

# Nya stambanor – en ny förbindelse på Brobanor

Industrialisering av byggprocessen



**Vår kontakt:**

Lennart Stenman (lennart.stenman@skanska.se)  
Ulf Håkansson (ulf.hakansson@skanska.se)  
Skanska Sverige AB  
Stora Projekt

Nya Stambanor  
Version 1.5

**Sammanfattning**

Det går att bygga höghastighetsjärnväg i Sverige betydligt snabbare och mer kostnadseffektivt än vad tidigare beräkningar visat. Nyckeln till detta är, ett för Sverige, komplett nytt koncept med brobanor, där man utgår från en industrialiserad och standardiserad process för att kunna färdigställa hela utbyggnaden av Nya stambanor samtidigt. En förutsättning för detta är att spåren byggs uppe i luften på pelare och brobanor istället för på traditionella banvallar på marken.



Andra förutsättningar är att följa Sverigeförhandlingens avtal, sätta upp ett separat beställarbolag med statliga garantier för lånefinansiering och följa bolagsprinciperna för Öresundskonsortiet och Botniabanan AB. Sverigeförhandlingens alternativ görs upp av bolaget i samråd med kommunerna, där grundförutsättningen är en separat upplyft bana för höghastighetståg med centralt placerade upplyfta stationer, där detta är möjligt, anpassade efter kommunernas önskemål.

Sträckan Stockholm – Göteborg kan byggas klart på 9 år med en betydligt bättre förutsägbarhet på slutkostnaderna än vad som är normalt. Det behövs 5-6 huvudentreprenörer som bygger samtliga delar inklusive stationer, antingen centralt belägna upplyfta stationer eller markförlagda stationer utanför städerna.

Planprocessen behöver reformeras för att spara tid och möjliggöra en rationell byggprocess. Nya Stambanor behöver även klassas som ett prioriterat Riksintrasse av Riksdagen och i en stegvis process genomföra en enhetlig prövning av miljövillkor vid en enda instans för hela sträckan (exempelvis MMD). Med en prövning av hela brobanenätet så öppnar sig möjligheter för en harmonisering av lagstiftningen för järnvägsbyggandet i Sverige. Istället för expropriering används servitut för markåtkomst för bropelarna. Järnvägslagens expropriering för markåtkomst behövs då inte och fokus blir istället på prövning av miljövillkoren för byggnation.

Prefabricering i industriell miljö ger möjlighet att öka produktiviteten och bättre förutsäga och styra byggnationen avseende tid, kostnad och kvalitet. Effekter på landskap, kulturmiljö och biologisk mångfald blir betydligt mindre under byggtiden jämfört med byggnation på banvall och påverkan på 3:e man med barriäreffekt minimeras. Traditionell kostnad för banvall drivs av masshantering beroende på spårlinjens topografi, geologi samt hantering av barriäreffekt för vägar, vattendrag och annan korsande infrastruktur. Brobanor anpassar detta utan större extra kostnader.

Vår jämförelse visar att brobanan halverar byggtiden och reducerar kostnaden mot traditionellt banvallsbyggande, som även har betydligt större osäkerheter med sig. Vi anser därför att byggnation med banvall inte kommer att vara möjligt på kort tid på grund av projektets storlek, omgivningspåverkan, masshantering och resursbrist. Men med den rationella metodiken och massproduktion av broelement för brobana går detta att hantera.

Takten för klimatomställning kan snabbas på med en hög kravställning i projektet. Bullerskydd kan systematiseras och integreras i brobanan. Stationskoncept i upphöjt läge kan standardiseras för central placering. Dock bör man se över detta i samråd med kommunerna och då även med kopplingen till änd-anslutningar för Stockholm, Göteborg och Malmö, och den vidare kopplingen till flygplatser (Arlanda/Kastrup) samt nästa steg i järnvägs-utvecklingen (Stockholm-Oslo och Oslo -Köpenhamn) framför sig.

En genomförandetid för hela projektet på 12 år (3+9 år) är möjlig och då kan man börja räkna med kapacitetsökning, avkastning och samhällsnytta inom en överskådlig framtid. Kostnaderna för hela projektet Nya stambanor fördelas enligt följande:

|                    |                              |
|--------------------|------------------------------|
| Byggkostnad:       | 192 miljarder                |
| Beställarkostnad:  | 27 miljarder                 |
| Beställarrisk (5%) | 11 miljarder                 |
| Totalt :           | 230 miljarder (värdeår 2017) |

Ovanstående värdering gäller under förutsättning att följande förslag följs för byggnationen av Nya stambanor:

- Utgå från kommunavtalen i Sverigeförhandlingen
- Bygg på ett industrialiserat sätt med prefabricerade brobanor
- Organisera beställarfunktionen som ett separat statligt bolag med ett uppdrag för operativ tågdrift 9 år efter byggstart, och med mandat från Infrastrukturpropositionen 2021
- Lånefinansiera projektet fristående från den Nationella planen
- Reformera planprocessen där lagstiftning för järnvägsbyggande harmoniseras vilket resulterar i en maximalt 3-årig planprocess.
- Använd servitut för markåtkomst istället för expropriering
- Utnyttja en stegvis process med en enda instans för miljöprövning för hela sträckan
- Upphandla byggentreprenaderna i samverkan för en stegvis integrerad process
- Utför stationer i huvudsak enligt ett standardiserat upphöjt koncept, där så är möjligt

## **Innehållsförteckning**

|                                         |    |
|-----------------------------------------|----|
| Sammanfattning .....                    | 1  |
| Bakgrund .....                          | 4  |
| Inledning .....                         | 4  |
| Hållbarhet .....                        | 5  |
| Projektering .....                      | 6  |
| Teknik .....                            | 9  |
| Byggbkostnad .....                      | 13 |
| Tidplan .....                           | 14 |
| Projektupplägg - Uppskalning .....      | 14 |
| Jämförelse brobana med banvall .....    | 15 |
| Osäkerheter .....                       | 15 |
| Kontraktsupplägg .....                  | 16 |
| Beställarupplägg och totalkostnad ..... | 17 |
| Planprocessen .....                     | 17 |
| Slutsats .....                          | 18 |
| Bilaga A .....                          | 20 |
| Bilaga B .....                          | 23 |
| Bilaga C .....                          | 24 |
| Bilaga D .....                          | 25 |

## Bakgrund

Sverige behöver bygga nya järnvägsspår. Södra och Västra stambanan har snart nått sitt kapacitetstak samtidigt som efterfrågan på person- och godstrafik fortsätter att öka. Att hitta utrymme för underhåll blir allt svårare och effekten är ett sårbart system med stora störningar.

Sverigeförhandlingen tillsattes av regeringen sommaren 2014 och en slutrapport levererades i december 2017. Uppdraget bestod bland annat i att förhandla fram lösningar med kommunerna om förutsättningarna för stationslägen och möjliga korridorer, och att förbereda för upprättande av översikts- och detaljplaner. Uppdraget innebar också att ta fram principer för finansiering, analysera de kommersiella förutsättningarna för trafikering samt föreslå en utbyggnadsstrategi på en övergripande nivå. Medfinansiering från kommunerna samt avtal om ökat bostadsbyggande var med på agendan.

Syftet med förhandlingen var att möjliggöra ett snabbt genomförande av en ny höghastighetsjärnväg på ett sätt som integrerar i samhället och maximerar dess samhällsekonomiska lönsamhet uppbyggt av bindande avtal om utbyggnad av järnväg, stationer och bostäder, inklusive tidplan och finansiering. Tåg utan uppehåll på mellanliggande stationer ska kunna köra sträckan Stockholm – Göteborg på två timmar och Stockholm–Malmö på två och en halv timmar.

Från operatörsperspektivet trycker SJ på för en rejäl utökning av kapacitet och samtidigt en ökad punktlighet. En annan förutsättning för att göra en försvarbar investering i nya höghastighetståg är att de kan börja köras inom en överskådlig framtid, år 2045 men även 2035 har nämnts.

Regeringen och samarbetspartierna ser investeringarna i nya stambanor som en möjlighet för svensk industri att utvecklas och öka sin konkurrenskraft och man efterlyser därför ett engagemang från industrin då det gäller intresse för byggnationen av nya stambanor.

## Inledning

Föreliggande rapport utgör en sammanfattande analys av en djupare Case Studie som Skanska utfört tillsammans med China Railway International Group (CRIG). Skanska vill med detta bidrag delta i debatten om Nya stambanor och samtidigt arbeta för en nödvändig effektivisering av byggbranschen och planprocessen för stora infrastrukturprojekt.

För att kunna uttala sig om byggtid och kostnad för Nya stambanor för höghastighetståg har Skanska studerat den 63 km långa sträckan mellan Hässleholm och Lund.



