

Intended for  
**Nacka Kommun**

Document type  
**PM**

Date  
**2026-01-19**

# PM Broteknik

GC-bro mellan Henriksdalsberget och Sickla

## PM Brot teknik

### GC-bro mellan Henriksdalsberget och Sickla

Projektnamn **GC-bro mellan Henriksdalsberget och Sickla**  
Projekt nr **1320074291**  
Mottagare **Nacka kommun**  
Typ av dokument **PM**  
Version **1.0**  
Datum **2026-01-19**  
Förberett av **C. Palmqvist & V. Andersson**  
Kontrollerad av  
Godkänd av **Christoffer Palmqvist**  
Beskrivning

Ramboll  
Vädursgatan 6  
Box 5343  
402 27 Göteborg

T +46 (0)10 615 60 00  
<https://se.ramboll.com>

## Innehållsförteckning

1.	<b>Inledning</b>	2
1.1	Förutsättningar	2
2.	<b>Konstruktiv utformning</b>	3
2.1	Systemutformning	3
2.1.1	Västra alternativet	3
2.1.2	Östra alternativet	4
2.2	Undergrund	4
2.3	Grundläggning	7
2.3.1	Grundläggning på plant berg	7
2.3.2	Grundläggning på sluttande berg	8
2.4	Underbyggnad	9
2.4.1	Höga Y-stöd	9
2.4.2	Raka betongstöd	10
2.4.3	Låga Y-stöd	11
2.4.4	Snedben	11
2.5	Överbyggnad	12
2.5.1	Huvudspann	13
2.5.2	Sidospann	14
2.6	Brokompletteringar	15
2.6.1	Tätskikt och beläggning	15
2.6.2	Räcken och suicidskydd	15
2.6.3	Avvattning	17
3.	<b>Byggbarhet</b>	19
3.1	Kranmontage	19
3.2	Lansering	20
4.	<b>Driftskede</b>	22
4.1	Underhåll	22
4.1.1	Ommålning	22
4.1.2	Lagerbyte	22
4.1.3	Byte av övergångskonstruktioner	22
4.1.4	Snöröjning	23
4.2	Inspektion	23

## 1. Inledning

En förstudie har genomförts för att utreda placering och utformning av ny bro mellan Sickla och Henriksdalsberget. Förstudien har genomförts av CJ Samhällsbyggnad tillsammans med Ramboll och Knight Architects.

Detta PM beskriver de brotekniska aspekterna kring bron, såsom konstruktiv utformning, bärighet, byggbarhet och drift- och underhåll.

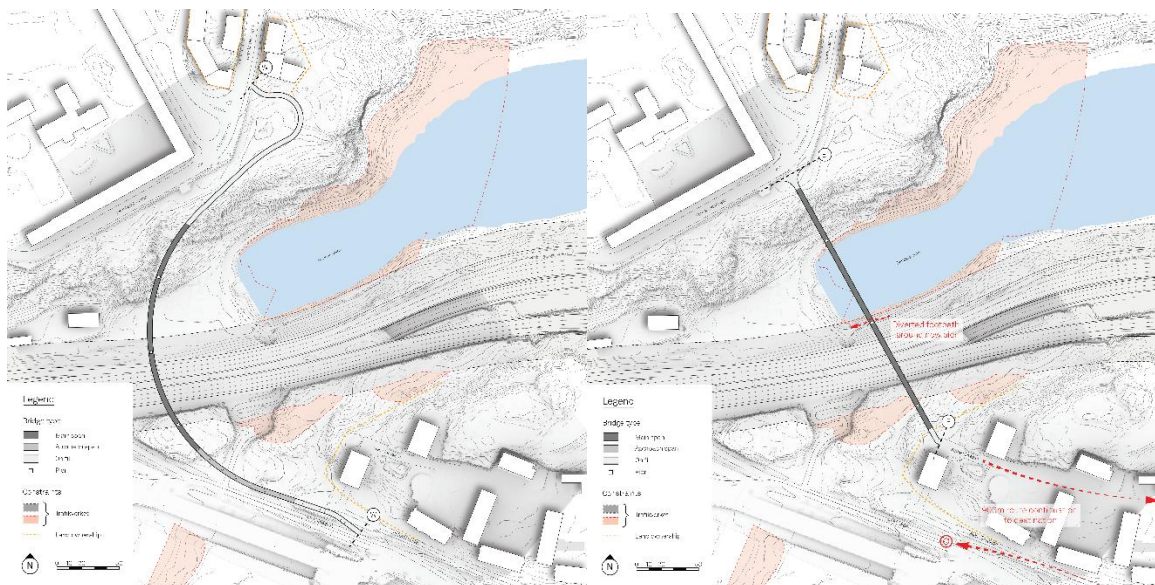
### 1.1 Förutsättningar

Inom ramen för denna förstudie har ett antal olika lägen för bron undersökts. Dessa har sedan raffinerats ned till två alternativa lägen, hädanefter refererade till som västra respektive östra alternativet.

Det västra alternativet går i kurva från Henriksdalsberget för att landa nere vid Alphyddestigen och Värmdövägen. Detta alternativ medger en lutning om ca 4 % i medel, samtidigt som den landar nära det tänkta målet som är Sickla station.

Det östra alternativet har en rakare sträckning. Detta ger en kortare bro, som även den medger en acceptabel lutning på 4 % över hela sträckan. Att lutningen blir acceptabel trots den kortare bron beror på att detta alternativ landar på den högre belägna Alphyddevägen. Från bronns landningsplats på Alphyddevägen nås sedan Sickla station via trappor eller en längre omväg via Alphyddevägen.

Det som presenteras i detta PM gäller generellt båda alternativ, och där det finns alternativskiljande faktorer belyses detta under respektive kapitel.



Figur 1: Västra (vänster) samt östra (höger) alternativet.

## 2. Konstruktiv utformning

En bro består av många delar som samverkar som ett system för att uppnå önskat verkningssätt. Nedan beskrivs de generella principerna för de bärande systemen, samt bronns föreslagna konstruktiva utformning uppdelat i grundläggning, underbyggnad och överbyggnad.

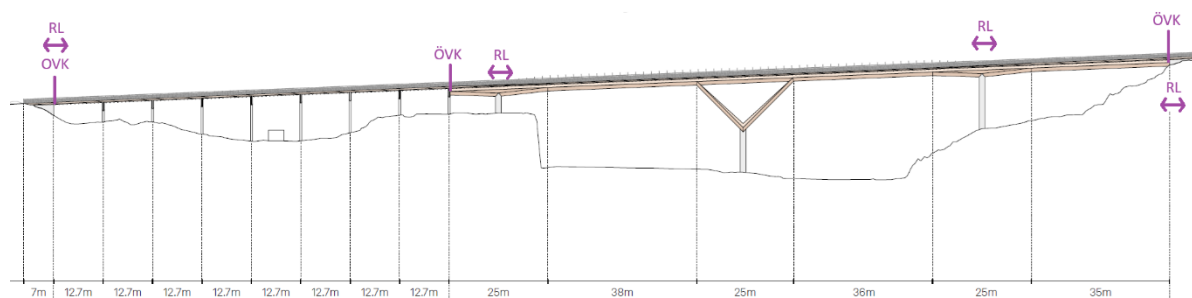
Grundläggningen omfattar bronns bottenplattor och det som befinner sig under dessa. Underbyggnaden avser brostöd och landfästen, och överbyggnaden avser det långsbärande systemet.

### 2.1 Systemutformning

För att fungera behöver en bro kunna hantera de rörelser som uppkommer. Rörelserna kan orsakas av flera laster, men de stora rörelserna kommer från temperaturlast. Vid en hög temperatur kommer bron att vilja expandera och bli längre, och vid en låg temperatur drar bron ihop sig och vill bli kortare. Om bron inte tillåts röra sig fås väldigt stora inspänningskrafter, och det är därför viktigt med ett system med genomtänkt placering av rörelsefogar och rörliga lager.

Då systemen skiljer sig mellan det östliga och västliga alternativen presenteras de separat nedan.

