

Prefabricerade betongbroar - vad hindrar dess användning i Sverige

Sean Kelly

2014

Prefabricerade betongbroar –
vad hindrar dess användning i Sverige

Sean Kelly

Report 5098

ISRN: LUTVDG/TVBM--14/5098--SE

ISSN: 0348-7911 TVBM

Byggnadsmaterial
Lundstekniska högskola
Lunds universitet
Box 118
221 00 Lund

www.byggnadsmaterial.lth.se

Building Material
Faculty of Engineering
Lund University
P.O. Box 118
SE-221 00 Lund
Sweden

www.byggnadsmaterial.lth.se

Sammanfattning

- Titel:** Prefabricerade betongbroar – vad hindrar dess utveckling i Sverige?
- Författare:** Sean Kelly
- Handledare:** Katja Fridh, Institutionen för bygg- och miljöteknologi, Byggnadsmaterial, LTH
Lars Persson, NCC
- Problemställning:** NCC Montagebro har haft svårt att få ett genomslag på marknaden och detta kan bero på flera olika anledningar. En av de saker som ofta omnämns är att de inte är estetiskt tilltalande. Vilka möjligheter som det finns för prefabricerade broar är något som inte undersökts tidigare.
- Syfte:** Examensarbetets mål är att undersöka vilka möjligheter det finns för att öka attraktionskraften hos prefabricerade betongbroar. Det som arbetet kommer att fokusera på är hur man kan minska/undvika färgskiftningar i platsgjuten och prefabricerade betongkomponenter och vilka möjligheter det finns att utveckla prefabricerade betongbroar utseendemässigt.
- Metod:** Arbetet kommer främst att baseras på kvalitativa intervjuer samt en litteraturstudie. Utöver detta har även ett platsbesök utförts i Skänninge där två stycken NCC Montagebroar har byggts.
- Slutsatser:** Det finns stora möjligheter att utveckla prefabricerade broar. För att öka möjligheterna och attraktionskraften hos prefabricerade broar finns det flera olika vägar att gå, en av dessa är att arbeta med ytorna. Betong erbjuder stora möjligheter att experimentera med ytor, genom grafisk betong eller genom olika strukturer i ytan genom exempelvis olika matriser.
- Skiftningar i färg mellan prefabricerad och platsgjuten betong är inget som den vanliga betraktaren lägger märke till. Skiftningar i färg förekommer inte enbart mellan prefabricerad betong och platsgjuten utan det uppstår även skiftningar mellan olika gjutetapper i den platsgjutna betongen.

Prefabricerade betongbroar – vad hindrar dess utveckling i Sverige?

För att öka attraktionskraften hos prefabricerade broar bör möjligheten till spännarmerade balkar undersökas. Detta skulle öka användningsområdena för de prefabricerade broarna avsevärt då större spännvidder kan uppnås. En annan utveckling skulle vara att ta fram en utbytbar kantbalk. Kantbalkar behöver repareras eller bytas ut då dessa är i en utsatt miljö. Att då erbjuda en möjlighet att byta ut denna utan stora ingrep borde öka marknaden för prefabricerade broar.

Idag ställs det samma krav på broar som byggs där få personer ser dem som på broar som byggs där många människor passerar och ser dem. Detta känns onödigt då det i många fall inte är någon som kommer att betrakta broarna bortsett från någon enstaka person. Det borde då vara bättre att ställa olika krav på dessa broar så att kraven på utformning blir lägre, exempelvis genom att inte behöva jobba med betongytorna på samma sätt, för broar där få passerar samtidigt som mer resurser och fokus kan läggas på broar där fler personer passerar och får ta del av dessa byggnadsverk.

För att göra det enkelt för beställare att se vilka valmöjligheter som finns med prefabricerade broar kan en katalog utvecklas, där brons grundkonstruktion är en enkel prefabricerad bro, men som sedan kan byggas på med olika tillval. Exempelvis ytstrukturer, färger eller olika ”kjol-paket”, dessa skulle vara olika tillvalspaket.

Det finns olika ingrep som skulle höja prefabricerade broars estetiska framtoning. Det gäller att någon är villig att ta initiativet och risken för att utveckla prefabricerade broar.

Nyckelord: Prefabricerade broar, prefabbroar, NCC Montagebro, broestetik, utformning av broar, tillvalspaket

Abstract

Title: Precast concrete bridges – what is preventing its development in Sweden?

Author: Sean Kelly

Supervisors: Katja Fridh, Department of building and environmental technology, division of Building material, LTH
Lars Persson, NCC

Background: The NCC Montagebro concept has had a hard time to get a breakthrough on the market and this can depend on several different reasons. One reason that usually is mentioned is that these bridges are not aesthetically pleasing. Which possibilities they have is something that has not been studied yet.

Purpose: The purpose of this study is to investigate which possibilities there are to increase the appeal of NCC precast Concrete bridges. This study will focus on how to avoid/decrease the shifting of colour between precast concrete and in-situ cast concrete and also to investigate which possibilities there are to develop precast concrete bridges aesthetically.

Method: The main method of investigation is through qualitative interviews and also a literature review. In addition to this a site visit was made to Skänninge where NCC has constructed two of their precast concrete bridge, NCC Montagebro.

Conclusions: There are big possibilities to develop precast concrete bridges. To increase the possibilities and attractiveness of precast concrete bridges there are several different measures that can be made. One example is to work with the surfaces. Concrete offers large possibilities to experiment with its surfaces, either through graphical concrete or surface structures, using different kinds of matrices.

Shifting in colour between precast concrete and in-situ cast concrete is not something that the regular viewer of the bridge will notice. Colour shifting does not only exist between precast concrete and in-situ cast concrete, shifting in colour also arises between different in-situ cast concrete segments.

To increase the attractiveness of precast concrete bridges the possibility of pre-stressed concrete beams should be studied. This would increase the field of application for precast concrete bridges with a substantial amount when larger spans can be achieved. Another possible feature to develop is a replaceable edge beam. The edge beams are placed in a tough environment and they often need to be replaced or repaired. To be able to offer a solution that does not interfere as much during replacement of old edge beams should increase the market for precast concrete bridges.

Today the same demands on aesthetics are put on Swedish bridges built where few people see them as bridges built where many people pass. This feels unnecessary as there in many cases are only few people who will observe these bridges. The demands on the aesthetics could be different depending on if a bridge is built where few people pass, where demands on appearance could be lower, or if it is built where a lot of people will observe the bridge. On bridges where many will observe them more focus and resources could be used.

To make it easy for the customer to see which options there are with precast concrete bridges, a catalogue could be developed. In this there should be a simple precast concrete bridge as a first bare option and to this the customer could choose from different options to make the bridge more aesthetically pleasing. Examples of different options are surface structures, colours or different “hang-on” which change the bridges contour, these would be different option packages.

There are several different easy actions that can be made to increase precast concrete bridges aesthetic appearances. Somebody needs to be willing to take the initiative and risk of developing precast concrete bridges.

Keywords: Precast concrete bridges, precast bridges, NCC Montagebro, bridge aesthetics, bridge design, option packages

Förord

Denna rapport har skrivits för NCC Construction Sverige AB vid NCC Anläggning i Jönköping.

Att sätta sig in i detta ämne som rapporten behandlar har varit mycket spännande. Hur man arbetar med utformning av broar och hur tankarna hos folk i branschen går har varit lärorikt att höra, det finns mycket tankar och bra idéer.

Jag vill tacka mina handledare för deras hjälp i skrivandet av denna rapport. Jag vill även rikta ett stort tack till mina chefer i Jönköping som har haft förståelse och deras stöd för mig och min situation under tiden som mitt vanliga jobb och examensarbete har gått parallellt.

Jag vill även rikta ett tack till de personer som deltagit i intervjuer och ställt upp med sin tid för att med entusiasm berätta om sina åsikter och erfarenheter.

Under skrivandet av arbetet har jag fått hjälp och tillstånd att använda bilder, dessa personer skall ha ett stort tack för detta.

Sist vill jag tacka familj, flickvän och vänner för deras stöttning under skrivandet av denna rapport.

Jönköping, 2014

Sean Kelly

Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	IV
Abstract.....	VI
Förord.....	VIII
Innehållsförteckning	X
1 Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	1
1.3 Mål	1
1.4 Avgränsningar	1
1.5 Disposition	2
1.6 Metodik.....	2
2 Litteraturstudie	4
2.1 Historik.....	4
2.2 Brobyggnad i Sverige.....	8
2.3 Trafikverkets definition av broar och olika typer av broar	15
2.4 Prefabricerade betongbroar	19
2.5 Estetik.....	27
3 Resultat	38
3.1 Förklaring av intervjufrågor	38
3.2 Resultat av intervjuer.....	41
4 Analys.....	50
4.1 Vilka möjligheter finns det för prefabricerade broar?.....	50
4.2 Kan det vara aktuellt att använda färgad betong?	52
4.3 Hur ska man kunna få en snyggare bro?.....	53
5 Slutsatser.....	54
5.1 Slutsatser.....	54
5.2 Fortsatta studier.....	56

Prefabricerade betongbroar – vad hindrar dess utveckling i Sverige?

6 Referenser	57
7 Bilagor	60
7.1 Bilaga 1 – Inför diskussioner	60
7.2 Bilaga 2 - Diskussionsfrågor	61
7.3 Bilaga 3 – Bilder att diskutera kring	62
7.4 Bilaga 4 – Sammanställning av intervjuer	67

1 Inledning

1.1 Bakgrund

NCC har varit utvecklat en prefabricerad och standardiserad bro, NCC Montagebro. Det är en bro där överbyggnaden prefabriceras medan underbyggnaden är platsgjuten. Överbyggnaden består av balkar tillverkade i betong på fabrik vilka monteras på underbyggnaden och lagren. Dessa gjuts sedan ihop. Trots att den är kostnadseffektiv har den haft svårt att slå igenom.

I Sverige har prefabricerade broar haft svårt att slå igenom. I länder runtom i världen har man kommit mycket längre än vad Sverige har gjort. Motståndet mot prefabricerade broar har många olika anledningar, bland annat bristande kvalitet, misstro mot lönsamhet och att personer vill sysselsätta sina yrkesarbetare. En annan orsak som personer i branschen nämner är att prefabricerade broar är oattraktiva/ inte estetiskt tilltalande.

1.2 Syfte

- Undersöka vilka möjligheter som finns att öka attraktionskraften hos prefabricerade broar.
- Undersöka möjligheterna att göra dem mer estetiskt tilltalande.
- Undersöka hur färgskiftningar i betong påverkar utseendet och vilka möjligheter det finns att använda sig av färgad betong.

1.3 Mål

Målet med arbetet är att medverka till att ta fram en attraktivare bro som har större genomslag på marknaden än dagens prefabbroar vilket förhoppningsvis kan leda till samhällsekonomiska vinster genom att byggandet av broar går snabbare och trafik inte behöver stängas av lika länge som för en traditionellt byggd bro. Ett annat mål är att påvisa de möjligheter som finns med prefabricerade broar och öka medvetenheten om dessa möjligheter.

1.4 Avgränsningar

Detta arbete har utgått från NCC Montagebro men har även behandlat prefabricerade betongbroar i allmänhet. Utgångspunkten har varit att undersöka vilka anpassningsmöjligheter personer i branschen kan se med prefabricerade betongbroar. Jag har valt att inte ta hänsyn till om dessa idéer är genomförbara praktiskt och konstruktionsmässigt. Då arbetet inte har som syfte att behandla olika upphandlingsformer har detta inte tagits hänsyn till. I rapporten innebär det att om det står prefabricerade broar/prefab broar att dessa är av betong.

1.5 Disposition

Upplägget på rapporten är följande: första kapitlet behandlar bakgrund, syfte, mål och metodik. Andra kapitlet innehåller litteraturstudien som använts som bakgrund till analysen. I det tredje kapitlet redovisas resultat medan det fjärde analyserar dessa resultat. Kapitel fem innehåller slutsatser som dras av analyserna och resultaten.

1.6 Metodik

1.6.1 Litteraturstudie

I litteraturstudien läggs grunden för att få en förståelse hur brobyggnationen har utvecklats i Sverige och världen. Här beskrivs även en arbetsgång för hur man kan arbeta med broestetik och vilka brodelar som det bör läggas fokus på gällande utformning.

1.6.2 Intervjuer

Intervjudelen är den främsta metoden i detta arbete. Intervjuerna har skett med personer som på något sätt har arbetat med brobyggnad i Sverige. Det finns olika sätt att genomföra en intervjudel på, antingen genom en kvantitativ undersökning eller genom en kvalitativ undersökning. I denna rapport har det genomförts en kvalitativ undersökning där färre personer har deltagit men dessa har istället fått svara fritt på frågorna (redovisas i Bilaga 2). En kvalitativ undersökning har valts för att denna hjälper till att bidra till en djupare förståelse än om en kvantitativ undersökning genomförts (Häger, B, 2007).

Intervjuerna har skett över telefon och att de intervjuade har besökts för att träffas ansikte mot ansikte. Främst har målet varit att träffa de intervjuade men då detta inte har gått har intervjuerna fått ske över telefon.

De intervjuade har varit i följande yrkeskategorier:

- Platschef (1 st.)
- Konstruktör/projektör (5 st.)
- Beställare (1 st.)
- Landskapsarkitekt (1 st.)
- Prefab leverantörer (2 st.)

Antalet intervjuade har varit totalt 10 st., där huvuddelen var konstruktörer/projektörer. Intervjuerna har försökts att utföras individuellt men vid två tillfällen har det fått ske i gruppform.

Inför intervjuerna har ett utskick gjorts till intervjupersonerna med ett förklarande brev samt intervjufrågorna (se bilaga 1 och 2) för att de skulle kunna läsa igenom frågorna och få en uppfattning innan intervjun började.

1.6.3 Felkällor

En stor felkälla är det låga antalet intervjuade personer i undersökningen. För att erhålla bättre resultat från intervjuerna bör det hållas fler intervjuer. Då antalet intervjuade har varit få i vissa yrkeskategorier så går det inte att utläsa vad dessa tycker i denna undersökning. För att få en bra uppfattning av vad en yrkeskategori anser bör man intervjua fler ur varje kategori.

2 Litteraturstudie

Syftet med denna litteraturstudie är att ge läsaren en grundläggande kunskap om utvecklingen som har skett inom brobyggnation. Studien börjar med en historisk tillbakablick som sträcker sig från att människor börjar röra sig, fram tills idag. Efter detta får läsaren en inblick i vilka olika typer av broar det finns och en översikt över vilka styrkor respektive nackdelar de olika brotyperna har. Avslutningsvis behandlar litteraturstudien estetik inom brobyggnad, hur det arbetas med utformning och formgivning av broar samt vilka riktlinjer som finns.

2.1 Historik

Före industrisamhället

Broar har funnits så länge människan har haft ett behov av att förflytta sig mellan olika platser. Broarna som människan började bygga var i regel mycket enkla och korta samt att de enbart sträckte sig över ett spann. Materialen som användes var de naturen hade att erbjuda, exempelvis stenblock eller trädstammar. Broar av denna typ var tillräckliga så länge människor färdades till fots och inga större laster belastade dessa broar (Ahlberg, Spade, 2001).

I samband med att samhällen utvecklades och blev till stater blev kraven på kommunikationen genom rikena större. Detta medförde att människor började använda sig av andra transportmedel än att enbart färdades till fots. Nya transportslag var till häst eller med häst och vagn. Detta gjorde att de primitiva broarna inte längre räckte till utan nya längre och starkare konstruktioner behövdes. Till slut blev kraven på kommunikation så pass stora att många stater införde en form av vägväsen vars uppgift var att bygga och underhålla vägar och broar (Ahlberg, Spade, 2001).



Bild 1 Stenvalvsbro längs Karl Johansvägen, Åre kommun. Byggt på 1800-tal. (Wikipedia (a), 2014)

Att stater började engagera sig i brobyggandet innebar en ny fas för brobyggandet. Brobyggande blev nu en egen byggnadskonst med särskilda brobyggmästare. Dessa brobyggmästare var högt ansedda för sin kunskap. Ritningar och beräkningar användes sällan utan de byggde broar på känsla och med den kunskap som fanns i "Gillet's Hemlighet". I regel blev resultatet också mycket bra (Ahlberg, Spade, 2001).

Materialen som användes var desamma som hade använts i de primitiva broarna, men nu skulle broarna klara större laster samt att de skulle vara längre och bredare. Detta gjorde att nya tekniker var tvunget att utvecklas. Brospannet byggdes med flera olika byggdelar samt att det skildes på de delar som var bärande och de delar som var burna. Det var under denna tid som brokonstruktioner med valv kom till. I valvet lades stenar som tog upp tryckkrafterna och fördelade ut dessa till grunden (Ahlberg, Spade, 2001).

I romarriket medförde brobyggarkonsten att andra tekniker utvecklades. Till exempel för att kunna bygga ett brostöd i vatten så kördes pålar ner runt brostödet i två lager. Mellan dessa lager med pålar fylldes det på med lera vilket medförde att man fick en typ av vattentät spont. När leran var ditfylld kunde man tömma på vatten och grundlägga brostödet (Brown, D, 1996). En nackdel med att bygga dessa broar var att det var väldigt tungt arbete. Det krävdes även god tillgång på sten. Om de inte utfördes på rätt sätt fanns också risk att de kollapsade redan innan de var färdigbyggda, men om allt utförts på rätt sätt så kan broarna stå i hundratals år (Ahlberg, Spade, 2001).

I Sverige började man tidigt att bygga valvbroar. Redan under 1100-talet omnämns en stenvalvbro över Svällingeån i Östergötland. Dock kom denna konst igång på allvar först under 1600-talet. Idag finns ett flertal broar kvar från denna period. (Ahlberg, Spade 2001). Se bild 1 ovan, en äldre stenvalvsbro i Åre kommun.



Bild 2 Träbro från 1737, Skellefteå (Träguiden, 2015).

Ett annat material som användes mycket i Sverige var trä. Då utnyttjades trädstammar som balkar i broarna. Ett flertal balkar användes vilka man sedan spikade fast plank på vilket blev farbanan. De enklare balkbroarna utfördes vanligtvis inte längre än 5-10 meter. Då det krävdes lägre spännvidder utnyttjade man stöd för att öka bärigheten. Exempelvis kunde snedställda stöd mot landfästen utnyttjas (Ahlberg, Spade, 2001).

Träbroar var dyra att underhålla då trämaterialen var mycket känsliga för röta och isgång. Idag finns enbart ett fåtal gamla träbroar bevarade i Sverige (Ahlberg, Spade, 2001). Bild 2 ovan är en träbro från 1737.

Industrisamhället

I samband med industrialiseringen av samhället under 1700-talet så utsattes mänskligheten för stora förändringar. Industrialiseringen innebar att nya upptäckter gjordes, nya uppfinningar, nya arbetssätt och även nya transportslag. Utvecklingen som påbörjades under denna period ställde nya krav på kommunikationer (Ahlberg, Spade, 2001).

De nya kommunikationskraven gjorde att krav på masstransporter ökade vilket medförde att nya transportslag var tvungna att utvecklas. Till en början utvecklades ett kanalsystem för att tillgodose behoven, men detta hade sina begränsningar i form av att det var tidskrävande att bygga och att det var svårt att ta sig överallt. Istället utvecklades ett helt nytt transportslag, järnvägen. Världens första kommersiella järnväg byggdes mellan Stockton och Darlington i norra England mellan 1823-1825. Järnvägen spreds sedan snabbt runt om i världen. År 1850 fanns ca 35 000 km järnväg, 1875 ca 300 000 km och vid år 1900 fanns så mycket som 800 000 km järnväg. I Sverige byggdes den första järnvägen i Värmland och togs i bruk år 1849 med hästdragna vagnar. Sex år senare ersattes hästarna med ett lokomotiv. (Ahlberg, Spade, 2001)

Detta medförde ytterligare krav på broarna. Till en början försökte man att undvika hinder i landskapet genom att kringgå dessa. De få hinder som man ändå var tvungen att passera utfördes på ett traditionellt sätt med korta balkar av järn och trä. Dock gick det tillslut inte att undvika hinder och kraven på broarna blev större då lasterna från järnvägen var större. De traditionella broarna som tidigare använts var olämpliga för de nya kraven som ställdes, exempelvis klarade inte stenvalvsbroar av de spännvidder som krävdes och träbroarna hade för dålig beständighet. Detta medförde att nya konstruktionsmaterial behövde utvecklas (Ahlberg, Spade, 2001).

I England byggdes den första järnbron redan 1779 med gjutjärn. I Sverige kom detta nya bromaterial till Sverige 1813 då en bro byggdes över Göta kanals första etapp. Efterföljande år så byggdes flera gjutjärnsbroar, men ganska snart insåg man att dessa broar inte var bra då de blev ganska tunga. Man började då använda stål, den första svenska stålbron byggdes år 1846 inne på Karlsborgs fästning. Tillverkningen av stål

Prefabricerade betongbroar – vad hindrar dess utveckling i Sverige?

var dyr vilket gjorde att en minskning av mängden stål var önskvärd. Detta ledde till att man plockade bort så mycket stål som möjligt och bara lämnade så mycket kvar som man antog behövdes (Ahlberg, Spade, 2001).

Nästa stora steg i broutvecklingen var återinförandet av betong som byggnadsmaterial. Betong var känt som byggnadsmaterial redan under romarriket. Under början av 1800-talet utvecklades det hydrauliska bruket som användes i betongen till en produkt vilken framställdes i fabriker, och inte som tidigare med nermalt tegel eller olika vulkaniska bergarter. Utvecklingen började i England och spred sig sedan för att 1874 nå Sverige (Ahlberg, Spade, 2001).

Det var svårt för betongbroar att bli accepterade i början då det fanns osäkerhet på om materialet skulle klara de laster det utsattes för. Det var först under första världskriget som detta förändrades. Tyngre laster och högre hastigheter krävde nya broar som klarade detta. När även priserna på stål steg så medförde detta en materialbrist vilket i sin tur gjorde att en optimering av brokonstruktioner av armerad betong genomfördes. Det var nu som det på allvar började byggas broar av det nya materialet armerad betong (Ahlberg, Spade, 2001).

Nästa stora steg i utvecklingen av betongbroar var den att spännarmera betong. Tekniken utvecklades i Frankrike och Tyskland omkring 1930. Fördelen med detta är att sprickbildning kunde undvikas. En annan fördel är att balkar med spänd armering blir starkare vilket gör att de inte behöver vara lika stora och tunga, utan de kan göras lika starka fast med mindre tvärsnitt. Den första bron att byggas med spännarmering i Sverige var Klockestrandsbron som byggdes 1943 över Ångermanälven i Kramfors kommun (Ahlberg, Spade, 2001).

2.2 Brobyggnad i Sverige

Definition

I Sverige har vi byggt broar i alla tider. I Sverige definieras idag en bro som en konstruktion som har en fri öppning större än 2 meter, se bild 3 nedan (Vägverket (a), 1996).

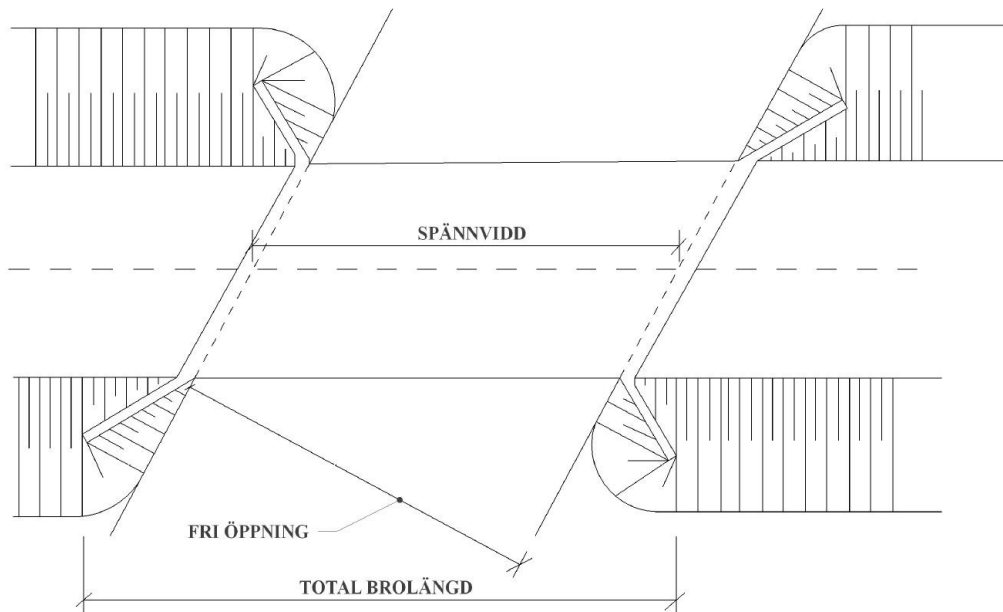


Bild 3 Definition av en bro.

Det finns många olika sätt att dela in broar på. Det vanligaste är att man brukar dela in broar med avseende på vilken typ av trafik som skall färdas på bron. Indelningen av broar blir då följande:

- Järnvägsbroar – För spårbunden trafik
- Vägbroar – För biltrafik (bilar, lastbilar)
- Gång- och cykelbroar – För fotgängare och cyklister
- Krigsbroar – Oftast tillfälliga broar för militär trafik

Dock är det vanligt med kombinationer av dessa, framförallt av vägbroar och gång- och cykelbroar. Öresundsbron är en kombination av järnvägsbro och vägbro (Vägverket (a), 1996).

Ett annat vanligt sätt att indela broar på är genom att dela in dem beroende på vilken typ av material som de tillverkats av. Det är i första hand huvudbärverkets material som då syftas till, detta då det kan finnas kombinationer av olika material. Exempelvis är Motalabron på Rv 50 en samverkansbro mellan stål och betong, där

Prefabricerade betongbroar – vad hindrar dess utveckling i Sverige?

huvudbärverket är i stål medan farbanan är i betong, se bild 4 nedan. Följande material är vanligt att dela in broar i:

- Träbroar
- Stålbroar
- Betongbroar
- Stenbroar



Bild 4 Motalabron, samverkansbro stål och betong, (Trafikverket (d), 2014. Fotograf: Kerstin Ericsson).