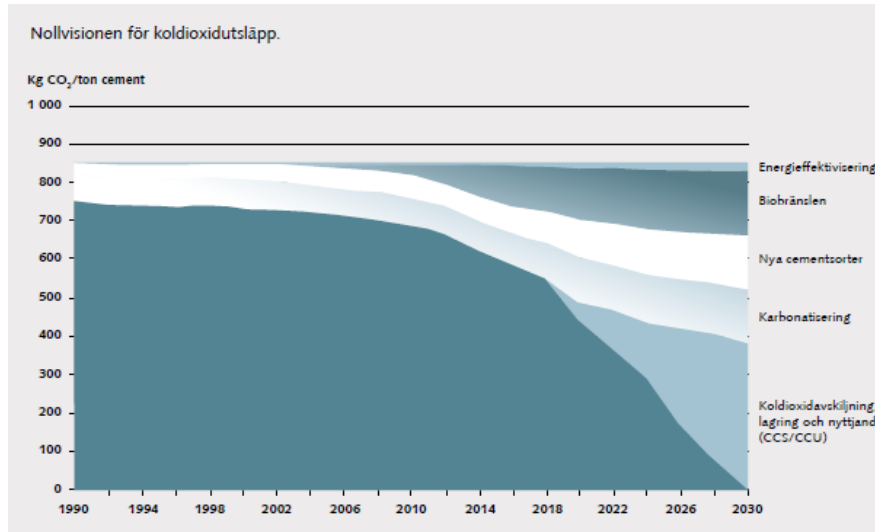


För uppskalning till hela sträckan för Nya stambanor har en 28 km sträcka valts ut där landskapstypen är ett mosaiklandskap med en topografiskt kuperad terräng vilken kan anses representativ även för andra sträckor. En jämförelse med traditionellt byggande på banvall görs även på en del av den 28 km långa sträckan (bilaga A).



Klimatpåverkan är en stor fråga för projektet eftersom den tekniska lösningen baseras på en stor mängd betong och stål. Kontakt har här tagits med leverantörer (Cementa, SSAB) och fd Öresundskonsortiet för att tillsammans diskutera tänkbara åtgärder för hur klimatneutralitet kan uppnås. Det råder enighet om att en höghastighetsbana med höga klimatambitioner kan bli en motor för klimatomställningen i Sverige. Nyttan uppstår om takten på CO2 neutralitet snabbas på i cement- och stålindustrin som är stora utsläppsskällor i

Sverige. En snabbare lösning kan även ge nya exportframgångar av klimatsmart teknik och nya innovativa företag i Sverige. Ett beräkningsexempel på klimatpåverkan från mängden betong och armeringsstål i föreliggande förslag redovisas i bilaga E.



Cementas plan för nollvision CO<sub>2</sub> (Cementa)

Sättet att arbeta med pelarfundament innebär mindre ingrepp i landskapet än med traditionell banvall. Brobanan möjliggör även en realistisk återställning av naturen och återlämning till landägare då banan en dag tas ur drift, (betong elementen demonteras och återvinns)

Bulleråtgärder förenklas genom standardiserade bullerplank som kan monteras istället för räcken vid behov, samt vibrationsreducering som kan byggas in i slab-track systemet. Exempel i Kina finns där man i extrema fall bullerreducerat med en inbyggd "tunnel" på brobanan.

Banorna dimensioneras för 120 års livslängd och som andra betongbroar, exempelvis Öresundsbron, har de hög hållbarhet och endast behov av regelbundet ytligt underhåll av mekaniska delar. Detta är lite jämfört med en banvall där behov finns för regelbunden kontroll av rälsstabilitet med omriktning och materialutbyte som följd.

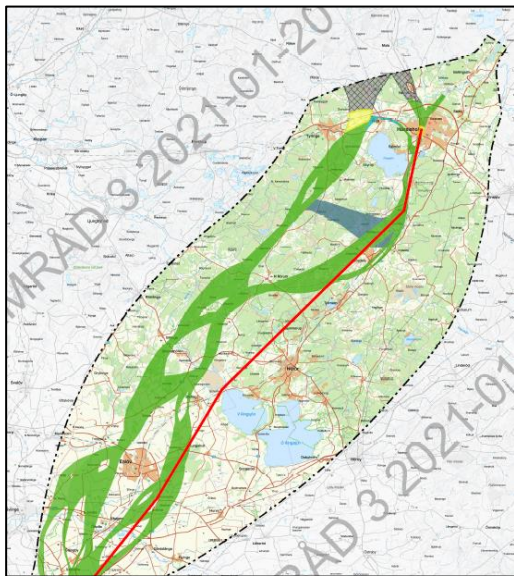
## Projektering

Projekteringsförutsättningarna följer EU-direktiven 1299/1302:2014, SS-EN 15273, Guide INF TSI och godkännande enligt TSD Infrastructure, P1. Hastigheten utgör en förutsättning tillsammans med de krav som finns för höghastighetståg beträffande axellast, dynamik, kraftbehov, inbromsning och spårlutning. Krav ur ett operatörsperspektiv har inhämtats från SJ och tyska ICE tåg utgör tågförutsättningen.



ICE tåg på brobanan (CRIG)

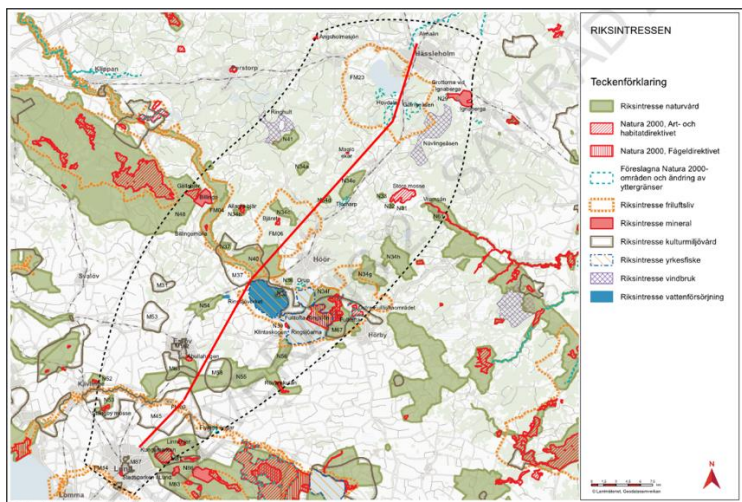
Vald korridor har gjorts så rak som möjligt för att kunna uppfylla den dimensionerande hastigheten, 350 km/tim. En viss anpassning av korridoren har gjorts efter diskussioner med berörda parter vid pågående samråd och andra möten. Exempelvis pågående lokaliseringstudning bygger på att en banvall ska anläggas genom Skåne. Vår bedömning är att förutsättningarna för en brobanas barriäreffekt och miljöpåverkan är annorlunda än för en banvall och därför har vi i vårt fall låtit systembehoven för en så rak linje som möjligt styra val av korridor.



TrV Lokaliseringsutredningsförslag Hässleholm – Lund, med röd linje för vårt förslag (Trafikverket)

Vid genomgång av sträckan har hänsyn tagits till viktiga riksintressen såsom rekreationsområden, Natura 2000 områden, Finjasjön, Hovdala slott, Västra Ringsjön och Lunds stadskärna.





Underlagsrapport från samråd i Hörs kommun (Trafikverket)

Inom korridoren har befintlig topografi och lantmåteridata sammanställts i en 3D CAD modell som underlag för spårlinjeprojekteringen.



Exempel: nytt dubbelspår korsar Rönne å och den befintliga södra stambanan väster om Ringsjön

Fältundersökningar har ej utförts inom ramen för studien utan geotekniska parametrar har hämtats från SGU:s digitala kartor med hjälp av ett GIS verktyg (ArcGIS) som använts för att identifiera de olika geotekniska förhållandena inom den 3-500 m breda korridoren. En drönarflygning för laser-scanning har utförts lokalt kring de två prefab-fabrikernas lägen. Spårlinjen har sedan projekterats horisontellt och vertikalt för en hastighet av 350 km/tim, som idag är standard i Kina, med tanke på framtida uppgraderingar av tåghastighet. Strategin har varit att ligga över topografin och därmed undvika tunnlar och minimera skärningar så mycket som möjligt.

Efter en första ansats har spårlinjen optimerats vertikalt efter platsbesök och analys för att ytterligare minimera skärningar i terrängen. Genom att lyfta spårlinjen över 7 st ursprungligen identifierade skärningar har 5800 längdmeter av skärning i naturen undvikits. Med det minskas antalet övergångszoner mellan betong och jord som ofta ger kvalitetsproblem för tågtrafiken, med även "såret" i naturen. Det möjliggör också en bättre återställning av naturen den dag brobanan tas ur bruk.

I projekteringen har vi försökt maximera andelen brobana i linjeföringen med standardlutning vertikalt på max 2,5%, för att testa skalfördelar och arbetssätt med prefabricering. I ett verkligt fall finns möjlighet för ytterligare optimering av vertikal linje (upp till 4% lutning lokalt är möjligt) och för horisontal linje för att ytterligare undvika topografiska hinder och därmed anpassa och minimera pelarhöjder, skärningar, tunnlar etc.

