

# **Förstudie avseende Broars gestaltning**

## Förord

Föreliggande förstudie "Broars gestaltning" behandlar området estetik, gestaltning och formgivning av olika konstruktioner. Fokus för arbetet ligger på **gestaltning av broar** men även en del allmän litteratur inom området har studerats.

Borlänge mars 1999

Henrik Gabrielsson

Granskat:

Robert Ronnebrant

# Innehåll

Förord.....	2
Innehåll.....	3
Sammanfattning .....	4
1 Inledning .....	5
1.1 Bakgrund .....	5
1.2 Syfte .....	5
1.3 Avgränsning .....	6
2 Gestaltning .....	7
2.1 Allmänt.....	7
2.2 Närliggande utredningar .....	7
2.3 Delområden från litteraturen.....	9
2.3.1 Broars inpassning i landskapet.....	9
2.3.2 Geometrisk formgivning .....	10
2.3.3 Materialval.....	11
2.3.4 Färggivning .....	12
3. Exempel på broars gestaltning .....	14
3.1 Stora (monumentala) broar .....	14
3.2 Betongbroar.....	16
3.3 Stålbroad.....	19
3.4 Träbroar.....	22
4 FoU och utredningar .....	24
4.1 Allmänt.....	24
4.2 FoU-områden.....	24
4.2.1 Allmänt .....	24
4.2.2 Färgbeständighet.....	24
4.3 Utredningar .....	25
4.3.1 Allmänt .....	25
4.3.2 Kriterier för god gestaltning.....	25
4.3.3 Gestaltungs-handbok.....	25
Referenser .....	28
Bilaga A Lista på böcker om brogestaltning.....	29

## Sammanfattning

Många broar har byggts med utgångspunkt från brons teknik och ekonomi då gestaltningen av bron spelat en mindre roll. Under senare tid har man dock börjat inse att även gestaltningen av broar är en viktig del att ta hänsyn till. Gestaltningen och estetiken har stor betydelse för hur bron ska uppfattas av allmänheten. Detta har visat sig genom positiva signaler från allmänheten de gånger Vägverket har valt att ta särskild hänsyn till detta. Efterfrågan på att utforma broar mer estetiskt har sålunda ökat.

När en bro byggs måste man ha i åtanke att den inte bara är en del i ett funktionellt transportsystem utan att den också är en del av landskapet. Detta innebär att bron bör passas in i landskapet så att den ingår naturligt i miljön på aktuell plats. Hur ska då detta göras rent praktiskt?

Först bör bron få en linjedragning med en grov formgivning som gör att den inte sticker ut eller förstör de naturliga förutsättningarna. Efter det att en grov formgivning har gjorts bör man komma fram till vilket material som bron ska byggas av. Olika material kan ge bron helt olika karaktär och framtoning. Exempelvis kan en betongbro ge ett stabilare intryck än en slank balkbro av stål. En högpresterande betongbro skulle kunna utformas med längre spännvidder exempelvis utan pelare i mittremsan på en motorväg. Vägverket har idag i sina normer en livslängd på broar på upp till 120 år varför det är av stor vikt att man tar hänsyn till brons gestaltning redan i de initiala skederna i byggprocessen och fullföljer genom hela byggprocessen.

Behovet att bygga broar som är estetiskt tilltalande är stort. Metoder för att åstadkomma en vackert gestaltad bro finns men bör kunna tillämpas mer. Det finns olika färgsystem tillgängliga idag men det finns inga väldefinierade krav på dessa med avseende på kulörbeständigheten. Ett FoU-projekt föreslås för att ta fram kontrollmetoder och krav på kulörbeständigheten.

Vidare föreslås en utredning av ämnet broars gestaltning för att ta fram gestaltningskriterier som Vägverket ska ställa som krav på broprojekt för att få en god gestaltning. Kriterierna bör definieras av en tvärvetenskaplig grupp som motsvarar den kompetens som ingår i ett broprojekt inklusive den genomsnittliga "kunden", allmänheten.

Implementering av ny teknik och formgivningsmetoder som kan ge nya möjligheter för gestaltningen av broar bör kunna göras genom information och utbildning. En sammanfattande aktuell gestaltningshandbok föreslås tas fram med tillgängliga metoder och kommenterade exempel på olika gestaltningar av broar.

# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Många broar har tidigare byggts där man tagit hänsyn till brons teknik och ekonomi men där gestaltningen av bron spelat en mindre roll. Under senare tid har man dock börjat inse att även gestaltningen av broar är en viktig del att ta hänsyn till. Gestaltningen och estetiken har stor betydelse för hur bron uppfattas av allmänheten. Vägverket har fått positiva signaler från allmänheten de gånger man valt att ta hänsyn till estetiken. Efterfrågan på att utforma estetiskt tilltalande broar har ökat.