#### 2.1.1 Västra alternativet



**Figur 2: Systemöversikt Västra alternativet**

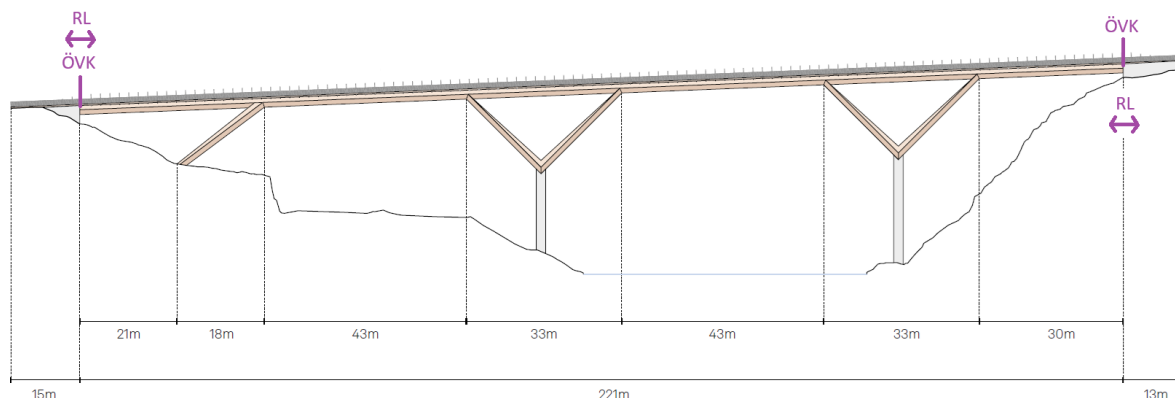
Västra alternativet består av två huvudsakliga delar; huvudbron med långa höga spann samt tillfartsbron med betydligt kortare och lägre spann. Verkningssättet på dessa är även delvis annorlunda, vilket påverkar upplägget på lager och placering av övergångskonstruktioner.

Rörelserna i västra alternativet tas upp i tre punkter. Dels i respektive landfäste, samt i skarven mellan tillfartsbro och huvudbro. Det innebär att övergångskonstruktioner placeras i dessa tre lägen (markerade med ÖVK i figuren).

För huvudbron antas horisontalkrafter tas upp i det stora Y-formade stödet. Då det kommer svetsas ihop med överbyggnaden finns det inga alternativ att tillåta rörelser, varför det blir den naturliga punkten att ta upp horisontalkrafter i. Detta innebär att övriga stöd förses med rörliga lager i längsled för att minska inspänningseffekter.

Den lägre tillfartsbron är uppbyggd på annat sätt, utan lager i något stöd. För att undvika för höga inspänningskrafter krävs därför slanka stöd som ej klarar att hålla emot rörelserna från temperatur i någon större utsträckning. Hur sådana stöd åstadkoms beskrivs närmre i kap 2.4.3.

## 2.1.2 Östra alternativet



**Figur 3: Systemöversikt Östra alternativet**

Det östra alternativet saknar de lägre tillfartsbroarna, och består av ett enda sammanhängande system. Rörelserna tas i detta fall i brons ändrar, vid landfästena, där också övergångskonstruktionerna placeras. I samma lägen förses bron även med rörliga lager.

Resterande stöd är integrerade med överbyggnaden och tillåter ej rörelser. De större Y-stöden tar upp horisontallasterna, samtidigt ger dess höjd viss flexibilitet vilket tillåter vissa temperaturrelser utan att orsaka allt för stora inspänningskrafter.

Det sneda stödet längst till vänster behöver studeras närmare, då utformningen riskerar föra in oönskade effekter och låsningar i systemet. En låsning i längsled behöver troligtvis införas i något av landfästena, vilket sannolikt ökar storleken och komplexiteten på landfästet. Ett vertikalt stöd med rörligt lager hade varit att föredra, men försvåras på grund av var stöd kan placeras. Se mer under kapitel 2.4.4.

## 2.2 Undergrund

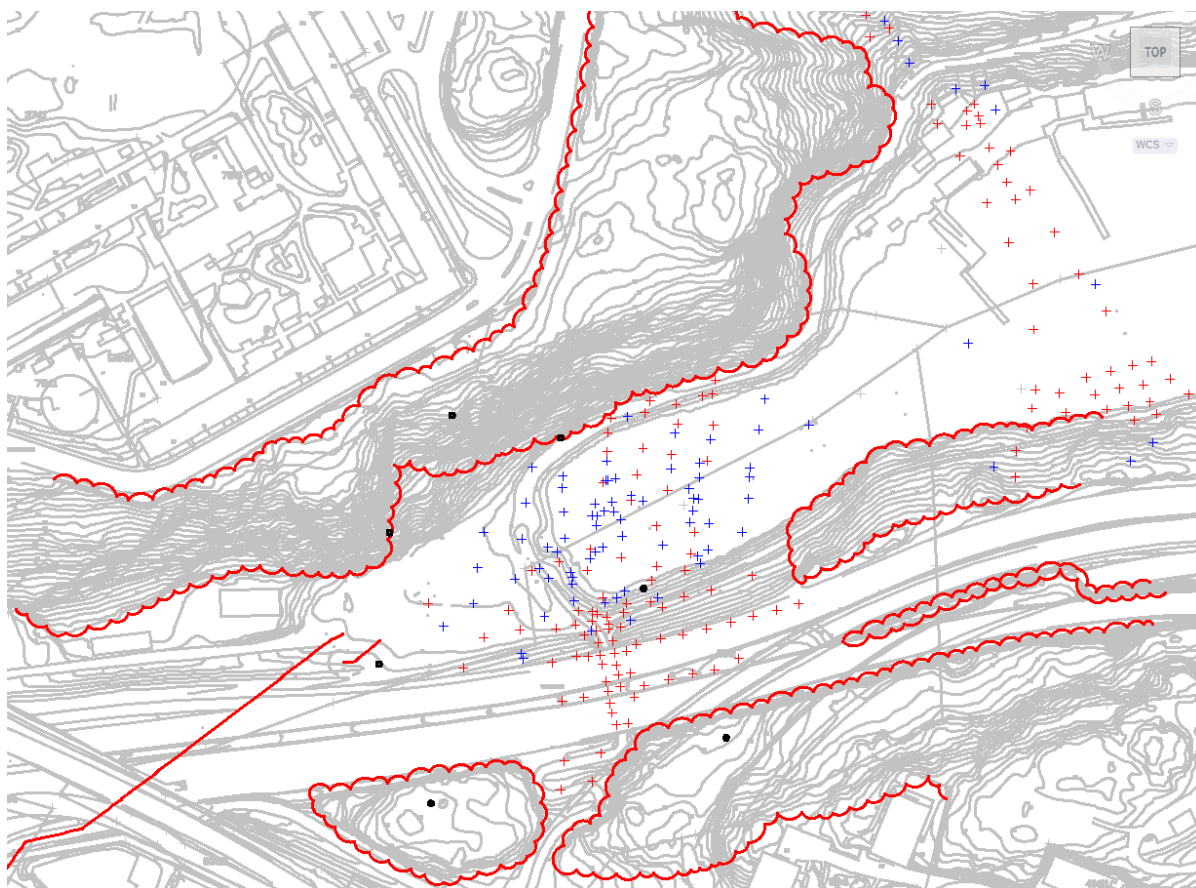
Området mellan Henriksdalsberget och Sickla består av en nordost till sydvästlig orienterad dalgång. Dalgången består delvis av Svindersviken i öster och i väster av ett smalt låglänt område som idag rymmer en tillfällig etableringsyta för Stockholm Vatten och Avfall AB.

Bergnivån har undersökts vid flera tillfällen, bland annat av Trafikverket för en planerad östlig förbindelse, och omfattande sonderingar har utförts i Svindersviken. Andra undersökningar för ledningsarbeten har utförts i dalgången väster om Svindersviken. Dessa undersökningar visar att bergnivån varierar stort.