Vi ser stora möjligheter med ett stegvis upprättande av korridorer, samt spårlinje för en konceptlösning som innefattar miljökrav och arkeologi, där mycket kan undvikas tidigt och anpassas om man samverkar stegvis, och prioriterar lösningar gemensamt för få med rätt lösning i prissättning och kontrakt för byggnation.

## Teknik

Fokus för studien har varit tekniken med ett industriellt byggande av prefabricerade brobanor. Baserat på spårlinjen har ett koncept för byggnation etablerats där sträckan fördelas mellan standardiserade prefabricerade brobanor, platsbyggda specialbroar och skärningar.

Fördelningen är:

- Prefabricerad brobana – 24,2 km (87%)
- Platsbyggda specialbroar – 1,2 km (4%)
- Skärningar i terräng och banvall – 2,6 km (9%)

Bro-elementen masstillverkas i fabriker förlagda utmed sträckan. En fabrik har ett markbehov på ca 12 hektar där produktion och hantering av bro-element för en sträcka på ca 28 km utförs (ca14 km åt vardera håll).



Princip fabrik för prefabricering bro element, ca 12 hektar, (CRIG)

Kapaciteten för en fabrik är planerad för att tillverka och montera ett bro-element om dagen.

Plattor för grundläggning och pelare byggs i fält med platsgjuten betong. Baserat på de höga sättnings och dynamiska krav som gäller för anläggningen ingår att ca 50% av plattorna påålas.

I vårt fall använder vi en lösning som innebär 12 st borrade pålar, med en diameter på 1 m, per pelar-fundament.



*Typisk borr-rigg och armering för påle*

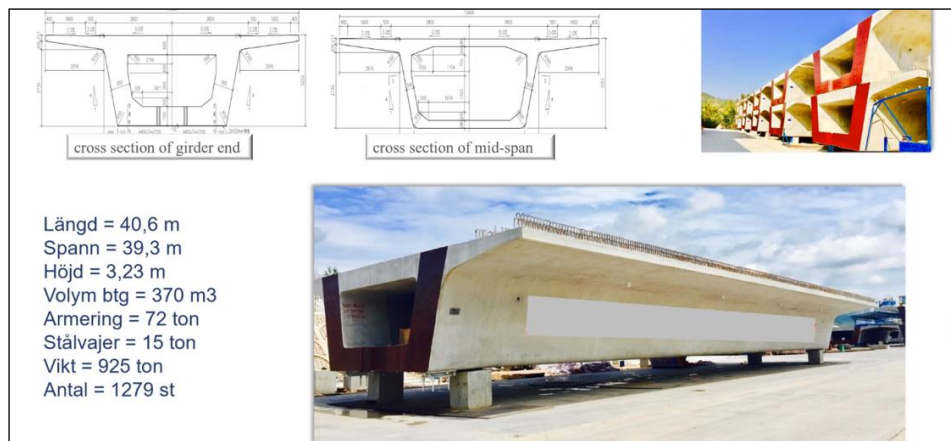
Svenska förhållanden och organisation har använts för att erhålla relevanta kostnader och tidplan. Maskinutrustning, såsom kranar, multi-wheelers och elementläggare, baseras på det som idag används i Kina, om möjligt prissatt av svenska leverantörer annars via kinesiska tillverkare.



*Exempel multi-wheeler transportör och broläggare (CRIG)*

Samtliga bro-element är identiska med geometrier och övriga data enligt figuren nedan.





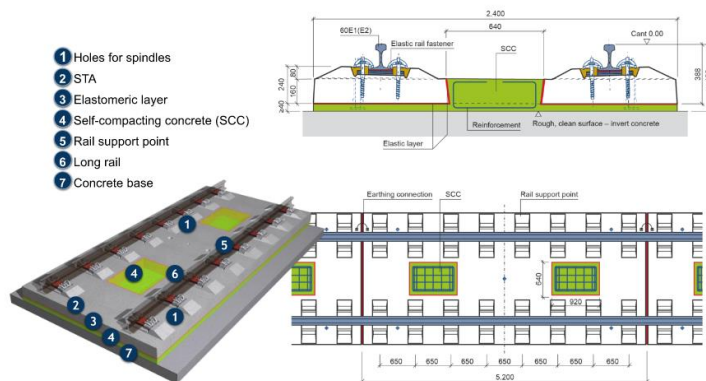
Data för prefabricerade bro-element (CRIG)

Det pelarkoncept vi använder varierar mellan 3 och 20 meter i höjd. Medelhöjden på pelarna är i vårt optimerade fall ca 12 m och därtill en elementhöjd på 3,23 m. Vid några ställen där pelarhöjden är upp till ca 33 m ingår dessa då i en specialbro som byggs på plats med specifik utformning.

Banan utförs ballastfritt med s.k slab-tracks enligt ett österrikiskt system och Vossloh-infästningar för räl och membran för vibration och bullerdämpning.

### Slab Track Austria

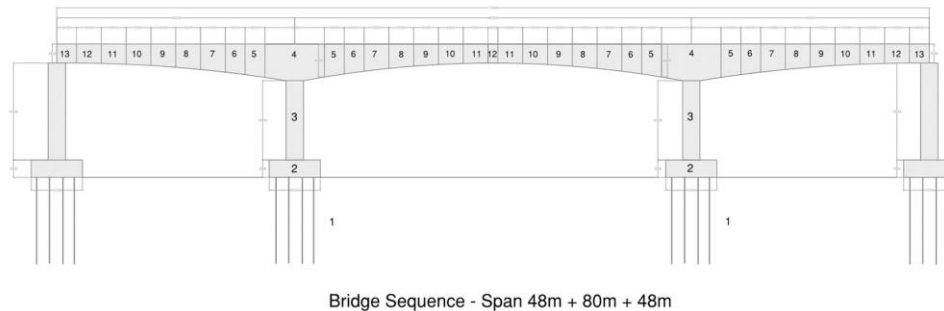
Construction Design for e.g. High-Performance Lines



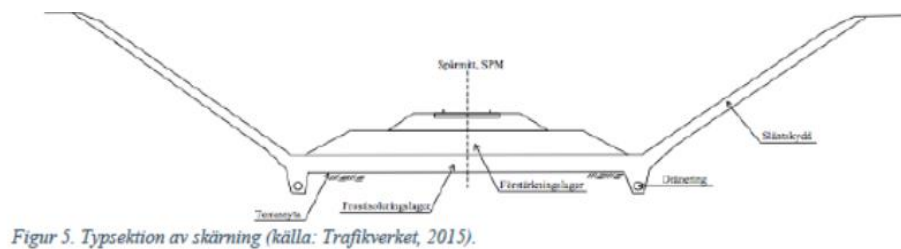
(Vossloh)

De platsbyggda broarna varierar mellan 160 m- 220 m enligt nedan princip.





Skärningar minimeras genom att öka pelarhöjden och på den 28 km sträckan ingår ca 2,6 km i skärning med ca 2 meter hög banvallsunderbyggnad.



Studien innehåller även en upplyft standardiserad och delvis prefabricerad stationslösning samt en markbaserad platsbyggd stationslösning.



Markbaserad station, visualisering (CRIG)

I samråd med Hässleholms Kommun har vi tagit fram den upphöjda stationen i centralt läge med placering på befintligt bangårdsområde och utformning i enlighet med kommunens önskemål.

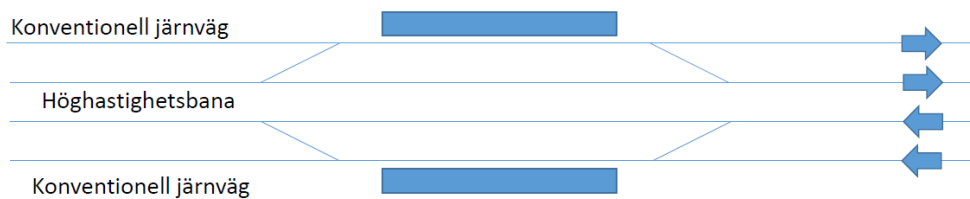


Hässleholm kommuns station, visualisering (Kreera)

Konceptet bygger på att spårlinjen kommer in i staden på prefabricerad brobana till det önskade centrala läget. Där byggs på plats angöringsspår för plattformar samt ett mezzaninplan med kommersiella ytor och biljetter. I konceptfallet innebär lösningen en utkragande konsol för plattform där i framtiden gatutrafik kan passera under.



## Integrerad station



## Byggbkostnad

För den 28 km långa delsträckan ingår förutom fabrik och montageutrustning, den kompletta banan, med kantbalkar, järnvägssystem (BEST), kontaktledningar, fundament, rännor, mellanväggar, gång och utrymningsvägar, räcken eller bullerplank, i elementen dilatationsfogar, lager, membran, dränering och slab-tracks samt idrifttagning och testning.

