsystem.

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 flerskiktsplast med texthöjden 5 mm, skyltarna fästes med bandklammer på kabeln.

Ledningar i skåp och stolpar ska märkas med gula märkhylsor typ Partex eller likvärdig.

Utvändiga ledningar exempelvis hängkabel ska märkas med motsvarande UV-beständiga skyltar.

DK. Elsystem och telesystem/ Kabelbrunnar

Teknisk lösning

Brunnar ska finnas vid trafikplatser och broar, samt med ett maximalt avstånd av 100 m. Brunnarna ska vara utformade så att användning inte försvåras genom till exempel vara för djupa eller för trånga.

Schakt för brunnar tillhörande kanalisation ska utföras med god dränering, minst 200 mm makadam i botten, samt materialavskiljande lager av geotextil. Vid behov ska ytterligare dränering anordnas.

Schaktbotten för brunn tätas med geotextil.

Brunnar ska utformas så att underkant rör kommer minst 0,1 m ovanför brunnens botten.

Brunnar utanför körbar yta ska vara av typ Ralaflex eller motsvarande. Betäckningen ska vara med flytande lock, vattentät och dimensionerat för 125 kN.

I körbar yta ska platsgjutna 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 rörens rörelser tillåts.

Vid entreprenadgräns ska rören tätas så att vatten och smuts inte kan tränga in i rören.

Minsta täckning över ingjutning under körbana ska vara 400 mm, utanför körbana minst 250 mm.

Vid förläggning i slänt, anpassas schakt efter anslutning till brunnar.

Mellan rörmynningar får lågpunkter inte finnas.

Vid korsning under belagd yta ska kabelskyddsrör avslutas minst 0,5 m utanför 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. Provdragningen ska dokumenteras i form av protokoll där det klart framgår vilka rör-stråk som omfattas av provdragningen samt eventuella anmärkningar. Protokollet ska dateras och signeras av Entreprenören.

DK. Elsystem och telesystem/ Kablar i betongkonstruktion**DK. Elsystem och telesystem/ Kablar i betongkonstruktion// Bro 15-1782-1 över GC-väg, Viskadalsbanan och Väg 1610 vid tpl Osdal****Teknisk lösning**

Samtliga rör för belysning ska gutas in och döljas så mycket som möjligt. Samtliga rör ska förläggas från infälld central för Trafikverket. Rör för belysning till GC-väg 373 ska mynna ut vid varje huvudbalk ovan GC-väg 373 (3 st). Samtliga rör ska förläggas från infälld elcentral för Borås Stad. Minst ett extra rör för belysning ska finnas.

Alla rör ska förses med galvaniserad dragtråd. Eventuella tomrör ska tätas noggrant.

DK. Elsystem och telesystem/ Kablar i betongkonstruktion// Bro 15-1783-1 över Viskan öster om tpl Osdal**Teknisk lösning**

Kabelrör ska förläggas så att röret göms bakom längsgående sidobalk. Minst ett extra rör för belysning ska finnas. Rören ansluts till infälld central i landfästet. Från infälld central västra sidan förläggs kanalisation och ansluts till kanalisation utanför bron.

Alla rör ska förses med galvaniserad dragtråd. Eventuella tomrör ska tätas noggrant.

DK. Elsystem och telesystem/ Kablar i betongkonstruktion// Bro 15-1786-1 över Väg 41 och enskild väg vid tpl Kråkered**Teknisk lösning**

Samtliga rör för belysning ska gutas 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 Miljös dokument "Materialförteckning VA-material" daterad 2011-01-01, reviderad 2011-09-21, (0W123000) och utföras i samma planläge som befintliga ledningar om inte annat anges. Rör och rördelar på omlagd ledning ska vara av samma material, hållfasthetsklass, tryckklass mm som ledningen som läggs om. Om avbrott erfordras ska de samordnas med respektive ledningssägare.

Trycksatta ledningar som korsar Väg 27 ska läggas om i skyddsrör med brunn på respektive sida om vägen. Skyddsröret ska ha samma tryckklass som den befintliga ledningen. Avstängningsanordning för mediaröret ska placeras på båda sidor om vägen.