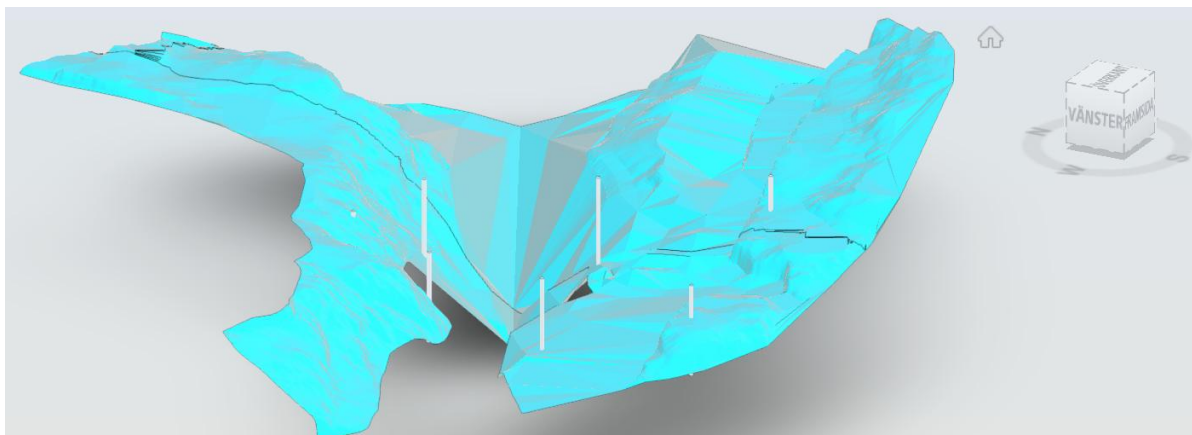
Bergytan är synlig med branta slänter från +40 vid Henriksdalsberget till -40 mitt i dalgången. På södra sidan finns också synligt berg, och Väg 222 är mestadels grundlagd på plansprängd berg. Bergytan dyker ner från ca +6 under väg 222 till -40 som lägst under Svindersviken. Det finns inga uppgifter på djupet av svackan i bergnivån väster om Svindersviken, men det finns indikationer på att svackan blir smalare och något mindre djup mot väst. Bergnivåer lägre än -20, och branta bergsidor är dock fortfarande att vänta.

Dalgången och svackan i bergnivån är delar av en lokal deformationszon, som sträcker sig tiotals kilometer i skärgården i öst, och ansluter till andra stora förkastningszonen vid Årstaviken i väst.

Bergkvaliteten i området väntas således också variera stort. Både Henriksdals- och Sicklaberggen uppvisar bra bergkvalitet, medan dalgångens mitt och djupaste del väntas bestå av en krosszon med dålig eller mycket dålig bergkvalitet. Paradoxalt nog kan dalgångens bergssidor uppvisa bättre kvalitet och färre sprickor än medel i direkt närhet till en stor förkastning. Detta beror på att spänningarna i bergmassan leds till den närliggande svaghetszonen och minskar alltså vid sidorna. Detta behöver förstås undersökas närmare, men innebär att en grundläggning på berg nära svaghetszonen inte nödvändigtvis blir svår. Innan berget undersöks närmre är dock bergets kvalitet osäker.



Figur 4: Underlag till bergmodellen som visas i efterföljande figur. Röda moln visar tolkat berg i dagen där markytan använts som bergmodell. Röda kryss (källa Trafikverket) visar geotekniska sonderingar med avslut i berg, som använts för triangulering utanför områden med berg i dagen. Blåa kryss (källa Trafikverket) visar geotekniska sonderingar med avslut i jord. Raka röda linjer (källa Nacka Vatten) visar utsträckning av underlag för bergnivåer längs med ledningar. Brostöden för två alternativ visas med små svarta ringar.



**Figur 5: Vy av tolkar bergövertyta sett från sydväst längs med dalgången och Svindersviken.**

I figuren ovan ses en vy över tolkad bergövertyta. Henriksdalsberget ligger till vänster och Sickla till höger. Läget för brostödets två alternativ illustreras schematiskt. Uppgifter om bergnivån kommer huvudsakligen från tidigare undersökningar utförda av Trafikverket, se Figur 4, men saknas i väster (se "hålet" närmast i bilden) i låglänta partiet. Djupaste uppmätta bergnivån i svackan är -40.

Jordlagren mellan bergnivån och markytan har inte undersökts specifikt. Lera förekommer under och i närheten av Svindersviken. Ledningar byggda i låglänta området har behövt anläggas med påldäck och andra stödkonstruktioner för hantering av stabilitet och sättningar.

Det har även rapporterats möjliga föroreningar i marken på grund av tidigare markanvändning som lagring och hantering av petroleumprodukter innan väg 222 anlades, bland annat från lantmäteriets flygbilder från 1960 (källa: minkarta.lantmateriet.se).

## 2.3 Grundläggning

Brons grundläggning är en viktig del för brons bärrighet, och behöver utformas för att motstå de krafter som orsakas av bron och dess laster. Grundläggningstypen väljs beroende på vilka markförhållanden som råder i stödlägena, samt vilka krafter som behöver hanteras i grundläggningen.

Området som bron uppförs i karakteriseras av bergssidorna på respektive sidor om dalgången. Detta innebär att det är berg i dagen i båda broändar. I dalgången förekommer ett jordlager ovanpå berget, med tilltagande djup mot dalgångens mitt.

Föreslagna stödlägen är placerade antingen där berg ligger i dagen, eller i områden med liten jordtäckning ovanpå berget. Mot bakgrund av detta har alternativ såsom pålgrundläggning valts bort, då det är effektivt först vid större jordlager. Istället förutsätts en grundläggning på berg för samtliga stöd, där förekommande jordlager avlägsnas.

För att ta hänsyn till att bergets beskaffenhet varierar mellan stödlägena har två typlösningar tagits fram, som bedöms täcka in de förekommande grundläggningsfallen för såväl västra som östra alternativet. Det som varierar mellan stödlägena och som hanteras av de två typlösningarna är framför allt hur plan bergytan är vid de aktuella stödlägena.

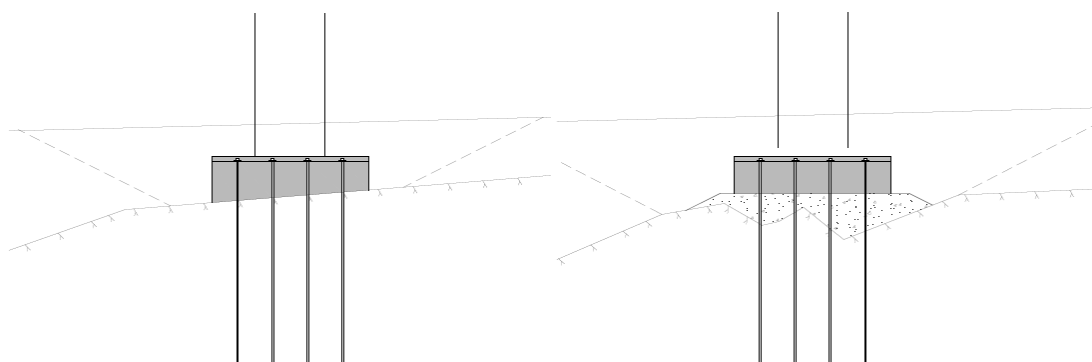
### 2.3.1 Grundläggning på plant berg

För de stöd som ligger inom områden med relativt plan berg antas att brons bottenplattor gjuts direkt mot berget, eller om berget anses för ojämnt, ovanpå ett tunt lager av krossmaterial eller grovbetong. Detta kräver att berget först friläggs, men då jordtäckningen endast är ett fåtal meter som högst är detta ett mindre arbete.

Brons alternativa lägen innebär båda en hög bro med höga stöd. För västra alternativet fås en högsta höjd om drygt 25 m, medan det östra alternativet ger höjder på närmare 40 m. För grundläggningens del innebär detta en ökad påkänning från främst vindlast i brons tvärriktning. Vindlasten ger upphov till ett moment som vill stjälpas bron, och grundläggningen behöver dimensioneras för att hantera detta stjälpande moment.

Ett sätt att hantera de stora stjälpande momenten på är att öka storleken på bottenplattan. Överslagsberäkningar visar dock på att de storlekar som krävs för bottenplattorna kommer vara problematiska, då vissa stöd grundläggs nära befintligheter såsom ledningar.

För att hantera närheten till befintligheter föreslås därför en grundläggning där bottenplattan förankras i berget med dragstag. Denna lösning innebär att stag borrar ned och förankras i berget, för att sedan spänna ned bottenplattan. Detta är en beprövad lösning, där stagen dels provdras, dels dimensioneras för överksamta stag, vilket ger en robust grundläggning.