Byggkostnad per km är 250 miljoner kronor och total byggkostnad för den 28 km långa delsträckan blir 7 miljarder kr (värdeår 2017).

I kostnaden ingår antagna förutsättningar för projektering och andra allmänna kostnader. Påslag för allmänna kostnader fördelar sig enligt:

- Detaljprojektering 3%, förutsätter att en färdig konceptlösning finns. Erfarenhetsvärden på ca 2,7% för liknande upplägg finns hos Skanska.
- Övriga allmänna kostnader 10%, som är en post för oförutsedda allmänna kostnader utöver vad som finns i produktionskostnaden (där ingår redan allmänna kostnader som etableringar, arbetsvägar, prefab-fabrik, maskiner).
- Organisation för byggnation ca 10% enligt angiven tidplan (jämförbart med andra storskaliga Skanska projekt).

I studien på hela sträckan har vi även värderat upphöjd och markförlagd station samt tunnlar och kommit fram till följande nyckeltal.

|                                                                                                                            |                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Komplett dubbeltunnel med tväranslutningar c/c 500 m =>                                                                    | 750 miljoner kr/km   |
| Komplett platsgjuten bro =>                                                                                                | 520 miljoner kr/km   |
| En upphöjd stationsstruktur (ej inredd) i våningar och med 400 m långa plattformar och anslutning till södra stambanan. => | 1 miljard kr/styck   |
| Markförlagd station utanför centrum =>                                                                                     | 2 miljarder kr/styck |

## Tidplan

Tiden för byggnation av 28 km brobana är 5 år och 6 månader.

Planen bygger på 2 års mobilisering och uppstart av en prefab-fabrik, därefter montering av 1 element /dag i ca 25 månader. Alla andra aktiviteter ryms parallellt inom tidsramen för prefabriceringen, dvs byggnation av fundament och pelare i fält samt schakter i skärningar och banvall (se bilaga väg/tiddiagram). Även stationer och eventuell tunnel ryms inom den tidsramen. Den kritiska aktiviteten är alltså uppbyggnad av fabrik och montering av broelement.

Sammanfattningsvis är det massproduktion av broelement som avgör byggtiden. I vårt fall har vi gjort en konservativ bedömning med ett producerat element om dagen. I Kina klarar idag produktionscykeln av 2 element per dag, och med rätt maskininsats skulle byggtiden ytterligare kunna reduceras markant.

## Projektupplägg - Uppskalning

Sverigeförhandlingen och kommunavtalen är utgångsläget för den kompletta sträckan med änd-anslutningar till Stockholm/Göteborg och Malmö. Med denna teknik går det snabbare att färdigställa hela projektet och kostnaderna blir mer förutsägbara för att kontrollerat möjliggöra tåginvesteringar och börja samhällsutnyttjandet.

Vi föreslår att man först utför en Etapp 1 (Järna – Almedal) och därefter en efterföljande Etapp 2 (Jönköping – Lund).

Total sträcka (Järna/Almedal/Lund) är 676 km.

Med vår metodik och modell för 28 km uppskalat för hela sträckan erhålles följande kostnadsbild.

Byggekostnad:

- Med en kostnad på 250 milj kr/km får vi en totalkostnad => 168 miljarder kr
- För områden med mer kuperad terräng kommer tunnlar eller djupare skärningar att behövas, vi bedömer att på sträckan Järna-Landvetter (ca 427 km) kommer det att behövas ca 5% tunnlar, vilket innebär en kostnadsökning => 10 miljarder kr
- På linjen finns 11 st stationer, vi har antagit följande:
  - o 7 st enligt standard koncept upphöjt i centralt läge => 7 miljarder kr
  - o 4 st markplacerade stationer utanför centrum => 7 miljarder kr
- Totalt blir detta i 2017 års värde 192 miljarder kr

Etapp 1 kan byggas komplett på 9 år, med exempelvis 5-6 stycken huvudentreprenörer som jobbar parallellt och en projektindelning på ca 80-100 km per entreprenad.

Etapp 2 kan antingen handlas upp parallellt eller fasas in med en option från Etapp 1, då med ett färdigställande exempelvis 3 år efter Etapp 1.

## Jämförelse brobana med banvall

Jämförelsen görs på en produktionskostnad med jämförbara antaganden, se bilaga A.

Studerad sträcka har en kuperad topografi där brobanan i princip går över kullarna medan banvallen ligger ca 14 meter lägre och skär in i kullarna. Schakt och fyll för banvall blir ca 1 miljon m<sup>3</sup>. För brobanan ingår på samma sträcka 74 stycken pelare och broelement att utföra och montera.

Kritisk tidslinje för jämförelse på sträckan:

Banvall: 47 månader

Brobana: 11 månader

Produktionskostnad för jämförelse på sträckan:

Banvall: 669 mkr

Brobana: 387 mkr

Övergripande jämförelse för 28 km:

Banvall (uppskalning): byggtid ca 11 år och en produktionskostnad på 6,5 miljarder kr.

Brobana (detaljstudie): byggtid på 4,5 år och en produktionskostnad på ca 4 miljarder

## Osäkerheter

Identifierade osäkerheter är främst förknippade med geotekniska förhållanden, planprocessen (se separat kapitel), tillgång på täkter och deponianläggningar samt brist på personal.

I grundläggningen av pelarfundament förutsätter vi att pålning utförs på ca 50% av sträckan, baserat på en konservativ bedömning av en skrivbordsanalys av SGU underlag (gäller där lera, silt, gyttja och torv kan förekomma), övrig grundläggning är fundament på kompakterat friktionsmaterial eller berg.



Med pelar-fundament blir de geotekniska riskerna begränsade i förhållande till den stora utbredning en motsvarande banvall har.

Det finns stora osäkerheter med nya krav för höghastighetsjärnväg på banvall. Erfarenheter från UK och Frankrike visar att höga hastigheter degraderar massorna och underhållskostnader för justering ökar därmed drastiskt.

Osäkert är även de nya kravens påverkan på banvallens godkännande av jordmassor, packningscertifikat och möjliga deponier för transport av överskottsmassor.

I jämförelse med banvallsalternativet ser vi stora fördelar med en lokal resurssättning i prefab-fabriken jämfört med specialistmaskinförare för masshantering. Den lokala resurssättningen kan med fördel utnyttjas för arbetsmarknadspolitiska åtgärder i kommunerna.

Osäkerhet finns för banvallsjämförelsen med att värdera barriäreffektens inverkan och de passager för vatten, vilt, vägar, cyklar, skogs och jordbruk som måste göras för en 28 km lång sträcka. För en brobana är dess påverkan marginell.

|                                   | Banvall       | brobana   |
|-----------------------------------|---------------|-----------|
| Kuperat landskap                  | stor          | marginell |
| Geologi                           | stor          | marginell |
| Korsande infrastruktur            | stor          | marginell |
| Korsande vattendrag               | stor          | ingen     |
| Passager                          | Stor          | marginell |
| Övergångszoner                    | Stor          | marginell |
| Resurssättning av maskin/personal | Stor          | marginell |
| 3:e partspåverkan                 | stor          | marginell |
| Markbehov                         | expropriering | Servitut  |
| Allmän riskbild                   | Stor          | marginell |

*Summering kostnadspåverkan för banvall jämfört med brobana*

## Kontraktsupplägg

En modell med tidig entreprenörsmedverkan (TEM) föreslås, med följande faser:

Fas 0 – Beställare/konsult (SH, Järnvägsplan, MKB, ansökan om vattenverksamhet)

Fas 1 – Beställare/Entreprenör/Konsult (konceptlösning och riktpreis)

Fas 2 – Totalentreprenör, riktpreis, pain/gain fördelningsmekanism

Vårt förslag är att projektet upphandlas för Fas 1 baserat på en av beställaren framtagna Systemhandling (SH) som anger den horisontella spårlinjen i korridoren som underlag.

I Fas 1 tar sedan entreprenören fram konceptlösningen beträffande vertikal spårlinje anpassad för miljövillkor med definierade skärningar, specialbroar och ev. tunnlar. Sedan används konceptlösningen som underlag för ett riktpreis och kontraktsförhandling.

En rättvis riskdelning beträffande geotekniska förhållanden görs tex med hjälp av en Geotechnical Baseline Report (GBR).

## Beställarupplägg och totalkostnad

Projektbeställaren bör organiseras separat för en komplett leverans av Nya stambanor. Vi rekommenderar att använda Öresundskonsortiets bolag som förebild med en VD och styrelse. Lånefinansiering med statlig garanti bör ske utanför Trafikverkets Nationella plan t.ex genom statliga garantier eller Riksgälden. En annan modell att dra lärdom från är Botniabanan AB, där projektet utfördes av ett aktiebolag ägt av svenska staten (91%) och kommunerna i Kramfors, Örnsköldsvik, Nordmaling och Umeå (9%) till en budgeterad kostnad om 15 miljarder kronor. Arbetet påbörjades 1999 och efter färdigställandet 2010 har det varit uthyrt till Trafikverket. När Botniabanan AB har återfått sin investering, vilket antas 2050, kommer ägandet att övergå till Trafikverket.