Inkopplingar på befintligt dricksvattennät utförs av entreprenören i samråd med respektive 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

Tätetskontroll och provtryckning samt dokumentation av material och licenser av person som utfört svetsning av PE-rör ska utföras enligt EGN2011.

Respektive ledningsägare ska beredas tillfälle att närvara vid kontroller.

DZ 3. Övriga delar i Väganläggning / Korsande ledningsgata

Omfattning

Borås Stad planerar att bygga ledningsgata som kommer att korsa Väg 27 vid sektion ca 3/590. Entreprenören ska förlägga skyddsrör för ledningsgatan under Väg 27.

Skyddsrörens dimension ska vara följande:

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

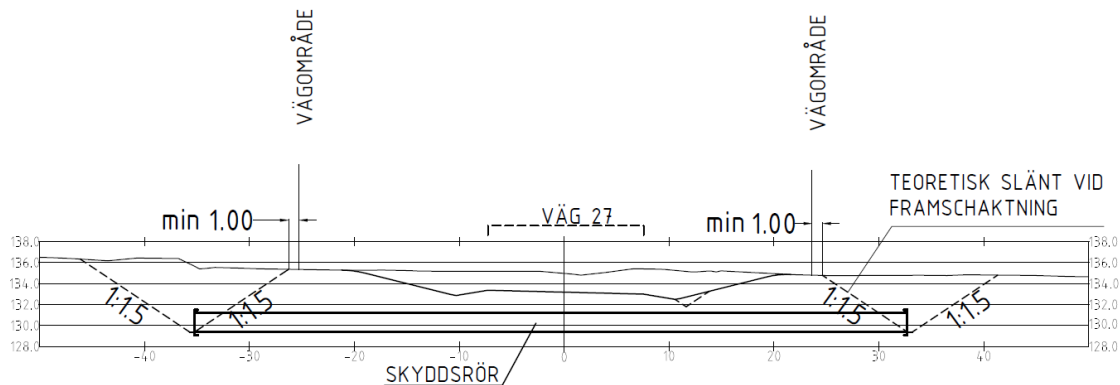
Se även förslagsskiss, bilaga 10 (0C075910)

Funktion

Skyddsrören ska förläggas enligt förslagsskiss, bilaga10 (0C075910). Centrumlinje för skyddsrören ska gå genom koordinaterna:

(N 6396999.06, E 61897.91) (N 6396933.22, E 61874.16) (koordinatsystem RT90 5 GON V 0:-1).

Skyddsrören ska dras ut utanför vägområdesgränsen på vardera sida om vägen så att släntkrönet hamnar minst 1 meter utanför vägområdesgränsen vid framschaktning av rörändarna med släntlutning 1:1.5, se figur (DZ3).1



Figur (DZ3).1. Skiss som visar minsta horisontella avstånd mellan skyddsrörs ändar och vägområdesgränsen.

Skyddsrörens ändar ska försees med täta proppar.

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

Skyddsrören ska vara täta.

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

Skyddsrören för tryckspillvattenledningarna, vattenledningen och fjärrvärmeledningarna ska vara av betong eller likvärdigt. Skyddsrör 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. Skyddsrören ska vara deklarerade och kvalitetssäkrade.

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

Skyddsrör och rördelar av PVC och PP ska uppfylla kraven för märkning med Nordic Poly Mark. Rör- och rördelar av PE ska uppfylla krav enligt SS-EN 12666-1.

Fogning av plaströr ska utföras med gummiring som är godkänd av leverantören, anpassad för den levererade rörtypen och enligt tillverkarens anvisningar. Gummiring ska uppfylla krav enligt SS-EN 681-1.

Svetsning av PE-rör ska utföras enligt tillverkarens anvisningar och av person med dokumenterad kunskap och erfarenhet av svetsning och som minst har utbildning enligt Svenskt Vattens diplomkurs i svetsning.