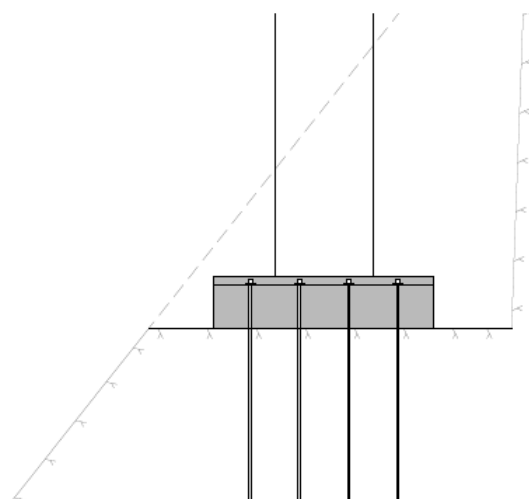
**Figur 6: Utformning av grundläggning vid plant berg (jämn/ojämn bergyta)**

Dragstagens kapacitet är beroende av dess inborringslängd i berget. Då vissa stöd ligger ovan tänkt dragning av östlig förbindelse finns det för vissa stöd en begränsning i hur djupt stag får borras. Utformningen blir därmed en avvägning och kompromiss mellan tillgängligt djup för dragstag och utrymme för bottenplatta, där även bergets kvalitet har en påverkan på längden.

### 2.3.2 Grundläggning på sluttande berg

I vissa stödlägen förekommer lutande berg, där metoden ovan ej är fullt tillräcklig. För dessa stöd kan man tänka sig att man dubbar in järn i den lutande ytan, på vilken man sedan gjuter ett fundament. En sådan lösning anses dock tekniskt riskfylld, varför den inte rekommenderas.

För att hantera det lutande berget föreslås istället att en plan hylla anordnas i den i övrigt lutande bergytan. På denna plana yta kan sedan bottenplattan utföras på samma sätt som för grundläggning på plant berg. Även i detta fall ses stora fördelar med att använda sig av dragstag, då detta drastiskt minskar storleken på hyllan och därmed intrånget i berget.



**Figur 7: Utformning av grundläggning vid lutande berg.**

Hyllan bör utföras med försiktighet, så inte större delar av berget faller ut än vad som är nödvändigt. Därför rekommenderas inte sprängning, då det beroende på bergets beskaffenhet kan medföra att mer berg än nödvändigt försvinner. Istället rekommenderas mer kontrollerade metoder, såsom sågning.

## 2.4 Underbyggnad

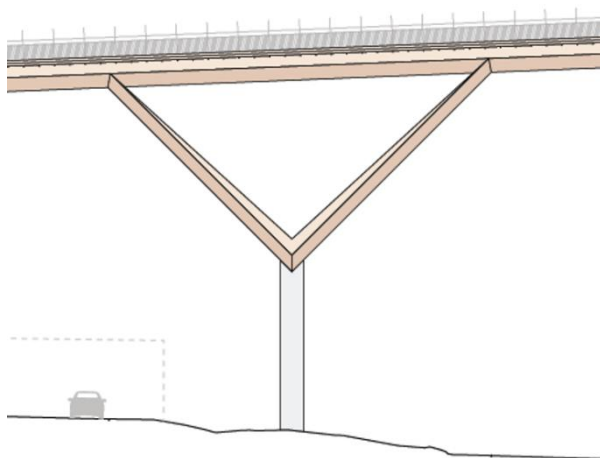
För underbyggnaden förekommer fyra olika typer av stöd. Stödets utformning beror på flera olika faktorer, innefattande såväl visuellt intryck och enkelhet att bygga som dess förmåga att ge korrekta upplagsförutsättningar för överbyggnaden.

För de höga delarna av bron förekommer två typer av stöd. Y-stöd med Y-formen orienterad i brons längdriktning samt enklare raka stöd.

För de lägre delarna av bron ses Y-stöd orienterade tvärs bron, samt för det östliga alternativet även ett stöd format som snedbening.

### 2.4.1 Höga Y-stöd

De höga Y-stöden förekommer i brons huvudspann. För det västliga alternativet fås ett sådant Y-stöd, medan det för det östliga alternativet fås två.



**Figur 8: Utformning högt V-stöd**

Y-formen gör att stödpunkterna för ovanliggande överbyggnad förskjuts, och därmed åstadkoms kortare spann, jämfört med en enkel rak pelare i samma läge. Detta innebär en potentiell besparing av material i överliggande bärverk, då storlek på tvärsnitt och tjocklek av plåtar är beroende av spannlängden. Y-formen för dock också in normalkrafter i den del av överbyggnaden som ligger mellan spetsarna. Dessa krafter anses dock hanterbara.

Den V-formade delen av stödet utformas av stål, och svetsas ihop med överbyggnaden. Den undre raka delen av stödet utformas förslagsvis av betong, då denna del behöver dimensioneras för påkörningskraft från närliggande väg. Den övre V-formade ståldelen kommer behöva förankras i betongen med spännstag, vilket innebär att betongstödet kommer behöva vara relativt stora. Spännstagen behöver förankras i betongen, men behöver ej vara genomgående över hela stödets höjd.

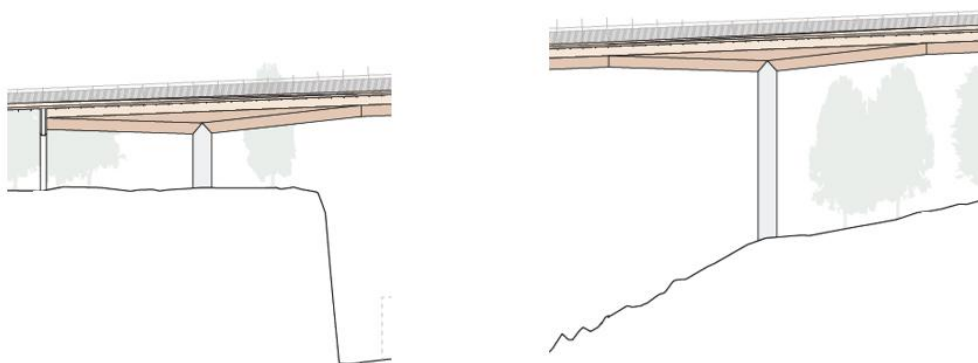
V-utformningen ger en ökad komplexitet vid byggnation av bron, jämfört med ett traditionellt rakt brostöd. Detta gäller framför allt under byggnationen, men även under drift- och underhållsskedet, där utformningen inför fler delar underhålla.

Det kan vara möjligt att utforma även nedre delen av stål, men det kan vara utmaningar att dimensionera stålet för påkörning samt att det hamnar i en mycket korrosiv miljö nära motorvägen. Det skulle dock eliminera behovet av den relativt komplicerade kopplingen mellan stål och betong samt möjliggöra ett mycket slankare stöd.

Då V-stöden kommer utföras integrerat med överbyggnaden kommer det inte finnas möjligheter för rörelse mellan över och underbyggnad över dessa stöd. Det innebär att stöden per automatik kommer belastas av horisontella laster, exempelvis bromslaster av servicefordon. Detta medför att kraftigare dimensioner kan behövas för stödets ingående delar, och bidrar till ytterligare belastning på grundläggningen för stödet.

#### 2.4.2 Raka betongstöd

För det västliga alternativet förekommer även två enklare raka pelare. På södra sidan av V-stödet fås ett relativt kort stöd, medan ett något högre fås på norra sidan.



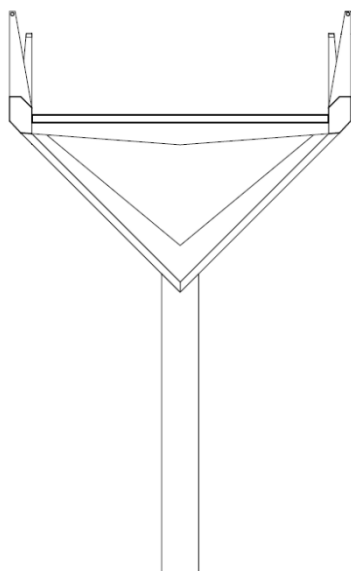
**Figur 9: Raka betongpelare i det västliga alternativet**

Dessa utförs med fördel som betongpelare med rektangulärt eller cirkulärt tvärsnitt. Genom att hålla ett konstant tvärsnitt utmed hela pelarens höjd förenklas byggnationen, då samma formelement kan återanvändas.