Baserat på ett sammanhållet specifikt uppdrag med angivna förutsättningar kan beställarkostnaden värderas enligt följande:

Normal Trafikverk beställarkostnad för ett projekt är ca 20-25%, där ingår ca 3-4% kostnad för inlösen av fastigheter. Med användande av servitut, en halverad byggtid 9-12 år, effektiviserad projektering, och harmoniserad lagstiftning och stegvis planprocess på ca 3 år kan beställarkostnaden reduceras.

Bedömningen är att beställarkostnaden reduceras till ca 14-15% => 27 miljarder.

Lägg till en beställar-risk på ca 5% => 11 miljarder.

Totalkostnad för leverans av hela sträckan enligt Sverigeförhandlingen blir då => 192+27+11 = 230 miljarder kr (värdeår 2017)

## Planprocessen

Planprocessen är idag ett hinder för att kunna bygga i större skala och inom en rimlig tid. Vårt förslag är att planprocessen behöver effektiviseras och kortas ned till ca 3 år. Detta möjliggörs genom att Sverigeförhandlingens kommunavtal finns som grundförutsättning och att brobanekonceptet används som metod.

Regeringen behöver ge Nya Stambanor tillåtlighet för genomförande, och samtidigt prioritera Nya Stambanor högre än andra riksintressen inför villkorsprövningen.

Brobanor kan byggas med servitut för markåtkomst och med detta som utgångspunkt kan en reformering av dagens planprocess göras för Nya Stambanor. Brobanor ger då ett utmärkt tillfälle att se över och harmonisera dagens lagstiftning för järnvägsbyggande och hitta en enhetlig stegvis planprocess (se bilaga ESS stegvis process) för hela projektet. I en specialutredning har vi tittat på de juridiska aspekterna i detta och ser stora möjligheter.

Förslag till en förenklad planprocess:

- Regeringen beslutar om tillåtlighet och sätter ett högsta prioriterat riksintresse för Nya Stambanor.
- Lokalisering av korridor görs enligt Sverigeförhandling i samråd med kommunerna som sedan integrerar detta i översikts- och detaljplaner enligt PBL.
- Projektet använder servitut för markåtkomst och samordnar det med berörda kommuner.

- Villkor för byggnation av hela sträckan prövas en gång, i en stegvis process, av en instans för en sammanhållen värdering av projektets påverkan. Förslagsvis av en utvald Miljödomstol (MMD), där överklagan görs till Miljööverdomstolen (MÖD) och sedan Högsta domstolen (HD).
- Miljöfrågor och MKB hanteras enligt Miljöbalken i ett harmoniserat stegvis förfarande med övergripande villkor och samverkan med tillsynsmyndigheterna.

## Slutsats

Ett industrialiserat byggande baserat på prefabricerade broelement ger en snabbare byggnation och en bättre förutsägbarhet för kostnad och kvalitet. Resultatet från studien visar på en halverad byggtid och en reducerad kostnad jämfört med traditionellt byggande på banvall, som även innehåller betydligt större osäkerheter. Effekter på landskap, kulturmiljö och biologisk mångfald blir betydligt mindre under byggtiden jämfört med banvall. Bullerskydd kan systematiseras och integreras i brobanan och stationskoncept i upphöjt läge kan standardiseras för central placering. Takten för klimatomställning kan snabbas på med hjälp av en hög kravställning i projektet.

En genomförandetid på 12 år är möjlig fördelat på 3 år för uppstart och 9 års byggnation. Anläggningen kommer då samhället till nytta genom en stor kapacitetsökning redan efter 12 år med en renodlad höghastighetsbana. Detta gör det möjligt att räkna på avkastning och samhällsnytta inom överskådlig framtid.

Kostnaderna för hela projektet Nya stambanor fördelas enligt följande:

|                    |                              |
|--------------------|------------------------------|
| Byggekostnad       | 192 miljarder                |
| Beställarkostnad   | 27 miljarder                 |
| Beställarrisk (5%) | 11 miljarder                 |
| Totalt             | 230 miljarder (värdeår 2017) |

Ovanstående värdering gäller under förutsättning att följande förslag följs för byggnationen av Nya stambanor:

- Utgå från kommunavtalen i Sverigeförhandlingen
- Bygg på ett industrialiserat sätt med prefabricerade brobanor
- Organisera beställarfunktionen som ett separat statligt bolag med ett uppdrag för operativ tågdrift 9 år efter byggstart, och med mandat från Infrastrukturpropositionen 2021
- Lånefinansiera projektet fristående från den Nationella planen
- Reformera planprocessen där lagstiftning för järnvägsbyggande harmoniseras vilket resulterar i en maximalt 3-årig planprocess.
- Använd servitut för markåtkomst istället för expropriering
- Utnyttja en stegvis process med en enda instans för miljöprövning för hela sträckan
- Upphandla byggentreprenaderna i samverkan för en stegvis integrerad process
- Utför stationer i huvudsak enligt ett standardiserat upphöjt koncept, där så är möjligt

**Bilagor:**

- Bilaga A, Jämförelse brobana med banvall
- Bilaga B, ESS ett exempel på stegvis process
- Bilaga C, Väg/tid diagram 28 km
- Bilaga D, Uppstartsaktiviteter inkl planprocess och upphandling
- Bilaga E, Klimatpåverkan från betong och armeringsstål



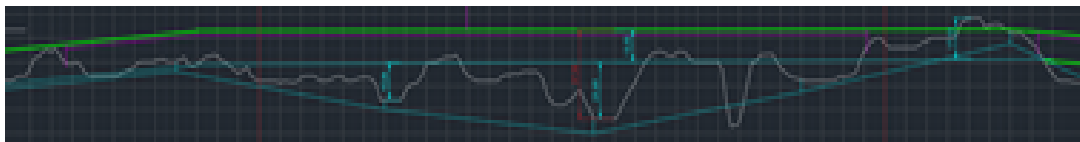
## Bilaga A

### Jämförelse av brobana med banvall

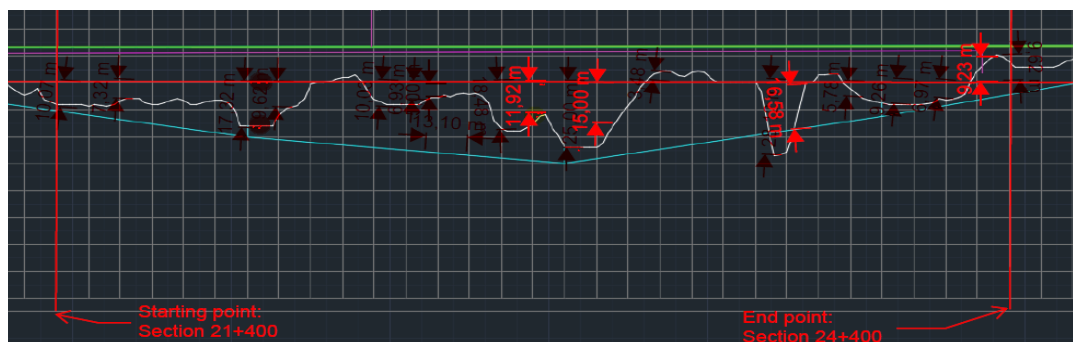
En jämförelse mellan brobana och banvall har gjorts på en sträcka av 3 km längs den 28 km långa sektionen. För att studera banvall har den valda spårlinjen för brobana parallellflyttats vertikalt ned ca 13,5 meter och följer för övrigt de krav som ställts på brobanans spårlinje.

Jämförelsen begränsas till tids- och kostnadsanalys för en produktionsinsats för underbyggnad och endast förberedelse för slab-track och BEST arbeten med en motsvarande del för brobana. Inga allmänna kostnader är med i analysen.

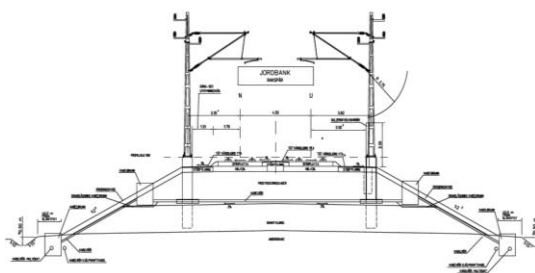
- Steg 1. Spårlinjen för brobana (= grön linje) parallellflyttas ned ca 13,5 m till banvall (= blå linje). Skala: 1 ruta horisontellt = 100 m, en ruta vertikalt = 10 m.