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

Kontroll

Kontroll av täthet, deformation och riktningsavvikelse ska utföras enligt Svenskt Vatten P91. Krav enligt toleransklass A ska uppfyllas.

F. SPÅRANLÄGGNING

Omfattning

Avser Viskadalsbana vid ny vägbro, trafikplats Osdal, ca km 136/200 – 136/300.

Befintlig anläggning.

Befintliga stolpar utgörs av Trafikverkets standardstolpe i stål med gjutet fundament.

Hjälpkraftledning utgörs av tre-fas friledning, 11kV, 35mm² CU-lina.

Hängverk utgörs av system N4,9/5,9, bärlina 50mm² CU och kontakttråd 80mm² CU.

Återledning utgörs av 1x130mm² CU-lina.

Ny anläggning

Befintlig stolpe 34 ersätts med nya stolpar anpassade i lägen till ny bro.

Befintlig hjälpkraftledning ska spännas av vid ny vägbro och förläggs som markförlagd kabel vid bro.

Befintligt hängverk anpassas i höjd, nya utliggare med anpassad systemhöjd monteras.

Nya anläggningsdelar drift- och skyddsjordas.

FK. Elsystem och telesystem/ Kablar

Omfattning

Avser kabel för hjälpkraftledning vid ny vägbro.

Teknisk lösning

Kabel för hjälpkraftledning ska förläggas i mark enligt SS 424 14 37.

Vid anslutning mot friledning förläggs kabel i kontaktledningsstolpe enligt Trafikverkets typritning.

Kabel ska utföras med typen AXCEL 3x50/16 eller likvärdig.

Kabelförläggning nära fundament får inte ske innan fundament är satt och återfyllning (väl packad) är utförd till den nivå på vilken kabeln ska förläggas.

Kabel får inte förläggas helt sträckt.

Markförlagd kabel ska normalt ej vara skarvad.

Kabeltillverkarens anvisningar ska gälla för hantering av kabel.

Vid skarvar och avgreningar ska den elektriska isolationshållfastheten vara densamma som för ledningen i övrigt.

Kabelavslut ska uppfylla Trafikverkets krav.

Märkning

Samtliga nya kablar ska märkas i respektive kabelände ovanför kabelskydd.

Märkning ska utföras med Partex PKS eller likvärdigt, texthöjden 5 mm, skyltarna fästes med bandklammer på kabeln.

FK. Elsystem och telesystem/ Ledningssystem

Funktion

Samtliga nymonterade anläggningsdelar ska uppfylla minst korrosionsklass C3. Yta i befintlig anläggning som friläggs ska kompletteringsmålas enligt BVH 543.38302, kap 5.

Teknisk lösning

Bärande konstruktioner

Befintlig kontaktledningsstolpe rivs och ersätts med nya stolpar på båda sidor ny bro. Placering enligt BVS 543.3501, kap 7.2. Nya stolpar ska utgöra avspänningsstolpar för hjälpkraftledning och uppbära nya utliggare för kontaktledning samt konsoler återledning. Nya stolpar ska vara av målat utförande.

Fundament för nya stolpar och avspänning utförs och grundläggs enligt BVS 543.3501, kap 7.1.

Fundament för stolpe som rivs bilas ned till minst 500mm under färdig markyta alternativt grävs upp i sin helhet.

Hjälpkraftledning

Befintlig hjälpkraftledning ska spännas av vid ny vägbro och förläggs i kabel. Avspänning och övergång till kabel utförs enligt BVS 543.37410, kap 7.5.

Hängverk

Befintligt hängverk anpassas till ny bro enligt BVS 543.3501, kap 8.2.6. Lägsta kontaktledningshöjd i slutläge 5300mm över RÖK.

Utliggare i ny stolpe eller där systemhöjd förändras ska vara ny. Utliggartyp väljs enligt BVS 543.35010, kap 8.2.7.

Bärlina förses med linisolation enligt Trafikverkets typritning.

Befintlig återledning anpassas till ny vägbro enligt BVS 543.3501, kap 8.2.12.