Dessa brostöd förses med brolager som medger rörelse i brons längsled.

### 2.4.3 Låga Y-stöd

På de lägre delarna av det västliga alternativet utformas stöden som Y-stöd orienterade tvärs brons längdriktning.

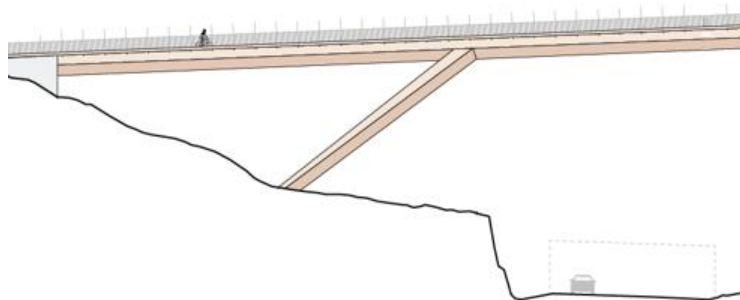


Figur 10: Skiss av lågt Y-stöd

Dessa stöd utförs integrerade med överbyggnaden, vilket innebär att de svetsas fast och därmed ej medger rörelse. På grund av detta behöver stöden vara slanka och flexibla för att ej ge för stora inspänningseffekter i överbyggnaden. Detta gör att hela Y-stöden utförs i stål, ovanpå bottenplattan av betong.

### 2.4.4 Snedben

På det östliga alternativet förekommer även ett lutande stöd. Detta har fått sin utformning på grund av begränsningar i möjliga stödlägen. Begränsningar består framför allt i att större delen av området framför snedbenet innefattas av den av Trafikverket definierade röda zonen. Detta innebär ett område med mindre bergtäckning till tänkt anläggning, och som därmed bör undvikas vid placering av stöd.



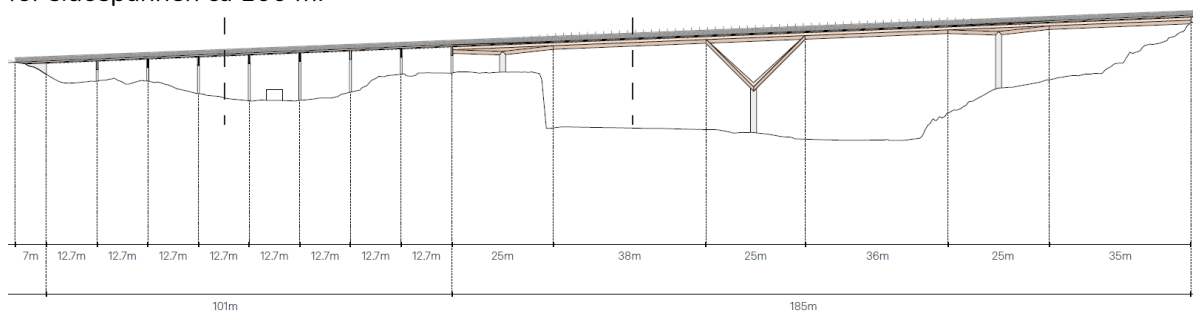
Figur 11: Snedbening i östra alternativet

Det sneda stödet gör det väldigt styvt i bronns längdriktning, vilket gör att man kan anta att det kommer ta en stor del av den horisontella lasten. Dess lutning för dock med sig vissa bieffekter. Framför allt ger det en horisontell normalkraft i överbyggnaden från vertikala laster. Då motsvarande snedben inte finns på motsatt sida hamnar systemet i obalans, vilket innebär att kraften behöver kunna tas upp i övriga stöd för att inte bron ska röra sig. Detta kan leda till kraftiga dimensioner i övriga stöd.

Utformningen av detta stöd behöver utredas närmre, där en lösning med ett enkelt rakt pelarstöd vore att föredra. Förutsättningen har varit att undvika röd zon, men mer utförliga utredningar kan visa på om placering ändå kan vara möjligt inom dessa zoner.

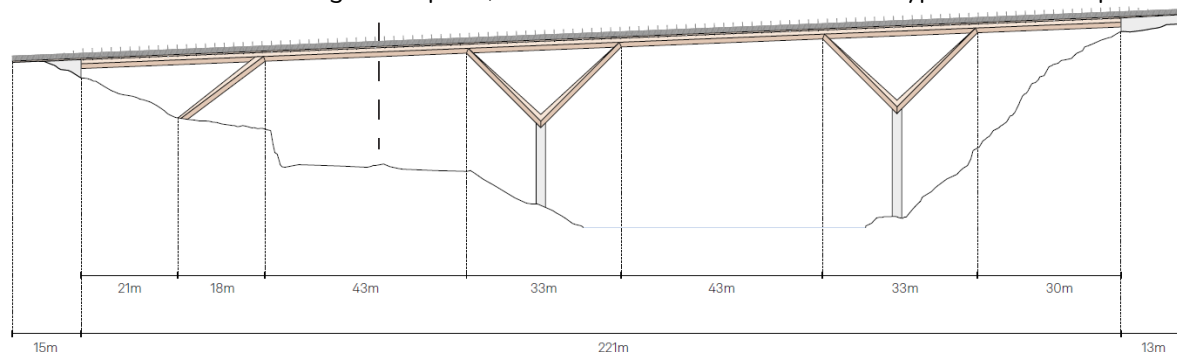
## 2.5 Överbyggnad

Brons överbyggnad för västra alternativet består av två olika typer av bärverk, där huvudspannen har ett slags bärverk anpassat för att klara de större spännvidderna, och sidospannen har ett annat bärverk mer anpassat för kortare spann. Total längd för huvudspannen är ca 185 m, och total längd för sidospannen ca 100 m.



Figur 12: Uppdelning överbyggnad, västra alternativet.

Det östra alternativet har inga sidospann, utan har därmed endast bärverkstypen för huvudspann.



Figur 13: Uppdelning av överbyggnad för östra alternativet

Generellt för samtliga bärverk gäller att de är av stål. Stålet antas vara målat kolstål. Det är möjligt att utföra bron i rostfritt stål, vilket tar bort behovet av målning och ommålning, dock till en betydligt högre initialkostnad. Det ska dock beaktas att en ommålning av bron även den kan bli mycket kostsam, varför en LCC-analys rekommenderas för att avgöra vilket alternativ av stål som är mest ekonomiskt gynnsamt på sikt.

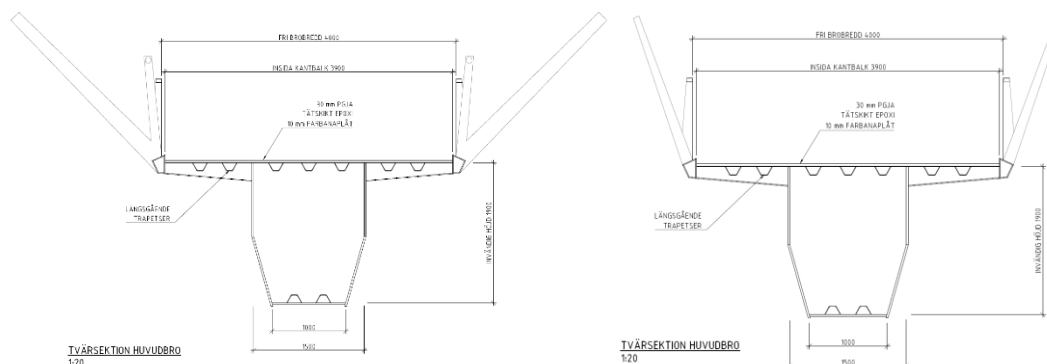
Även rosttrögt stål har utretts, men har funnits ej kunna uppfylla de krav som ställs på konstruktionen. Enligt TRVINFRA-00227 får rosttrögt stål endast användas upp till korrosionsklass

C4. Då bron befinner sig i närheten av en större väg, samt även sannolikt kommer vinterhållas genom saltning vilket innebär att GC-miljö fås, gäller korrosivitetsklass C5 för stora delar av bron. Detta innebär att rosttrögt stål ej får användas enligt regelverket.