Ytterligare ett vanligt sätt att dela in broar i är beroende på vilken typ av bärverk de har. Nedan följer ett exempel på olika bärverkstyper:

- Plattbroar
- Rambroar – Plattbro där plattorna/balkarna är inspända i stöden
- Balkbro
- Fackverksbro
- Bågbroar
- Hängbroar

Se även bild 5 nedan.

I Sverige är den vanligaste brotypen en rambro av armerad betong (Åhström, 2010).

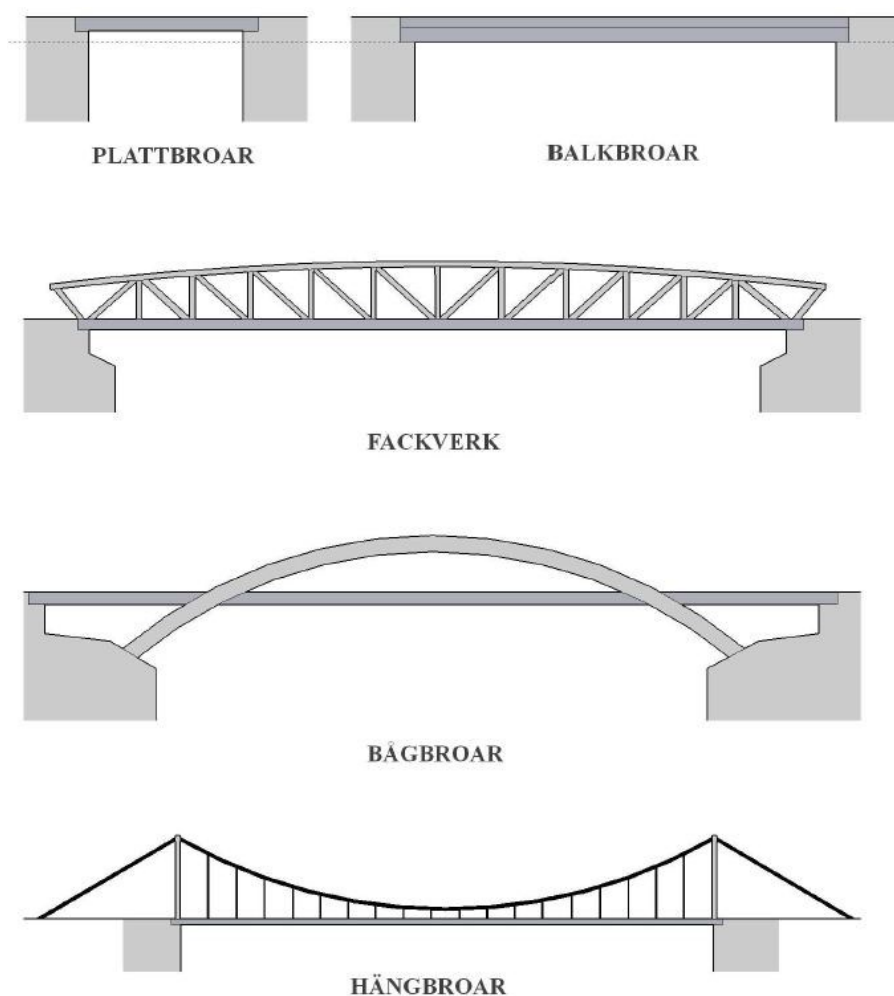


Bild 5 Olika brotyper.

Brokonstruktion

De två huvudbeståndsdelarna i en bro är underbyggnaden och överbyggnaden, se bild 6 nedan. Överbyggnadens syfte är att ta upp alla laster från trafiken och sedan föra dem vidare neråt i konstruktionen. Principen för konstruktionen är densamma oberoende av vilket material som bron är tillverkad av. Gränsen mellan överbyggnaden och underbyggnaden brukar vara vid de lager som finns på en bro. I rambroar, som saknar lager då de är fast inspända, så sägs gränsen gå i gjutfogen mellan ramp och brobaneplatta (Vägverket (a), 1996).

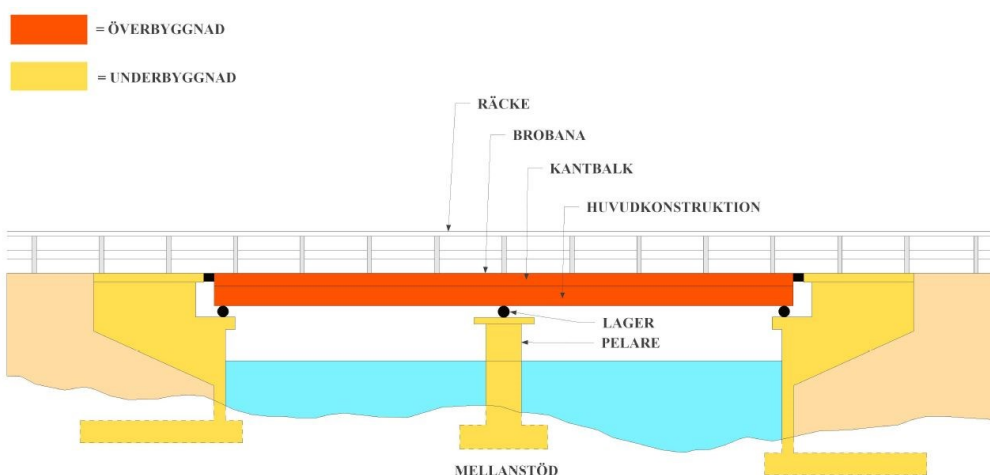


Bild 6 En bros olika konstruktionsdelar.

Underbyggnad

En bros underbyggnad är de delar som ska ta upp lasterna från överbyggnaden och föra dessa vidare ner i grundläggningen. Underbyggnaden består av flera olika konstruktionsdelar och dessa är bottenplatta, frontmur, lagerpall, grusskift och vingmur, se bild 7 nedan. Dessa delar ingår i det så kallade landfästet som utgör avslutningen på bron (Vägverket (a), 1996).

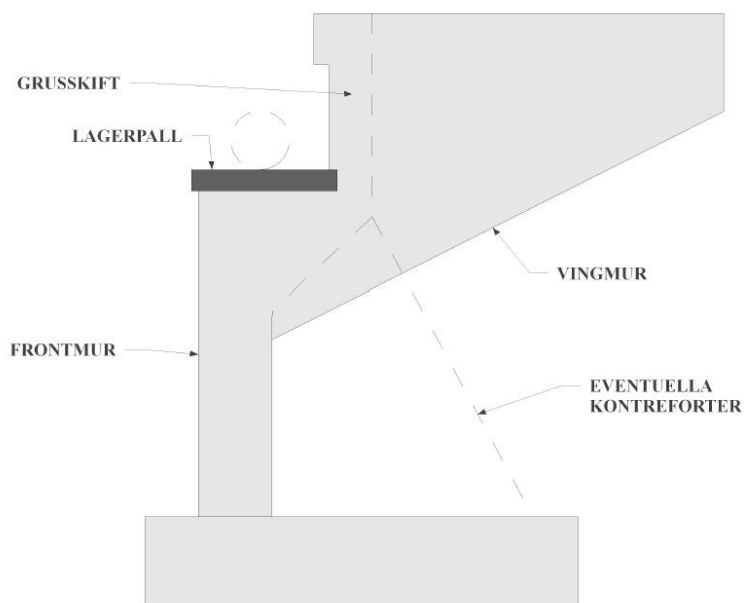


Bild 7 Underbyggnad.

Lagerpallen är till för att hålla bronns lager. Undersidan av lagret är vanligtvis där gränsen för underbyggnaden/överbyggnaden. Rambroar saknar lager då plattorna/balkarna istället är fast inspända i frontmuren, vilket medför att för en rambro kan vara svårare att definiera gränsen mellan överbyggnad och underbyggnaden (Åhström, 2010). Då utförs gränsen vanligtvis med ett horisontellt snitt vid votens anslutning till frontmuren (Trafikverket (a), 2011).

Om en bros spännvidd blir så lång att den inte klarar av att ta upp lasterna i ett spann måste den ha ett så kallat mellanstöd. Detta är också en del av underbyggnaden. Mellanstödet utformas oftast som en skiva alternativt som pelare. Om dessa stöd skall placeras i vatten bör de inte vara uppdelade på grund av strömmar och istryck. Det är att föredra att utföra stödet ingjutet i brobanan men det kan även lösas med hjälp av lager i toppen (Vägverket (a), 1996).

Vingmurarna används för att fänga upp de höjdskillnader som uppstår mellan omgivande terräng och bronns ände, se bild 8 nedan. Längden på vingmurarna bestäms av höjdskillnaderna och de släntlutningar som finns att förhålla sig till. Brons anslutande ramben bör vara 10 cm tjockare än vad vingmuren är, detta medför begränsningar för längden på vingmurarna. Exempelvis bör inte en plattrambro med mindre spännvidder ha vingmurar längre än 4,5 m. En annan aspekt att ta hänsyn till är att om vingmurarna blir för långa kommer dessa att bli dominerande för bronns estetik. Ett riktvärde som finns är att inte utföra vingmurar längre än bronns fria spännvidd (Vägverket (a), 1996).

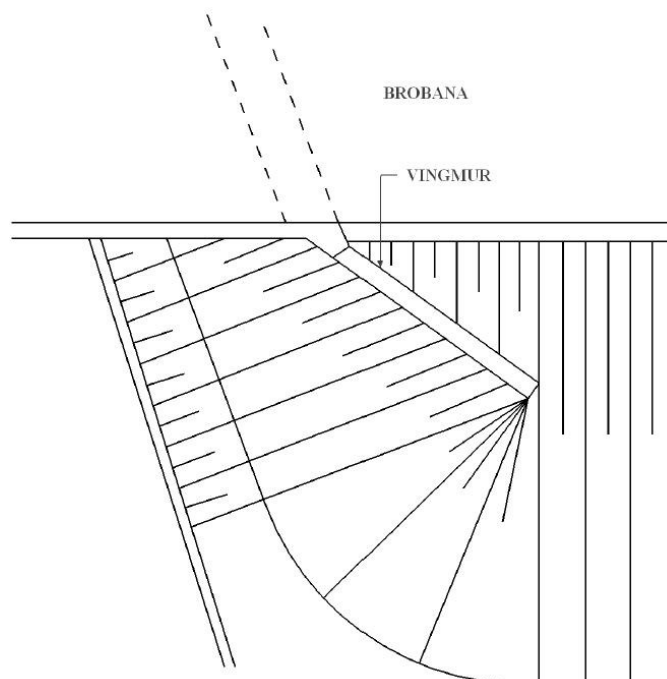


Bild 8 Vingmur, vy från ovan.

Överbyggnad

Överbyggnaden är som nämnts tidigare till för att transportera ner lasterna från det som färdas över bron, till exempel trafik, ner i underbyggnaden. En överbyggnad består av flera olika komponenter, se bild 9 nedan, dessa är följande:

- Brobana med kantbalk
- Beläggning
- Isolering
- Avlopp
- Räcke

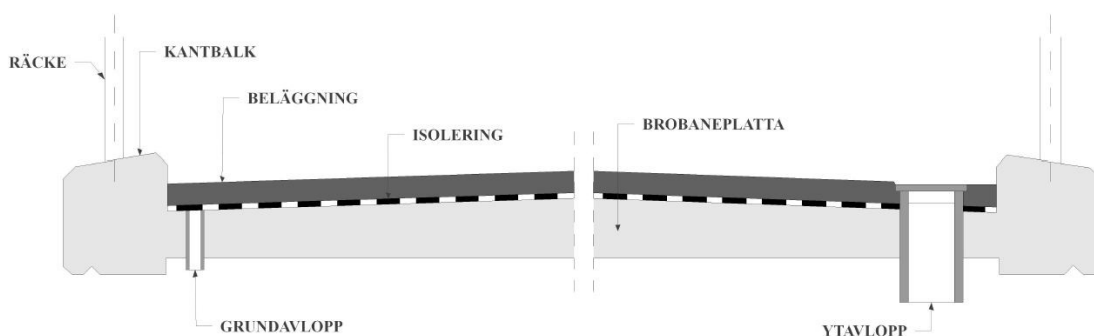


Bild 9 Överbyggnad.

Brobanan är den största delen av överbyggnaden, se bild 10 nedan för olika brobanetvärsnitt. Det är denna som tar upp lasterna och för dem vidare neråt i konstruktionen. Den kan antingen vara huvudbärverket eller så kan den vara det sekundära bärverket som är ihopjutet med exempelvis balkar eller en låda. Då brobanan är i betong ställs det höga beständighetskrav på betongen (Åhström, 2010).

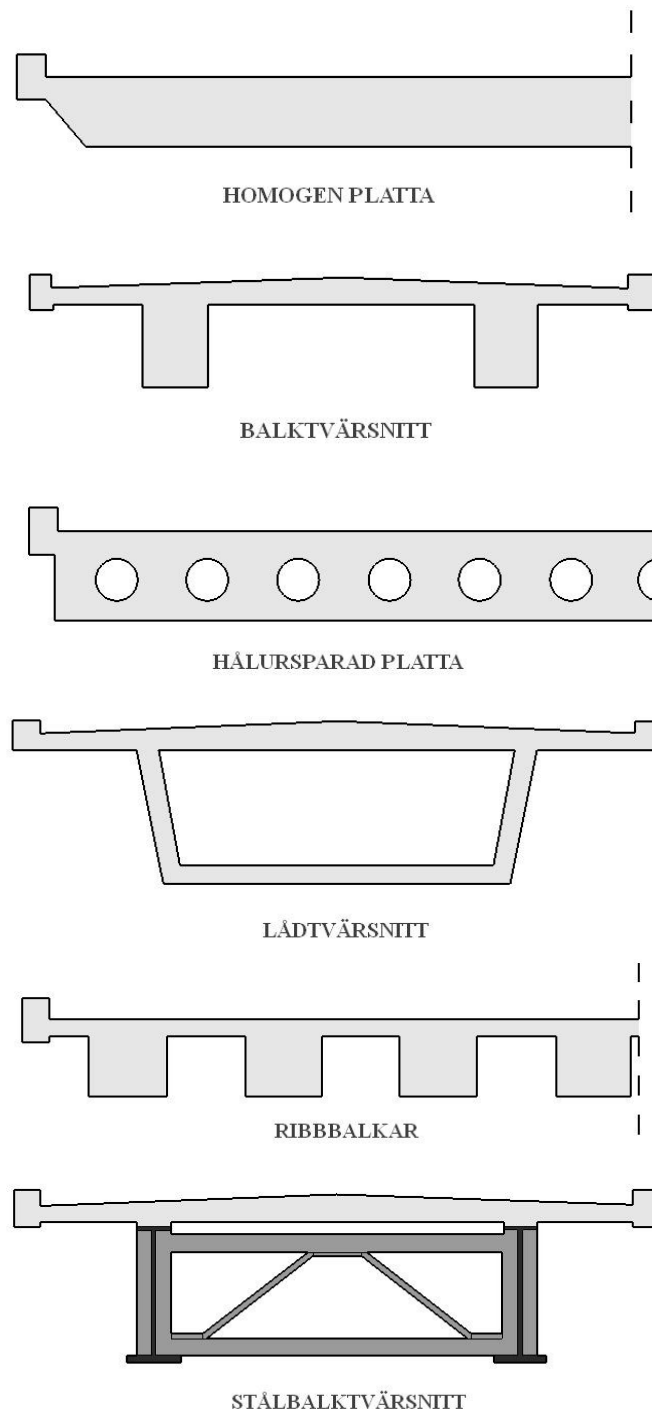


Bild 10 Tvärsnitt av broar.

För att öka skyddet på brobanan lägger man en skyddsisolering. Isoleringens främsta uppgift är att hindra vatten från att tränga ner till brobanan. Skyddet kan utföras med bland annat asfaltmastix (en form av gjutasfalt), isoleringsmatta eller med membranisolering (av polyester som sedan skyddas med ett lager asfalt). Utöver detta utförs en så kallad kantförsegling vid kantbalkarna, vilka även har ett större täcksikt då kantbalkarna är mycket utsatta. Täcksiktet är ett skydd för armeringen i betongen, vilken ska förhindra att fukt når in till armeringen och får denna att korrodera (Åhström, 2010).

Kantbalken utförs normalt på ett av följande tre sätt:

- Förhöjd kantbalk, kantbalken är högre än den anslutande beläggnings, överytan lutas inåt
- Kantbalk i samma nivå som beläggnings, överytan lutas utåt
- Ingen förhöjd kantbalk utan den är i samma nivå som brobanan, överytan lutas lika brobanan

Se bild 11 nedan för illustrering av kantbalkens utformning.

För broar som går över en väg, järnväg eller gång- och cykelväg används den förhöjda kantbalken med lutning inåt för att undvika att vatten rinner från bron ner på trafiken under (Åhström, 2010) och (Trafikverket (a), 2011).

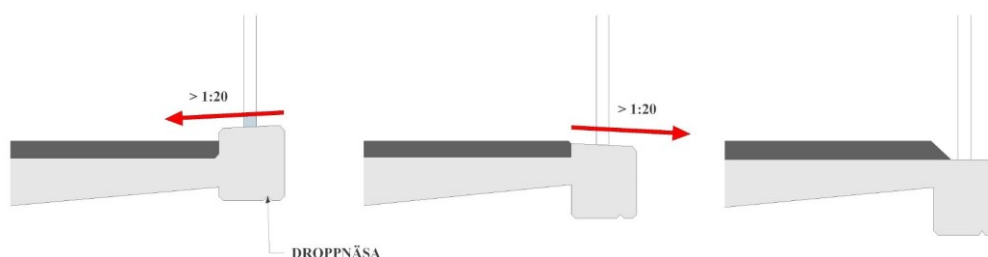


Bild 11 Lutning och form av kantbalk.

För att kunna leda bort allt vatten som samlas på en bro måste man använda olika typer av avlopp. De vanligaste typerna är ytavlopp och grundavlopp. Ytavloppet leder bort vattnet som samlas ovanpå beläggnings medan grundavloppet samlar upp det vatten som ändå lyckas tränga igenom beläggnings. För att bevara brons livslängd är det viktigt att det vatten som finns leds bort och att det inte ansamlas då detta annars riskerar minska brons livslängd, då risken ökar för vatten att tränga in till armeringen (Åhström, 2010).

2.3 Trafikverkets definition av broar och olika typer av broar

Det finns många olika varianter på hur en bro byggs. Några av de olika typerna nämns ovan.

Plattbroar

I en plattbro består överbyggnaden av en platta som både är huvudbärverket samt brobanan. Vanligtvis så utförs denna brotyp som en slakarmerad konstruktion (vilket innebär att armeringen inte spänns innan bron belastas) vilket kan ge spännvidder på upp till 18 meter i ett spann. Blir spännvidderna längre så medför detta att konstruktionen blir för grov och egentyngden blir för hög vilket ger stor risk för stora nedböjningar på grund av egentyngden. Se bild 12 nedan för olika typer av överbyggnader som är vanliga i en plattbro.

Plattbroar passar bra där det finns krav på konstruktionshöjden. Vid längre spännvidder blir ofta en plattbro oekonomisk i jämförelse med balkbroar vilket lett till att balkbroar oftare används vid spännvidder på 18-20 meter (Vägverket (a), 1996).

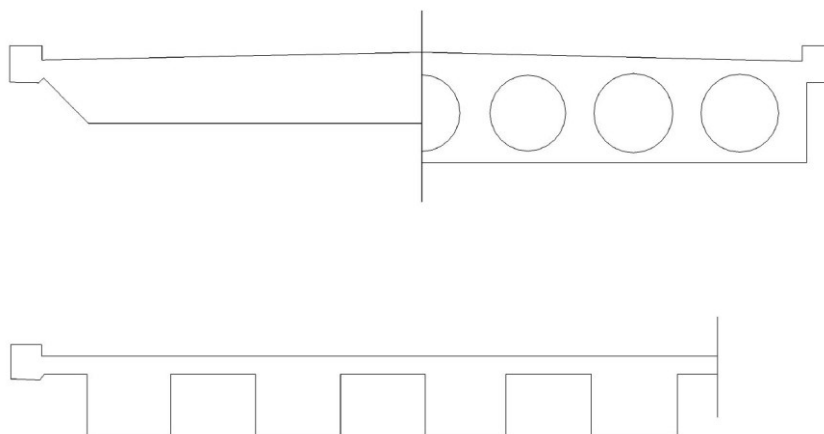


Bild 12 Överbyggnad i en plattbro.

Balkbro

Huvudbärverket i en balkbro består av balkar, antingen i betong eller i stål. Se bild på tvärsnitt nedan, bild 13.

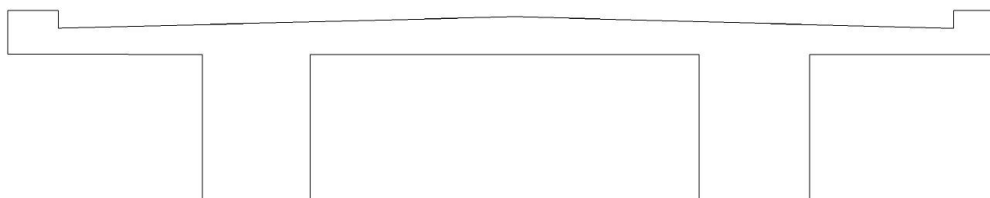


Bild 13 Tvärsnitt balkbro.

En balkbro kan klara väldigt långa spännvidder. En konstruktion i armerad betong klara spännvidder upp till 25 meter, spännarmerad betong klarar spännvidder från 20 meter och uppåt medan stålbalkar används vid spännvidder från 35 meter och uppåt.

Prefabricerade betongbroar – vad hindrar dess utveckling i Sverige?

Vid längre spännvidder än är det vanligt att en så kallad lådbalkbro utnyttjas. Fördelen med dessa är att de är ekonomiska i förhållande till andra broar. Dock kräver de en hög konstruktionshöjd vilket gör att de inte alltid passar överallt.

Balkbron kan utnyttjas där risk finns att brostöden sätter sig. Balkarna ligger då fritt upplagda på brostöden, se bild 14 nedan (Vägverket (a), 1996).



Bild 14 Kontinuerlig balkbro. (Trafikverket (c), 2013)

Balkbroar har använts i alla tider, det började med stocken över bäcken och har idag utvecklats till flera olika konstruktioner (Trafikverket (c), 2013).

Rambro

Det karakteristiska med en rambro är att överbyggnaden är fast inspänd i frontmuren (kallas även för ramben). Spännvidderna för en plattrambro är cirka 22-25 meter (Trafikverket (c), 2013).

Den vanligaste typen av rambro är den så kallade plattrambro där överbyggnaden består av en homogen platta, se bild 15 nedan. Detta är den vanligaste typen av bro i Sverige i ett spann. Plattrambro är ekonomiskt fördelaktig vid enbart ett spann där spännvidderna är måttliga; krävs det fler spann är det mer ekonomiskt med en balkbro (Vägverket (a), 1996).



Bild 15 Plattrambro (Trafikverket (c), 2013).

En annan variant av rambro är en balkrambro. Denna bro har samma principer som andra rambroar, exempelvis plattrambro. Då denna typ av bro är utformad med balkar istället för som en homogen platta innebär detta att konstruktionshöjden blir större vid samma spännvidder (Trafikverket (c), 2013).

2.4 Prefabricerade betongbroar

Historik prefabricerade broar

Prefabricerade broar har tillverkats under lång tid. Projekt med prefabricerade broar har kunnat hittas så tidigt som under 30-talet i utvecklade länder, men då var dessa projekt främst begränsade till broar med kortare spann.

Det stora genombrottet i utvecklingen av prefabbroar kom först på 50- och 60-talen. Det var då stora utbyggnader av infrastrukturen som drev på utvecklingen och gjorde att nya snabbare och billigare metoder som inte påverkade trafiken utvecklades. Även utvecklingen av spännarmeringen i prefabfabriker gjorde att längre spännvidder och slankare konstruktioner kunde uppnås vilket var fördelaktigt för motorvägsbroar som då kunde ta större last.

Utvecklingen har fortsatt de senaste 50 åren och antalet prefabricerade broar har ökat konstant. Utvecklingen har dock sett olika ut på olika håll i världen. I bland annat USA, Kanada, Spanien och Storbritannien är andelen prefabbroar minst 50 %. Här har utvecklingen ofta skett i samarbete med myndigheter och konsulter. Redan när ett projekt är i planeringsstadiet tas beslut om det skall vara en prefabbro eller en platsgjuten variant.

På många andra håll varierar andelen prefabbroar mellan 5 och 20 %; detta gäller bland annat Frankrike och Tyskland. I dessa länder är prefabricerade broar accepterade som bra alternativ till platsgjutna broar och det är vanligt att stora entreprenörer väljer vilken konstruktion som ska användas. I perioder med hög ekonomisk tillväxt kan man se att det är vanligare med prefabbroar än i sämre perioder.

I många länder har utvecklingen av prefabricerade broar uteblivit. Här används prefabbroar sällan eller aldrig. Orsaken till att detta är bland annat fördomar mot hållfastheten och deras estetik. Bland annat har användningen av prefabricerade broar i Skandinavien varit mycket låg.

Typer av prefabricerade broar

För en prefabricerad betongbro tillverkas broelementen på annan plats och transporteras sedan till platsen för bron. Det är flera fördelar med detta, till exempel:

- Man slipper ställningar, i princip slipper man all ställning och det blir på så sätt ett minskat störningsmoment genom att trafiken kan inte behöva stängas av under bron
- Kortare byggtid – Vilket även leder till mindre störningar.

För att en prefabricerad bro skall bli ekonomiskt lönsam jämfört med en traditionellt platsbyggd konstruktion krävs det att någon av fördelarna ovan skall vara utslagsgivande (Vägverket (a), 1996).