Drift- och skyddsjordning

Samtliga drift- och skyddsjordning av nya anläggningsdelar utförs enligt BVS 510.

Märkning

Märkning av ny stolpe utförs med standardskylt Trafikverket artnr. 04 29 032 med tillhörande fästen.

FK. // RIVNING AV VÄGSKYDDSANLÄGGNING FUNNINGEVÄGEN

Omfattning

Avser rivning av vägbomsanläggning Funningevägen då Väg 27 är driftsatt.

Teknisk lösning

Entreprenören skall utföra och ansvara för att projektering, granskning, säkerhetsbevisning samt ibruktagning 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 (rithandboken) 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 terrängmodelleringar, avschaktningar och tryckbankar, återställningsytor, återställning av vattendrag samt eventuell påverkan utanför arbetsområdet)
- slänter (utformning av bank, jordskärning, bergskärning, övertäckt bergskärning, exponerad bergskärning)
- jordhantering (hur befintlig jord, vilken ska återanvändas i projektet, avses hanteras, lagras och återföras)
- vegetationsytor (befintlig vegetation, jordhantering, växtbäddar, anlagda planteringsytor, sådd, skötselprogram)
- faunapassager
- bullerskydd (placering och utformning av bullerdämpande skärmar och bullerskyddsvallar)
- driftvändplatser
- anordningar för lokalt omhändertagande av vägdagvatten
- gestaltungsprinciper för placering och utformning av vägutrustning (räcken och stängsel, skyltar, belysning och eventuella väderskydd).

XB. Projekteringsbeskrivning/ Miljöskydds- och kompensationsåtgärder

Entreprenören ska som underlag för projekteringen av väganläggningen upprätta en beskrivning som visar hur miljöskydds- och kompensationsåtgärder avses hanteras och hur ställda krav i denna OTB ska uppnås.

Beskrivningen ska övergripande redogöra för konkreta åtgärder, metoder och tillvägagångssätt samt delaktig kompetens under projektering och byggande. Kritiska faktorer och moment ska vara belysta. Innehållet ska vara utformat så att det, för Beställaren, möjliggör en välgrundad bedömning av planerat utförande och resultat.

Projekteringsbeskrivningen ska redovisas vid särskilt möte med Beställaren och Beställarens miljöspecialist. Entreprenören ska hålla dokumentet intakt och revidera efter behov.

Projekteringsbeskrivningen ska minst omfatta redovisning av hur krav ska uppnås avseende:

- Skydd av befintlig skyddsvärd vegetation
- Förhindrande av utdränning av våtmark
- jordhantering generellt samt vid 2/950 – 3/700
- vegetationsytor (befintlig vegetation, jordhantering, avbaningsmassor, sådd, skötselprogram)
- hasselmusanpassad faunapassage
- faunapassage
- grodpassager
- smådjurspassager
- faunastängsel
- viltuthopp

XC. Arbetshandling

Entreprenören ska projektera och upprätta arbetshandlingar såsom beräkningar och beräkningsförutsättningar, redovisade geotekniska förhållanden, ritningar, arbetsbeskrivningar, material- och varudeklarerationer samt kontrollprogram med tillhörande kontrollplaner för väganläggningen och dess konstruktioner samt befintligheter, se avsnitt C och D, innan anläggningsarbete påbörjas. Handlingar ska beskriva och visa av Entreprenören vald teknisk lösning d.v.s. konstruktion, utförande, material och varor samt kontroll.

Arbetshandlingar som inte omfattas av TRVK Bro ska vara märkta och påtecknade av Entreprenören samt verifierade. Verifikat avseende arbetshandlingar ska insändas tillsammans med arbetshandlingar före Beställarens granskning senast 10 arbetsdagar före det att byggandet påbörjas.

Handlingar för anläggningsdelar som påverkar eller påverkas av järnvägstrafik ska insändas på remiss till Trafikverket. Remisstiden ska vara minst 10 arbetsdagar.