- Steg 2. Massberäkning inom vald 3 km sektion.



| Sammanfattning massberäkning   |         |    |
|--------------------------------|---------|----|
| Medel bredd bas inkl schakter: | 46,0    | m  |
| Medelhöjd                      | 8,5     | m  |
| Schakt                         | 50 225  | m3 |
| Fyll                           | 972 109 | m3 |



Figur 12. Typsektion jordbank (källa: Rejlers, 2017).

Använd sektion.

- Steg 3. Aktiviteter.

*Banvall*

Kommentar: Vissa bankhöjder över 10 meter bör troligtvis byggas som platsbyggda broar. I vår analys har vi inte värderat detta utan gjort en banklösning.

*Aktiviteter:*

- Överbyggnad arbets/service väg
- Vegetation avtagning
- Schakt skärning -
- Markförstärkning med 50% bankpållning 140 m/dag/rigg = 18 000 prefab btg pållar
- D6T mottagning morän 952 m3/dag totalt 970 000 m3
- Hyvel justerar terras 5000 m2/dag
- Utläggning 0/150
- Hyvel med gps



Färdig banvall

*Broana*

I den 3 km långa sektionen ingår 74 st pelare med fundament och 73 st prefabricerade brobanor.

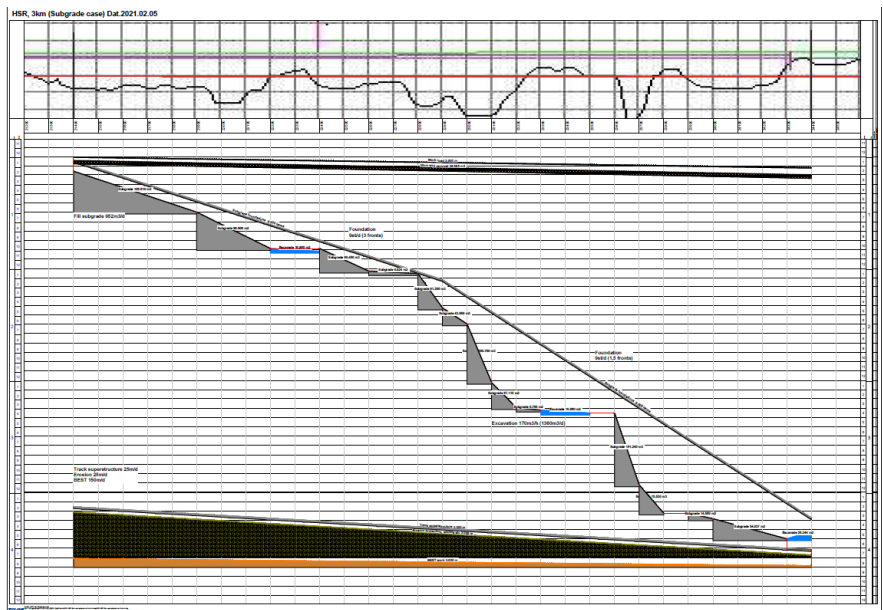
Pelarthöjden är i medeltal 12 m + 3,3 m överbyggnad.

50% av fundamenten pållas till berg (ca 15 m)

*Sammanfattning:*Tid

Kritisk tidslinje är följande:

*Banvall* - 47 månader (arbetsväg 1 mån, schakt och fyll 39 mån, erosion, dränering etc ca 2 mån), se Time-Way diagram.



*Brobana* - 11 månader (arbetsväg 1 mån. pelare 9 mån, bro 1 mån).

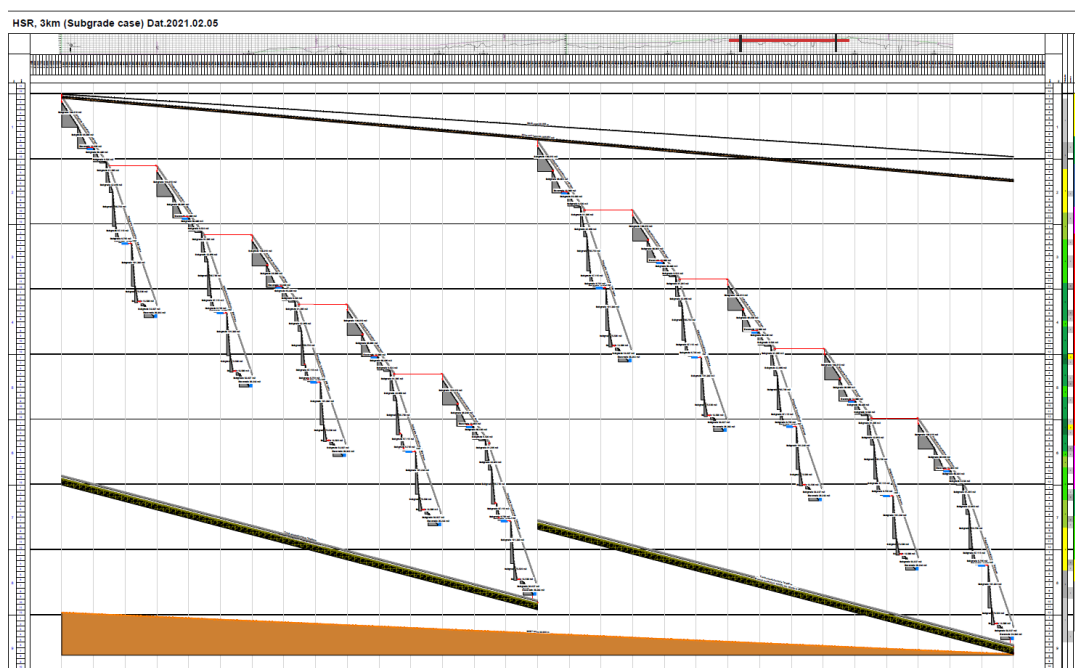
#### Produktionskostnad

*Banvall* - 669 mkr (schakt/fyll 189 mkr, bankpålning (50%) 465 mkr).

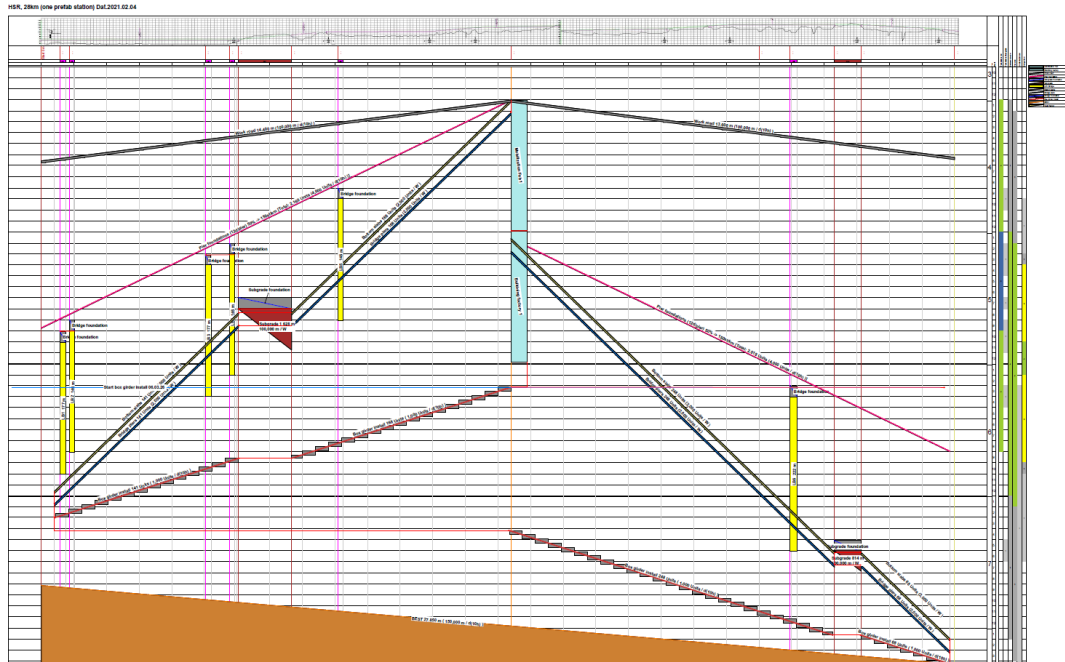
*Brobana* - 387 mkr (schakt/återfyll 6 mkr, betong 281 mkr, grävpålning (50%) 99 mkr)

#### Uppskalning till 28 km

*Banvall*: en total byggtid på 9,5 år och en produktionskostnad på 7 miljarder kr (ink 6 broar).



byggtid på 4 år och 3 månader- en motsvarande produktionskostnad 4,5 miljarder kr.



Osäkerheten med banvallskostnaden är stor då fler än 6 st långa broar behövs samt åtminstone en tunnel som inte är medräknad samt ett antal passager för vägar, dränering, vilt och kommersiella jord/skogsbruk. Brobanans kostnad är robust.