### 2.5.1 Huvudspann

Överbyggnaden i huvudspannet består av en längsgående balk i stål. Balken är utformad som en lådbalk, vilket innebär att den är öppen inuti. För att möjliggöra inspektion krävs en viss höjd i lådan, vilket är 1,9 m enligt TRVINFRA-00227, kap 6.1.2.3. Detta styr balkens höjd, då den bärlighetsmässigt går att göra slankare för i alla fall västra alternativet. För östra alternativet fås längre spännvidder, vilket innebär att höjden där behövs även bärlighetsmässigt.

Stålbalkens överfläns agerar även farbaneplåt, vilken även konsolar ut på tvärbalkar för att nå en fri brobredd på 4 m. För att få tillräcklig kapacitet i farbaneplåten förses den även med längsgående trapetsor, som sitter med ett centrumavstånd på ca 700 mm. Även lådbalkens underfläns behöver förses med trapetsor. Trapetsor utförs tätsvetsade runt om, vilket minimerar risk för invändiga korrosionsproblem.



Figur 14: Tvärsektion av överbyggnad i huvudspann (västligt alternativ till vänster, östligt till höger)

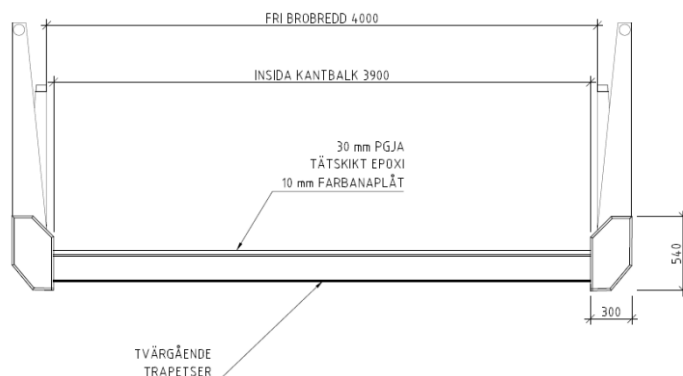
Lådbalken utformas med vinklade liv, där vinkeländringen i livet bidrar till det visuella uttrycket av bron. Vinklingen innebär dock en mer komplex och dyrare produktion, och kan strukturellt utelämnas och ersättas med en rakt lutande livplåt.

Brons kantbalkar utförs även de i stål. För huvudspannen har de ingen bärande funktion, förutom att agera infästning åt såväl räcke som suicidskydd. Värt att notera är att kantbalkens insida bör placeras 50 mm innanför räcket. Detta för att skydda räcker från skador i samband med till exempel snöplogning. Kanten inåt bör förses med en rostfri skyddsplåt.

## 2.5.2 Sidospann

Sidospannen på västra alternativet är utformade med kortare spännvidd, ca 13 m. Detta gör att dessa spann kan utformas med en slankare överbyggnad.

Utformningen är där baserad på två bärande stålbalkar utmed bronssidor. De bärande balkarna agerar således även kantbalkar. Detta måste beaktas vid exempelvis infästning av räcken, så att de inte fästs på ett sätt som påverkar bärigheten i balkarna.



TVÄRSEKTION TILLFARTSBRO  
1:20

**Figur 15: Tvärsektion av överbyggnad i sidospann.**

På grund av den mindre dimensionen är dessa lådbalkar ej inspekterbara, och utförs därför lufttäta. De förses med provtryckningsnippel för att säkerställa lufttätethet, och därmed undvika framtida problem med korrosion.

Mellan de bärande balkarna går farbaneplåten försedd med tvärgående trapetser. Dessa utförs tätsvetsade runt om.

## 2.6 Brokompletteringar

En bro behöver en rad kompletteringar utöver det bärande systemet för att uppnå önskar funktion och livslängd. De viktigaste av dessa kompletteringar beskrivs nedan.

### 2.6.1 Tätskikt och beläggning

Beläggningssystemet har flera uppgifter. Det ska dels skydda den underliggande konstruktionen mot såväl fukt, salt som slitage, men även ge brons användare ett bra underlag och gå eller cykla på.

Beläggningen ska ses som ett system med flera delar, och exempel på system beskrivs i TRVINFRA-00227. Kap 6.2.8. Då det är en GC-bro med farbana av stål begränsas lämpliga alternativ enligt nedan.

#### 2.6.1.1 PGJA

Enligt TRVINFRA-00227 ska en gång och cykelbro med farbana av stål förses med bind- och slitlager av PGJA. Bind- och slitlagret är kombinerat och ska utföras med en tjocklek på 30 mm.

Innan beläggning av PGJA utförs ska bron förses med ett tätskikt av epoxi. Då bron har en lutning på 4 % behöver dessutom beläggningen limmas till tätskiktet.

Detta är den rekommenderade beläggningssupbyggnaden.

#### 2.6.1.2 Akrylat

Akrylat är enligt TRVINFRA.00227 endast ett alternativ vid broklaffar, men kan tekniskt sett även utföras på andra broar. Det är ett tunt kombinerat tätskikt och beläggning, som reducerar lasten på bron orsakad av beläggning. Det bör dock poängteras att en lägre egenvikt inte nödvändigtvis är positivt, till exempel med avseende på dynamiska effekter i bron.

## 2.6.2 Räcken och suicideskydd

Bron behöver förses med såväl räcken som suicideskydd. De må ha liknande funktion, men kravbilderna ser annorlunda ut för de olika skydden. Nedan beskrivs därför vad som gäller för respektive skydd.

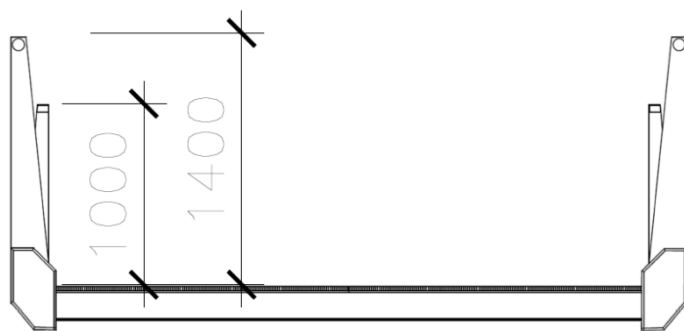
### 2.6.2.1 Räcken

Bron förses med räcken utmed hela dess längd. Då bron är avsedd för såväl gående som cyklister ska räckena ha en höjd på minst 1,4 m ovan beläggningen.

Räckena ska dimensioneras för förekommande laster enligt TRVINFRA-00227, vilket inkluderar laster från fotgängare och cyklister, men även last från exempelvis snöröjning.

På grund av brons längd och lutning bör räcket även förses med handledare.

Där bron passerar över väg bör räcket vara tätt, för att förhindra föremål från bron ramlar ner på vägen. Detta hindrar även snö från att falla från bron, exempelvis vid snöplogning.



Figur 16: Utformning av räcke

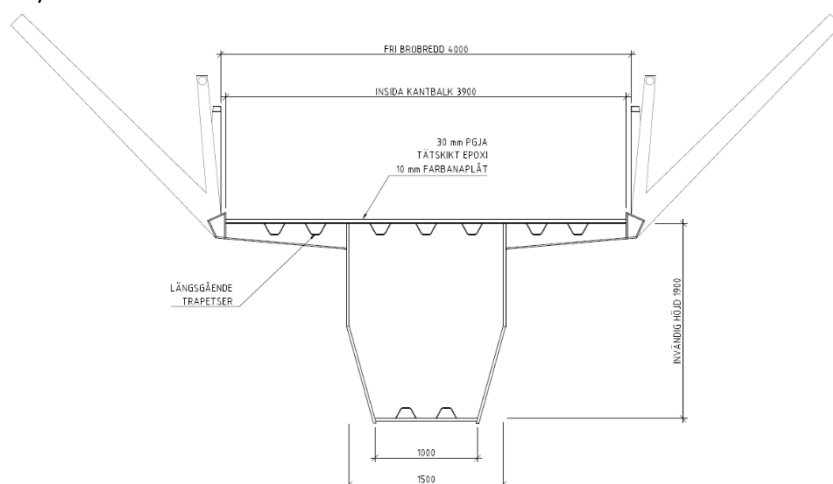
### 2.6.2.2 Suicidskydd

Suicidskydd placeras på de delar av bron där höjd till underliggande terräng överstiger 14 m, alternativt där bron passerar över väg, i enlighet med TRVINFRA-00396, kap 5.7.