Projekteringen ska inledas med en allmän översyn av den geometriska utformningen för samtliga vägar. Översynen ska identifiera eventuella problem av kombinationer mellan horisontal- och vertikalgeometrier. Skevningsövergångars placering och längder ska kontrolleras.

Plangeometrin ska kompletteras och redovisa klotoidövergångar mellan radier och raklinjer samt mellan radier och radier. I förfrågningsunderlaget föreslagna skevningsövergångar och klotoidövergångar ska justeras.

Entreprenören ska redovisa resultatet av den geometriska översynen innan projekteringen fortskrider.

Form och funktion på sidoområden, avschaktningar, tryckbankar och övriga modelleringar ska redovisas. Arter och kvaliteter avseende växtmaterial ska redovisas.

För anläggningar som är berörda av entreprenaden och behöver åtgärdas ska samråd ske med Beställaren. Färdiga arbetshandlingar för erforderliga åtgärder ska redovisas och skickas på remiss till kommunen innan de granskas av Beställaren.

Aktiv design ska vara ett arbetssätt och utgöra en naturlig del av projekteringsarbetet. Frågor som uppkommer och löses genom aktiv design ska tas upp vid projekteringsmöten.

En digital anläggningsmodell ska upprättas, se OTB Mät (0Z076000).

Beställarens tid för granskning av handlingar som inte omfattas av TRVK Bro, är 10 arbetsdagar.

Arbetshandlingar för konstruktioner som omfattas av TRVK Bro ska upprättas, kontrolleras och godtas av Beställaren enligt krav i denna. Kontrollärenden får sändas in med enbart e-post.

Handläggningstiden för Beställarens kontroll och godtagande av konstruktionsredovisning beror av konstruktionens gruppstillhörighet och att villkor uppfylls enligt avsnitt A.2.4.4 Handläggningstider i TRVK Bro. Konstruktionen gruppstillhörighet bestäms slutgiltigt efter att Entreprenörens förslag till tekniska lösningar har presenterats.

Arbetshandlingar ska upprättas i minst sådan omfattning och innehåll att det kan visas/styrkas att ställda krav uppfylls. Arbetshandlingarna utgörs av ritningar, beräkningar, material och arbetsbeskrivningar, undersökningar, kontrollprogram med tillhörande kontrollplaner. Ritningars utformning ska anpassas till det de ska redovisa.

Entreprenören ska ta fram en signalsäkerhetsgranskad och godkänd bygghandling enligt BVF 544.94001 "Teknisk säkerhetsstyrning, Arbete med signalanläggningar". Bygghandlingen ska bestå av ett exemplar besiktningsritningar, ett exemplar arbetsritningar samt ett exemplar monteringsritningar. Entreprenören ombesörjer att tekniska uppgifter och ritningar läggs in i IDA.

Ritningar ska minst redovisas enligt följande:

Konstruktioner	Innehåll
Geokonstruktioner och bergkonstruktioner	Handlingar ska upprättas enligt bilaga 1 "Krav på geotekniska handlingar" (OC075100).
Väggkonstruktion (inklusive undergrund)	Normalsektioner ska upprättas för samtliga väggkonstruktioner och sidoområden. Överbyggnadskonstruktion och utformning av underbyggnad och undergrund ska framgå. Planer ska minst redovisa tangeringspunkter och radier. Utformning av sidoområde och fastställt vägområde ska vara redovisade. Profiler ska höjdsättas minst var 20:e m och visa tvärfall, skevning och skevningsövergångar, vertikalaradier, lutningar och brytpunkter. Ritningar ska visa hur risk för olägenheter minimeras vid övergång mellan terrassmaterial med olika tjällyftningsegenskaper.
Konstruktioner i sidoområde	Terrängmoduleringar, bullerskyddsvallar, skärmar, stödmurar etc. ska redovisas till utbredning och konstruktion.
Dräneringssystem	Material, dimensioner, brunnslägen, brytpunkter, vattengångar ska redovisas.
Dagvattensystem	Material, dimensioner, brunnslägen, brytpunkter, vattengångar ska redovisas.
Trafikledningsanordningar och Vägskyddsanordningar samt Belysningssystem	Vägutrustningsplaner ska upprättas enligt VGU.
Elsystem, telesystem	Planritningar samt erforderliga detaljritningar och kopplingsscheman ska upprättas. På ritningar ska anges: - matande elcentrals läge och beteckning - monteringsritning för elcentraler med apparatlista för respektive skåp - fundamentals läge och typ - kabelrörs läge, antal rör och typ