European Spallation Source (ESS) ett exempel på en stegvis tillståndsprocess

Det andra steget i processen var påbörjan av installationsarbetena i anläggningen, det krävde då en ny anmälan till SSM och ett godkännande av att åtgärderna i Steg 1 var fastställda och inarbetade. Det 3:e steget med driftsättning, kräver sedan ytterligare verifiering och godkännande av Steg 2 och därmed en ny ansökan.

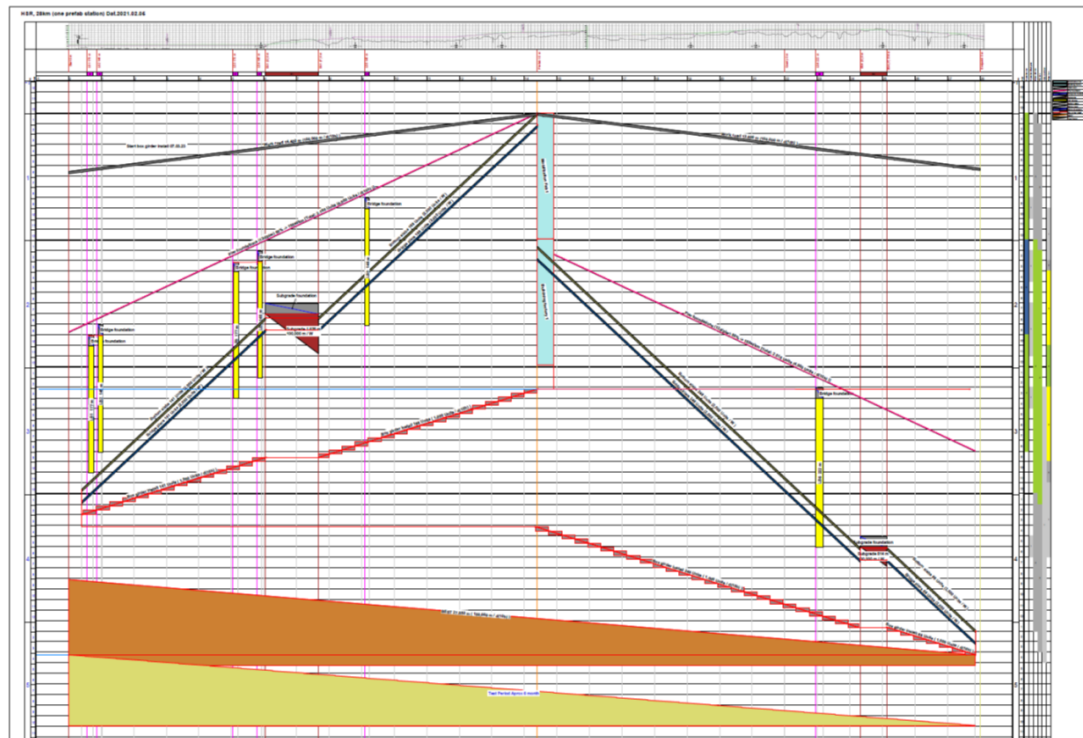
Arbetsättet blev överlag effektivt då byggnation kunde framskrida parallellt, samtidigt som rätt slutlösning utvecklades i säkerhetsgranskningen, projekteringen och kunde optimeras för produktionen. Viktigt var samverkan med SSM som tillsynsmyndighet och att kunna föra dialog kring olika alternativ och beslut. Processen fungerade mellan parterna och tack vare detta kunde tillräcklig strålsäkerhet etableras.

Den stegvisa processen var nödvändig för ESS då alternativet hade varit utredningar kring okänd teknik som hela tiden utvecklas och riskerar att förändras vartefter forskningen går fram. Därför var det nödvändigt med övergripande villkor samt ett arbetssätt som möjliggör utveckling genom en kontinuerlig dialog, där parter drar åt samma håll för effektiv anpassning och korrekt slutlösning.

Metodiken som fungerar för strålsäkerhet borde med fördel kunna användas för miljöåtgärder i ett komplext infrastrukturprojekt som Nya Stambanor som behöver levereras sammanhängande. Slut-lösningen ska givetvis ska uppfylla miljövillkoren, men kan utföras i kontinuerlig dialog på mest kostnadseffektiva sätt. Då kan entreprenörens kunskap kring kostnads och tidspåverkan för åtgärdsalternativ användas och rätt lösning kan anpassas i tät dialog med en tillsynsmyndighet. Alternativet som finns idag för Nya Stambanor är tre lagar (Jvg lag, PBL, och Miljöbalk) som var och en gör en MKB för prövning för olika delsträckor, ex Ostlänken, Lund och Borås, och då riskerar motverka varandra och som genererar ett lapptäcke av olika instanser som prövar dessa delar separat utan att någon instans har en helhetsbild.

## Bilaga C

### Väg/tid diagram 28 km





## Bilaga D

## Uppstartsaktiviteter inklusive planprocess och upphandling

| Processer för en effektiv uppstart av en sträcka på 80 km. |                                       |                                                                                                | Röd = regering, Blå = beställare, Gul = entreprenör |                                                     |                                                              |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Artal:kvartal                                              |                                       | Planprocess                                                                                    | Undersökningar                                      | Projektering                                        | Upphandling                                                  |
|                                                            | Steg 1= Regering/Riksdag              | Sverigeförhandlingen är utgångsläget för tillåtlighet och Prioriterat Riksintrasse Ny Stambana |                                                     |                                                     |                                                              |
| 1:1                                                        | Steg 2 - Beställar prep.              | Lokaliseringsutredning                                                                         | Desktop korridorer                                  | Prel Spårlinje projekterad                          | Industrimöten                                                |
| 1:2                                                        |                                       | Beslut av korridor                                                                             | Desktop kartunderlag i GIS                          |                                                     | Prekvalificering startar                                     |
| 1:3                                                        |                                       | Start MKB                                                                                      | Fas 1 - flygburen u-sök                             |                                                     | FU för Fas 1                                                 |
| 1:4                                                        |                                       |                                                                                                | Fas 1 - flygburen                                   |                                                     |                                                              |
| 2:1                                                        |                                       |                                                                                                | Fas 2 - geofysik startar                            |                                                     |                                                              |
| 2:2                                                        |                                       | MKB för horisontell linje etableras                                                            | Fas 2 - geofysik u-sök                              | Horisontell spårlinje fastlagd                      | Anbud för Fas 1                                              |
| 2:3                                                        | Steg 3 Fas 1 - TE entreprenör startar | Ansökan till Miljödomstol steg 1                                                               | Verifiering med provboring på utvalda platser       |                                                     | Kontrakt Fas 1                                               |
| 2:4                                                        |                                       | Servitutsförhandling                                                                           | Riskmodell uppdaterad med analys (AI)               | Faställa vertikal spår linje                        | Mobilisering TE entreprenör för Fas 1, tar över projektering |
| 3:1                                                        |                                       |                                                                                                |                                                     | Projektera koncept lösningar broar/tunnel/skäningar |                                                              |
| 3:2                                                        | Steg 4 Villkor kontrakt               | Miljödom villkor och stegvis metodik fastställs                                                | GBR etableras                                       |                                                     |                                                              |
| 3:3                                                        |                                       | Servitutavtal klar                                                                             |                                                     |                                                     | Riktpris                                                     |
| 3:4                                                        | Steg 5 Fas 2 Kontrakt                 |                                                                                                |                                                     | Detaljprojektering startar                          | Kontrakt Fas 2                                               |
| 4:1                                                        | Steg 6 byggstart                      | etablera tillsynsplan med Lst                                                                  |                                                     |                                                     | Mobilisering/byggväg                                         |
| 4:2                                                        |                                       |                                                                                                |                                                     | Detaljprojektering                                  | Start verifiering pelarlågen med borrkampanj                 |
| 4:3                                                        |                                       | Månatliga avstämningar kontrollplan miljö                                                      |                                                     |                                                     | Byggarbeten startar                                          |

## Bilaga E

---

### *Klimatpåverkan från betong och armeringsstål*

## **Nya stambanor – en ny förbindelse på brobanor** **Industrialisering av byggprocessen**

### Klimatpåverkan från betong och stål

Processerna inom byggindustrin står för ca 10 miljoner ton CO<sub>2</sub> per år, vilket motsvarar 20% av Sveriges totala utsläpp (IVA). Cementindustrin står för ca 3 - 5% av världens nettoutsläpp av CO<sub>2</sub> och motsvarande siffra för Sverige är ca. 5 – 6%. Stålintustrin står för ca. 10% av CO<sub>2</sub> utsläpp i Sverige.

Ett syfte med Nya stambanor är att flytta över trafik från flyg och personbilstrafik till järnväg och därmed minska klimatpåverkan. Skanskas förslag med upphöjda brobanor för Nya stambanor kommer att innebära att mer betong och stål används i konstruktionen, i förhållande till traditionella banvallar på marken. Det skall dock påpekas att masshanteringen och dess transporter samt grundläggningen blir betydligt mindre omfattande vid byggnation med upphöjda brobanor på pelare, vilket är gynnsamt för klimatpåverkan.