När en bro byggs måste man ha i åtanke att den inte bara är en del i ett transportsystem utan att den ska också vara en del av landskapsbilden. Detta innebär att bron bör passas in i landskapet så att den ingår naturligt i miljön på aktuell plats. Först bör bron få en linjedragning med en grov formgivning som gör att den inte sticker ut och förstör de naturliga förutsättningarna. Efter det att en grov formgivning har gjorts bör man komma fram till vilket material som bron ska byggas av. Olika material kan ge bron helt olika karaktär och framtoning. Exempelvis kan en betongbro ge ett stabilare intryck än en stålfackverk eller stålbalk bro, se Figur 9. En högpresterande betongbro skulle kunna utformas med längre spännvidder, exempelvis utan pelare i mittremsan på en motorväg.

Vägverket har en högsta normerad livslängd på 120 år på broar idag i sina normer därför är det av stor vikt att man tar hänsyn till brons gestaltning. För att få ett bra slutresultat, dvs. en bra gestaltning en vacker bro, krävs det att man tar hänsyn till gestaltningen i brons alla skeden; planeringsskedet, upphandlingen och värderingen av anbudet, projekteringsskedet, byggskedet och inte minst i förvaltningsskedet.

## 1.2 Syfte

Behovet att bygga estetiskt tilltalande broar är stort. Metoder för att åstadkomma en vackert gestaltad bro finns men kan utvecklas mer. Utredning av ämnet kan ge kriterier som Vägverket ska ställa som krav på en bro för att få en bra och vacker gestaltning.

Genom att utveckla den teknik som redan finns tillgänglig ytterligare kan man ta fram bättre metoder för att ge broar en vacker gestaltning. Detta kan exempelvis innebära en systematisk utveckling av system för bland annat färg- och formgivning av broar.

Med mer kunskap om vilka valmöjligheter avseende material, form, färgsättning, ytstruktur och estetiska detaljer som finns tillgängliga kan broar byggas med en bättre gestaltning. FoU-projekt eller utredningar av delområden kan identifieras för vidareutveckling av ämnet. Åtgärder för vidare arbete föreslås.

## 1.3 Avgränsning

Förstudien behandlar broar byggda av betong, stål och trä. Vidare behandlas inpassning landskapet, geometrisk formgivning, material och färggivning. Försök har gjorts att behandla området gestaltning av broar ur flera synvinklar; arkitektens, konstruktörens, beställarens, entreprenörens och slutanvändarens – kunden – allmänheten.

Studien gör inte anspråk på att vara heltäckande på detta breda område. Studien tar endast upp några av de många delar som innefattas i gestaltningen av broar. De åsikter och synpunkter som ges delas givetvis inte av alla som är involverade i gestaltungs och formgivningsprocessen.

## 2 Gestaltning

### 2.1 Allmänt

Ordet "gestaltning" är ett substantiv som härstammar från verbet gestalta. Gestalta definieras i ordböcker bl.a. som att "forma, ge form åt, skapa, kreera, sätta en viss prägel på, dana". Gestaltning är m.a.o. ett väldigt brett område och kan sägas vara närbesläktat med det som man i vardagslag samlar inom begreppet konst. Gestaltning är liksom konst baserat på subjektiva grunder. En gestaltning som är tilltalande för en grupp av personer kan ses som väldigt dålig av en annan grupp av personer, som har helt andra referensramar. Gestaltningen av en bro är dessutom endast en del av helheten som kan karakteriseras som en balans mellan funktion, teknik, ekonomi och estetik. En litteraturstudie har utförts för att försöka få ett grepp om vilka delar som är mest betydelsefulla.

### 2.2 Närliggande utredningar

Miljöenheten på Vägverket har nyligen avslutat en närliggande förstudie, Runblom (1999). Förstudien behandlar vägmiljöområdet och syftet var att undersöka om det går att mäta och värdera vägmiljöers gestaltningskvaliteter. Förstudien visar att det går att kvantifiera en god gestaltningskvalitet. Det går att mäta vad som är en god gestaltningskvalitet, men det bör poängteras att det kan vara både svårt och resurskrävande att få ett rättvisande mått.

Rapporten är beställd av Miljöenheten men utförd av en arkitektbyrå som kommer fram till att man bör låta en grupp av experter göra bedömningar av gestaltningskvaliteter. Gestaltning är liksom konst en sak som kan bedömas väldigt subjektivt. Är det skillnad på en experts och en lekman ("Svenssons") bedömning? Vem är Vägverkets kund som ska bruka vägen/bron som ska tycka att den är vacker? Man kan konstatera att många frågor kvarstår.

Vidare har en utredning beställts av Miljöenheten på Vägverket angående ämnet hur man ska "upprätta kvalitetsprogram för att arkitektoniska och gestaltningsmässiga kvaliteter skall främjas och tas till vara i myndigheternas byggande, inredande och förvaltande av byggnader och anläggningar". Denna utredning har utförts av en projektgrupp som redovisade sitt arbete i en rapport under våren 1999, Andersson, Dahlin och Holdar (1999), Vägverket Konsult. I rapporten poängteras att estetik/gestaltning måste komma med i hela byggprocessen. Det måste finnas någon som tar tillvara dessa intressen under alla skeden i byggprocessen; planeringsskedet, projekteringsskedet, byggskedet och drift/underhållsskedet. Som slutsats föreslås en handlingsplan som innehåller följande aktiviteter