	- kabels läge (om kabel är förlagd i rör ska det framgå i vilket rör kabel ligger) - kabeltyp och beteckning.
Befintliga konstruktioner	Förändringar på befintliga konstruktioner för att anpassa dessa till den nya väganläggningen.

Arbetshandlingar för konstruktioner med krav enligt TK Geo ska redovisas enligt bilaga "Krav på utformning av geotekniska handlingar".

Arbetshandlingar för konstruktioner som omfattas av TRVK Bro ska redovisas enligt där angivna krav på konstruktionsredovisning och kontroll av konstruktionsredovisning.

Kontrollprogram och tillhörande kontrollplaner ska upprättas enligt bilaga 1 till AF, "Krav avseende kvalitets- och miljöstyrning", daterad 2012-07-17.

Kontrollprogram och tillhörande kontrollplaner ska redovisa alla kontroller som ska genomföras under entreprenadtiden för att styrka att upprättade arbetshandlingar och att utförandet enligt dessa uppfyller ställda krav. Dessutom ska de kontroller som föreskrivs under entreprenad- och garantitid och som visar att väganläggning har de egenskaper som krävs 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 beläggningsåtgärder" 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 återopade SS-EN standarder ska bifogas relationshandlingarna.

Överenskommelser och avtal med markägare, väghållare, fastighetsägare och ledningsägare inklusive nöjdförklaringar från dessa ska redovisas.

Relationshandlingar ska innehålla material- och varudeklaration enligt SS-EN standard där sådan finns. Där sådan standard saknas ska material och vara deklarerats med tillämpliga egenskaper, specificerad i AMA Anläggning 10 med ändringar och tillägg enligt Anläggning 10 Rev1 samt kategori A eller Bro där sådan indelning finns. För material och varor som inte är specificerade i standarder eller AMA enligt ovan ska deklaration ske på motsvarande sätt.

Relationsritning ska vara försedd med "RELATIONS-RITNING" i statusraden i ritningshuvudet.

Symboler, beteckningar, definitioner, scheman o.d. ska vara enligt svensk standard där sådan finns.

Skalenliga ritningar ska förses med grafisk skala.

Handling ska vara i format enligt A-serien.

Relationshandlingar i original är Beställarens egendom.

Planritningar ska vara försedda med koordinatbestämt rutnät.

Relationshandlingar ska levereras digitalt och i 3 pappersomgångar.

XD. Relationshandling/ Vägbro

För de handlingar som omfattas av kraven på konstruktionsredovisning enligt TRVK Bro gäller att relationshandlingar ska upprättas enligt denna.

Mätprotokollen avseende inmätning av lagerinställningar och fogöppningar ska utöver mätresultaten innehålla datum för mätningen samt lufttemperaturen vid mätningen.

Mätprotokollen avseende inmätning av lod- och avvagningsdubbar ska utöver mätresultaten innehålla datum för mätningen, lufttemperaturen vid mätningen, mätmetod samt uppgift om vilken fixpunkt som använts. Inmätningen ska utföras enligt AMA Anläggning 10, BJB.22.

För de konstruktioner som omfattas av TRVK Bro gäller att en fullständig registrering ska ske i Trafikverkets digitala register över broar och tunnlar, BaTMan.

Senast dagen före byggnadsverket tas i trafik ska tekniska uppgifter, konstruktionens koordinater (SWEREF 99) samt kopplade digitala ritningar (pdf) finnas tillgängligt i BaTMan.