Att prefabricera är ett sätt att minska byggbranschens resursutnyttjande. Genom att minska mängden resurser i byggprojekt minskas miljöpåverkan samtidigt som pengar kan sparas. Genom att kunna minska mängden material som behövs i projekten så undviks transporter, hantering av material på arbetsplatsen samt hantering av avfallet. Prefabricering är en metod att minska resursslöseriet (Tyréns, 2014).

Den stora fördelen med byggande i prefab är som nämnts ovan att man slipper störningar. Vid byggnation av broar så behöver vägar och järnvägar enbart stängas av under kortare perioder då de prefabricerade broelementen lyfts på plats. Resten av byggtiden räcker det ofta med att enbart sänka hastigheten förbi arbetsplatsen. Detta är en konkurrensfördel gentemot traditionella broar (A-betong (a), 2014).

Det finns flera olika typer av prefabricerade broar. Vilken typ av prefabricerad bro som används beror på vilket användningsområde som bron är tänkt att användas för. Nedan är några av varianterna beskrivna:

GC-tunnel

Denna typ av bro byggs vanligast med hjälp av enbart plattelement. Dock kan man vid svårare grundläggningsförhållanden använda en hel platsgjuten bottenplatta. Spännvidden kan uppgå till ca 10 m och förutsätter att den grundläggs torrt (Vägverket (a), 1996).

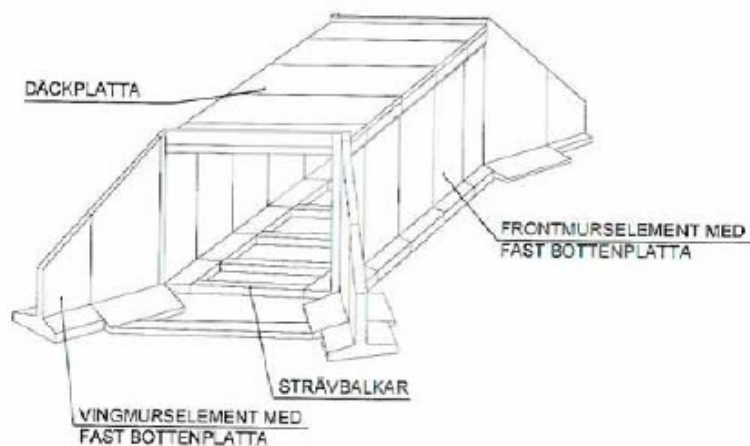


Bild 16 GC-tunnel av prefabelement (Vägverket (a), 1996)

Plattelement

Ett annat alternativ är att utnyttja platsgjutna landfästen och att använda prefabricerade plattelement som placeras på dessa. Dessa skulle då placeras på ett lager av exempelvis någon form av gummi. Nedan visas bild på plattelement samt utformningen av uppläggningsen av elementen på ett landfäste. Spännvidderna på dessa element kan uppgå till maximalt sex meter. (Vägverket (a), 1996)

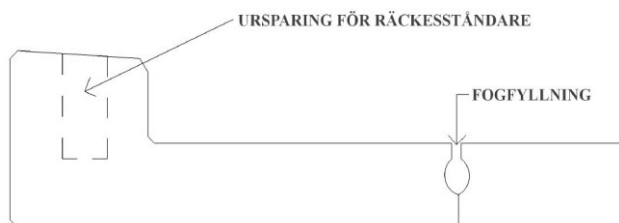


Bild 17 Plattelement, tvärsnitt.

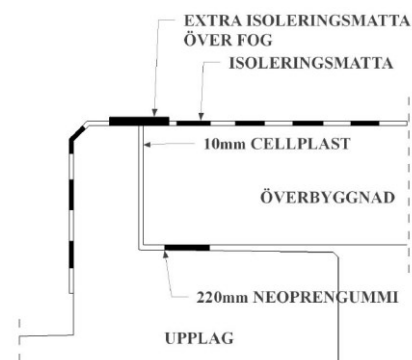


Bild 18 Uppläggning på landfäste.

Balkar

Prefabricerade balkar kan tillverkas i längder upp till 35 m om de utförs med spännarmering. Balkarna kan läggas upp fritt på mellanstöd som sedan gjuts ihop på plats. Över balkarna platsgjuts brobanepattan. Balkarna kan tillverkas i flera olika tvärsnitt, varav en typ visas på bild 19 nedan (Vägverket (a), 1996).

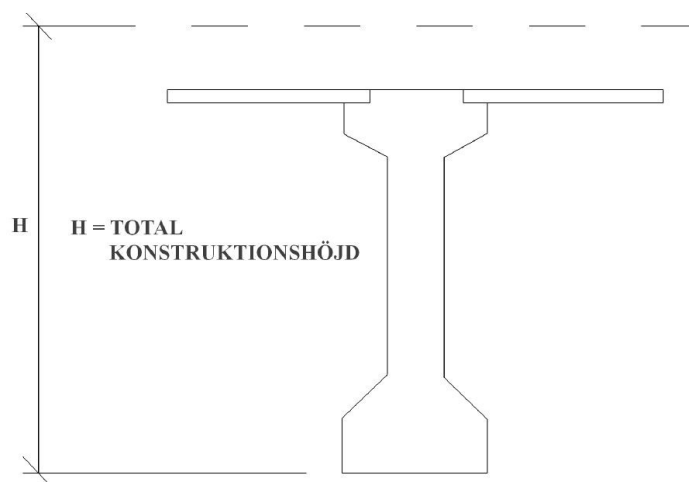


Bild 19 Prefabricerad balkbro.

Balkelement

Elementen kan vara antingen av typen TOBI-balkar enligt bild 20 nedan eller så kan de vara utav TT-kassetter. Dessa placeras likt andra prefabricerade element på ett lager av gummi. Landfästen utförs av platsgjuten betong (Vägverket (a), 1996).

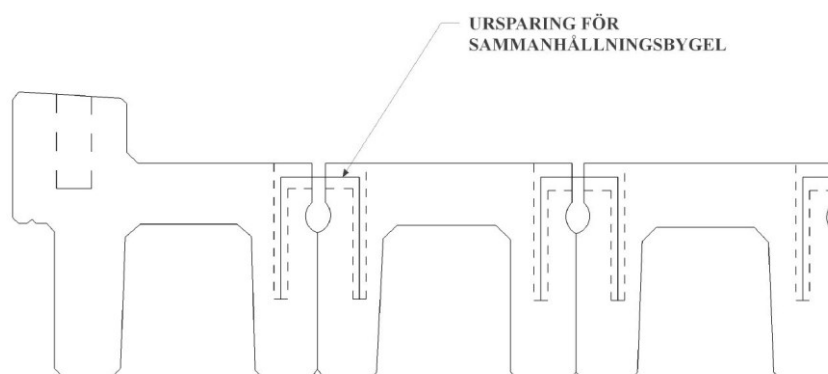


Bild 20 Tvärsnitt TOBI-balk.

Rörbro

Rörbroar kan tillverkas antingen av betong, då med prefabricerade betong element, eller så kan de tillverkas i stål, se bild 21 nedan. Rörbron fungerar i samverkan med omgivande jord. Beroende på vilken fri öppning samt vilka dimensioner bron har så avgör detta vilken mängd överfyllning som rörbron klarar. Vid stor friöppning medför detta stora dimensioner vilken kan bli olönsamt (Vägverket (a), 1996).



Bild 21 Rörbro i Växjö (A-betong (b). 2014).

NCC Montagebro

Bakgrunden till NCC Montagebro var den så kallade NCC bron. Denna var prefabricerad till viss del, men i mindre utsträckning än vad som behövs i dagens samhälle. Idag är tidsaspekten viktigare och därför ville man öka prefabriceringsgraden ytterligare.

Bron som utvecklades till NCC Montagebro är en ribbalksbro. Överbyggnaden är hopgjuten och placerad på gummilager vid ändstöden. Vid Rv 50 Motala byggdes NCC Montagebron som en rambro, där ändstöden var hopgjutna med överbyggnaden. I överbyggnaden är det de längsgående samt en typ av kvarsittande form mellan balkarna som är prefabricerade. Sedan platsgjuts farbanan på balkarna och plattorna för att erhålla en hopgjuten konstruktion. Vid flera fack läggs de prefabricerade balkarna upp på ett mellanstöd och sedan gjuts de ihop över mellanstödet. Underbyggnaden platsgjuts. Se bild 22 nedan för en beskrivning av de olika delarna i NCC Montagebro.

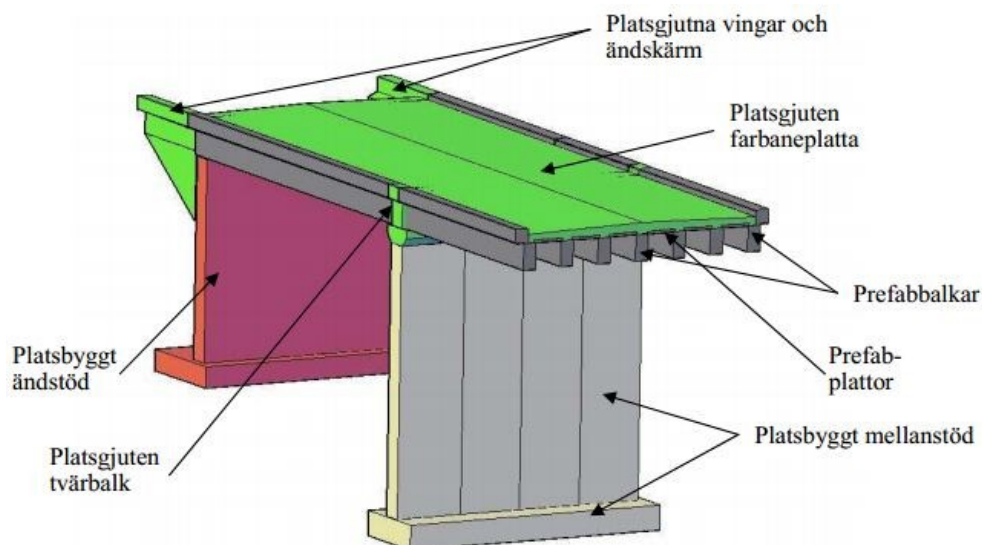


Bild 22 NCC Montagebro (NCC (a), 2009).

Det som begränsar konstruktionen är spännvidderna, antalet fack, centrumavstånd på balkarna samt grundläggningen. En nackdel med NCC Montagebro är att då stöden behöver pålas medför detta mer dimensionering och objektsspecifika handlingar. Målet för NCC har varit att ha standardritningar, vilket det i nuläget inte går att få på grund av väldigt olika beräkningsförutsättningar (NCC (a), 2009).

En fördel med NCC Montagebro är att den går att bygga mycket lång, med flera fack. Byggprocessen är standardiserad och en del av tillverkningen sker i fabrik. Detta ska säkerställa en jämn och väl kontrollerad kvalitet på de prefabricerade produkterna.

Prefabricerade betongbroar – vad hindrar dess utveckling i Sverige?

Andra fördelar som finns med NCC Montagebro är att projekteringsskedet blir kortare vilket medför att bygget av bron kan sätta igång snabbare än för en traditionellt byggd bro. I stora projekt med flera broar blir fördelen mycket uppenbar med en bro med en standardiserad process. Den totala tidsbesparingen som man får när man bygger en NCC Montagebro är cirka två månader. Tidsbesparingen gör att trafiken påverkas under kortare tid, detta utöver att den inte heller behöver ledas om eller stängas av under byggtiden, bortsett från när balkarna lyfts på plats då trafiken behöver stängas av.

Bygget av NCC Montagebro kan i princip delas in i 3 steg. Det första steget är att stöd och ändskärmar platsgjuts, se bild 23 nedan.

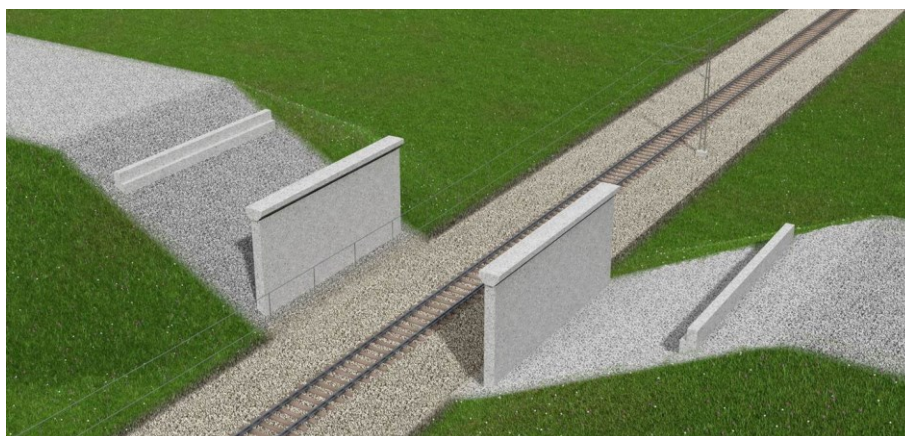


Bild 23 Steg 1, stöd och ändskärmar gjuts (NCC (b), 2011).

Det andra steget är att de prefabricerade balkarna placeras ut i de olika facken. Beroende på spännvidden på facken samt brobredden så tar monteringen av balkarna i ett fack 6-10 timmar. Kantbalkarna har redan räckerna monterade då balken placeras vilket ger ett bättre skydd och en säkrare arbetsmiljö, se bild 24.



Bild 24 Steg 2, prefabricerade balkarna läggs på plats (NCC (b), 2011).

Det sista steget är att placera ut plattor mellan balkarna vilka kommer att fungera som en kvarsittande form. När dessa är placerade gjuts farbanan ihop på en gång så att det blir en homogen farbana. Det sista som ska till är beläggningen. Efter detta är NCC Montagebro klar och färdig för trafik, se bild 25 (NCC (b), 2011).



Bild 25 Steg 3, ihopjutning av farbanan (NCC (b), 2011).

NCC Underhållsfri bro

En ny koncept bro som NCC tagit fram är den så kallade NCC Underhållsfri bro, se bild 26 nedan. Brons balkar är tillverkade av ett höghållfast rostfritt stål medan farbanan är platsgjuten i betong på dessa balkar. Denna bro kan nå spännvidder på uppemot 100 meter vid rätt förhållanden.



Bild 26 NCC Underhållsfri bro, byggd bro i Nynäshamn (NCC (c), 2012).

Prefabricerade betongbroar – vad hindrar dess utveckling i Sverige?

Bron byggs utan lager, övergångskonstruktioner eller pelare. Detta medför att det inte är några delar som kommer att slitas vilket medför ett minimalt underhållsarbete. NCC Underhållsfri bro ger slankare broar i ett längre spann, vilket kan vara mer estetiskt tilltalande, se bild 26 ovan(NCC (c), 2012).

2.5 Estetik

Detta avsnitt om behandlar estetik inom brobyggnad, hur det arbetas med utformning och formgivning av broar samt vilka riktlinjer som finns. Jag vill att läsaren ska ta med sig vilka olika brodelar som är viktiga att fokusera på och som påverkar uppfattningen av en bro mest. Avsnittet baseraras på en bok skriven av Wai-Fah Chen och Lian Duan, Bridge Engineering Handbook – Fundamentals (2014).

Vad är estetik?

Estetik är en av grundbultarna i brobyggnation, tillsammans med säkerhet, funktionalitet och ekonomi. Definitionen av vad estetik är har diskuterats i urminnes tider. Redan i antikens Grekland nämns estetik av både Platon och Aristoteles och efter dem har andra filosofer i alla tider diskuterat innebörden av estetik.

Ordet estetik härstammar från grekiskans *aisthetike*, vilket innebär vetenskapen om sinnenas uppfattningsförmåga, tidigt var detta tillägnat uppfattningen om skönhet. En modernare definition är vetenskapen om vilka kvalitéer av skönhet som ett föremål besitter och hur det uppfattas genom våra sinnen. Estetik är inte begränsat till ett objekts form, utan det inkluderar även omgivningen, skuggor, ljus och färgsättning.

Diskussioner har lett fram till två olika uppfattningar om vad estetik är:

1. Skönhet är inte en kvalité som ett föremål i sig självt besitter, utan skönhet existerar bara i betraktarens fantasi. Vissa filosofer gick så långt att de ifrågasatte existensen av föremålet och hävdade att dessa bara är vibrerande atomer som uppfattas subjektivt av betraktarens känselorgan.
2. Den andra gruppen hävdar att föremål visst besitter kvalitéer av skönhet. Enligt en av dessa förespråkare, Immanuel Kant: ”Skönhet är det som är, generellt och utan definition, tilltalande”.

Vilken av dessa uppfattningar som är den rätta har diskuterats och diskuteras fortfarande. Att existensen av estetik finns hos byggnader kan klart demonstreras av att det finns byggnader som vallfärdats till i århundraden på grund av deras vackra utformning. Ett annat negativt exempel på verkligheten av estetik är vissa av de stora flerbostadshus som har byggts och allmänt anses vara fula och därmed väcker protester.

Estetik berör vetenskapsområden såsom filosofi, fysiologi och psykologi. Detta medför att ämnet estetik blir diffust och svårformulerat då det handlar om hur individer uppfattar skönheten hos ett visst objekt. Hur individer uppfattar detta beror på en mängd faktorer, bland annat kan det bero på vilken sinnestämning individen är i, vilken bakgrund hen har samt kan även bero på vilka tidigare erfarenheter individen har. Detta medför exempelvis att en viss dag kan en byggnad uppfattas på ett positivt sätt samtidigt som det en annan dag kanske hade uppfattats helt annorlunda.

Då den estetiska uppfattningen är individuell medför detta att det är svårt att genomföra mätningar på ett rationellt sätt. Som nämnts tidigare finns det byggnader/områden dit många människor reser för att se och uppleva byggnaderna. Personerna fylls då med en känsla av välbehag då dessa upplever skönheten från byggnaden/området. Likadant är det med byggnader/områden som upplevs som otrevliga och obehagliga att vistas i och personerna vill helst undvika dem. Med hjälp av erfarenheterna om vad en många uppfattar som trevligt/otrevligt, med variationer i hur starkt individerna känner dessa känslor, kan slutsatser dras om vad människor generellt uppskattar och inte. Detta leder till riktlinjer för hur man ska utforma byggnader så att dessa blir estetiskt tilltalande.

Riktlinjer för estetiskt tilltalande byggnader

Det finns flera karakteristiska drag hos byggnader vilka generellt uppfattas som tilltalande. I antiken användes dessa riktlinjer för att konstruera tilltalande byggnader. Idag har riktlinjerna glömts bort och frångås av arkitekter och ingenjörer runtom i världen. För att i framtiden kunna designa attraktiva och tilltalande byggnader och konstruktioner måste riktlinjerna återupptäckas, dessa kan hjälpa till i designarbetet och i alla fall hjälpa till att undvika designmissar.

Den första riktlinjen är **syftet med konstruktionen**, vilken funktion är det tänkt att den ska fylla. Detta kräver att konstruktionen är designad optimalt för att fylla sitt syfte. För att lyckas med detta bör en enkelhet eftersträvas.

Nästa riktlinje är **proportionalitet**. För att kunna uppnå en vacker byggnad bör proportionerna mellan bredd, höjd och längd, volymer och hålrum samt skuggor och ljus harmonisera. Exempelvis räcker det inte att en balk klarar lastkraven utan den kan upplevas på ett annat sätt om den istället varit slankare än en kraftigare balk.

Ordning är den tredje riktlinjen. Ordning innebär att det ska finnas en ordning i linjer och kanter som återfinns i konstruktionen. För att uppnå god ordning bör endast linjer och kanter i ett fåtal riktningar tillåtas. Om det blir för många olika riktningar på dessa finns risken att betraktaren blir förvirrad.

Förädling av formen på konstruktionerna är ytterligare en riktlinje att ta hänsyn till. Denna riktlinje syftar till att skapa optiska illusioner. Till exempel kan en hög bropelare verka större i toppen än vad den är i botten. Även detta riskerar att skapa förvirring hos betraktaren då detta kan kännas onaturligt, vilket skulle kunna förklaras med att den inbyggda förståelsen att lasterna blir mindre ju högre upp i pelaren man kommer. För att undvika detta kan kurvade linjer användas så att pelaren blir smalare i toppen.

Nästa viktiga riktlinje är **integrering i landskapet**. Det viktiga att tänka på när integrering av nya byggnader skall göras är att de passar in i befintlig miljö, att de exempelvis inte blir stora betongklumpar som byggs i kärnan av en stad med äldre bebyggelse.

Strukturen på materialet är en viktig detalj att ta hänsyn till. Denna spelar roll hur en konstruktion uppfattas. En slät yta passar för balkar och smala pelare samtidigt som en grövre yta passar bättre för hamnar, kajer och landfästen.

Färgsättningen av konstruktioner är en riktlinje som påverkar helhetsintrycket. Många studier har genomförts där det har undersökts hur färgsättningen påverkar människan. Vid färgsättning är det även här viktigt att tänka på att färgerna harmoniserar med varandra. Ofta använder många idag icke harmoniserande färger för att uppnå spänning i sina byggnader, vilket kan leda till att färgerna inte harmoniserar och det skär sig.

Karaktär är ett annat karaktärsdrag som konstruktioner bör eftersträvas att ha. För att uppnå detta måste en klar bild av vad konstruktionens syfte är, vilka som kommer att vistas i den och i vilken situation människor kommer att vistas i och runt den.

En annan riktlinje är **variation**. Enligt undersökningar genomförda av biologer och psykologer har man kunnat se att upplevelsen av skönhet kan ökas genom variationer. Om det varierar för mycket upplevs detta ofta som oordnat och oorganiserat vilket inte är positivt; för att lyckas med variationer får det inte bli för mycket av detta. Se bild 27 nedan.

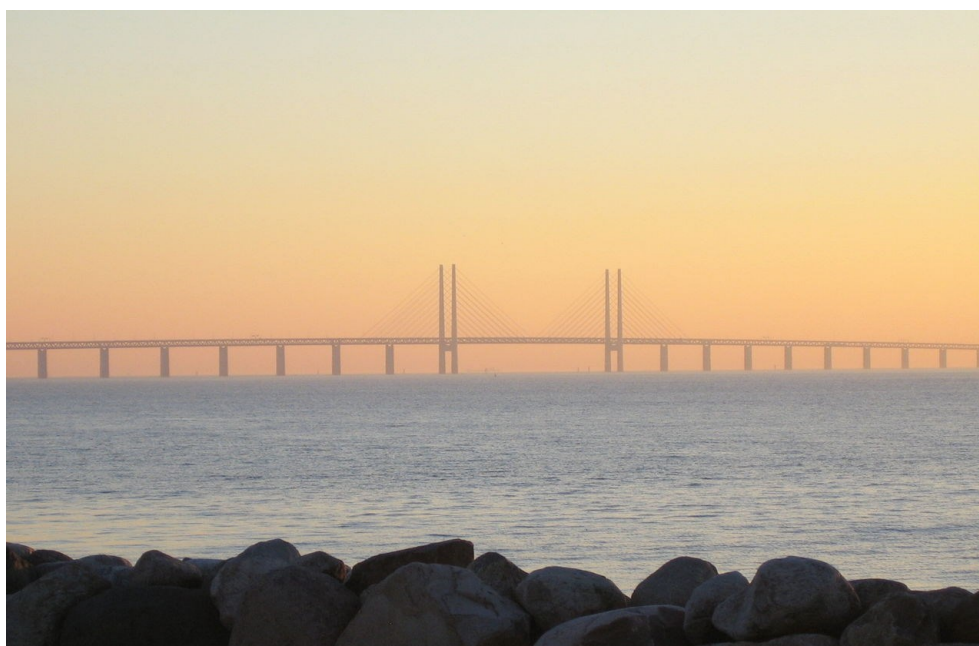


Bild 273- Öresundsbron, varierande spann och konstruktion (Wikipedia (e), 2015).

Den sista riktlinjen är **införlivning av naturen**. Generellt tycker människor att det vackraste på vår jord kommer från naturen. Detta leder till att det återigen bör ges mer

plats åt naturliga inslag i byggnader, exempelvis genom man använder naturmaterial i byggnader. I städer har denna förändring redan påbörjats men det måste till mer av detta.

Hur kan estetik användas i brobyggnad?

För att uppnå byggnadsverk av hög kvalitet finns det viktiga parametrar att ta hänsyn till, bland annat är det effektiviteten av utformningen, en ekonomisk konstruktion samt att byggnadsverket är tilltalande då det är klart. Om dessa uppfylls så har byggnadsverket möjlighet att bli byggnadskonst.

För att en ingenjör skall klara av att utforma en bro så att denna blir betraktad som ett konstverk kan inte denne lämna ifrån sig ansvaret för det estetiska och enbart koncentrera sig på utformningen av de bärande byggnadsdelarna. Valen som ingenjören gör påverkar formen, storleken och materialet på byggnadsdelarna och i en bro är dessa de största elementen och synliga för alla som passerar och bidrar till vilken uppfattning dessa kommer att ha om bron. För att utforma en attraktiv bro måste ingenjören inse vilken stor roll denne har i utformandet och därmed även ta sitt ansvar för utformningen av en vacker bro. Alla ingenjörer är vana vid att handskas med frågor om funktionalitet, effektivitet samt kostnader, nu måste de även tänka på utseendet hos byggnadsverken då deras konstruktionsval till stor del påverkar utformningen av bron.

Att tänka på utformningen är inte något som ingenjörer vanligtvis behöver tänka på. Dock har det historiskt sett funnits många framstående ingenjörer som har gjort estetik till ett av sina verktyg. En av de första var Thomas Telford, till exempel då han byggde 1812-1814 Craigellachie bridge i Skottland, se bild 28 nedan.



Bild 284 Craigellachie bridge, (Wikipedia (b), 2014)

Det finns ett litet men viktigt misstag som ofta begås när utformningen av broar diskuteras, det är att dessa är en arkitektonisk företeelse. Detta är fel, oftast är broarnas form framtagen av en ingenjör utan hjälp av någon arkitekt och då bör istället uttrycket strukturell konst användas. Arkitektur är vad arkitekter sysslar med, strukturell konst är vad ingenjörer gör.