Suicidskyddens utformning styrs till viss del av TRVINFRA-00227, men inte i detalj. Det ska dock vara svårt att ta sig över eller förbi suicidskyddet.

På grund av brons krökning och smalhet skulle ett vertikalt suicidskydd upplevas väldigt instängt, då det helt skulle blockera siktlinjerna snett framåt. Därför föreslås ett suicidskydd som lutar utåt.

Viss omtanke bör läggas vid utformningen av suicidskydden där dessa passerar över väg, så att inte exempelvis det sker isbildning på skyddet som sedan kan falla ned på vägen. På samma sätt behöver skyddet utformas på ett sätt som inte ansamlar snömängder som sedan kan falla ned på vägen. Ett sätt att åstadkomma detta är ett nät med tillräckligt stora maskor, så att snön ej ansamlas utan passerar skyddet. Viktigt är dock att samtidigt beakta klättringsbarheten, så att skyddet behåller sin funktion.



Figur 17: Tvärsektion av bron som visar föreslagen utformning av suicidskydd.

### 2.6.3 Avvattning

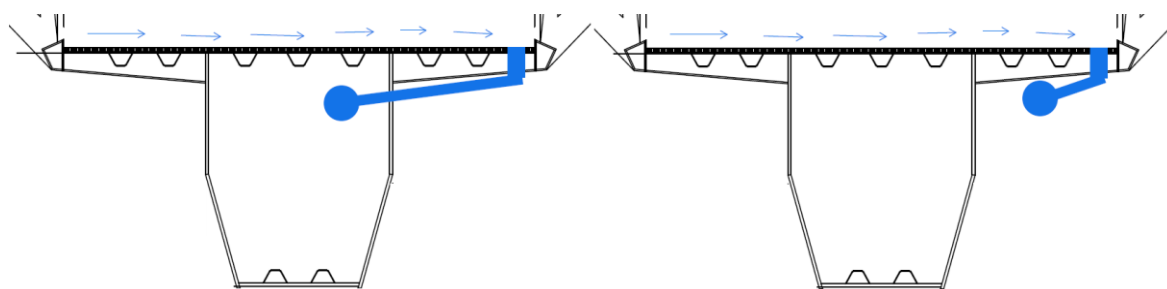
Bron behöver förses med ett avvattningsystem, som hanterar dagvatten från bron.

Systemet behöver se något annorlunda ut beroende på vilken del av bron det befinner sig på.

För det långa spannet står det huvudsakliga valet av placering av längsgående vattenledning. Denna kan placeras synligt hängande under brobanan, alternativt placeras dolt inne i lådbalken. En placering inne i lådbalken ger en bättre upplevelse av bron utifrån, samtidigt som ledningen blir åtkomlig inifrån balken. Eventuella åtgärder på ledningen kan därmed utföras relativt lätt. Nackdelen med en sådan placering är risken för att permanent konstruktion påverkas vid eventuella läckor, som dessutom kanske inte upptäcks förrän efter en tid. Detta kan dock avhjälpas med instrumentering, vilken gör att läckor snabbt upptäcks innan de orsakar skador.

Tvärtom gäller för den andra placeringen, synligt hängande under brobanan. Vid en sådan placeringen märks läckor tydligare, samtidigt som ledningen är mer svåråtkomlig. Åtkomligheten försvåras ytterligare av de suicidskydd som behövs på bron. Utvändig placering kommer även störa det visuella intrycket av bron.

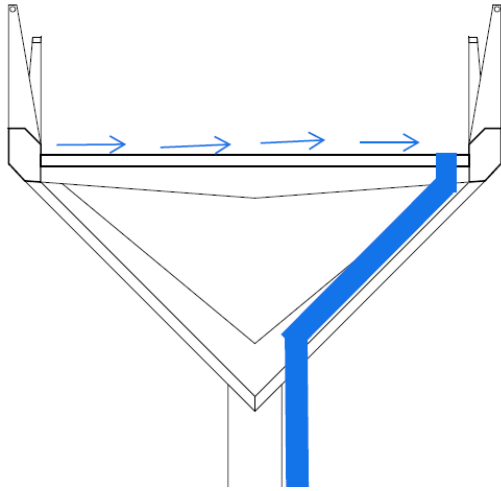
Det kan eventuellt vara möjligt att enbart ha brunnar vid V-stöden, och föra ned vattnet direkt, utan längsgående ledning. Detta behöver dock utredas med hänsyn till lutningar och vattenmängder för att säkerställa att det är ett gångbart alternativ.



Figur 18: Principer för avvattning av huvudspann.

Rekommendationen är att placera avvattningen invändigt, då det ger stora fördelar såväl utseende- som underhållsmässigt.

För lägre delen rekommenderas att vatten leds till brunnar som linjerar med brostöd, och att vattnet leds ned utmed stöden.



Figur 19: Avvattningsprincip för sidospänn.

### 3. Byggbarhet

Gällande byggbarhet har fokus legat på att se över vilken produktionsmetod som kan anses vara mest lämpad. De två huvudsakliga metoderna som studerats är lyft med kran, samt lansering. Nedan presenteras de två metoderna, samt för och nackdelar med respektive alternativ

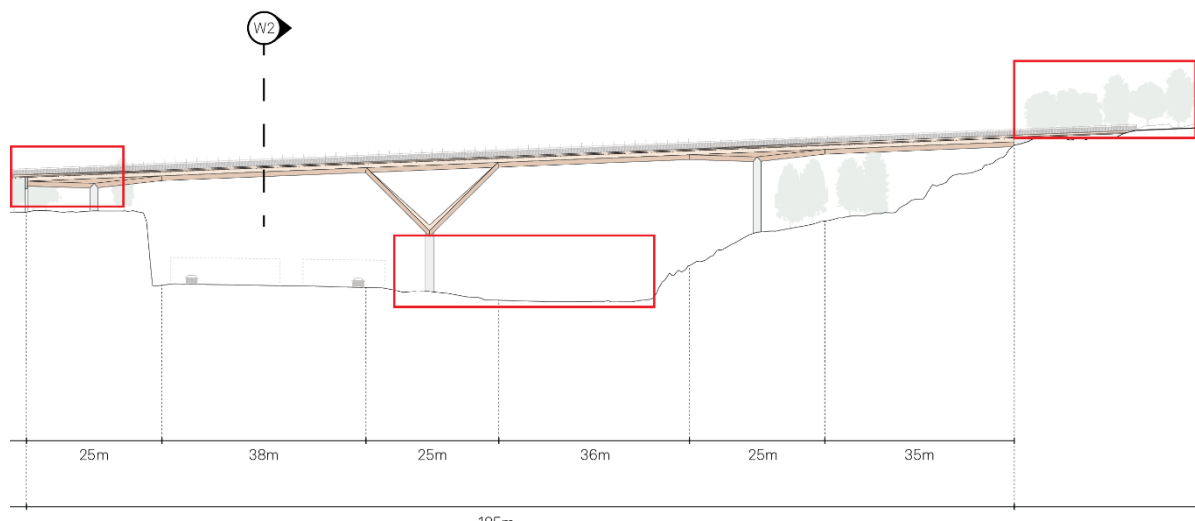
#### 3.1 Kranmontage

Bron är relativt lätt, och sektioner av bron kan därmed lyftas på plats av kran. Höjden bidrar visserligen till viss komplexitet, men det finns flertalet kranar som klarar de aktuella höjderna.

De delar som bjuder på störst utmaningar vid kranmontage är delen över motorvägen, samt delen över bergsidan mot öster. Det är ej lämpligt att utföra kranlyft över motorväg med pågående trafik, även om kranplacering bredvid vägen kan erhållas. Lyft av brosektion behöver således göras under en trafikavstängning, förslagsvis några timmar nattetid. Kranuppställningen behöver i ett sådant fall göras bredvid vägen, så att kranen kan ställas i ordning med pågående trafik. Beroende på markens beskaffenhet kan grundförstärkning för kranen behöva utföras, exempelvis genom pålning.

Delen över bergslutningen åt norr erbjuder å sin sida utmaningar med att nå läget med kran. Det skulle krävas att GC-vägen som leder fram till landfästet iordningställs på sådant sätt att kran kan ta sig fram till landfästet, och därifrån lyfta aktuell brosektion. Vid en placering av kran nedanför berget erhålls ett stort utligger, som troligtvis ej kan hanteras.