XE. Relationshandling/ Belysningsystem

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 ledaromar, 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 – ”Fältprovningsanvisningarna”	Svenskt Vatten P91:2005
Svenskt Vatten P93	TV-inspektion av avloppsledningar i mark	Svenskt Vatten P93:2006
SS-EN 10088-3	<u>Rostfria stål - Del 3: Tekniska leveransbestämmelser för halvfabrikat stång valstråd tråd profiler och blanka produkter av korrosionsbeständiga stål för allmänna ändamål.</u>	SS-EN 10088-3:2005
SS-EN 10088-3-1.4301 (AISI 304)	<u>SS-EN 10088-3. Rostfria stål - Del 3: Tekniska leveransbestämmelser för halvfabrikat stång valstråd tråd profiler och blanka produkter av korrosionsbeständiga stål för allmänna ändamål.</u> <u>EN-Norm Stålnummer: 1.4301</u> <u>AISI Beteckning: 304</u>	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 belägningsyta medelst en volymetrisk metod	SS-EN 13036-1:2010
SS-EN 1317-2	Vägutrustning – Skyddsanordningar - Del 2: Klassificering prestandakrav vid kollisionssprovning och provningsmetoder för vägräcken för fordon	SS-EN 1317-2:2010
SS-EN 1317-3	Vägutrustning – Skyddsanordningar - Del 3: Krockdämpare - Klassificering prestandakrav vid kollisionssprovning och provningsmetoder	SS-EN 1317-3:2010
SS-EN 1317-5	Vägutrustning - Skyddsanordningar - Del 5: Skyddsanordningar för fordon - Produktkrav och kontroll av överensstämmelse	SS-EN 1317-5:2007+A1:2008
SS-EN 1401-1	Plaströrssystem - Rör och rördelar av PVC-U för självfallsledningar för avloppsvatten i byggnad och mark - Del 1: Specifikationer för rör, rördelar och systemet	SS-EN 1401-1:2009

Benämning i OTB	Titel/ benämning/ beskrivning	Identifikation
SS-EN ISO 1461	Oorganiska ytbeläggningar - Beläggningar bildade genom varmförzinkning på järn- och stålföremål - Specifikationer och provningsmetoder (ISO 1461:2009)	SS-EN ISO 1461:2009
SS-EN 1852-1	Plaströrsystem 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 vätsketryck	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	Plaströrsystem - 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	Plaströrsystem - 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: Vågräckesändar 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 (täthetsprovning av tryckledningar av polyolefiner)	Anvisningar för täthetsprovning av tryckledningar tillverkade av polyolefiner	VAV P78 (Svenskt Vatten)
VAV P79 (täthetsprovning av tryckledningar enligt VoV Bk 21)	Anvisningar för täthetsprovning av tryckledningar enligt VoV Bk 21	VAV P79 (Svenskt Vatten)
VGU	Vägar och gators utformning (VGU)	Trafikverkets VV publikation 2004:80