Idag arbetar många ingenjörer genom att analysera konstruktioner som någon annan har tagit fram. Många tror även att formen på konstruktionen kommer att fås fram i och med beräkningarna av krafterna som verkar på bro, men i själva verket finns det flera olika former vilka ingenjören kan välja och som till viss del kommer att påverka hur stora lasterna kommer att bli. Nedan visas exempel på detta, alla tre förslag skulle fungera och nu är det bara för ingenjören att välja det förslag han/hon finner mest estetiskt tilltalande.

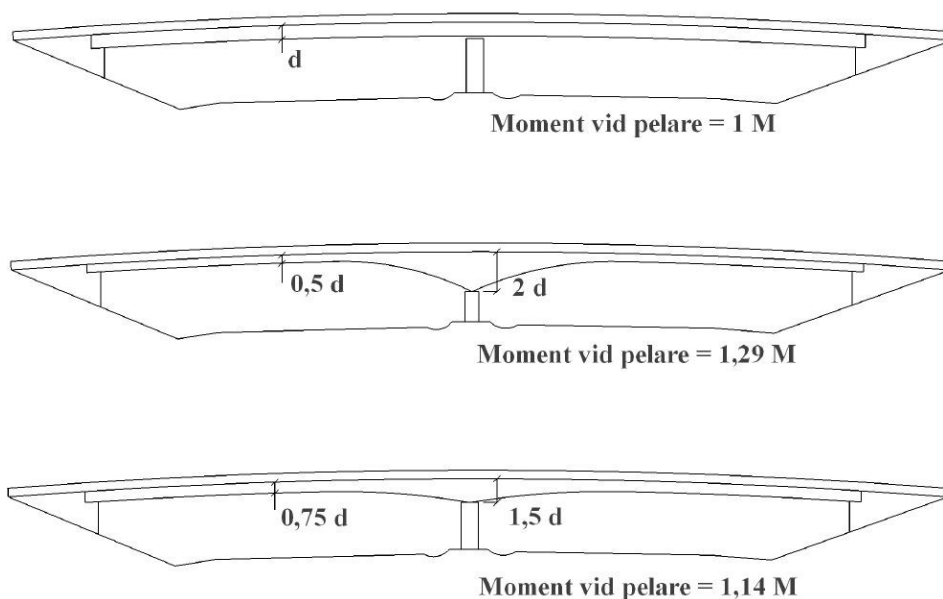


Bild 295 Krafter beroende på val av form.

Ett annat sätt att förbättra och utveckla förmågan hos attraktiva broar är att göra så kallade "case studies" av redan byggda broar. Att utföra dessa "case studies" gör att ingenjören kan jämföra olika problem som många broar har haft, så kallade standardproblem. Målet med att utföra "case studies" är att undersöka alla stora aspekter av en bro och förstå orsakerna till olika utformningsval samt att diskutera vilka alternativa lösningar det kunde ha funnits. Allt för att utveckla attraktivare broar i framtiden.

De viktigaste delarna i brodesign är följande delar:

1. Horisontell och vertikal geometri – En av de viktigaste aspekterna är hur bron placeras i naturen. Valet bestämmer de grundläggande linjerna i bron utformning. För att kunna påverka detta måste brokonstruktören jobba i ett tidigt skede med vägprojektören så att konstruktören kan få en möjlighet att påverka bron läge och placering i naturen. Se bild 30 – 32 nedan för olika linjeföringar.

För att få en upplevelse från bron bör bron inte vara osynlig från vägen. Detta leder till att vägens linje fram till bron blir viktig. (Statens Vegvesen, 1992)

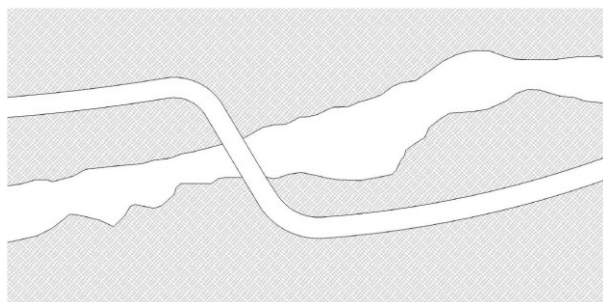


Bild 306 Gammal linjeföring över vägar, vägen korsade hindret vid det kortaste hindret.

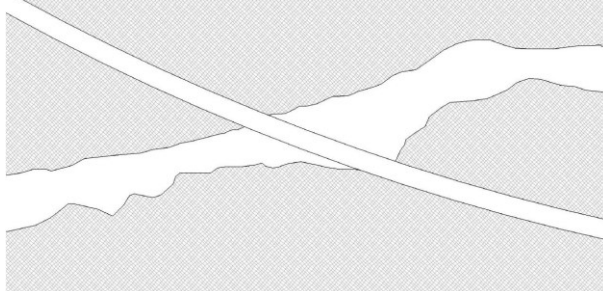


Bild 317 Dagens linjeföring, hänsyn tas inte till kortaste vägen över hindret och en längre och dyrare bro får.

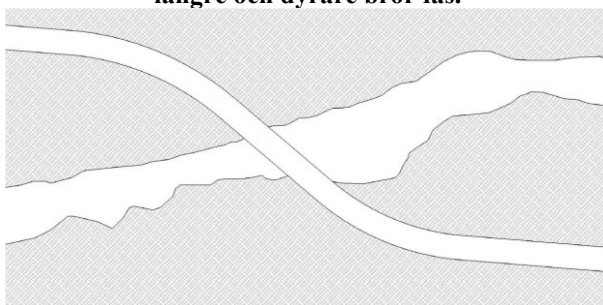


Bild 32 Optimal linjeföring, samarbete medför kortare passage och billigare broar.

2. Val av överbyggnad – Valet av vilken överbyggnad innebär vilken typ av bro som väljs att byggas, olika typer kan till exempel vara bågbro, hängbro, fackverksbro eller en rambro. Detta val påverkar vilken form och vilket utseende bron kommer att få. Några generella principer finns att använda, dessa är följande:
 - Tunnare konstruktionsdelar med större spännvidder är generellt mer tilltalande än motsatsen.
 - Utforma konstruktionen så att betraktaren får en förståelse för hur lasterna förs ner till grunden och vart de är som störst. Bilden nedan visar en balkbro med ”förstyvning” vid stödet där momenten är störst, se bild 33.

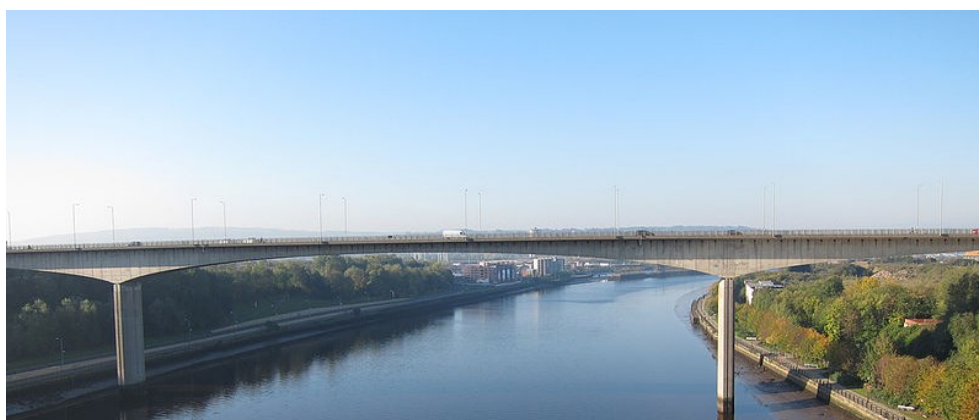


Bild 338 Förstyvningen medför att en förståelse för vart krafterna finns, (Wikipedia (c), 2014)

- Olika överbyggnadstyper bör undvikas i största möjliga mån. Om detta inte är möjligt bör en röd tråd finnas så att de olika konstruktionsdelarna ändå knyts ihop.
 - Vid balkbroar i flera spann är det önskvärt att balkarna har samma höjd längs hela bron, oavsett längden på spannet.
 - Där gång- och cykeltrafik passerar under bron är det viktigt hur undersidan av bron ser ut.
3. Placeringen av pelare och stöd – Dessa påverkar uppfattningen om bron. Exempelvis om pelaren placeras mitt i en djup dal eller i vattnet nära stranden kommer att uppfattas som onödigt då det borde placerats längre upp och på så sätt påverka uppfattningen om bron negativt.
 4. Storleken och placeringen av landfästen - Ett stort landfäst placerat långt ner, nära vägen, ramar mer in broöppningen än ett litet landfäste placerat högt upp, bortifrån vägen, vilken istället uppfattas som mer öppen. Landfästet är viktigare på mindre broar där bron blir betraktad i sin helhet och påverkar då intrycket mer.
 5. Form på överbyggnad samt räcken och ledstänger – Som nämnts tidigare i punkt 2 påverkar valet av överbyggnad vilket utseende bron får. Valet påverkar också vilka möjliga former och storlekar som går att bygga, vilket i sin tur påverkar uppfattningen av bron. Ytterligare en detalj som har påverkan på upplevelsen av en bro är dess räcken och ledstänger. Att utföra ändringar och satsa på snyggare räcken är ofta en relativt billig förändring i jämförelse med andra delar på bron.
 6. Form på pelare – Detaljer och formen på pelarna blir viktigare om dessa är sedda ur en sned vinkel. Då en bro kommer att ses från sneda vinklar är det bra att lägga lite extra tid på att utforma pelarna.

7. Form på landfäste – Formen på landfästet är, precis som för storlek och placering, viktigare för mindre broar samt där gång- och cykeltrafikanter rör sig. Landfästet kan ha ett viktig symboliskt värde för trafikanter, de kan markera start/slutet på en resa. På samma sätt kan landfästet ha ett visst symboliskt värde som en port till olika områden, till exempel olika stadsdelar och parker.
8. Färgval – Färgsättning har funnits med i brobyggnation länge. Detta på grund av den relativt låga kostnaden som kan påverka utseendet ganska mycket, se bild 34. Färgsättningen tillför ytterligare en aspekt till bron, antingen målad eller omålad. Det finns olika tankesätt vid färgsättning:
 - Ta hänsyn till omgivningen och färgsätt i nyanser som liknar denna.
 - Skapa en stark kontrast mot omgivningen och på så sätt skapa en identitet för bron.
 - Använd färger som identifierar sig med regionen där bron byggs.



Bild 349 Färgsättning av Motalabron, Rv 50. (NCC (d), 2015)

Färgsättning är mycket komplext. Därför kan det vara klokt att utnyttja personer med specialkompetens inom detta, exempelvis arkitekter och landskapsarkitekter som regelbundet arbetar med färgsättningsfrågor.

9. Utsmyckning, ytstruktur och detaljer – Dessa kan bidra till att öka intresset och öka attraktiviteten hos bron. Dock skall utsmyckning användas sparsamt då det finns risk för att den kan dölja de viktigaste delarna på en bro. Ytstruktur kan användas för att skapa visuella effekter genom, variationer i ytor, linjer och skapa skugg effekter. Dock kan det vara svårt och finns risker, framförallt när ytstrukturen skall försöka efterlikna ett annat material. Det är även viktigt att tänka på med vilken hastighet trafikanterna passerar med, de på motorvägen

uppfattar inte små strukturer i ytorna. Men om det används på rätt sätt bidrar det till att öka intresset och även brons attraktivitet, om det används på rätt sätt.

10. Ljussättning, skyltar och omgivande landskap – Ljussättning av broar innefattar flera olika delar, såsom belysning på bron för trafikanter eller belysning för att framhäva olika konstruktionsdelar. Belysningsstolpar bör placeras symmetriskt, på samma sida alternativt i mitten av farbanan. Belysning av olika konstruktionsdelar hjälper till att lägga fokus på bron då det är mörkt ute, se bild 35 nedan.



Bild 3510 Exempel på ljussättning av bro, (Wikipedia (d), 2015)

Skyltar är ytterligare en sak som påverkar en bro. Det finns två typer, skyltar under bron samt skyltar placerade på bron. Att placera skyltar vid/på broar skymmer och blockerar brons linjer vilket påverkar utseendet negativt. I största möjliga mån bör alternativa placeringar eftersträvas för att undvika en negativ påverkan.

Omgivningen påverkar också uppfattningen av bron. Landskapet kring en bro kan användas för att framhäva detaljer på bron, dock får buskar och träd inte växa upp så att det istället döljer det som vill framhävas.

Punkterna ovan (ett till tio) är olika aspekter som påverkar en bro utseende med rangordning i den ordning vilka de är numrerade. Generellt brukar det vara punkt fem till tio som anses vara de estetiska elementen i en bro, men egentligen är det alla dessa som påverkar uppfattningen av hur bron kommer att uppfattas. Om de första fem punkterna bortses i ett tidigt skede och ingen tanke läggs på att göra även dessa delar så tilltalande som möjligt så kommer man inte kunna väga upp detta i ett senare skede genom att lägga mer fokus på de sista fem punkterna.

Prefabricerade betongbroar – vad hindrar dess utveckling i Sverige?

I större infrastrukturprojekt byggs det inte en bro utan flera, dessa kommer trafikanterna att passera under relativt kort tid. Då bör man fundera på om det ska finnas en samhörighet mellan dessa broar. Detta kan leda till liknande former och delar på broarna i projektet vilket medför en minskad känsla av rörlighet, istället uppnås en känsla av igenkänning.

3 Resultat

3.1 Förklaring av intervjufrågor

Intervjufrågorna som har tagits fram har tagits fram efter att litteratur inom ämnet har lästs samt genom diskussioner med min handledare på NCC, Lars Persson. Frågornas huvudsyfte är att utreda vilka möjligheter det finns att påverka utformningen av prefabricerade betongbroar samt vilka anpassningsmöjligheter som finns för dessa; ett sekundärt mål har varit att få en bild av vad folk i branschen tror om varför vi inte bygger mer med prefab. Nedan beskrivs intervjufrågorna och vilka tankar som finns med dessa.

1. Vad anser du om prefabricerade broar?

Denna fråga är en ingångsfråga vars syfte är att få en generell bild av vad den intervjuade tycker och tänker om prefabricerade broar.

2. Vilka fördelar anser du att en prefabricerad bro har?

- Vilka nackdelar anser du att en prefabricerad bro har?

Anledningen till dessa två frågor är att försöka få en bild av vad personer i branschen tycker är positivt/negativt med prefabricerade broar. Frågan ställs för att ge en bild av vad som är dåligt och skulle behöva utvecklas lite mer samt vad som redan är bra.

3. Vad tror du att Trafikverket tycker om prefabbroar?

Många gånger säger personer som jobbar inom bygg- och anläggningsbranschen att en stor anledning till att det är en trög utveckling inom anläggningsbranschen är att Trafikverket är negativt inställda till innovationer. Anledningen till att denna fråga ställs är att undersöka om detta påstående stämmer och om personer i branschen verkligen tycker att Trafikverket är negativt inställda.

4. Vilka delar av bron borde man fokusera på att prefabricera och utveckla?

Denna fråga har som mål att undersöka vad de intervjuade tycker att man ska utveckla. Frågan ska klargöra vilken/vilka konstruktionsdelar som det är aktuellt eller lönsamt att utveckla.

5. Hur skulle man kunna göra den här/de här delen/delarna mer tilltalande utseendemässigt?

Frågan är tänkt att knyta samman med föregående fråga och här får de intervjuade istället beskriva vad som kan göras med de delar de nämnt ur en estetisk synvinkel. Här får de intervjuade beskriva sina tankar kring detta.

6. Hur arbetar Trafikverket med utformningen av broar?

Syftet med denna fråga är att försöka ta reda på hur Trafikverket arbetar med utformning av broar. I många fall är broar, längs exempelvis motorvägar, liknande i sin utformning. Har Trafikverket en tanke med att ha en liknande utformning och hur tas det fram underlag för detta, detta är vad denna fråga skall undersöka.

7. Vilka orsaker finns det till att vi inte har kommit längre än vad vi har gjort med prefabricerade broar?

- **Hur skulle man kunna ändra på detta?**

Denna fråga är intressant att undersöka för att se vilka orsaker det finns till att prefabricerade broar inte används lika ofta, i jämförelse med vissa länder i övriga Europa. Här får de intervjuade förklara vad de tror är orsakerna är till detta och hur det skulle kunna ändras.

8. Vilka ”regler” finns det för utformningen av broar?

- **Är dessa regler skrivna eller informella?**

Frågan är till för att se vad personer i branschen vet om vilka regler och riktlinjer det finns för utformning av broar.

9. Hur viktigt tror du att utformningen är för prefabricerade broar?

I denna fråga är syftet att undersöka om de intervjuade verkligen tycker att det bör läggas fokus på att utveckla den estetiska sidan av prefabricerade broar, eller om man istället kanske bör fokusera på andra saker att utveckla.

10. Vilka är dina åsikter angående NCC Montage bro, om man tänker utseendemässigt?

För att ta reda på hur man bör fortsätta arbetet med NCC Montagebro har denna fråga ställts för att ta reda på vad de intervjuade faktiskt tycker om NCC Montagebron.

11. Om balkarna var slankare skulle detta kunna öka attraktionskraften för prefabbroar?

I litteraturen står det ofta omnämnt att slankare broar är mer attraktivt. Frågan ställdes för att undersöka om de intervjuade håller med om detta.

12. Hur mycket tror du att färgskiftningar mellan platsgjuten och prefabricerad betong påverkar utseendet hos prefabbroarna?

- **Skulle man kunna utnyttja färgad betong?**

En av anledningarna till att personer i branschen klagar på prefabricerade broar är att det uppstår färgskiftningar mellan den prefabricerade betongen och den platsgjutna betongen. Med denna fråga undersöks vad intervjuade anser om detta. Följdfrågan

behandlar färgad betong, vilket är intressant att undersöka vad de intervjuade tycker om detta och hur detta kan användas.

13. Vad skulle man kunna göra för att få en "snyggare" prefabbro?

Den avslutande frågan är en öppen fråga vars syfte är att ge den intervjuade möjlighet att lägga fram förslag och idéer angående hur en vackrare prefabbro kan åstadkommas. Tanken är att de intervjuade fritt skall kunna komma med egna tankar.

Övrigt

I denna uppsamlings post sammanfattades intervjun och de intervjuade fick fylla på om det var något mer de ville ta upp i intervjun.

Intervjuerna skedde mycket öppet, i något som mer kan liknas vid en diskussion med frågorna ovan som stöd. Detta medförde att många av frågorna gick in i varandra under intervjuerna.

3.2 Resultat av intervjuer

Resultatet av intervjuerna redovisas var fråga för sig. För att se frågor som ställdes se bilaga 2, även bilder bifogades och dessa kan ses i bilaga 3. För att se en fullständig sammanställning över vilka svar som gavs under intervjuerna se bilaga 4.

1. Vad anser du om prefabricerade broar?

Positivt

- Ekonomiskt fördelaktiga då det finns en standard som inte ändras, utan kan användas flera gånger, det måste till en standardlösning inte enbart i prefabricering utan även för konstruktionslösningarna.
- Tiden är en stor fördel för prefabricerade broar. Generellt anses det gå fortare att bygga en prefabbro.
- Slätare och snyggare ytor på fabrik än platsgjutna konstruktioner.
- Smidigheten nämns också som en fördel, man slipper bygga ställning för form.
- Finns en stor potential vid större projekt då man kan standardisera längder och dimensioner på flera broar och på så sätt skapa fördelar.
- Det går att göra bra prefabbroar, det är dock viktigt att man följer upp och kontrollerar kvalitén.

Negativt

- Kvalitetsbrister nämns, bland annat att prefableverantörer inte har samma erfarenhet av de krav som Trafikverket har.
- Erfarenhet saknas, den förs inte vidare genom organisationen.
- Det är en stor risk för entreprenören att bygga en prefabbro och detta vågar inte entreprenören ta. Innovativa lösningar premieras inte utan dessa medför istället en risk.
- Prefabbroar medför en dyrare kostnad från konstruktören, detta då de tar lägre tid att räkna på grund av att det är fler faser som måste beräknas.
- Vid stora spännvidder fås stora och klumpiga balkar vilka är svåra att hantera på plats.

Övrigt

- Det finns en tradition av att bygga platsgjutet i Sverige. Detta medför att det inte finns erfarenhet av att bygga prefabricerat. En innovativ lösning tar ofta längre tid att få godkänd av Trafikverket än en mer traditionell bro.
- Marknaden för prefabbroar finns, den har vuxit och efterfrågan ökar.
- Generellt skall en bro uppfylla en funktion mer än något annat. De flesta bryr sig inte när de passerar utan det viktiga är att den inte stör landskapet.

2. Vilka fördelar anser du att en prefabricerad bro har?

- Fördelarna som omnämns är tiden och den tid som trafik påverkas. Prefabbroar lämpar sig väl där dessa skall korsa järnväg där det är av stor vikt att undvika avstängningar.

- På grund av att störningar minimeras bör prefabricerade broar vara attraktiva i centrala områden med mycket trafik där det är svårt att stänga av/leda om.
- En annan fördel med att bygga prefabricerat är att det är ett bättre klimat när de prefabricerade balkarna gjuts. Detta bör medföra bättre kvalitet på de prefabricerade elementen.
- Den är fördelaktig ur ett LCC-perspektiv. Framförallt i dagsläget då transportkostnaderna är låga.

• **Vilka nackdelar anser du att en prefabricerad bro har?**

- Prefabricerat har en nackdel i att de inte kan standardiseras så mycket som man kunde önskat. Detta beror på en mängd olika förhållanden som skiljer sig åt från plats till plats.
- Kvalitetsbrister – Det finns en viss skillnad i kvalitet mellan platsgjutet och prefabricerat. Den försämrade kvalitét leder till att det utseendemässiga har brister, i broar täcks inte betongen vilket den i många fall görs med prefab inom husindustrin. Större krav måste ställas på att få till en snygg yta.
- Konstruktionsmässigt tar det längre tid att räkna på en prefab lösning (nämndes även i fråga 1), det riskerar även att ta längre tid vid granskning av dessa.
- Det finns en negativ bild av prefabricerade broar i branschen, detta medför att det snackas runt och till slut blir det en sanning att prefabbroar har sämre kvalitet.
- Kräver mer planering, kan möta motstånd i produktion då vanan inte finns.
- Elementdelar är en nackdel, dessa medför skarvar som inte är bra ur en estetisk synvinkel.
- Cement är en stor miljöbov, kanske bättre att satsa på träbroar som i Norge?

3. Vad tror du att Trafikverket tycker om prefabbroar?

- Trafikverket är öppnare för prefabricerade broar. Dock krävs det mycket lobbying och energi för att övertala att prefab är rätt.
- Ledningen är öppen för prefabricerat, dock verkar detta inte runnit ner i organisationen.
- Trafikverket är skeptiskt till detta på grund av de kvalitetsbrister som funnits, dock är detta inte huvudorsaken till att prefab inte slagit igenom utan det är istället att entreprenören inte vill släppa ifrån sig kontrollen.
- Tidigare förfrågningar till prefabtillverkaren från entreprenören gör att tillverkaren kan vara med och erbjuda en bättre lösning.
- För att vända Trafikverkets bild av att prefabbroar håller sämre kvalitet måste entreprenörer och prefabtillverkare tillverka ett antal broar med bra kvalitet så att ryktet sprider sig att prefabbroar är bra.
- Hur Trafikverket uppfattas beror till stor del på vilka personer som finns i organisationen och vilken inställning dessa individer har.
- Ett sätt att ge prefabbroar en fördel är att utnyttja LCC-analys vid anbud. Tyvärr är nog inte Trafikverket riktigt mogna för att diskutera detta än.

- Trafikverket upplevs i vissa fall som skeptiska, detta håller dock på att luckras upp.

4. Vilka delar borde man fokusera på att prefabricera och utveckla?

- Att utveckla något annat än överbyggnaden skulle man inte tjäna mycket på, detta då det är här de största vinsterna finns i form av utebliven formställning och portaler.
- En annan variant än en överbyggnad med balkar skulle kunna vara att använda sig av TT-kassetter, på så sätt slipper man ifrån den kvarsittande formen på undersidan.
- En form av I-balk skulle kunna minska lasten och medföra större spännvidder, dock krångligare formning i fabrik.
- En stor möjlighet är att utveckla en utbytbar kantbalk. Ofta behöver dessa repareras relativt ofta och kan en balk som är smidig och lätt att byta ut utvecklas skulle prefabbroar få ett stort försprång. Ett alternativ skulle kunna vara kantbalkar i stål.
- Spännarmerade balkar är intressant. Marknaden skulle öka om balkarna blev slankare eller att de klarade större spännvidder. Transporter kan ske för balkar på upp till 40m idag inom husbyggnadsindustrin.
- En viktig del är att utnyttja prefabbroar på rätt plats, skulle kunna utveckla ”Stadsbroar” och ”Landsbyggsbroar” där kraven var ställda olika på estetik och utformning.
- Man måste jobba med att utveckla ett helhetskoncept. Ha en standardbro som sen kan utökas med olika tillägg, exempelvis färg, struktur eller formmaterial. Ett annat tillägg skulle kunna vara plåtar som man hänger på för att förändra brons form. Det viktigaste är att ha ett grundkoncept vilket man inte gör avsteg ifrån.
- Standardiseringen måste ökas och målet måste vara att man ska ha en enkel instruktion som alla ska kunna bygga efter, typ en IKEA-lösning i bro-form.
- Tidigare hade Trafikverket (dåvarande vägverket) utvecklat en standardbro (Standard plattram 80) där man gick in med sina dimensioner och kunde få ut färdiga handlingar. Detta utnyttjades tyvärr bara på någon enstaka bro, hade detta utvecklats hade vi varit längre fram med prefabbroar än vad vi är idag.
- Kantbalkarna ska man utveckla, den sidan som syns är mycket viktig. Måste ha en tanke och ha snygga linjer i denna konstruktion. Det är även viktigt att tänka till extra mycket vid övergången. Kunde utnyttja ett ljusare band med hjälp av en ljusare kantbalk.
- Prefabtillverkningen kan idag tillverka allt på broar med spännvidder på upp till 10 meter, vingar, ramben och farbana. Vid större spännvidder och stora element blir dessa för otympliga och svåra/omöjliga att transportera.
- Beror mycket på arkitekten och dennes preferenser.