Ett stort projekt som detta kommer dessutom att kunna vara en pådrivande faktor för utveckling och innovationer som ger en betydligt lägre klimatpåverkan eller en klimatneutral användning av betong och stål inom tidsramen för projektet. För att uppnå detta är det viktigt att rätt krav ställs tidigt i projektet för att en implementering skall vara möjlig.

Cementa har antagit ett ambitiöst klimatmål, se "Färdplan cement för ett klimatneutralt betongbyggande" och fokuserar på fem områden för att nå klimatneutralitet 2030:

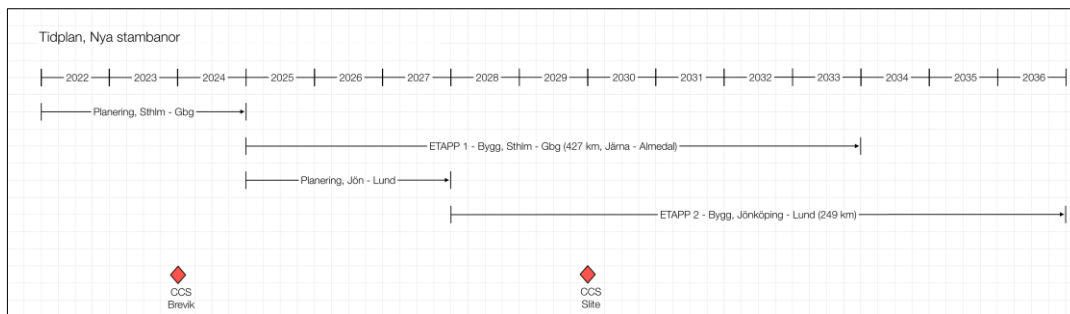
1. Energieffektivisering
2. Bränslen
3. Nya cementsorter
4. Karbonatisering
5. CCS (Carbon Capture & Storage)

Vad gäller CCS investerar Cementa nu i en fullskaleanläggning i Norge (Brevik) som skall vara färdig för användning 2024. Motsvarande anläggning kommer sedan att utföras i Slite med färdigställande 2030, under förutsättning att finansiering och tillstånd finns tillgängligt.

För armeringsstål så beror utsläppen av koldioxid på vilka råvaror som används i processen. Råvarorna utgörs av järnmalm (70%) och skrot (30%). Armeringsstål för den svenska marknaden tillverkas främst av skrot, tex vid Celsa ABs fabrik i Mo i Rana i Norge, där energin för tillverkningen kommer från vattenkraft. Det finns idag ingen tillverkare av armeringsstål i Sverige.

Tidplan för Nya stambanor

Tidplanen för Nya stambanor är baserad på följande antaganden. Byggstart för Etapp 1 (Sthlm – Göteborg) är januari 2025 och Etapp 2 (Jönköping – Lund) är januari 2028. Idrifttagande av CCS i Norge (Brevik) respektive Sverige (Slite) är inlagt vilket medför att cement med nära noll klimatpåverkan finns att tillgå från och med 2030. Enligt information från Cementsa kommer 50% av CO<sub>2</sub> utsläppen från processen att fångas upp med CCS 2024 och 100% 2030. Återstår är då 1/3 som i huvudsak utgörs av bränsle.

Klimatvinster

Genom överföring av trafik från flyg och personbilstrafik till järnväg på Nya stambanor erhålls ett minskat utsläpp av koldioxid.

Betong binder även CO<sub>2</sub> under sin livstid i och med karbonatiseringsprocessen men det är inte något som tagits med i nedanstående analys.

Sveriges utsläpp av CO<sub>2</sub> från flygtrafik var ca 10 miljoner ton (2017) varav inrikesflyg står för ca 7%, dvs 700000 ton (2017).

I enlighet med de antaganden som Professor Johan Silfwerbrand, KTH, använd i en nyligen publicerad debattartikel (SvD, 2/3 2021) används följande för att erhålla en uppskattning av storleksordningen på klimatvinsten.

|                                      |                                     |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| Reducering från flyg                 | 300 000 ton CO <sub>2</sub> -e/år.  |
| Reducering från persontrafik med bil | 200 000 ton CO <sub>2</sub> -e/år.  |
| <b>Totalt</b>                        | <b>0,5 Mton CO<sub>2</sub>-e/år</b> |

Betong

I klimatkalkylen från Mälarbanan (E9961) och i samtal med Skanska betong kan följande reduktion i CO<sub>2</sub> utsläpp erhållas genom att ersätta mängden cementklinker med flygaska eller slagg.

| Typ av betong                                                                           | kg CO <sub>2</sub> -e/kubikmeter betong | Reduktion |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------|
| Utan reduktion av cementklinker (OPC)                                                   | 384                                     | -         |
| Baserad på Anläggning FA (20% reduktion av cementklinker, 15% flygaska och 5% kalksten) | 312                                     | 19%       |
| "Grön betong", Skanska SIS (slagg)                                                      | 232                                     | 40%       |

Stål

I klimatkalkylen från Mälarbanan (E9961) räknar vi med 413 kg CO<sub>2</sub>-e/ton i enlighet med de EPD (Environmental Product Declaration) som erhållits från leverantören, Celsa Steel AB. Denna mängd CO<sub>2</sub> är baserad på Trafikverkets senaste uppgifter samt föranledd av att tillverkaren använder grön el från vattenkraft samt skrot som "råvara".

Beräkningsexempel

Följande antaganden har gjorts:

Allmänt -

- 2030 har 40% av totala mängden betong och armeringsstål använts i projektet Nya stambanor.

Betong -

- Processen står för 2/3 och bränslen 1/3 av utsläppen från cementtillverkningen.
- 2024 kommer utsläppen från cementprocessen i Brevik att vara reducerad med 50% genom CCS.
- 2030 kommer utsläppen från cementprocessen och bränslen i Slite att vara reducerade med 100% genom CCS och alternativa bränslen, dvs klimat neutralt.
- Bränslen som idag används för cementtillverkningen mellan 2024 och 2030 har 50% mindre CO<sub>2</sub> utsläpp än idag.

Stål -

- Ståltillverkningen efter 2030 har 50% mindre CO<sub>2</sub> utsläpp än idag, enligt Celsa ABs målsättning och deras EPD.

Total sträcka Nya stambanor – 676 km

Andel av sträckan som utgörs av betongbroar – 91% (615 km)

Volym betong per kilometer– 24 900 m<sup>3</sup>/km

Total volym betong – 15,3 milj m<sup>3</sup>

Total volym betong till 2030 – 6,1 milj m<sup>3</sup> (40% av 15,3 Mton)

Mängd armeringsstål per m<sup>3</sup> betong – 170 kg/m<sup>3</sup>

Total mängd armering – 2,6 milj ton

CO<sub>2</sub> från betong:

|                  |                                                                                                                |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| "Grön betong"    | $6,1 \cdot 10^6 \times 232 \text{ kg CO}_2/\text{m}^3 = 1,42 \text{ Mton CO}_2\text{-e}$                       |
| CCS (Brevik)     | $(1/3 \times 1/6) \times 1,42 \text{ Mton} = 0,71 \text{ Mton CO}_2\text{-e}$ (1/3 process, 1/6 bränsle, 2024) |
| CCS (Slite)      | 0 (CO <sub>2</sub> neutral, 2030)                                                                              |
| Totalt före 2030 | 0,71 Mton CO <sub>2</sub> -e (därefter nära noll)                                                              |

CO<sub>2</sub> från armering:

|                           |                                                                                                       |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Celsa (skrot), före 2030  | $0,4 \times 2,6 \cdot 10^6 \times 413 \text{ kg CO}_2/\text{ton} = 0,43 \text{ Mton CO}_2\text{-e}$   |
| Celsa (skrot), efter 2030 | $0,6 \times 2,6 \cdot 10^6 \times 206,5 \text{ kg CO}_2/\text{ton} = 0,32 \text{ Mton CO}_2\text{-e}$ |
| Totalt                    | 0,75 Mton CO <sub>2</sub> -e                                                                          |

**Totalt CO<sub>2</sub> utsläpp från betong och armeringsstål      1,46 Mton CO<sub>2</sub>-e (0,71 + 0,75)**

Baserat på ovanstående antaganden så kommer "klimatskulden" vara återbetald efter ca. 3 år ( $0,71 + 0,75$ ) Mton/0,5 Mton/år).

Ovanstående exempel ställer krav på tillverkningen av cement och stål.

- Investering i CCS måste ske skyndsamt
- Cementtillverkningen måste vara klimatneutral 2030
- Alternativa bränslen måste tas fram för cementtillverkning, senast 2024
- Tillverkningen av armeringsstål måste minska utsläpp av CO<sub>2</sub> med 50%, från 2030