Benämning i OTB	Titel/ benämning/ beskrivning	Identifikation
VGU, Korsningar	Vägar och gators utformning (VGU), Korsningar	Trafikverkets VV publikation 2004:80, Korsningar
VGU Natur- och kulturmiljö	VGU Natur- och kulturmiljö, Förslag på krav	Publikation 2011:111
VGU, Sektion landsbygd – vägrum	Vägar och gators utformning (VGU), Sektion landsbygd – vägrum	Trafikverkets VV publikation 2004:80, Sektion landsbygd – vägrum
VGU, Vägmarkering och vägkantsutmärkning	Vägar och gators utformning (VGU), Vägmarkering och vägkantsutmärkning	Trafikverkets VV publikation 2004:80, Vägmarkering och vägkantsutmärkning
VGU, Väg- och gatutrustning	Vägar och gators utformning (VGU), Väg- och gatutrustning	Trafikverkets VV publikation 2004:80, Väg- och gatutrustning
VGU, Vägmärken	Vägar och gators utformning (VGU), Vägmärken	Trafikverkets VV publikation 2004:80, Vägmärken
VGU-info nr 7 februari 2007	VGU-info nr 7 februari 2007	VV publikation 2004:80. Supplement & Info. VGU-info nr 7 februari 2007
VTI meddelande 916:2001 (utveckling av nedbrytningsmodeller)	Utveckling av nedbrytningsmodeller – Sprickinitiering och sprickpropagering	M916 (VTI, 2001)
VV publikation 1987:18 (erosionsskydd i vatten)	Erosionsskydd i vatten vid väg- och brobyggnad	Trafikverkets VV publikation 1987:18
VV publikation 2000:5B (rithandboken)	Rithandboken	Trafikverkets VV publikation 2000:5B
VV publikation 2000:6 (användarmanual för Chaos)	Användarmanual för Chaos	Trafikverkets VV publikation 2000:6
VV publikation 2000:93 (handbok för återvinning av asfalt)	Handbok för återvinning av asfalt	Trafikverkets VV publikation 2000:93
VV publikation 2001:88 (bullerskyddsåtgärder, råd)	Bullerskyddsåtgärder – allmänna råd för Vägverket	Trafikverkets VV publikation 2001:88
VV publikation 2001:9 (projektering och byggande av enskilda vägar)	Vägverkets riktlinjer för projektering och byggande av enskilda vägar	Trafikverkets VV publikation 2001:9

Benämning i OTB	Titel/ benämning/ beskrivning	Identifikation
VV publikation 2003:54 (digital informationshantering i vägprojekt)	Datasamordning. Principer för digital informationshantering i vägprojekt	Trafikverkets VV publikation 2003:54
VV publikation 2003:54A (digital informationshantering i vägprojekt, bilagor)	Principer för digital informationshantering i vägprojekt, bilagor	Trafikverkets VV publikation 2003:54A
VV publikation 2005:72 (vilda djur och infrastruktur)	Vilda djur och infrastruktur – en handbok för åtgärder	Trafikverkets VV publikation 2005:72
VV publikation 2006:37 (säker framkomlighet)	Vägar och gators utformning. Säker framkomlighet - Preliminära riktlinjer för utformning, reglering och drift	Trafikverkets VV publikation 2006:37
VV publikation 2007:54 (systemnummer och komponentbeteckningar)	Principer för systemnummer och komponentbeteckningar	Trafikverkets VV publikation 2007:54
TBT Vägmarkering	Teknisk beskrivningstext (TBT), Vägmarkering	Trafikverkets VV publikation 2010:109
TRV AMA Anläggning 10 Rev1	TRV AMA Anläggning 10 Rev 1	Trafikverkets publikation 2012:123
VVFS 2007:305	Vägverkets föreskrifter om vägmärken och andra anordningar	Trafikverkets VV publikation 2007:305
VVFS 2008:272	Vägverkets föreskrifter om storlekar på vägmärken och andra anordningar	Trafikverkets VV publikation 2008:272
VVFS 2008:379	Vägverkets föreskrifter om ändring i Vägverkets föreskrifter (VVFS 2008:272) om storlekar på vägmärken och andra anordningar	Trafikverkets VV publikation 2008:379
VVMB 104	Bestämning av friktion på belagd väg	Trafikverkets V V publikation 1990:17
VVMB 107	Bestämning av ojämnheter och tvärfall med rätskiva	Trafikverkets VV publikation 2001:29
VVMB 112	Deflektionsmätning vid provbelastning med fallviktsapparat	Trafikverkets VV publikation 1998:80
VVMB 114	Bearbetning av deflektionsmätdata, erhållna vid provbelastning av väg med FWD-apparat	Trafikverkets VV publikation 2000:29
VVMB 120	Inventering av befintlig väg	Trafikverkets VV publikation 2009:106

Benämning i OTB	Titel/ benämning/ beskrivning	Identifikation
VVMB 122	Vägytemätning med mätbil; objektmätning	Trafikverkets VV publikation 2009:79
VVMB 310	Hydraulisk dimensionering	Trafikverkets VV publikation 2008:61
VVMB 350	Slänträcken - klassificering, 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