5. Hur skulle man kunna göra den här/de här delen/delarna mer tilltalande utseendemässigt?

- Utnyttja så kallade ”kjolpaket” för att förändra brons siluett, grundkonstruktionen skall vara rak.

- Dragningen av vägen påverkar utförandet och valet av bro. Blanda in alla projektörer i ett tidigt skede i projekteringen för att på så sätt komma fram till den bästa helhetslösningen.
- Skippa brädformen på kantbalkar för att på så sätt få en distinkt skillnad mellan platsgjutna ramben och prefabricerade balkar. Detta skulle öka förståelsen för att det är olika konstruktionsdelar. I dagsläget försöker man härma platsgjutna konstruktioner, utnyttja istället prefab och de möjligheter som prefab erbjuder i form av ytor och färgning.
- Mönster i prefabbalkarna skulle kunna ge oändliga möjligheter. Olika formmaterial, matriser och grafisk betong ger många olika möjligheter.
- Belysning skulle kunna användas för att höja upplevelsen.
- Viktigt att ingrep sker på ett smakfullt sätt.
- Små broar på landsbygden behöver bara passa in i naturen, medan broar inne i städer och stora broar mer blir monument och prydnader.
- Slät undersida av överbyggnaden, blir då inte lika orolig som med balkar.
- Stor noggrannhet i utförande, slipper lagningar och undergjutningar vilket resulterar i olika färg på betongen.
- Ge tid för projektering.
- Färgning av betong med pigment i både de platsgjutna och de prefabricerade konstruktionsdelarna skulle kunna ge en mer enhetlig bro.
- I en prefabbro blir det skarvar, om man inte medvetet tar hänsyn till dessa kan dessa påverka uppfattningen av bron.
- Ta fram rundade kantbalkar.

6. Hur arbetar Trafikverket med utformningen av broar?

- De styrs med hjälp av gestaltungsprogram framtagna av projektgrupper innan förfrågan går ut till entreprenörerna. Detta kan ge antingen fria tyglar eller begränsa vilka möjligheter som finns att påverka utseendet.
- Broprojekteringshandboken som bestämmer lutningar, höjder och dylikt som finns att förhålla sig till. Säger inget om det estetiska.
- I mindre projekt styrs det ofta av projektledaren och broprojektören. I större projekt finns det ofta med en arkitekt som har ansvaret för gestaltningen.
- I totalentreprenaden i Rv50 Mjölby- Motala lämnade entreprenören NCC ett förslag som godkändes av Trafikverket. Detta är dock olika från projekt till projekt. I utförandeentreprenader arbetar Trafikverket ofta med arkitekter som jobbar med hur broarna ska upplevas.

7. Vilka orsaker finns det till att vi inte har kommit längre än vad vi har gjort med prefabricerade broar?

- Den enklaste vägen väljs då det inte finns något som uppmuntrar kreativa idéer. Detta gör att entreprenörer inte vågar ta risken det innebär att arbeta med nya och innovativa idéer.
- Stark tradition av att bygga platsgjutet, mer erfarenhet av platsgjutna broar.

- Finns synpunkter på att prefabbro=standardbro, detta är dock felaktigt, bara för att man bygger broar i prefab innebär inte detta att alla blir likadana.
- Europa har låtit marknaden styra mer, likande den svenska husmarknaden, där statliga verk inte lägger sig i så mycket. Detta då man litar mer på konsulterna än här i Sverige, där Trafikverket vill granska allt.
- Tidigare har det varit väldigt styrt vilken brotyp det skulle vara och det var då svårt att byta brotyp till prefab.
- Kan vara så att arkitekter och konstruktörer har velat sätta sin prägel på bron då det är en iögonfallande byggnad.
- Kvalitetsbrister från förr medför ett försämrat rykte idag.
- Hotar jobben för den egna personalen. Detta borde dock leda till att man kan ta andra jobb vilket effektiviserar branschen
- Borttagandet av standardritningar. Hade man fortsatt att utveckla dessa hade utvecklingen varit längre kommen än idag.
- Man vill ha snygga broar överallt.
- En orsak har varit att entreprenörerna har velat ha en så stor del som möjligt själv, och då inte velat släppa ifrån sig tillverkningen.

• **Hur skulle man kunna ändra på detta?**

- Har öppnats upp mer genom lösare hållna totalentreprenader vilka lämnar mer utrymme för egna förslag.
- Ändra attityder på och få folk att lita på prefab, gäller alla i branschen, från beställare till entreprenör.
- Få en ”ren” standard. Det ska bara finnas en lösning, inga speciallösningar.
- Personer i projekteringen av bron måste följa med och överföra kunskaper till produktionen. Detsamma gäller överföring av kunskaper mellan projekt.
- Leverera ett antal bra prefabbroar för att förbättra ryktet.
- Sätta sig i en stor grupp med konstruktörer, arkitekter och entreprenörer vilka gemensamt kommer att kunna komma fram till en bra lösning. Viktigt med en grupp där samarbete kan ske och inte låses vid vissa aspekter.
- Höghastighetsjärnvägen kommer att ge en stor marknad.

8. Vilka ”regler” finns det för utformningen av broar?

- Bro 2004 (numera Eurocode).
- Broprojekteringshandboken
- Vid upphandling och byggande är det TRVK (Trafikverkets tekniska krav) som styr vad som får och inte får göras.
- Idag står det i alla förfrågningsunderlag att det ska vara brädförm och att det inte får finnas några horisontella gjutfogar.
- Krav som måste uppfyllas, exempelvis att pelare i mittrefuger måste vara tjockare för att klara påkörning.
- Trafikverket har interndokument som anger vilka krav som ska ställas.
- Trafikverket ska sluta peta i detaljer och bli en mer renodlad beställare.

- Nej, inte vad gäller det estetiska. Att många broar ser likadana ut kan bero på att många har utnyttjat samma konstruktionslösning.
- **Är dessa regler skrivna eller informella?**
 - Reglerna i TRVK är skrivna.
 - Reglerna är skrivna, dock är det människor som använder dem så blir det tolkningar och olika resultat.
 - Kraven/råden i broprojekteringshandboken är anpassade för att passa i AF.

9. Hur viktigt tror du att utformningen är för prefabricerade broar?

- Utformningen inte det viktigaste, det är läget som är viktigast. Man måste placera dessa broar på rätt plats där man faktiskt tjänar på att ha dessa.
- Placeringen spelar stor roll, en bro i tätbebyggelse bör läggas mer fokus på estetik än på landsbygden.
- Kreativa idéer skulle gynna prefabbroar
- Man måste visa upp fördelarna med prefab och marknadsföra dessa.
- I och med att Trafikverket ska jobba mer med totalentreprenader så hoppas man locka fram nya innovationer och idéer.
- Måste våga låta det gå ibland, företagen står för risken och vågar ofta inte ta dessa risker med nya innovationer.
- Prefab bör vara intressant alternativ i städer då de tar mindre yta i anspråk under byggtiden. Men då krävs det att den är mer genomarbetad, exempelvis genom olika tillval som inom bilindustrin.
- Viktigt att profilera prefaben mer än vad som görs idag, ska inte efterlikna platsgjutet.
- Det är roligare att erbjuda en snygg bro, dock så kan det vara mer attraktivt med en billig bro.
- Kan med enkla medel göra en roligare och snyggare bro.
- Det är en viktig aspekt. Även om bron är över järnvägen så måste man tänka till innan. Det behöver inte kosta mer att tillverka en snygg bro.
- Man ska inte erbjuda prefab överallt, utan det lämpar sig kanske bäst där betraktaren rör sig fort och då inte hinner uppleva utformningen av bron
- Finns två vägar att gå, snabb och snygg eller snabb och billig. Beror på vad som efterfrågas.

10. Vilka är dina åsikter angående NCC Montage bro, om man tänker utseendemässigt?

- Snygga och håller bra kvalitet. Bygger man prefabbroar såsom man har gjort på Rv50 bör den vara mycket konkurrenskraftig. Krävs dock flera projekt med bra utfall för att vända trenden.
- Montagebron är enkel, detta är dock inte dåligt utan enkelhet är i vissa fall bra.
- Bra bro. På Rv50 passar de in på den plats där de står.
- Inte snygga rent estetiskt. Men tänker man på dem rent konstruktionsmässigt och ser finurligheten hos dem så är de mer tilltalande.

- Viss del av den skepticism som fanns mot montagebroar har suddats ut efter det goda resultatet på Rv50. Detta beror till stor del på platsledningen.
- Förtroende och tillverkningskontroller leder till bra resultat.
- NCC Montagebro är helt okej. Borde arbeta mer med detaljerna innan man sätter igång.
- Åker man under dessa upplevs de som oroliga då de består av balkar och inte en slät yta. På håll är detta ingen nackdel då man inte ser underytan.
- I jämförelse med platsgjutna konstruktioner finns ingen fördel för NCC montagebro i kvalitetsavseende. Istället bör den konkurrera på pris och byggtid.
- Konsulter/konstruktörer lägger på en stor kostnad vilket gör att man inte tjänar lika mycket på att bygga en prefabbro. Detta är något som man jobbar med och vill slippa ha externa konsulter.
- Färgskiftningarna hos dem är inte så värst roliga, tre olika nyanser av grått är inte tilltalande. Dock är detta svårt även vid platsgjutna konstruktioner då det är många faktorer som påverkar utfallet.

11. Om balkarna var slankare skulle detta kunna öka attraktionskraften för prefabbroar?

- En spännarmerad balk skulle vara väldigt bra. Konstruktionshöjden styr vilken brotyp som kan användas, då är det viktigt att minska konstruktionshöjden så mycket som möjligt.
- Montagebrons attraktionskraft skulle med största sannolikhet öka med slankare balkar. Längre spännvidder skulle också kunna öka användningsområden.
- Göra balkarna välvda, detta skulle kunna vara snyggt. Dock medför det en dyrare balk då formning skulle bli krångligare.
- Anledningen till att det i början blev slakarmerat var att det gick fortare att räkna på. Spännarmerade balkar är något som man tittar på.
- NCC Jobbar med flera olika brolösningar, i längre spännvidder skall en klar lösning med stål/betong finnas. Tanken är att NCC Montagebro skall vara över järnväg med kortare spännvidder.
- Ja, beror på i vilket läge projektet är i och vilka krav som finns.
- Nej, inte utseendemässigt, gemene man tittar inte upp på balkarna på det sättet.

12. Hur mycket tror du att färgskiftningar mellan platsgjuten och prefabricerad betong påverkar utseendet hos prefabbroarna?

- Ytan gör mycket för upplevelsen av bron.
- Möjlighet att styra och ha bättre kontroll hos prefableverantören.
- Färgskiftningar påverkar inte resultatet på besiktningen.
- Nej, de påverkar inte utseendet. Även hos prefabricerade element uppkommer färgskiftningar, vilka beror på en mängd faktorer, exempelvis ballastens fuktighet, sammansättning, konsisten, vct och även varifrån cementbruket kommer påverkar.
- Nej, färgskiftningar i betongen påverkar inte valet mellan platsgjuten och prefabricerat.

- Alla som jobbar med broar ser färgskiftningar, gemene man uppfattar att något är fel men kan inte sätta fingret på vad.
- **Skulle man kunna utnyttja färgad betong?**
 - Ja.
 - Man kan jobba med färg och styra intrycken med detta, men då måste man arbeta medvetet med färgval.
 - Skall man använda färgad betong bör man använda pigment som blandas i betongen, använder man målad betong riskerar man mer underhåll.
 - Färgad betong skulle förhöja upplevelsen av bron, men samtidigt skulle det kräva mer underhåll för att inte se skitigt ut.
 - Man skulle kunna utnyttja färgskiftningar för att accentuera de olika konstruktionsdelarna istället för att försöka dölja dem.
 - Färgad betong kan vara bra, men då på frontmurar och vingmurar.
 - Kan vara bra att utnyttja belysning och belysa de olika konstruktionsdelarna.
 - Färgen som broarna i så fall skall målas med måste vara beständig om detta skall göras. Om de skall målas bör detta göras med en silikatfärg. Pigment inblandad i betongen håller bättre än om bron målas.

13. Vad skulle man kunna göra för att få en ”snyggare” prefabbro?

- Jobba med ytorna, dels med form och även med färg.
- Rundade kanter framför vassa hörn på balkarna kan lätta upp intrycket.
- Erbjud ett ”*kjol-paket*”, där olika tillval kan göras.
- Fokusera på fördelarna med prefab.
- Framhäva att det inte är en platsgjuten bro, gör det tydligt att det är prefabricerat.
- Kan komma långt genom att bara arbeta med detaljer.
- Lek med ytor.
- Plocka fram styrkorna hos prefab, kan vara mycket mer varierande än vad platsgjutet kan vara.
- Lutande ytor lättar också upp intrycket.
- Det är lättare att få ytor med bra kvalité med prefab, man får mindre luftbubblor då möjligheterna att vibrera bort detta i fabrik är bättre. Man slipper även formstag vilket lämnar synliga järn i ytan. Allt detta är positivt att slippa ifrån då lagningar minskar vilka ger skillnader i färg.
- Med prefab kan man få mycket exakta och snygga ursparningar.
- Bågar, om det skulle gå att tillverka kostnadseffektivt.
- Mer erfarenhet, som uttrycket ”*Övning ger färdighet*”.
- Svårt att bygga en spektakulär prefabbro.
- Utnyttja samverkansbroar istället för rena betongbroar.
- Även vid träbroar försöker man efterlikna platsgjutna betongbroar, i infästningar och dylika detaljer.
- Ljus och belysning på undersidan skulle kunna ge mer liv åt undersidan då denna annars kan kännas rätt trist. Aktuellt där gång- och cykeltrafikanter rör sig.

- **Övrigt**
 - För att utveckla prefab broar bör man sätta sig i en grupp där alla är representerade, byggtreprenörer, prefableverantör, konstruktörer, arkitekter och Trafikverket för att riktigt reda ut vilka möjligheter som finns och vad som efterfrågas.
 - Ta med prefableverantören i ett tidigt skede, då har de större möjlighet att vara med och påverka vad som går och inte går att göra.
 - Det är en historiskt välkänd fråga, funnits i minst 50 år utan att man kommit fram till några beslut.

4 Analys

4.1 Vilka möjligheter finns det för prefabricerade broar?

Prefabricerade broar besitter en stor potential. Då prefabricerade broar är en relativt utvecklad marknad i Sverige finns det fortfarande mycket att utveckla runt omkring dess utformning.

Ett av de problem som flitigt nämns om prefabricerade broar är att de har kvalitetsbrister i jämförelse med platsgjutna broar. En av anledningarna till dessa brister är att prefab leverantörerna inte har samma vana att arbeta med denna typ av konstruktion och de krav som ställs på den, vilket kan ses på en del av resultaten från intervjuerna. Anledningen till detta kan vara många, men en som nämns är att det inte tillverkas tillräckligt många prefabricerade broar för att de ska kunna lära sig utan istället glöms det bort mellan varven. Kvalitetsbristerna som kommer från produktionen kan medföra att det behövs lagningar; och när dessa lagningar görs kommer de inte att ha samma färgnyans.

Intervjuerna visar på att de delar som är mest intressanta att prefabricera är överbyggnaden. Orsaken till detta som nämns är att det främst är överbyggnaden som man tjänar någonting på att prefabricera då man på så sätt slipper ifrån formställning och portaler samtidigt som man enbart behöver stänga av trafiken under en kort period. Prefabindustrin kan idag prefabricera hela brokonstruktionen i spännvidder upp till 10 meter, blir spännvidderna längre blir elementen för stora och går inte att transportera på vägarna. Helt prefabricerade brokonstruktioner har då ganska begränsade användningsområden.

NCC Montagebro byggs idag med slakarmerade betongbalkar. Ett förslag som kom fram i intervjuerna var att man istället för balkar skulle använda sig av någon form av TT-kassetter. Fördelen med detta skulle vara att man istället för att lägga dit kvarsittande form, istället kan gjuter man ihop bron över TT-kassetterna. En annan lösning för att få lättare balkar skulle vara att utforma dessa som en I-profil för att på så sätt optimera balkarna och få dessa lättare. Balkar som väger för mycket är ett problem då de inte går att frakta på vägarna och med denna lösning skulle man kunna få ner vikten och öka spännvidderna. Nackdelen med detta skulle vara att det blir en krångligare formning vilket kan resultera i dyrare balkar. En annan lösning på viktproblemet skulle vara att utnyttja en lättare ballast och på så sätt få ner vikten på balkar.

En fråga i intervjun behandlade slankheten hos balkarna. Enligt litteraturen nämns att slankare konstruktioner är attraktivare och förhöjer upplevelsen mer än motsatsen. I intervjuerna höll de flesta med om att det var attraktivare med slankare balkar och det skulle kunna göra prefabbron mer attraktiva på marknaden. Möjligheten till slankare balkar är något som NCC undersöker i form av spännarmerade balkar till sin NCC Montagebro. Om balkarna blev slankare skulle längre spännvidder kunna nås då de

fortfarande skulle kunna transporteras till arbetsplatsen. Spännarmerade balkar skulle inte enbart öka attraktiviteten på marknaden utan det skulle även höja upplevelsen i min mening.

Att utveckla en kantbalk som är enkel att byta ut är något annat som omnämns. Detta skulle kunna leda till att öka attraktiviteten hos prefabricerade broar om det finns en enkel lösning för att byta och reparera denna kantbalk. Kantbalkar behöver repareras regelbundet oavsett bro då dessa är i ett utsatt läge med salt och varierande klimat. Om en lösning för detta skulle kunna arbetas in i NCC Montagebro så att det vore enkelt att byta ut Montagebrons kantbalkar utan att behöva stänga av trafik eller minska antalet körfält skulle det finnas mycket att vinna genom detta, både i pengar och tid.

En annan aspekt att ta hänsyn till är att förenkla konstruktionen och göra den standardiserad. Det skall inte finnas flera speciallösningar på en prefabbro utan det får bara finnas en typ av standardlösning, rent konstruktionsmässigt, vilken man sen kan välja olika tillval för att få bron mer unik och estetiskt tilltalande. Dessa tillval skulle i så fall få vara sådana att de inte förändrar konstruktionen, exempelvis ytstrukturer, färger, belysning eller någon form av påhäng för att förändra siluetten av bron. Nackdelen med framförallt att ändra siluetten med påhäng skulle kunna vara att betraktaren känner sig lurad då bron försöker imitera något den inte är. Andra problem med detta är att det i största allmänhet uppfattas som mer attraktivt med enkla broar utan påhäng då detta kan ses som onödigt och inte påverkar bronns funktion. Ytterligare en fördel som skulle komma med att bara erbjuda en standardlösning skulle vara att man på så sätt kan förenkla utförandet, samtidigt som erfarenhet av att bygga denna standardlösning kan erhållas. Man skulle erbjuda mer av en IKEA-lösning i bro-form.

Många intervjuade påpekar att läget är viktigt vid valet av bro. En prefabricerad bro kanske inte skall läggas mitt inne i en stad utan denna hör hemma på platser där det enbart finns få förbipasserande som ser den. Idag vill man att de flesta broar skall hålla en viss nivå utseendemässigt. Om resonemanget om en så kallad ”Klass A-bro” och en så kallad ”Klass B-bro” utvecklades och började utnyttjas skulle detta kunna öppna upp för enklare prefabricerade broar där få passerar den från sidan och mer estetiskt tilltalande broar där fler passerar bron från sidan. Dock bör det finnas alternativ för att tillverka och erbjuda mer estetiskt tilltalande broar, exempelvis med olika tillval såsom nämnts ovan. I framtiden kommer det att vara mindre plats att bygga broar på inne i städer och när de broar som finns idag behöver bytas ut måste det finnas alternativ som gör så liten påverkan som möjligt, detta alternativ är prefabricerade broar. De prefabricerade broarna minskar både byggtid samt att de medför en kortare tid då vägar behöver ledas om eller stängas av.

Ett bra sätt att utveckla prefabricerade broar är att arbeta med strukturer på ytorna av betongen. Det finns en mängd olika sätt att arbeta med detta på, exempelvis genom olika matriser, formmaterial eller genom grafisk betong. Att utnyttja detta på

exempelvis balkar skulle kunna förhöja upplevelsen av bron. Detta skulle dock också leda till dyrare balkar på grund av extra arbetsmoment då balkarna tillverkas.

Skillnader i formmaterial och ytstruktur hade kunnat användas för att skilja platsgjutna konstruktionsdelar och prefabricerade delar åt. Om man skulle kunna skilja dessa åt skulle man göra det tydligt att de är tillverkade på olika sätt och på så sätt inte göra betraktaren förvirrad. Idag känns det som om man försöker dölja att man använder sig av prefabricerade konstruktionsdelar genom att tillverka dessa med samma formmaterial. Istället borde potentialen som finns hos prefab utnyttjas och använda de möjligheter inom ytstrukturer och färgning som finns hos prefabindustrierna som kan vara svårt att göra på plats.

4.2 Kan det vara aktuellt att använda färgad betong?

Att färgskillnader mellan de platsgjutna konstruktionerna och de prefabricerade skulle vara något negativt för prefabricerade broar var de flesta intervjuade överens om att de inte var. De enda personer som kommer att tänka på att dessa skillnader är de som på något sätt arbetar med broar, gemene man kommer inte att tänka på denna skillnad. Ett argument som lyftes fram för att detta inte påverkar i valet mellan platsgjutet och prefabricerat var att även platsgjutna broar kan få färgskillnader. Dock bör det vara lättare att få till snygga ytor på prefabricerade produkter vilket borde vara en fördel för prefabroar. Färgskiftningarna har kanske inte så stor betydelse för upplevelsen, utan ytan på betongen har större påverkan på upplevelsen.

Alla intervjuade säger att färgad betong skulle kunna vara ett alternativ för att förhöja upplevelsen. Det krävs dock att det sker medvetet och att det finns en tanke bakom färgvalet. Görs inte detta kan det istället ha motsatt effekt och påverka upplevelsen negativt. En nackdel med att ha färgad betong som framförs är att det skulle kunna leda till mer underhåll då det krävs att man tvättar bron för att den inte skall se skitig ut. För att få en så bra bro som möjligt och minimera underhållet bör man använda sig av färgpigment vilka skulle blandas i betongen under tillverkningen. Detta skulle i så fall minska underhållet för bron och en lägre livscykelkostnad skulle erhållas. Om man istället målar en klar betongyta finns risken att det börjar flagna och den måste målas om efter ett par år.

Som nämndes tidigare så fanns det åsikter om att man borde framhäva de prefabricerade delarna istället för att efterlikna platsgjutna konstruktioner, detta skulle man kunna göra med hjälp av färgpigment i exempelvis de prefabricerade balkarna.

En av de intervjuade omnämnde möjligheterna till att utnyttja belysning för att framhäva en bro och på så sätt göra den attraktivare. Detta är något som skulle kunna vara en billig och ganska enkel lösning för att framhäva de olika konstruktionsdelarna under de mörkare årstiderna. Dock gäller det då att belysningen sker på broar där folk passerar och ser/tar del av denna upplevelse, exempelvis där gång- och cykeltrafikanter passerar.

4.3 Hur ska man kunna få en snyggare bro?

I tidigare undersökningar som är gjorda nämns ofta att en av nackdelarna med prefabricerade broar är att de är fula. För att få en ändring på detta finns det en del att göra enligt de tillfrågade. Några av dessa synpunkter har omnämnts ovan, exempelvis att jobba med ytorna, ljussättning och att framhäva att det inte är en platsgjuten bro.

Ett sätt att göra snyggare broar är genom att bygga fler. Byggs det fler kommer mer erfarenhet att arbetas in i branschen och detta kommer medföra att kvaliteten på produkten kommer att öka. Med en kvalitetsökning bör man erhålla snyggare ytor som inte kommer att behöva lagas samtidigt som det kommer gå snabbare att bygga prefabricerade broar. I intervjuerna nämndes det att prefableverantören ofta saknar rätt kompetens för att tillverka produkter enligt Trafikverkets standarder och krav, om det skulle tillverkas fler prefabbroar skulle det även bli möjligt för prefableverantören att plocka in rätt kompetens och på detta sätt höja kvalitén.

För att få liv i en prefabricerad bro kan man använda sig av olika ursparningar. Detta för att skapa något med mer liv i ytan och som väcker intresse från betraktaren. I Göteborgs bussterminal finns prefabricerade betongelement som man har använt ursparningar för att skapa numret på vilken terminal det är. Ursparningarna i Göteborgs bussterminal är mycket exakta och det ställdes stora krav på dessa då de kom från fabrik. På liknande sätt måste entreprenören ställa krav på prefableverantören så att kvalitén på produkten blir bra och broarna blir så snygga som de kan bli.

Under intervjuerna nämndes det av flera av de intervjuade att för att erhålla en så bra prefabricerad bro som möjligt måste man sätta sig ner med flera aktörer så att möjligheterna och vad som efterfrågas kan redas ut. Genom att utnyttja flera olika yrkesgruppers erfarenheter och kunskaper borde det gå att få fram en bra lösning. Att genomföra detta kan vara svårt. Därför kan det vara bättre att NCC själva sätter sig ner med Trafikverket men att NCC tar med interna experter på olika områden. Att genomföra detta kostar pengar och såsom nämnts tidigare är det någon som måste ta en risk och genomföra detta, med risken att det inte faller väl ut. Risken finns även att det faller väl ut och andra entreprenörer härmar konceptet som det utvecklande företaget har tagit fram utan att de får något för sin idé. Tankar som dessa hämmar kreativiteten och utvecklingen inom brobyggnation.