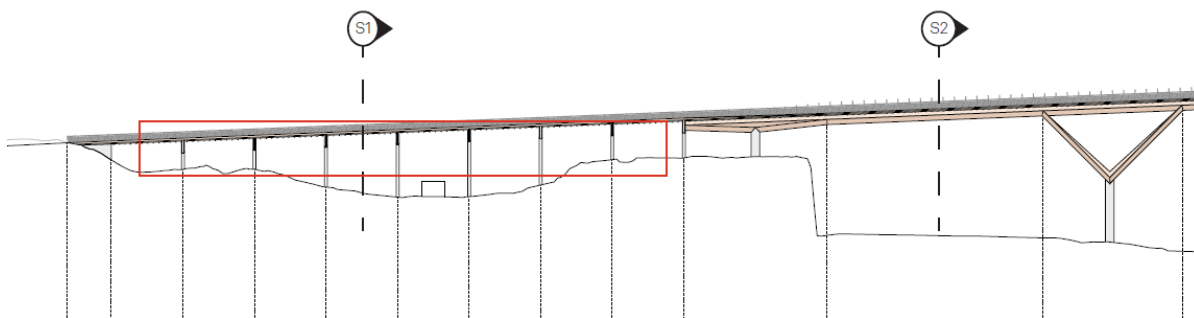
En översikt över vilka områden som bedöms kunna vara aktuella för kranuppställning ses i figuren nedan. De övre områdena kräver tillpassning av terrängen i viss omfattning, varför det ses som fördelaktigt om lyft kan ske uteslutande från den undre positionen.



Figur 20: Eventuella lägen för placering av kran.

### 3.2 Lansering

Lansering kräver en förhållandevis stor yta i samband med någon av broändarna för anordnande av lanseringsplan. Detta är mycket svårt att erhålla för östra alternativet, men kan vara möjligt för det västra, då det kan gå att skapa sig en yta nära södra broändan.



Figur 21: Möjlig placering av lanseringsplan

Då bron är kröks behöver en relativt stor lanseringsplan, då en stor del av bron behöver monteras innan lansering påbörjas. Detta för att säkerställa stabiliteten under lansering. Därför behövs ca 100 m bakom första stödet på huvudspannet.

För lansering önskas en yta att lansera från som ligger på en höjd nära den höjd bron slutligen landar på. I detta fall innebär det att en lanseringsplan behöver anordnas i ett förhöjt läge, jämfört med terrängen. Detta skulle kunna anordnas med en ställningsliknande plattform. Det är dock ofrånkomligt att en sådan yta ger en stor påverkan på området och naturen, vilket är till lanseringsmetodens nackdel.

Lansering försvåras dock av delar av brons utformning, där framför allt V-stödet bidrar. V-delen behöver väsentliga temporära anordningar för att stabiliseras och kunna lanseras över. Vidare kompliceras även lanseringen av balkens voter över de angränsande stöden.

Detta gör lansering till en mindre attraktiv byggmetod, men som kan komma att återaktualiseras om en enklare utformning av bron blir aktuell.

### 3.3 Stödmontage

Stöden kommer som tidigare beskrivits i ett par olika utförandet, och placeras i olikartade förutsättningar. Metoderna kan därför behöva varieras mellan de olika stöden.

För det större V-stödet utförs detta på en plats som är relativt lättåtkomlig, varpå grundläggning och betongpelare bör kunna utföras utan större besvär. Montering av V-delen görs med fördel av kran. Noterbart är att V-delen av stål sannolikt behöver stabiliseras fram till dess att överbyggnaden är på plats.

På det västra alternativet förekommer ett stöd i bergsslutningen norr om V-stödet. Detta stöd bedöms med fördel kunna byggas underifrån, för att undvika för stora ingrepp i terräng och natur norr om stödet.

För det västra alternativet förekommer även de mindre stöden för tillfartsbron. Dessa är lättare, och har även en mindre grundläggning. De bedöms därför kunna byggas genom anordning av en mindre tillfartsväg.

## 4. Driftskede

Alla broar behöver regelbundet underhåll för att upprätthålla deras funktion och uppnå deras tänkta tekniska livslängder. Beroende på hur bron utformas kan dock underhållet bli mer eller mindre omfattande. Underhållet står också för en ibland betydande del av en bros totalkostnad, varför en det är viktigt att utforma bron på ett sätt som inte för med sig onödiga underhållsåtgärder

### 4.1 Underhåll

För bron förekommer flertalet underhållsaktiviteter under dess livslängd. Det förekommer frekventa åtgärder, såsom renhållning och röjning runt landfästen och liknande. Dessa är viktiga, men nedan presenteras de större åtgärder som identifierats.

#### 4.1.1 Ommålning

Då bron föreslås utföras i målat stål, behöver bron genomgå en total ommålning under dess livslängd. Detta är kanske den enskilt största åtgärden under brons livslängd, och kräver åtkomst till samtliga stålytor. Åtgärden går att undvika vid användning av rostfritt stål, som nämnts tidigare i rapporten.

I samband med ommålningen utförs även byte av tätskikt och beläggning, då denna måste rivs för att få åtkomst till samtliga stålytor.

Detta är ett stort arbete. För att komma åt balken behöver sannolikt någon form av ställning hängas i bron, och bron kommer behöva vara avstängd åtminstone delar av tiden som arbetet utförs. Arbetet underlättas om det beaktas under projekteringen, så att exempelvis infästningspunkter anordnas. Lasten från ställningen behöver också beaktas, i alla fall om man förväntar sig att ha bron öppen under tiden ställningen är monterad.

#### 4.1.2 Lagerbyte

Brons lager kommer ha en kortare teknisk livslängd än bron, och kommer därmed behöva bytas under brons livslängd. I de utformningar som föreslagits förekommer lager, förutom vid landfästena, vid två stöd för det västra alternativet.

För att underlätta lagerbyte är det viktigt att utforma stöden på ett lämpligt sätt, så det exempelvis finns utrymme att placera domkrafter.

Under lagerbytet byggs förslagsvis tillfälliga ställningar vid de stöd som påverkas, för att ge åtkomst till lagerytorna. Det underlättas om stöden går att nås via servicevägar, detta kan dock vara svårt att uppnå för det norra stödet som står i en bergsluttning. För detta kan det vara nödvändigt att ordna åtkomst ovanifrån istället. Bron dimensioneras för servicefordon, och klarar därmed transporter av viss materiel.

#### 4.1.3 Byte av övergångskonstruktioner

Övergångskonstruktionernas livslängd är kortare än brons, varför dessa kommer behöva bytas under brons livslängd.

#### 4.1.4 Snöröjning

Snöröjning är möjligtvis inte att betrakta som underhållsåtgärd, men ändå något som behöver belysas. Bron är lång och smal, och passerar dessutom över en högt trafikerad väg. Detta begränsar vilka metoder som kan användas vid snöröjning.

Vid större snöfall är det sannolikt att snön behöver forslas bort från bron, då bron ej är bred nog att rymma snövallar. Snövallar kommer dessutom hindra åtkomst till räcke och handledare vilket försämrar tillgängligheten på bron.

#### 4.2 Inspektion

Bron bör inspekteras enligt normalt inspektionsschema. Det finns inga detaljer på bron som föranleder ett särskilt stort inspektionsbehov, även om tätsvetsade lådor med luftningsnippel har ett något tätare kontrollintervall än övriga delar.

Vid inspektion är praxis att inspektören behöver vara handnära det område som inspekteras. Ett vanligt sätt att inspektera längre balkbroar på är att använda sig av en lift, som har en arm som sträcker sig ut och ned under bron. Denna metod försvåras betydligt av suicidskydden, och de underbrolifftar som kan hantera suicidskydd är oftast tyngre än de servicefordon GC-broar normalt dimensioneras för. Vill man använda underbrolift för inspektion bör detta beaktas som krav vid projekteringen, annars bör alternativa sätt att inspektera övervägas.

Ett krav på handnära inspektion kan numera ses som konservativt, då det idag finns flertalet tekniska hjälpmedel som kan användas för att inspektera utan att vara handnära. Detta övervägas för denna bro.