5 Slutsatser

5.1 Slutsatser

Det byggs väldigt få prefabricerade broar i Sverige idag. Branschen har betraktat dessa med skepsis och misstro, dels att de prefabricerade produkterna klarar kraven som ställs på broar, men även mot hur de ser ut. Detta har medfört att vi har hamnat på efterkälken i byggnation av prefabricerade broar om man jämför med övriga Europa. I dagsläget har folk i branschen dock börjat ändra åsikt och misstron mot prefabricerade broar har minskat. Detta kan bland annat bero på projekt där resultaten har varit lyckade och gett broar med god kvalitet. För att kunna fortsätta att få erfarenhet av byggnation av prefab broar krävs det att vi gör det lättare att bygga dessa. Trafikverket har redan gjort vissa lättnader, bland annat genom att driva fler projekt i totalentreprenader, men det krävs mer insatser.

Ett sätt att underlätta för prefabricerade broar är att minska kraven på dessa broars estetik. Idén om att ta fram en så kallad ”Klass A-bro” och en så kallad ”Klass B-bro” där det ställs olika krav på brons estetiska utformning, med hänsyn till vilken mängd människor som kommer att betrakta den, borde leda till att det blir enklare att genomföra och bygga prefabricerade broar. Fram tills idag har känslan varit att man vill bygga vackra broar överallt. Detta är en god tanke, men är det försvarbart ur ett längre perspektiv? Istället hade det kunnat vara bättre att bygga enklare broar, vilket i sig inte behöver vara negativt, där färre människor kommer att betrakta dem och sedan lägga mer fokus och resurser på broar där det är mycket folk som kommer att passera dem och där de mer blir som monument.

Prefabricerade broar har en stor potential och det finns en stor utvecklingsmöjlighet hos dem. I framtiden, då det blir trängre att bygga nytt och svårt att stänga av trafik, kommer det krävas att det finns alternativ till platsbyggda broar och då är prefabricerade betongbroar ett av dessa. Fördelen med dem är att de inte tar lika stor plats i anspråk, behöver ingen formställning, samt att trafiken enbart under kortare perioder kommer att behövas stängas av. Men då krävs det också att utformningen och den estetiska sidan utvecklas.

En bra synpunkt som nämndes under intervjuerna som borde studeras och undersökas närmare är möjligheten till en utbytbar kantbalk. Om det hade funnits möjligheter till att ta fram en sådan bro hade attraktiviteten för den på marknaden ökat markant. Kantbalkarna är hårt utsatta i konstruktionen på grund av salt och vatten, vilket resulterar i att dessa måste lagas eller bytas ut. Att kunna erbjuda en prefabricerad bro med ett färdigt system för hur man enkelt skulle kunna byta ut kantbalkarna med en minimal inverkan på trafiken borde höja marknadsvärdet hos kunden.

Det finns flera olika saker som kan göras för att arbeta med den estetiska sidan, flera som är ganska enkla åtgärder som inte behöver kosta mycket. Gemensamt för alla som intervjuades var att de tyckte att det enbart är överbyggnaden som man ska

fokusera på att utveckla, då det är denna man vinner mest på att prefabricera. En av de enklare sakerna som går att arbeta med är ytor. Detta är något som man kan använda för att skapa olika strukturer och även olika mönster i betongen. Med hjälp av olika strukturer och ytor kan det skapas något som väcker intresse och uppmärksamhet hos betraktaren. NCC Montagebro ska vara enkel i sitt grundutförande, med släta ytor och raka balkar, sen ska det finnas olika tillval som beställaren kan göra. Exempelvis genom ytstrukturer, färg eller någon form av inklädnad för att ändra dess konturer. Spännarmerade balkar är också ett tillval som borde finnas och som hade ökat användningsområdena och attraktiviteten hos NCC Montagebro avsevärt. Det är även mycket viktigt att det blir en standardbro och inte som idag, en prefabricerad bro som inte är standardiserad.

Färgad betong är något som skulle kunna användas för att förhöja upplevelsen. Det är då viktigt att det tas hänsyn till risken för ökat underhåll när en kostnadsanalys görs. Annars är det lätt att kunden blir missnöjd då det efter ett par år har blivit smutsigt och missfärgat. Färgen skulle kunna användas för att skapa kontraster mellan den platsgjutna betongen samt den prefabricerade betongen. Kontrasterna borde användas för att tydligt påvisa att dessa konstruktionsdelar inte är tillverkade på samma sätt, istället som man idag försöker dölja detta och få dem att se platsgjutna ut.

I dagsläget försöker man att efterlikna platsgjutna konstruktioner även då konstruktionsdelarna prefabriceras. Detta kommer från den starka tradition som finns i Sverige med att bygga platsgjutet vilket har medfört att det finns en stor erfarenhet av det. Därav följer att man även i prefabricerade konstruktionsdelar försöker få dem att se platsgjutna ut. Prefab har dock flera andra möjligheter vilka man i dagsläget inte utnyttjar. Då det finns större möjligheter att kontrollera produktionen medför detta att det borde gå att få väldigt exakta och snygga ytor. En stor nackdel som prefabindustrin har är att de inte besitter erfarenhet av brobyggande och de krav som ställs från Trafikverket. Detta är dock något som kommer med fler prefabbroar.

Prefabricerade broar har alla möjligheter att bli mer estetiskt tilltalande och attraktiva. Frågan är bara hur mycket företagen är beredda att satsa och riskera, då det är företagen som står för den större risken. För att på ett bra sätt reda ut hur man ska gå vidare och arbeta med prefabricerade broar krävs det att entreprenörer och Trafikverket sätter sig ner och reder ut hur vi ska arbeta med detta och vad som egentligen kommer att efterfrågas i framtiden. Då bör entreprenören ta med sig interna experter på olika områden för att komma fram till en så bra lösning som möjligt. Som tidigare nämnts finns det sannolikt en potential och en framtid för de prefabricerade broarna, men då gäller det att kvalitetsbrister och erfarenhetsbrister arbetas bort och att branschen slutar se på dem med skepsis och misstro.

Ute i Europa har ett flertal länder kommit längre än vad vi i Sverige har gjort. Detta är något som borde undersökas närmare och se hur man arbetar med prefabricerade broar i Europa och försöka utnyttja de erfarenheter som finns inom detta område där.

5.2 Fortsatta studier

Under arbetet med detta examensarbete har jag stött på saker som kan studeras vidare.

- Djupare studie – Fortsätt studien om vilka möjligheter det finns för anpassning- och utformningsmöjligheter för prefabricerade betongbroar.
- Utbytbar kantbalk – att utveckla en prefabricerad bro med en kantbalk som är lätt att byta ut är något som hade ökat attraktiviteten för prefabricerade broar. En undersökning på hur detta skulle kunna utföras vore oerhört intressant.
- Utveckla ett ”produktblad/säljblad” – att erbjuda en enkel prefabbro i standardutförande som sedan kan byggas på med olika tillval, vore intressant att studera vidare genom att ta fram ett förslag på hur detta skulle kunna se ut.
- Utvecklingen i Europa – i flera länder ute i Europa har man kommit mycket längre med prefabricering av betongbroar än vad vi i Sverige har gjort. En studie som undersöker hur man kan implementera arbetssätten där i Sverige vore intressant.

6 Referenser

Böcker

- Åhström, Michael (2010). **Anläggningsarbete**. Första upplagan, Liber Stockholm
- Vägverket (a), (1996). **Broprojektering – En handbok**. Vägverket, Borlänge
- Chen, Wai-Fah och Duan, Lian (2014). **Bridge Engineering Handbook - Fundamentals**. Taylor and Francis Group.
- Ahlberg, Sven Olof och Spade, Bengt, (2001). **Våra Broar – En kulturskatt**. Vägverket 2001.
- Brown, David J, (1996). **Bridges, 3000 years of defying nature**. Reed International Books Ltd.
- Statens Vegvesen, (1992). **Utformning av bruere**. Upplaga 4000. As Joh. Nordahls Trykkeri.
- NCC, (2009). **NCC Montagebro – En prefabricerad/standardiserad bro för smidigare byggprocess**. Interndokument.
- Häger, Björn (2007). **Intervjuteknik**. Andra upplagan, Liber

Elektroniska

- Trafikverket (a) **Trafikverkets tekniska råd – Bro**, (2011), Trv publikationsnummer 2011:086, Trafikverket.
- <http://www.trafikverket.se/Foretag/Bygga-och-underhalla/Vag/Tekniska-dokument/Bro-och-tunnel/Bro-och-tunnel---dokument/>
- Trafikverket (b) **Trafikverkets tekniska krav – Bro**, (2011), Trv publikationsnummer 2011:085, Trafikverket.
- <http://www.trafikverket.se/Foretag/Bygga-och-underhalla/Vag/Tekniska-dokument/Bro-och-tunnel/Bro-och-tunnel---dokument/>
- Trafikverket (c), (2013-06-13). **BATMAN, Bro och tunnel management, version 5.1**,
- <https://batman.vv.se>
- Trafikverket (d), (2014-04-11). **Foton på Motalabron**. Foton av Kerstin Ericsson.

- <http://www.trafikverket.se/Privat/Projekt/Ostergotland/BanaVag-Motala-Mjolby/Bilder/>

Länsstyrelsen Skåne, (2014-07-11). **Sveriges första betongbro.**

- <http://www.lansstyrelsen.se/skane/sv/samhallsplanering-och-kulturmiljo/landskapsvard/kulturmiljoprogram/historia-utveckling/kom-landskap/Pages/Broar.aspx>

Svensk Betong (a) **Brosystem**, (Hittar inget datum), Svensk betong.

- <http://www.svenskbetong.se/produktredovisning/system-och-komponenter-anlaeggningar/brosystem.html>

Wikipedia (a), (2014-08-04). **Foto av stenalvsbro.**

- http://commons.wikimedia.org/wiki/File%3AValvbro_%C3%B6ver_As%C3%A5n.jpg

Wikipedia (b), (2014-10-20). **Foto på Craigellachie bridge.**

- http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Craigellachie_bridge_side_on.jpg?u=selang=sv

Wikipedia (c), (2014-10-21). **Foto på Förstävning.**

- http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Redheugh_Bridge.jpg

Wikipedia (d), (2015-02-20). **Foto på ljussättning.**

- http://commons.wikimedia.org/wiki/File%3AParis_pont_iena.jpg

Wikipedia (e), (2015-02-19). **Foto på Öresundsbron.**

- http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/01/%C3%96resundsbron_i_solnedg%C3%A5ng_2.jpg

Träguiden, (2015-02-19). **Foto av träbro, Skellefteå.** Foto av Per-Anders Fjellström.

- <http://www.traguiden.se/TGtemplates/Photopage.aspx?id=7299>

Tyréns, (2014-08-04). **Att minska byggavfallet – En metod för att förebygga avfall vid byggande.**

- <http://www.tyrens.se/Global/Nyheter/Nyheter%202012/Rapport%20Minska%20byggavfall.pdf>

A-betong (a), (2014-08-04). **A-Betong BroSystem.**

- http://www.heidelbergcement.com/NR/rdonlyres/A1ABF18F-CA4B-471E-9DD9-27169444679C/0/Abetong_BroSystembroschyr.pdf

A-betong (b), (2014-08-04). **Bild Rörbro.**

- <http://www.heidelbergcement.com/se/sv/abetong/referensobjekt/anlaggning/Abetong+Brosystem/Referenser.htm>

NCC (a), (2014-08-25). NCC Montagebro, interndokument om NCC Montagebro.

NCC (b), (2014-09-11). Säljpresentation NCC Montagebro, interndokument om NCC Montagebro.

NCC (c), (2014-09-12). Säljpresentation NCC Underhållsfri bro, interndokument om NCC Underhållsfri bro.

NCC (d), (2015-02-19). **Motalabron, bild på färgsättning.**

- <http://www.ncc.se/vara-projekt/riksvag-50-mjolby-motala/>

7 Bilagor

7.1 Bilaga 1 – Inför diskussioner

Hej!

Jag skriver just nu på mitt examensarbete vid Lunds tekniska högskola. Detta kommer att behandla NCC Montagebro. För att du skall kunna förbereda dig inför vår diskussion så sänder jag över ett antal frågor som kommer att diskuteras. Diskussionerna kommer att publiceras i examensrapporten. Givetvis så kommer jag att låta dig granska texten innan den publiceras. Diskussionerna kommer att ta max 60 minuter.

Syfte

NCC har arbetat med en prefabricerad bro-lösning sedan slutet av 80-talet. Detta för att kunna få en smidigare och effektivare byggprocess. Dock så lyckades detta system inte få det genomslag som man hade hoppats på och istället utvecklades dagens prefabbro, NCC Montagebro. Målet med denna är fortfarande att få en smidigare och mer effektiv byggprocess, att kunna skära ner på byggtider och produktionskostnader samtidigt som en bättre arbetsmiljö erhålls. Inte heller NCC Montagebro har lyckats att få ett genomslag på marknaden. Detta beror på flera saker, där en som nämns är estetiken hos bron. Syftet med detta examensarbete är att undersöka vilka möjligheter som finns att göra en estetiskt tilltalande prefabbro. Målet är att påvisa att det finns enkla sätt att göra prefabbroar mer attraktiva.

7.2 Bilaga 2 - Diskussionsfrågor

Frågor att diskutera

1. Vad anser du om prefabricerade broar?
2. Vilka fördelar anser du att en prefabricerad bro har?
 - Vilka nackdelar anser du att en prefabricerad bro har?
3. Vad tror du att Trafikverket tycker om prefabbroar?
4. Vilka delar borde man fokusera på att prefabricera och utveckla?
5. Hur skulle man kunna göra den här/de här delen/delarna mer tilltalande utseendemässigt?
6. Hur arbetar Trafikverket med utformningen av broar?
7. Vilka orsaker finns det till att vi inte har kommit längre än vad vi har gjort med prefabricerade broar?
 - Hur skulle man kunna ändra på detta?
8. Vilka ”regler” finns det för utformningen av broar?
 - Är dessa regler skrivna eller informella?
9. Hur viktigt tror du att utformningen är för prefabricerade broar?
10. Vilka är dina åsikter angående NCC Montage bro, om man tänker utseendemässigt?
11. Om balkarna var slankare skulle detta kunna öka attraktionskraften för prefabbroar?
12. Hur mycket tror du att färgskiftningar mellan platsgjuten och prefabricerad betong påverkar utseendet hos prefabbroarna?
 - Skulle man kunna utnyttja färgad betong?
13. Vad skulle man kunna göra för att få en ”snyggare” prefabbro?

7.3 Bilaga 3 – Bilder att diskutera kring



Prefabricerade betongbroar – vad hindrar dess utveckling i Sverige?



Prefabricerade betongbroar – vad hindrar dess utveckling i Sverige?



Prefabricerade betongbroar – vad hindrar dess utveckling i Sverige?



Prefabricerade betongbroar – vad hindrar dess utveckling i Sverige?



7.4 Bilaga 4 – Sammanställning av intervjuer

Sammanställning diskussion med platschef, 2013-10-10

1. Vad anser du om prefabricerade broar?

Ekonomiskt fördelaktig med prefabricerade broar. Detta gäller då om man har en standard som man kan följa och inte gör några förändringar på.

Prefabbroar anses som väldigt smidiga. De var relativt enkla att utföra och man slipper att bygga form och portaler i formen.

En nackdel är att de kräver erfarenhet som inte förs med genom organisationen. De som arbetar med den på teknik kommer inte med ut och överför erfarenhet till de som producerar den.

I Sverige finns det en tradition att bygga platsgjutet som har levt med, detta kan vara en av flera orsaker att de inte byggs mer prefabricerade broar i Sverige. *Detta kan bland annat leda till att erfarenheten inte finns att bygga prefabricerat.*

I Skänninge rådde det väldigt dåliga markförhållanden, detta ledde till att det krävdes att balkarna var fast inspända, egentligen ska de vara fritt upplagda, detta gör att man egentligen har gått ifrån NCC Montagebroprincipen vilket leder till en specialvariant. Detta medför till att det blev ett lite annorlunda utförande.

Ju kortare spännvidder på balkarna desto slankare blir dessa. Detta gör att man vid för stora spännvidder får för tunga och klumpiga balkar.

2. Vilka fördelar anser du att en prefabricerad bro har?

De två största fördelarna i produktionen är att man slipper ha formställning och portaler samt att det går fort att få balkarna på plats. Båda dessa orsaker gör att de lämpar sig väldigt bra där man inte har möjlighet att om leda trafiken t.ex. vid järnväg.

Bygger man vid en järnväg kan man forma och bygga frontmur under tiden som trafiken är igång och man behöver bara stänga av trafiken när balkarna ska lyftas på plats och när farbanan ska gjutas samman.

En fördel med prefabbroar är att man kan slippa ha en utrymmeskrävande kran. Balkarna lyfts på plats med en mobilkran som alltså bara behöver vara där under monterings tiden. I Skänninge användes en teleskopstruck istället för att ha en byggkran på plats hela tiden. Detta medför bland annat att man slipper en stor kostnad för kran.

○ Vilka nackdelar anser du att en prefabricerad bro har?

En stor nackdel är att de sällan blir så standardiserade som man kunde ha önskat sig. Detta beror på bland annat vilka laster som bron ska klara, ska den ta tung trafik eller är det bara en gång- och cykelbro.

Grundförhållanden påverkar också väldigt mycket och gör att det ofta blir svårt att ha en standard. I Skänninge så var det som tidigare nämnts så pass dåliga grundförhållanden att man var tvungen att ha balkarna fast inspända.

Prefabricerade betongbroar – vad hindrar dess utveckling i Sverige?

Ytterligare en nackdel är spännvidderna på balkarna. Då spännvidden blir för stor så blir balkarna gigantiska och omöjliga att hantera på plats, för tunga att lyfta till en rimlig kostnad.

3. Vad tror du att Trafikverket tycker om prefabbroar?

Trafikverket upplevdes som positiva i projektet på Rv 50. En av orsakerna till detta kan ha varit att de övertalades att NCC Montagebron var ett bra alternativ.

Trafikverket hade en vilja att det skulle upplevas som att man går under en portal i Skänninge.

Hur Trafikverket upplevs beror helt på vilken organisation och personerna i denna är från Trafikverket. Vissa är mer positiva än vad andra är helt enkelt.

4. Vilka delar borde man fokusera på att prefabricera och utveckla?

Att utveckla andra delar än balkarna är förmodligen inte ekonomiskt lönsamt. Till exempel att prefabricera frontmuren är nog möjligt, dock väcks frågetecken om hur man skulle kunna få till förankring mellan murarna och att det kan vara svårt att montera i produktion.

Att utveckla utbytbara kantbalkar är intressant. Dock så kan det vara svårt att få till förankring om man vill ha en sammangjuten konstruktion.

Ett alternativ till utbytbara kantbalkar i betong skulle kunna vara att utveckla en kantbalk i stål istället.

5. Hur skulle man kunna göra den här/de här delen/delarna mer tilltalande utseendemässigt?

Ett förslag är att man skulle göra en mer markant skillnad mellan de prefabricerade balkarna och de övriga platsgjutna delarna av balkarna. Detta för att få den tydliga förståelsen att det är olika delar i bron och man inte tror att även balkarna är gjorda på samma sätt.

Ytterligare en möjlighet är att ha olika mönster i balkarna, detta skulle ge en oändlig mängd möjligheter. Olika form material, matriser och dylikt skulle ge många olika möjligheter.

Om man färgar betongen med pigment skulle detta kunna få en mer enhetlig bro och man kanske kan slippa ifrån olika färgnyanser i de olika delarna.

6. Hur arbetar Trafikverket med utformningen av broar?

På broarna i Skänninge arbetade inte Trafikverket med utformningen, utan då det var en totalentreprenad så var det NCC som ansvarade för utformningen, Trafikverket godkände de förslag som NCC kom med.

Detta är dock olika från projekt till projekt. I utförandeentreprenader så arbetar Trafikverket ofta med arkitekter som arbetar med hur en bro ska upplevas.

7. Vilka orsaker finns det till att vi inte har kommit längre än vad vi har gjort med prefabricerade broar?

Prefabricerade betongbroar – vad hindrar dess utveckling i Sverige?

I Sverige så har man historiskt inte arbetat med prefabricerade broar utan man har arbetat mycket med platsgjutna konstruktioner.

En annan orsak till att det kan vara vanligt med platsgjutna konstruktioner är att konstruktörer och arkitekter vill sätta sin egen prägel på en bro i och med att det är en så speciell och iögonfallande byggnad.

○ **Hur skulle man kunna ändra på detta?**

Man måste få en mer ”ren” standard för att få kunna utveckla den. Så som det har varit nu är att det blir för mycket special på grund av olika lastförhållanden och grundläggningsförhållanden.

Det får bara finnas ett alternativ, inga speciallösningar utan som nämnts tidigare det ska finnas en ren standard lösning.

Personer som arbetar med projekteringen av Montagebron måste följa med och överföra kunskaper och erfarenheter till produktionen. Detsamma gäller emellan projekt, personer som byggt prefabbroar måste återföra sina kunskaper och erfarenheter till organisationen som ska bygga den nya bron.

8. Vilka ”regler” finns det för utformningen av broar?

Nej, inte vad gäller utseendemässigt. Att många broar ser likadana ut så kan det bero på att många har utnyttjat samma konstruktionslösning.

Vingar är väldigt styrda marktrycket.

○ **Är dessa regler skrivna eller informella?**

-

9. Hur viktigt tror du att utformningen är för prefabricerade broar?

Givetvis är det roligare att kunna erbjuda en snygg bro. Dock så kan det vara så att det är mer attraktivt att kunna erbjuda en billig lösning.

Kan med enkla medel erbjuda göra en ”roligare” och snyggare bra.

Ljus och belysning på undersidan hade kunnat ge mer liv åt undersidan på prefabbron som annars kan upplevas som väldigt trist. Detta skulle kunna vara aktuellt där gång och cyklister rör sig.

Man kanske inte ska erbjuda NCC Montagebro överallt, utan den kanske lämpar sig bäst där betraktarna rör sig så pass fort att de inte kommer att uppleva utformningen av bron.

10. Vilka är dina åsikter angående NCC Montage bro, om man tänker utseendemässigt?

Inte så värst snygga. Estetiskt så är de inte så tilltalande men tänker man på de konstruktionsmässiga bitarna och finurligheten hos dem så är de mycket mer tilltalande.

Är inte så roligt med tre olika nyanser av grått. Detta är oundvikligt även vid platsgjutna broar då det är så många faktorer som spelar roll för utfallet av betongens

Prefabricerade betongbroar – vad hindrar dess utveckling i Sverige?

färg, t.ex. temperatur, fuktighet, vind, form material, antalet användningar av formmaterialet mm.

11. Om balkarna var slankare skulle detta kunna öka attraktionskraften för prefabbroar?

Det borde gå att ha spännarmerade balkar istället för vanlig slakarmering. Detta skulle leda till slankare balkar som skulle kunna klara en längre spännvidd än dagens slakarmerade variant.

Slankare balkar skulle med största sannolikhet öka attraktionskraften hos Montagebron, även längre spännvidder skulle göra att den får fler användningsområden.

Välvda balkar skulle kunna vara snyggt, men det skulle bli en dyrare balk då formning förmodligen skulle bli krångligare.

12. Hur mycket tror du att färgskiftningar mellan platsjuten och prefabricerad betong påverkar utseendet hos prefabbroarna?

Färgskiftningarna påverkar i alla fall inte resultaten på besiktningarna.

○ Skulle man kunna utnyttja färgad betong?

Man borde kunna utnyttja färgskiftningarna så att de accentuerar de olika delarna och tydligt påvisar färgskiftningarna istället för att försöka dölja dem.

13. Vad skulle man kunna göra för att få en ”snyggare” prefabbro?

Man skulle behöva bygga fler för att få in en erfarenhet hos alla inblandade. Så att produktionen får erfarenhet av att montera, prefableverantören får en erfarenhet av att arbeta med denna konstruktion.

Som uttrycket säger, ”Övning ger färdighet”.

Svårt att bygga en spektakulär prefabbro.

Avslutningsvis

Väldigt bra med de snabba byggtiderna om man kan få till längre spännvidder. Om bron inte korsar rakt över vägen eller vattendraget så kommer de spännvidder man når upp till idag inte räcka till.

Det kan vara svårt att lösa med järnväg som ska korsa över bron.

Sammanställning diskussion med beställare, 2013-10-30

1. Vad anser du om prefabricerade broar?

Det finns enligt Beställaren stora fördelar med att prefabricera broar. De främsta som nämns är följande

- Tiden, man sparar in väldigt mycket tid på att slippa bygga upp ställning och form.
- Effektivitet, hänger ihop med ovan.

Tyvärr finns det även en hel del brister med att använda sig av prefabricerat. En av de största nackdelarna som nämns är att det finns en del frågetecken och bekymmer rent kvalitetsmässiga. Prefableverantörer har inte samma erfarenhet med de kvalitetskrav som Trafikverket har.

En annan aspekt att väga in är att det riskerar att bli en minskad kontroll från byggnadsentreprenörens sida mot prefableverantören. Det blir inte samma kvalitetskontroll som vid platsgjutna konstruktioner. Ett sätt att öka kontrollen är att åka och besöka fabriken och göra stickkontroller vid tillverkningen av balkarna.

Det går givetvis att göra bra prefabbroar. Men då krävs det att man följer upp och kontrollerar kvalitén vid tillverkningen på fabriken. Man kan prata med arbetarna (YA) som jobbar med tillverkningen så kan man förklara för dem hur viktigt det är att de har rätt täcksikt och placerar armeringen rätt!

2. Vilka fördelar anser du att en prefabricerad bro har?

Fördelarna är som nämnts ovan, nämligen tiden och effektiviteten. Utöver detta så är en av fördelarna att man slipper stänga av trafik eller leda om den. Med vanliga traditionella platsgjutna broar så är svårighetsgraden för att korsa följande typer av hinder sådan som följer:

- Vattendrag
- Trafik väg, typ landsväg
- Motorväg
- Järnväg

Där vattendrag är lättast och järnväg svårast. Där har då prefabbroar en stor fördel då man slipper stänga av trafiken.

○ Vilka nackdelar anser du att en prefabricerad bro har?

En stor nackdel är kvalitén från fabriken. En av de största anledningarna till att det blir kvalitetsbrister kan vara den kulturkrock som finns mellan prefableverantörer och anläggningsbranschen. Några exempel:

- Snabba leveranser, i vanliga fall används snabbhärdande cement men i broar måste man alltid använda anläggningcement vilket härdar mycket långsammare. Finns vanan vid användning av anl. Cement och låter man den hårda den tiden som krävs? Det kan vara så att man stressar ut leveranser bara för att man måste komma upp i volymer för att kunna tjäna pengar.

Prefabricerade betongbroar – vad hindrar dess utveckling i Sverige?

- I broar får inte armeringen svetsas, medan i husbyggnation i vissa fall svetsar samman armeringen så att den kan lyftas på plats och inte behöver bindas på plats. Finns denna kunskap hos prefableverantörer?
- Egenkontroll-planer är också något som skiljer mellan Trafikverkets krav och hur man vanligen brukar arbeta i prefabindustrin. Till exempel så har Beställaren sett exempel där man skrivit att man har 35mm täcksikt, men man hade missat att skriva att man använt 45mm i kantbalkarna vilket var krav. Detta ledde till att man fick göra mätningar och kontrollera att man verkligen hade 45mm täck i kantbalken.

Övriga viktiga saker att ta hänsyn till är att entreprenören måste se till att prefableverantören får fullständiga handlingar. Det är lätt hänt att man väljer ut ritningar som man tror att de behöver men så kan de i verkligheten ha nytta av något som står i den tekniska beskrivningen.

Ytterligare en nackdel är att man måste gjuta in lyftanordningar i balkarna för att kunna hantera dem. När man sedan har lyft dessa på plats så ska dessa gjas igen och detta medför att man kommer få skiftning mot resterande balk. Detta kan bli mindre tilltalande.

En synpunkt är att man måste konstruera elementen för att klara transporterna, detta är en viktig aspekt så att det inte uppstår sprickor under transport. Man måste även vara väldigt varsam i hanteringen under lyft vid lastning samt avlastning. Det är lätt hänt att hanteringsskador uppstår och dessa påverkar det estetiska negativt.

En stor nackdel med prefab vs platsgjutet är att storleken är väldigt begränsad på grund av transporter, detta leder till att man inte kan tillverka alla dimensioner och längder.

Som redan nämnts tidigare är det viktigt att täcksikten blir rätt och att de dokumenteras rätt. Ett exempel där det lätt kan bli fel annars är att man får fel täcksikt mot plattbärlaget.

Det ställs även krav på att utsättningen blir rätt. Om man hamnar lite fel så hamnar även balkarna fel och det riskerar att bli dålig motliggning mellan balk och lager om inte balkarna är fast inspända.

I vanliga fall så använder sig prefableverantören av bättre betongkvalité än angivet, dock så måste detta godkännas av konstruktören annars riskerar man att få anmärkningar vid besiktning.

För platschefen som ansvarar för dessa projekt så är det väldigt viktigt att genomföra en mottagningskontroll så att fel och skador från tillverkning och transport upptäcks.

Överlag gäller att för att få en snygg och vacker prefabbro så måste man se till att vara försiktig så att man undviker att få skador som leder till lagningar. Dessa lagningar märks tydligt då de kommer att variera i färg från den övriga betongen.

3. Vad tror du att Trafikverket tycker om prefabbroar?

På grund av bekymmer med kvalitén tidigare så har man blivit skeptiska.

Dock så tror beställaren inte att detta är den största orsaken till motsträvighet utan det är att entreprenören inte vill släppa ifrån sig kontrollen. Det är lättare att lita på att en

Prefabricerade betongbroar – vad hindrar dess utveckling i Sverige?

bro har blivit rätt då man hela tiden kan gå ut och kontrollera på plats än att behöva åka till leverantörens betongfabrik.

För att kunna lyckas så måste man se till att ha förtroende för prefabtillverkaren, man måste kunna lita på att de kan leverera en bra produkt.

4. Vilka delar borde man fokusera på att prefabricera och utveckla?

Tidigare så hade Trafikverket utvecklat en standardbro, vilket innebar att man med hjälp av en bok (Standard plattor, 80) kunde gå in med sina dimensioner och på så vis få ut ritningar, armeringsspeccar och dylikt direkt. Tyvärr så kom inte denna till användning utan det byggdes bara någon enstaka bro. Hade man istället fortsatt att utveckla denna så hade man varit mycket längre fram idag med broar i prefab än vad vi är idag.

En viktig del att ha med sig är att man måste utnyttja en prefabbro på rätt plats. Den ska inte placeras mitt inne i en central stad utan den kanske passar bäst i utkanterna av städer eller på landsbygden. Man kanske bör skapa riktlinjer typ ”Stadsbroar” och ”Landsbyggsbroar” där man ställer mindre krav på utformning och estetik på landsbyggsbroar än vad man gör på dem i städer.

Lager måste även placeras rätt.

5. Hur skulle man kunna göra den här/de här delen/delarna mer tilltalande utseendemässigt?

Återigen så nämns kontroller av kvalité som en väldigt viktig aspekt.

Projekteringen av den bakomliggande vägen har stor påverkan på utförandet och vilken typ av bro som krävs. Man måste ha en viss fri höjd under bron men får man för höga balkar så kan detta leda till stora ”vägvallar” vilket ger ett större jordtryck och kan leda till dyrare grundförstärkningar. Det är då viktigt att i ett väldigt tidigt skede blanda in alla projektörer så att man gemensamt kan komma fram till en så bra helhetslösning som möjligt.

6. Hur arbetar Trafikverket med utformningen av broar?

-

7. Vilka orsaker finns det till att vi inte har kommit längre än vad vi har gjort med prefabricerade broar?

Borttagandet av standard-ritningar nämns som en av de viktigaste orsakerna. Hade man istället för att lägga ner dem så hade man kunnat arbeta med detta i 30 år istället, utvecklingen hade varit väldigt mycket längre kommen än vad den är idag!

En annan orsak är att man vill ha snygga broar överallt.

○ Hur skulle man kunna ändra på detta?

Man ska sätta sig i en stor grupp med konstruktörer, arkitekter och entreprenörer och gemensamt så kommer man kunna komma fram till en bra lösning. Det är dock

Prefabricerade betongbroar – vad hindrar dess utveckling i Sverige?

viktigt att man har med konsulter som kan samarbeta och inte låser sig vid vissa aspekter.

8. Vilka ”regler” finns det för utformningen av broar?

Det som finns är den så kallade Projekteringshandboken från Trafikverket. Detta är en typ av lärobok som beskriver allt som kan tänkas uppkomma vid brobyggnation. Där står vilka mått, vinklar, släntlutningar, bland annat som ska tas hänsyn till.

○ **Är dessa regler skrivna eller informella?**

Dessa krav är formella men anpassade till AF.

9. Hur viktigt tror du att utformningen är för prefabricerade broar?

Detta beror helt och hållet på vart bron finns någonstans. Här nämns det som står tidigare om en landsbyggsbro/tätbebyggelsebro.

10. Vilka är dina åsikter angående NCC Montage bro, om man tänker utseendemässigt?

Överlag så upplevs NCC Montagebro som en bra bro. Framst att den passar in på den plats där den står. NCC Montagebro är ganska enkel men detta betyder inte att det är något dåligt, enkelhet kan i vissa fall vara bra!

Återigen: Förtroende och tillverkningskontroller.

Det ska nämnas att det fanns en viss skepticism mot montagebroar innan Rv 50 men hos Beställaren har de till viss del suddats ut då dessa var väl genomförda med ett gott besiktningresultat. Stor del av detta beror på platsledningen och platschefen.

11. Om balkarna var slankare skulle detta kunna öka attraktionskraften för prefabbroar?

Nej! Inte utseendemässigt. Gemene man tittar inte upp på balkarna på det sättet.

12. Hur mycket tror du att färgskiftningar mellan platsgjutet och prefabricerad betong påverkar utseendet hos prefabbroarna?

Färgskiftningar påverkar inte valet mellan platsgjutet och prefabricerat.

○ **Skulle man kunna utnyttja färgad betong?**

Färgad betong kan vara bra, men då på frontmurar och vingar-

Kan vara bra att utnyttja belysning och belysa de olika konstruktionsdelar.

13. Vad skulle man kunna göra för att få en ”snyggare” prefabbro?

En sak som man kan göra i prefab är att man kan få väldigt snygga och exakta ursparningar i Betongfabrik. Ett exempel som lyfts är inne på Nils Ericsson

Prefabricerade betongbroar – vad hindrar dess utveckling i Sverige?

terminalen där man har siffror tillverkats genom ursparningar. Där ställdes väldigt höga krav på kvalitén och vid minsta fel skickades de tillbaks.

Ytterligare en fördel är att man slipper få luftbubblor i prefab. Detta då man har bättre möjligheter att vibrera bort luft.

Det sista är att man även slipper ha formstag vilket lämna kvar ett synligt järn i ytan. Detta järn ökar risken för skador vid just detta stag.

Både luftbubblor och stag är positiva att slippa ifrån. Detta då dessa annars resulterar i lagningar vilket ger synliga färgskiftningar. För att få en så snygg som möjligt ska man inte ha några lagningar.

Avslutningsvis/övrigt

En anledning till att man inte har brädform överallt är att arkitekter generellt tycker att slätform är snyggare. Detta kan bero på att det inom husbyggnad är vanligast med slätform, men då slätar man oftast av den och slammar dessa ytor så att man slipper ifrån de skillnader och skarvar som blir mellan skivor.

Spelar ingen roll hur bra man än ritar/räknar, det är i produktionen och i tillverkningen som det måste bli bra.

Det är viktigt att prefableverantören placerar allt enligt ritning, gör man något utanför ritning så ska man kontrollera detta med konstruktören och få ett kvitto på att det är OK. Ett exempel är då man lagt in en gjut fog där det inte var tillåtet.

EXEMPEL: Ute vid Rörtångens brygga i Marstrands skärgård så skeppades prefabricerade balkar ut med båt och lyftes på plats från båten. Detta gjordes då vägarna inte klarade av de tunga betongbilarna vilket resulterade i denna lösning.

Detta är en historiskt välkänd fråga, den har funnits i minst 50 år men man har ännu inte kommit fram till något beslut.

I dagsläget så öppnas det upp mer för prefab i och med Totalentreprenader. Detta medför att byggentreprenören har möjlighet att välja lösning själv. Det är då viktigt att man tar med alla inblandade tidigt i projekteringen så att man fångar upp allas synpunkter.

Sammanställning diskussion med prefableverantör, 2013-11-12

1. Vad anser du om prefabricerade broar?

Marknaden för prefabricerade betongbroar finns. Känslan är att den har vuxit och efterfrågan har blivit större de senaste åren.

Vid större projekt finns en stor potential då man kan standardisera längder och dimensioner på flera broar och på så sätt skapa fördelar.

Beror en del på vad marknaden vill ha, det billigaste som går att göra är balkar som är släta. Gör man detta så tappar man mycket av det estetiska.

2. Vilka fördelar anser du att en prefabricerad bro har?

Mindre ingrep i känsliga områden, exempelvis känsliga naturområden.

Den absolut främsta konkurrensfördelen som en prefabbro har är tiden. Då elementen kommer färdighärdade så kan de monteras direkt och man slipper vänta på att form måste rivas.

Ytterligare en fördel med prefab är att det inte påverkas av vädret i samma utsträckning som platsgjutet. I fabriken har man alltid 20 grader och rätt luftfuktighet.

○ Vilka nackdelar anser du att en prefabricerad bro har?

Den främsta bristen är att det finns en hel del kvalitetsbrister. Detta är något som jobbas hårt med att få bort och att man levererar rätt produkt med bra kvalitet.

Idag finns brister på kvalitén vilket resulterar i en negativ påverkan på utseendet. Prefabindustrin måste bli bättre på att få till det utseendemässiga. I husindustrin så täcks/putsas ofta betongen medan i en bro så är betongen den färdiga ytan, detta ställer större krav på att man får en snygg yta utan t.ex. råthål.

En stor orsak till kvalitetsbrister är att tillverkningspersonalen inte är vana att jobba med anläggningsprodukter, detta då de främst arbetar med husprodukter, typ väggar och pelare. Broar har mer krav på sig än vad husprodukter har och man måste ha personal som är medvetna om vilka krav som ställ. Idag finns brister på detta. Det finns ett moment 22 i detta, det byggs inte tillräckligt stora volymer så att personalen får den medvetenheten som krävs alternativt att man har personal som bara jobbar med anläggningsprodukter.

För att kunna minska kvalitetsbristerna så måste man ha folk som är medvetna om skillnaderna på kraven.

En nackdel med det estetiska kan vara att man kommer att få gjutskarvar och inte en homogen balk som vid platsgjutna konstruktioner. Ett sätt att undvika detta är att försöka arbeta med placeringen av skarvarna så att de placeras på ett estetiskt tilltalande sätt.

En prefabricerad konstruktion har vissa begränsningar vad gäller kurvor på farbanan samt lutningar på densamma.

I Europa är det mer förankrat med prefabricerade broar vilket gör att de kan ”leka” och laborera mer med sina produkter. I Sverige så behöver prefabbroar förankras på marknaden innan industrin vågar laborera mer med prefab.

När allt funkar så finns det inga nackdelar!

3. Vad tror du att Trafikverket tycker om prefabbroar?

Den generella bilden av Trafikverket är att de är skeptiska mot prefabbroar.

Idag så tycker folk inom branschen överlag att prefab håller sämre kvalitet än platsgjutet. Detta måste ändras genom att leverera ett antal bra broar så att ryktet sprider sig att kvalitén på prefabbroar är bra!

Enligt Trafikverket så öppnar de upp mer för prefabricerade broar genom att man ska gå över till en större andel totalentreprenader. Detta menar de ger Entreprenörerna större valmöjligheter i produktionsskedet.

Motviljan som funnits tidigare mot prefab verkar luckras upp mer och mer.

Skulle man få förfrågningar från Entreprenörer tidigare så skulle man kunna vara med och erbjuda en bättre lösning. Idag så får man inga tidiga förfrågningar.

4. Vilka delar borde man fokusera på att prefabricera och utveckla?

I spännvidder upp till ca 10m så tillverkar A-betong allt. Ramben, vingar och farbana. Detta är då främst till exempelvis GC-vägar.

Vid för stora spännvidder och vid för stora element så kommer det att bli problem vid transporter. Det som främst begränsar är transporterna, vikten samt hur stor volym elementen har.

Prefabindustrin skulle kunna leverera en hel överbyggnad. Dock så beror det på vilka krav som ställs på sammangjutningen av överbyggnad och frontmur/ramben.

Spännarmering är absolut ett intressant alternativ och det finns egentligen inga problem med att tillverka det. Marknaden skulle definitivt öka om man skulle ha slankare balkar eller att man kan komma upp i större spännvidder. Transporter av element på upp till 40m går att genomföra (görs idag vid balkar och kassetter inom husindustrin).

Att ha spännarmerat över ett spann är inga problem, dock så kan det uppstå problem om balkarna ligger över flera spann. (Kunde inte riktigt förklara varför, konstruktören var inte med)

Kan även gjuta in rör så att balkarna kan efterspännas om detta skulle vara aktuellt.

Bombering och överhöjning går att tillverka och montera.

5. Hur skulle man kunna göra den här/de här delen/delarna mer tilltalande utseendemässigt?

Nackdel med skarvar mellan element. Kan se dumt ut med skarvar om man inte medvetet placerar skarvar.

I övrigt så finns det stora möjligheter att färga betong. Dock så medför detta en ökad kostnad.

Att utnyttja ytorna på betongen på ett annat sätt än att bara använda träform erbjuder oändliga möjligheter. Man kan använda olika former av matriser eller grafisk betong. Grafisk betong passar bättre på större ytor men går att göra på mindre ytor med.

En stor sak som diskuterades var att man ska göra skillnad på prefab och platsgjutet. I dagsläget så försöker man få kantbalkar att se ut som om de vore platsgjutna och man försöker härma och efterlikna en platsgjuten kantbalk. Istället så ska man kanske

Prefabricerade betongbroar – vad hindrar dess utveckling i Sverige?

utnyttja möjligheterna som prefab ger att utveckla ytor och få en speciell kantbalk och på så vis särskilja det från platsgjutet.

Dock så beror detta givetvis på om man vill ha en snabb och billig bro eller om man vill satsa på en snabb och speciell bro.

6. Hur arbetar Trafikverket med utformningen av broar?

Det finns broprojekteringsbok som styr vad som kan göras i form av vinklar och lutningar osv. De har även för sig att det står någonting om vilken typ av yta som ska finnas (kan vara därför som man så ofta har träform).

De släpper det som sagt en del med totalentreprenader.

7. Vilka orsaker finns det till att vi inte har kommit längre än vad vi har gjort med prefabricerade broar?

En av de främsta orsakerna är att prefab har fått så dåligt rykte är de kvalitetsbrister som fanns från förr.

En annan orsak är att man anser att prefab kommer in och hotar jobben för byggarna. Dock så borde man kunna placera ut gubbarna på andra projekt istället och på så sätt kunna räkna på och ta fler jobb än i dagsläget. → Effektivisering.

○ Hur skulle man kunna ändra på detta?

Man måste försöka ändra inställning hos branschen. För att lyckas med detta så måste man leverera ett antal bra prefabbroar så att de får ett bättre rykte och prefabindustrin visar att de kan leverera en bra kvalitet. Dock så krävs det att prefab levererar bättre kvalitet än vad platsgjutet skulle gjort för att man ska kunna övertyga skeptiker.

8. Vilka ”regler” finns det för utformningen av broar?

Det finns som sagt kanske vissa riktlinjer angående vilken yta som får synas utåt, de tror att det står i TRVK.

En annan handling som nämns är den så kallade Broprojekteringsguiden.

○ Är dessa regler skrivna eller informella?

-

9. Hur viktigt tror du att utformningen är för prefabricerade broar?

Att profilera prefaben mer än vad som görs idag kan öka attraktionskraften hos prefab. Som tidigare har nämnt så bör man inte härma platsgjutna broar.

Finns två vägar att gå, antingen att prefabbron ska vara snabb och billig eller att den är snabb och snygg! Detta beror helt och hållet på vilken typ av bro som efterfrågas.

10. Vilka är dina åsikter angående NCC Montage bro, om man tänker utseendemässigt?

Prefabricerade betongbroar – vad hindrar dess utveckling i Sverige?

Broarna på Rv 50 är snygga och har bra kvalitet. Bygger man broar som man gjort där så bör den vara väldigt konkurrenskraftig. Dock så tror de att det krävs ett antal bra utfall som Rv 50 för att man ska kunna vända den negativa trenden!

11. Om balkarna var slankare skulle detta kunna öka attraktionskraften för prefabbroar?

Se fråga 4.

12. Hur mycket tror du att färgskiftningar mellan platsgjuten och prefabricerad betong påverkar utseendet hos prefabbroarna?

Nej! Det är skillnader i ballastens fuktighet, sammansättning och konsistens som gör att man får färgskillnader. Även när det gjuts i fabrik så fås element som inte har exakt samma färger.

Även skillnader i vct påverkar färgen. I betongen som används i fabrik har man ofta ett lågt vct för att hårdningen ska gå så fort som möjligt. När man sen ska laga och filta i på plats så använder man kanske ett bruk med högre vct och får på så sätt en annan färg i lagningen. Detta kan även förklara skillnaderna i färg mellan prefabbetong och platsgjuten betong som kan ses i vissa fall, där prefab har vct ner mot 0.38 och den platsgjutna betongen kan ha vct 0.45.

Även vart cementbruket är ifrån påverkar betongens färdiga färg.

Sammanfattningsvis så tror man inte att färgskiftningar har någon påverkan på utseendet.

○ Skulle man kunna utnyttja färgad betong?

Ja, se tidigare svar.

13. Vad skulle man kunna göra för att få en ”snyggare” prefabbro?

Kanske utnyttja samverkansbroar istället för att bara ha rena betongbroar.

I övrigt så är det som nämnt tidigare med att lek med ytor som det främsta man kan göra.

Avslutningsvis

Plocka fram styrkorna som prefab har gentemot platsgjutna konstruktioner. Prefab kan vara mycket mer varierande än vad platsgjutet kan vara.

Betongen som ska vara det snygga! Man klär inte in den i anläggningar såsom broar och dylikt.

En annan sak som pratades en del om var att man bör involvera prefableverantörer i ett tidigt skede för att få möjligheten att komma fram till en så smidig och bra lösning som möjligt.

För att utveckla prefabbroar så bör man kanske sätta sig ner i en grupp som involverar byggentreprenörer, prefableverantörer, konstruktörer, arkitekter och Trafikverket för att riktigt reda ut vilka möjligheter som finns och vad Trafikverket verkligen vill ha!

Sammanställning diskussion med Konstruktör/projektör, 2013-11-14

1. Vad anser du om prefabricerade broar?

I anbudet som räknades så var det ritat ändskärmsbroar. Dessa är mycket billigare att konstruera och ta fram ritningar på samt att de är även är snabbare att göra beräkningar på (hänger ihop, snabbare=billigare).

Broarna i Skänninge var egentligen inte bara en ny sak att arbeta med utan två stycken innovationer. Dels att man använde sig av stålplåtar och att det var en montagebro. Detta medförde att det också blev speciell situation när beräkningar på dessa prefabbroar skulle göras. Fanns en hel del som begränsningar.

En montagebro har fler faser som behöver beräknas vilket medför fler beräkningar och den kommer följaktligen att ta längre tid att få fram ritningar på. Dessa faser kan till exempel vara när en balk ska stå för sig själv och inte är sammangjuten.

Prefabbroar ska byggas när omständigheterna kräver detta, till exempel över järnväg då man inte kan stänga av trafiken under mer än någon kort period. Man kan lämna denna som ett smart sidoförslag där det egentligen är en platsgjuten bro men att man får sälja in den och visa på fördelarna med en prefablösning.

Sammanfattningsvis så innebär en prefablösning ett dyrare k-arvode då det blir fler beräkningar som måste genomföras.

2. Vilka fördelar anser du att en prefabricerad bro har?

Den stora fördelen med en prefablösning är att man slipper stänga av trafik som nämnts tidigare och att den är snabbare att bygga än en traditionell platsgjuten bro.

○ **Vilka nackdelar anser du att en prefabricerad bro har?**

Det finns i dagsläget en hel del nackdelar ur konstruktionssynvinkeln.

De är dyrare att genomföra beräkningar på vilket hänger ihop med att det är fler beräkningar att genomföra (nämndes under fråga ett). Granskningen riskerar att ta längre tid. Dock så tog en inte så mycket längre tid än en vanlig bro och det var inte mer synpunkter heller.

En viktig aspekt är att man måste ha tydliga gränssnitt i arbetsgruppen. Alla inblandade måste veta vem som gör vad och detta ska klargöras så tidigt det bara går.

Det är även viktigt att hålla startmöte med alla inblandade så att de gemensamt kan gå igenom orosmoment och förklara vilka som problemen kan vara. På rv50 så var det så olyckligt att delar av organisationen byttes ut efter startmötet och erfarenheterna och synpunkterna som framkom fördes inte över till den nya organisationen.

3. Vad tror du att Trafikverket tycker om prefabbroar?

På Rv 50 så var känslan att Trafikverket var väldigt öppna och medgörliga för nya förslag. Det kan bero på att man inte vill upplevas som hämmande mot nya innovationer.

Det krävs att man lobbar hårt mot Trafikverket för att få till en prefabbro.

Prefabricerade betongbroar – vad hindrar dess utveckling i Sverige?

Trafikverket jobbade hårt för att de skulle ha träform på kantbalkarna i den form som det blev. Från entreprenörens sida så var man inte helt såld på detta utan ansåg att man borde tagit ett nytt grep och tänkt om.

4. Vilka delar borde man fokusera på att prefabricera och utveckla?

I princip är det bara överbyggnaden som man tjänar på att prefabricera. Balkarna tjänar man på i och med att man slipper ha formställning och bygga in portaler i denna. Övriga delar tjänar man inte på prefabricering i samma grad. Sen kan det diskuteras runt hur ihop gjutningen av andra delar skulle ske så att en homogen konstruktion erhålls.

En sak som kan utvecklas är den kvarsittande formen så att den blir en del av den kvarsittande formen. Det kan uppstå problem med att få i den tvärgående armeringen vilket gör att de blir för krångligt att få i armering.

Att utveckla balkarna och göra dem ”timglas-formade” för att minska vikten och göra dem mer effektiva är ett förslag för att utveckla balkarna. Dock innebär detta krångligare formning men i vissa lägen kan det kanske löna sig.

Ytterligare ett sätt att utveckla överbyggnaden är att utnyttja någon form av TT-kassett. Detta skulle gå att använda i broar och inte bara i husbyggnad. Då skulle man slippa den kvarsittande formen.

5. Hur skulle man kunna göra den här/de här delen/delarna mer tilltalande utseendemässigt?

En sak som hade kunnat förhöjt utseendet hade varit att ha förstärkt skillnaden mellan olika gjutningar med 3-kantslist. På Rv 50 så har man dels horisontell brädyta samt vågräta ytor (Vingar/ändmur), mellan dessa hade en skillnad med 3-kantslist kunnat förhöja upplevelsen. Detta finns lite olika sätt att lösa på men det är viktigt att man spänner in bräderna hårt närmast skarven så att det inte rinner cementvatten vilket missfärgar den äldre gjutningen.

Ytterligare en sak som hade sett bättre ut hade varit att skipa brädformen på kantbalkarna och på så sätt fått en distinkt skillnad mellan platsgjutet och prefabricerat.

Broarna på rv 50 hade stora krav på att höjderna på upplaggningsytorna skulle ha rätt höjd så att man slapp undergjutningar. Detta misslyckades man med och fick stora undergjutningar. Dessa syns väldigt mycket då färgen på dessa är ljusare än på den vanliga betongen. Det beror antagligen främst på att den nya organisationen kom in sent i projektet och inte fick del av denna information då den togs upp på startmötet.

Ett alternativ för att undvika färgskiftningar kan ha varit att gjuta kantbalkarna på arbetsplatsen med samma betong som i övrig platsgjutna konstruktioner. På detta sätt hade man kunnat undvika vissa av färgskiftningarna.

Armeringens dimension kan vara begränsande då den inte kan vara för grov då det inte går att bocka den på plats. Detta tar man i och för sig hänsyn till med all armering som ska bockas på plats.

På Rv 50 var tiden hela tiden ansträngd då dessa broar var placerade i början av projektet. Detta medförde att projekteringen och byggandet blev väldigt tidspressad

Prefabricerade betongbroar – vad hindrar dess utveckling i Sverige?
från början, vilket hade kunnat undvikas om de hade byggts i mitten av projektet eller mer i slutet.

6. Hur arbetar Trafikverket med utformningen av broar?

Trafikverket styr utformningen av vägsträckor med så kallade gestaltningsprogram. Detta tas fram i projektgrupper innan det går ut på förfrågan till byggtreprenörerna. Detta dokument kan dels ge väldigt fria tyglar men det kan även begränsa väldigt mycket.

Under hela projekt Rv 50 har man varit väldigt konsekventa med gestaltningen då man hela tiden har haft samma person som har godkänt/avslagit avsteg från gestaltningsprogrammet.

Utöver detta så finns broprojekteringshandboken, denna informerar dock mer om vilka lutningar/höjder och dylikt som finns att förhålla sig till. Den går inte sin så mycket på det estetiska.

7. Vilka orsaker finns det till att vi inte har kommit längre än vad vi har gjort med prefabricerade broar?

En stor anledning till att vi inte har kommit längre har varit att vi i Sverige har en väldigt stark tradition av att bygga platsgjutet. Detta har påverkat att vi inte har kommit längre än vad vi gjort.

Det påverkar även att man har synpunkten att prefabbro=standard bro. Även om man bygger en bro mha prefab så innebär inte detta automatiskt att alla broar kommer se likadana ut. Man kan påverka utseendet i viss grad hos prefabbroar med.

○ Hur skulle man kunna ändra på detta?

Det har öppnats upp mer för prefab i och med att man handlar upp mer totalentreprenader som är lösare hållna än tidigare. Detta lämnar mer utrymme för egna lösningar.

8. Vilka ”regler” finns det för utformningen av broar?

Idag står det i alla förfrågningsunderlag att det ska vara till exempel brädform eller att det inte får finnas några horisontella gjutfogar. Detta kan de dock göra avsteg från i vissa fall, bland annat på Rv 50 så har man både horisontella gjutfogar på ändskärmar vid Skänninge samt att kantbalkarna är gjutna utan brädform.

Vid upphandling samt byggande så är det TRVK som styr det mesta av vad man får göra.

○ Är dessa regler skrivna eller informella?

TRVK är skrivna regler.

9. Hur viktigt tror du att utformningen är för prefabricerade broar?

Prefabricerade betongbroar – vad hindrar dess utveckling i Sverige?

Utformningen är inte det viktigaste, utan läget är viktigt. Man måste placera dessa broar på rätt plats där man faktiskt tjänar på att ha dessa.

10. Vilka är dina åsikter angående NCC Montage bro, om man tänker utseendemässigt?

Se tidigare svar.

11. Om balkarna var slankare skulle detta kunna öka attraktionskraften för prefabbroar?

Ja detta skulle kunna utnyttjas. Detta beroende på vilket läge projektet är i och vilka krav som finns

12. Hur mycket tror du att färgskiftningar mellan platsgjuten och prefabricerad betong påverkar utseendet hos prefabbroarna?

Alla som jobbar med broar på ett eller annat vis ser färgskiftningar. Gemene man uppfattar att det är något som är fel men de kan inte sätta fingret på vad det är som fel.

Ytan gör mycket för upplevelsen av broar.

Färgad betong skulle absolut förhöja upplevelsen av en bro men den skulle samtidigt kräva mer underhåll (för att behålla färg och inte se skitigt ut). Exempelvis Partihallsförbindelsen i Göteborg som är röd.

○ **Skulle man kunna utnyttja färgad betong?**

Ja.

13. Vad skulle man kunna göra för att få en ”snyggare” prefabbro?

Framförallt så bör man framhäva att det är nåt annat, det är inte en platsgjuten konstruktion.

Sen kan man även jobba med ytor, dels vilken form som används och sen även vilken färg man har på ytorna.

Sammanställning diskussion med Konstruktör/projektör, 2013-11-20

1. Vad anser du om prefabricerade broar?

Har fördelar. Finns fördelar med tid.

Redan i förfrågningsunderlaget är det ofta ritat en platsgjuten lösning. Detta beror på tradition och att det är enklare att få en traditionell lösning godkänd än en mer innovativ lösning. En innovativ lösning tar längre tid att få godkänd i granskningsskedet vilket gör att man tar den enkla vägen och kör på en traditionell platsgjuten bro.

Entreprenörer vågar inte ta chansen med prefabbroar då risken är för stor.

Innovativa lösningar premieras inte utan det är istället en risk att välja en sådan.

I dag så försöker man att efterlikna platsgjutna lösningar i detaljer och utseende när man väljer andra varianter. Detta gäller inte enbart betong-prefab utan det gäller även samverkansbroar stål/betong och träbroar.

Generellt så ska en bro mer uppfylla en funktion än något annat. De flesta bryr sig inte när de tar sig över/under en bro vilket gör att utseendet inte är det väsentliga utan det viktigaste är att den stör landskapet så lite som möjligt.

2. Vilka fördelar anser du att en prefabricerad bro har?

Tiden är en stor fördel.

Att man inte medför lika stora störningar också väldigt bra. Borde vara attraktivt när man bygger om i centrala områden med mycket trafik där det inte går/medför stora störningar att stänga av och leda om trafiken. Detta genom att ställningar undviks och man slipper ha portaler och tidsödande formställningar

Att det kräver mindre folk i produktionen är en fördel då företag har mycket att göra.

○ Vilka nackdelar anser du att en prefabricerad bro har?

Kopplingsdetaljer i prefab riskerar att ge en försämrad kvalitet.

I och med att industrin har arbetat så pass mycket platsgjutet så har man vant sig vid nackdelarna.

Hur ofta lagar man inte kantbalkar på platsgjutna konstruktioner, ett sätt att öka attraktiviteten hos en prefabbro är att utveckla en utbytbar kantbalk. Skulle detta gå att lösa?

Att räkna på en prefabbro är besvärligare vid granskning, en innovativ lösning medför mer granskning vilket tar längre tid. Har man lite tidspress med att få fram handlingar är det smidigare att använda en beprövad platsgjuten konstruktion.

3. Vad tror du att Trafikverket tycker om prefabbroar?

Är skeptiska. Det gäller att vara envis för det kräver mer energi att få igenom en ny och relativt obeprövad lösning. Räknar man istället som vanligt så ”trillar” den igenom enkelt.

Det gäller att även företagen visar stöd i jobbet med att pusha för prefab. Trafikverket vill att industrin själva ska ta fram lösningar och då gäller det att även företagen går in och stöttar och försöker driva på utvecklingen.

Prefabricerade betongbroar – vad hindrar dess utveckling i Sverige?

Det finns inget mönsterskydd för broar, är det någon entreprenör som tar fram en ny och smart lösning så kommer konkurrenter att göra likadant utan att den som drivit på utvecklingen får något för det.

4. Vilka delar borde man fokusera på att prefabricera och utveckla?

Kantbalkarna framförallt! Kan man utveckla en kantbalk som är enkel och billig att byta ut så har prefabbroar en väldigt stor fördel.

Att bygga så smidigt som möjligt är det allt handlar om. Ju smidigare och billigare man kan bygga en bro desto mer attraktiv kommer den att vara.

Det gäller att marknadsföra prefab på rätt sätt.

Det är svårt att motivera en prefablösning då det finns tid och plats att bygga en platsgjuten bro.

Generellt så blir det sämre kvalitet med prefabbroar i betong. Detta beror på att de inte har vanan att arbeta med de krav som finns i anläggningskonstruktioner. Detta är något som prefabindustrin borde kunna ändra på då de har mycket bättre miljö att gjuta i.

Man skulle kunna prefabricera armeringskorgar och formen så att den kommer till bygget klar. Beroende på vilken prefabriceringsgrad som eftersträvas.

5. Hur skulle man kunna göra den här/de här delen/delarna mer tilltalande utseendemässigt?

Som nämndes tidigare så ska bron bara fylla en funktion vilket innebär att den ska passa in men behöver inte vara mer än det. I vissa fall så är dock broar mer av monument och prydnader i städer, dessa ska man arbeta med gestaltning och utformning mycket mer. Små broar ute på landsbygden behöver egentligen bara passa in i terrängen.

En snygg bro bör man ha kurvor så att den smälter in.

En slät yta på undersidan av en bro är snyggare än en med en massa I-balkar under (typ Skänninge broarna). När det blir mycket som händer på undersidan så upplevs detta som en ”oroligare” lösning. Inte specifikt för betong utan gäller även stål och träbroar.

6. Hur arbetar Trafikverket med utformningen av broar?

I mindre projekt så är det oftast bara med en projektledare och broprojektör och då blir det dessa som kommer att tycka och besluta om utformningen av broarna. I större projekt finns det ofta med en arkitekt som då istället har ansvaret för gestaltning och utformningen i projektet. Så var det i Rv 50.

7. Vilka orsaker finns det till att vi inte har kommit längre än vad vi har gjort med prefabricerade broar?

Man väljer den enklaste vägen då det inte finns något som uppmuntrar kreativa idéer. Företagen får inga incitament. Detta gör att de inte vågar ta risken som finns med att arbeta med ett nytt och innovativt förslag.

Prefabricerade betongbroar – vad hindrar dess utveckling i Sverige?

Känslan är att ute i Europa har man kommit längre på grund av att man har låtit marknaden styra mer, där är det mer som på den svenska husmarknaden, statliga verk lägger sig inte i så mycket som man gör från Trafikverkets sida. De litar mer på konsulterna ute i Europa än vad Trafikverket gör här hemma i Sverige, det är enklare att få igenom ett förslag än här då Trafikverket vill granska allt och ge sitt godkännande.

- **Hur skulle man kunna ändra på detta?**

-

8. Vilka ”regler” finns det för utformningen av broar?

De regler som finns att förhålla sig till är TRVK och Bro 2004 (numera Eurocode). Dessa regler är skrivna men då folk tolkar dessa handlingar olika så får man olika resultat.

- **Är dessa regler skrivna eller informella?**

Skrivna.

9. Hur viktigt tror du att utformningen är för prefabricerade broar?

Kan man komma med kreativa idéer så gynnar detta absolut prefabbroar. Man måste visa upp fördelarna med prefab och marknadsföra dessa. I och med att Trafikverket ska jobba mer med totalentreprenader så hoppas man att det ska locka fram idéer och innovationer. Man måste våga låta det gå fel ibland. Nackdelen med detta är att företagen står för risken och vågar således inte ta riskerna med nya och innovativa idéer. Högt upp i Trafikverkets organisation finns en vilja att utveckla branschen, men frågan är om detta rinner igenom ner i organisationen.

10. Vilka är dina åsikter angående NCC Montage bro, om man tänker utseendemässigt?

Kör/går man under dessa så upplevs dessa oroliga då de består av I-balkar och inte en slät yta.

Ser man bron på håll så är detta ingen nackdel då man inte ser att det är underyta bestående av I-balkar.

Om prefabbroarna jämförs med en motsvarande platsgjuten så finns det inga fördelar avseende kvalitén.

Istället får den satsa på att ha fördelar i ekonomi och i byggtid istället.

11. Om balkarna var slankare skulle detta kunna öka attraktionskraften för prefabbroar?

En spännarmerad balk skulle vara väldigt bra. Konstruktionshöjden styr väldigt mycket och är i många fall det som begränsar vilken konstruktionstyp som kan

Prefabricerade betongbroar – vad hindrar dess utveckling i Sverige?
användas. Då är det väldigt bra att minska konstruktionshöjden så mycket det är möjligt.

12. Hur mycket tror du att färgskiftningar mellan platsgjuten och prefabricerad betong påverkar utseendet hos prefabbroarna?

Varför inte?

Möjlighet att styra och ha bättre kontroll hos prefabtillverkare.

Man kan jobba med färg och styra intrycken med detta, men då måste man arbeta medvetet med färgval.

- Skulle man kunna utnyttja färgad betong?

-

13. Vad skulle man kunna göra för att få en ”snyggare” prefabbro?

Bågar vore en möjlighet. Men går det att tillverka kostnadseffektivt.

Man måste fokusera på fördelarna med prefab.

Även vid träbroar försöker man efterlikna betong med infästningar och dylikt. Personligen så föredras rundade kanter framför vassa hörn. Kan man få rundade hörn på undersidan av kantbalkarna så kan detta lätta upp intrycket.

Även lutande ytor lättar upp intrycket och ger mer liv.

Avslutningsvis

Finns även andra prefabbroar som, exempelvis stål-betong samverkansbroar. Här har man utvecklat avancerade formvagnar.

Det finns många fördelar med prefab, konstigt att det inte kommit längre.

Måste jobba mer med marknadsföring, då främst prefabindustrin. I början var inte husprefab så stort men de var ute tidigt och ofta och marknadsförde sina produkter.

I början av 80-talet jobbade man också med prefab, precon, och hade helt klara brovarianter. Dock så fanns det kvalitetsmässiga brister vilket fortfarande sitter kvar i branschen.

Sammanställning diskussion med Konstruktör/projektör, 2013-12-06

1. Vad anser du om prefabricerade broar?

Prefabricerade broar är genialiska, de är snabba och billiga. Måste standardisera produktionsprocessen och inte enbart prefabricera, måste finnas en standard konstruktionslösning.

2. Vilka fördelar anser du att en prefabricerad bro har?

De största fördelarna är att den är snabb och billig. Den medför även mindre störning vilket borde leda till en lägre samhällskostnad. Prefab är en mer kontrollerad process vilket borde leda till bättre kvalitet och att man kan optimera konstruktionen och på så sätt även få en billigare lösning.

○ Vilka nackdelar anser du att en prefabricerad bro har?

En stor nackdel är att det finns en negativ bild av kvalitén hos prefabricerade broar. Det snacket har funnits i branschen länge och tuggats runt och runt och till slut så tror man att det är en sanning.

Den mentala inställningen i branschen för prefab, detta är den största nackdelen med prefab.

En nackdel kan vara att det krävs mer planering när man bygger prefabricerat. Detta kan möta visst motstånd ute i produktionen då det skiljer sig från hur man vanligtvis arbetar.

I polen finns det olika klasser på prefabbroarna som anger vilken standard de skall ha. USA använder sig av ABC – accelerated bridge construction vilket har utvecklat brobyggandet.

3. Vad tror du att Trafikverket tycker om prefabbroar?

Ledningen är väldigt öppen och framåt, men neråt i organisationen finns inte detta tänkande.

I Trafikverkets nya roll som beställare så är deras mål att använda sig mer av totalentreprenader. För att även kunna öppna mer för nya lösningar så bör dessa totalentreprenader inte vara så hårt styrda som de i många fall kan vara idag.

Trafikverket är nyfikna på nya lösningar, detta då det är ett sätt att spara pengar på och hitta nya billigare lösningar.

Det bästa för prefabbroar vore att man även skulle kunna räkna in samhällskostnader i anbudet, till exempel i form av minskade utsläpp, eller sparad restid. Skulle detta räknas med i anbudet så skulle prefabricerade broar ha en väldigt stor fördel.

4. Vilka delar borde man fokusera på att prefabricera och utveckla?

Man ska jobba med ett helhetskoncept, en klar bro som kan användas på rätt ställe och som man sedan kan lägga på olika tillägg, till exempel kan man välja till olika formmaterail, färg, eller olika ytskikt. Man skulle även kunna bygga på med olika plåtar eller liknande som gör att det ser ut som om bron är bågformad. Viktigt med

Prefabricerade betongbroar – vad hindrar dess utveckling i Sverige?

detta är dock att man har en standardiserade grundkoncept vilket man inte gör avsteg ifrån och då är raka balkar rätt väg att gå.

Målet bör vara att bron ska vara så standardiserad att man kan ha en enkel instruktion som förklarar hur den ska byggas, typ IKEA-lösning fast i broform.

Man skulle kunna gjuta ihop farbanorna och på så sätt utveckla prefabbroarna.

5. Hur skulle man kunna göra den här/de här delen/delarna mer tilltalande utseendemässigt?

Det finns alla möjligheter i världen att utveckla broarna. Viktigt är dock att grundkonstruktionen behålls rak och att man med hjälp av olika ”kjol-paket” kan förändra bronns siluett.

Med hjälp av ett belysning skulle man kunna göra väldigt mycket för upplevelsen, till exempel skulle man kunna få häftiga effekter om de skivor som skulle kunna finnas som tillval belystes.

Väldigt viktigt är det att alla ingrep görs på ett smakfullt sätt.

6. Hur arbetar Trafikverket med utformningen av broar?

Oftast är det en konstruktör som arbetar med detta i samarbete med en ansvarig på Trafikverket när förfrågningsunderlag skall tas fram. På stora projekt så arbetar man mer medvetet med det och då är oftast en arkitekt med.

7. Vilka orsaker finns det till att vi inte har kommit längre än vad vi har gjort med prefabricerade broar?

Tidigare har det varit väldigt styrt vilken bro som skulle byggas och detta gjorde att det var svårt att byta brotyp till en prefabricerad variant.

Jämfört med hus prefab så kan man se att marknaden är väldigt stor och att man tjänar pengar på det.

Vanesak.

○ Hur skulle man kunna ändra på detta?

Man måste ändra attityder och få folk att ha tillit till prefab. Gäller alla i byggbranschen, från beställare till entreprenörer.

8. Vilka ”regler” finns det för utformningen av broar?

De regler som finns är att det finns krav som måste uppfyllas. Till exempel så ska pelare i mittrefuger vara tjockare för att de ska klara påkörning.

Trafikverket ska sluta att peta i detaljer och bli en mer renodlad beställare.

Utöver detta så arbetar Trafikverket med olika interndokument som anger vilka krav som skall ställas.

○ Är dessa regler skrivna eller informella?

-

9. Hur viktigt tror du att utformningen är för prefabricerade broar?

Placeringen spelar stor roll för hur mycket fokus som bör läggas på utformning. Mer fokus ska läggas på broar i tätbebyggda områden där det rör sig mycket människor. Prefabbroar borde vara ett intressant alternativ inne i städer då de tar mindre plats i anspråk under tillverkning, men då krävs att den är mer genomarbetad. Till exempel så som nämnts tidigare med olika tillval som finns i typ bilindustrin. Måste hitta alternativa metoder till traditionellt byggande.

10. Vilka är dina åsikter angående NCC Montage bro, om man tänker utseendemässigt?

Konsulter/konstruktörer lägger på en stor kostnad vilket leder till att man inte tjänar lika mycket på att bygga en prefabbro. Detta är något som man jobbar med och vill kunna slippa blanda in externa konsulter.

11. Om balkarna var slankare skulle detta kunna öka attraktionskraften för prefabbroar?

Anledningen till att man i början valde att använda sig av slakarmerade balkar var att det gick fortare att räkna när den första prefablösningen skulle tas fram. Spännarmerade balkar är något som man tittar på. NCC ska tillhandahålla ett antal olika brolösningar för olika behov. I längre spännvidder ska man ha en klar lösning med stål/betong samverkansbro. Tanken är att NCC Montagebro skall användas över järnväg och då behöver kanske inte spännvidderna vara så mycket längre än idag.

12. Hur mycket tror du att färgskiftningar mellan platsgjuten och prefabricerad betong påverkar utseendet hos prefabbroarna?

Ska man jobba med färgad betong bör det vara pigment som blandas in i betongen, använder man sig av målad betong riskerar man att det blir mer underhåll.

- Skulle man kunna utnyttja färgad betong?

-

13. Vad skulle man kunna göra för att få en ”snyggare” prefabbro?

Man ska erbjuda ”kjol-paket”.

Man kan komma väldigt långt genom att bara arbeta med detaljer.

Sammanställning diskussion med Landskapsarkitekt, 2013-12-15

1. Vad anser du om prefabricerade broar?

Borde titta på Danmark, elementbygger broar där. Detta ger ljusare och slätare ytor. Idag är det fördelaktigt att räkna på prefabbroar ur ett LCC perspektiv, detta då transporter är så pass billiga som de är.

Det borde vara lättare att få snygga ytor på fabrik än vad det är ute på plats.

2. Vilka fördelar anser du att en prefabricerad bro har?

Kostnaden är en fördel, ur LCC perspektiv.

Lättare att få en snygg finish och ljusare betong än platsgjutet.

○ **Vilka nackdelar anser du att en prefabricerad bro har?**

Elementdelar är en stor nackdel. Detta medför mer skarvar vilket inte är bra ur estetisk synvinkel.

Man borde sätta sig i grupp med många olika yrkesgrupper och ta fram något bättre.

Cement är en stor miljöbov. Detta är en stor nackdel och man kanske borde jobba mer med träbroar såsom i Norge, där arbetar de nu med världens längsta träbro.

3. Vad tror du att Trafikverket tycker om prefabbroar?

Trafikverket har haft en designtävling för att utveckla trafikräcken, dessa blev så dyra att entreprenörerna inte köpte det. Något liknande kunde användas för att ta utveckla prefabbroar.

Ett sätt att ge prefabbroar en fördel är att utnyttja LCC-analys vid anbud. Tyvärr är nog inte Trafikverket riktigt mogna för att diskutera detta än.

4. Vilka delar borde man fokusera på att prefabricera och utveckla?

Kantbalkarna ska man utveckla, den sidan som syns är väldigt viktig. Måste ha en tanke och ha snygga linjer i denna konstruktion. Det är även viktigt att tänka till extra mycket vid övergången.

Danska arkitekter förespråkar ren estetik, vilket innebär raka linjer.

Kunde utnyttja ett ljusare band med hjälp av en ljusare kantbalk.

Detta beror väldigt mycket på arkitekten och dennes preferenser.

5. Hur skulle man kunna göra den här/de här delen/delarna mer tilltalande utseendemässigt?

Att ta fram rundade kantbalkar är något som skulle förhöja.

GC-tunnlar finns det mycket att göra med ljussättning. Ljussättning av konstruktionen skulle ge mer liv.

6. Hur arbetar Trafikverket med utformningen av broar?

Prefabricerade betongbroar – vad hindrar dess utveckling i Sverige?

I större projekt så finns det en broarkitekt med. I mindre så finns inte detta utan det är konstruktör och broprojektör som tar fram brons utseende.
Det har hänt väldigt mycket sedan 70-talet.

7. Vilka orsaker finns det till att vi inte har kommit längre än vad vi har gjort med prefabricerade broar?

En viktig anledning till att prefabricering av broar inte har kommit längre än vad det har gjort är att den svenska marknaden inte är stor nog. Detta medför att företag inte ser en vinst i att utveckla detta.

En orsak har varit att entreprenörerna har velat ha en så stor del som möjligt själv, och då inte velat släppa ifrån sig tillverkningen.

En annan orsak är att det har velats ha speciella broar överallt. Detta medför att det inte har gått att prefabricera då kraven varit utformade för speciella broar.

- **Hur skulle man kunna ändra på detta?**

Höghastighetsjärnväg kommer att ge en stor marknad.

8. Vilka ”regler” finns det för utformningen av broar?

Det finns regler som beskriver säkerheten vilket medför att broar får en viss utformning.

Idag finns det inget utrymme i mittremsan, detta gör att de inte går att arbeta konsekvent med stöden.

Finns många broar med slätform som är snygga, generellt är det mer brädform då detta är vad som brukar användas.

I många fall finns det en överdrivenhet med estetik. Alla broar behöver inte vara estetiskt tilltalande.

- **Är dessa regler skrivna eller informella?**

-

9. Hur viktigt tror du att utformningen är för prefabricerade broar?

Det är en viktig aspekt. Att tillverka en snygg bro behöver inte kosta mer om man bara tänker till.

Även om bron är över en järnväg så innebär inte det att man kan låta bli att tänka på det, man måste fortfarande tänka till innan.

10. Vilka är dina åsikter angående NCC Montage bro, om man tänker utseendemässigt?

Som helhet är den okej.

Element under bron gör inget, om man åker under så kan dock dessa element medföra att den upplevs orolig.

Man borde jobba mer med detaljerna innan man sätter igång, viktigt att tänka till innan.

Hos arkitekter är det inte populärt med prefab.

11. Om balkarna var slankare skulle detta kunna öka attraktionskraften för prefabbroar?

Tunnare broar är eftersträvansvärt. Så att utveckla en variant med spännarmerade balkar vore bra.

12. Hur mycket tror du att färgskiftningar mellan platsgjuten och prefabricerad betong påverkar utseendet hos prefabbroarna?

Ljusare ytor är snyggare. Är lättare att få ljusa ytor på fabrik än genom att platsgjuta.

○ **Skulle man kunna utnyttja färgad betong?**

Färg kan vara bra, men återigen gäller det att tänka till i förhand.

Färgen som broarna i så fall skall målas med måste vara beständig om detta skall göras. Om de skall målas bör detta göras med en silikatfärg. Pigment inblandad i betongen håller bättre än om bron målas.

Förr var det vanligt att broar färgades in.

13. Vad skulle man kunna göra för att få en ”snyggare” prefabbro?

Arbeta med yta och infärgning av kantbalkarna.

Ljussättning kan vara ett sätt att få liv i broar.

Avslutningsvis