- Kartläggning av natur- och kulturvärden längs och hos befintliga vägar – metodutveckling
- Skötselplaner - utveckling av skötselplaner i grundpaket drift vegetation och anläggningar
- Exempelsamling som visar samspelet mellan trafiksäkerhet, miljö och vägestetik
- Samordnad planering av externa verksamheter i vägens närområde
- Information och fortbildning för projektledare med flera i vägestetik och kulturmiljö
- Information och fortbildning för konsulter bygg- och driftentreprenörer i vägestetik och kulturmiljö
- Erfarenhetsåterföring utveckling av metoder för detta angående vägestetik, miljö och Miljö Konsekvens Beskrivningar (MKB)

I utredningen behandlas inte broar speciellt utan man ser på vägens utformning som en helhet. Från slutsatserna kan man ta fasta på att gestaltningen måste komma in tidigt i byggprocessen. Därefter måste den följas upp under hela processen. Vidare kan erfarenhetsåterföringen vara en mycket viktig del i processen som gör det möjligt att säkra en god kvalitet på gestaltningen av broar. Detta bör innefatta information och vidareutbildning, angående nya möjligheter, av marknadens aktörer.

En annan utredning som ligger inom detta område har genomförts angående bevarandevärda broar. Projektet, som kallades ”De svenska broarna - en kulturskatt”, gick ut på att inventera bevarandevärda broar och att ta fram inventeringskriterier som kan användas fortsättningsvis som hjälp för att hitta broar som ska bevaras, Spade och Ahlberg (1998). Följande inventeringskriterier användes med följande bedömningspoäng:

1. Ålder med bedömningsskala 0 - 10 för 1990 – 1899
2. Pionjär – konstruktion 0,1,3 för standard, del och ”Förstlingsbro”
3. Pionjär – material 0,1,3 för standard, del och ”Förstlingsbro”
4. Ursprunglighet, dvs. är bron i ursprungsskick 0,3,6 för ingen till stor
5. Sällsynthet 0,3,6 för vanlig till mycket sällsynt
6. Broandskap 0,2,4 för ensam till  $\geq 2$  broar i landskapet
7. Medvetet arkitektoniskt uttryck 0,2,4,6 för ingen till konstärllig
8. Skönhetsvärde 0,3 för skön harmonisk bro
9. Trafikantens möjlighet att se bron 0,1,3,5,7 för ingen till utmärkt
10. Exponerbarhet 0,1,3,5 för dålig till utmärkt
11. Tillgänglighet 0,1,2,4,6 för mycket dålig till utmärkt
12. Upplevelsevärde, betraktarens värdering/fascination av bron 0-10
13. Riksintresseområde är skyddade enligt lag ingen värdering



Med hjälp av denna poängsättning kan sedan broar väljas vilka är bevaransvärda. Med en liknande strategi för värdering av broar vid nybyggnation kan gestaltningen för nya broar förbättras.

## 2.3 Delområden från litteraturen

Litteraturstudien har resulterat i att begreppet ”gestaltning” för detta tillämpningsområde kan delas upp i fyra delområden. Dessa delområden beskrivs översiktligt nedan och några viktiga frågeställningar diskuteras. Studierna och diskussionen kan i sin tur leda fram till Vägverkets krav på gestaltning av broar och därmed vilka framtida FoU-projekt eller utredningar som man bör satsa på för att utveckla valda delar ytterligare.

### 2.3.1 Broars inpassning i landskapet

När projekteringen av bron börjar ska alltid hänsyn tas till hur den passar in i landskapet, Glans och Ronnebrant (1996). Detta innebär att de aktörer som ska bestämma hur bron ska se ut bör samverka så att bron, tillsammans med vägen, passar in i den omgivande miljön. Det finns en mängd frågeställningar som bör studeras och diskuteras innan man går in på brons detaljutformning. Bland annat kan följande tekniska punkter behandlas

- Vertikala och horisontella linjeföringen.
- Skevningssträckor bör undvikas på en bro. Går inte det bör dessa anpassas till bron på något sätt.
- Siktsträckor bör studeras. Detta innefattar exempelvis studier av räcken som skärmar av sikten.
- Broar som placeras vid en konkav vertikal radie bör förbli konkav över hela bron och särskild hänsyn bör tas till vattenavledningen, exempelvis kan den förläggas till tillfartsbankarna.
- Om bron ligger på en vertikal radies toppunkt bör bron också ges en horisontell krökning för att möjliggöra sikt från sidan. Inflexions- och tangentpunkter bör också behandlas osv.

När nya vägars sträckning projekteras tar man allt oftare hänsyn till trafikantupplevelse. Detta innebär bl.a. att den miljö som trafikanten färdas i ska vara vacker och trafikanterna ska kunna se ut över öppna kulturlandskap eller få utsikt över natursköna områden. Vägen och bron bör också projekteras med hänsyn till trafikantens hastighet.

Rent konkret omfattar arbetet med landskapsanpassning av vägar terrängmodellering av väglänter, bullerskyddsvallar, placering av överskottsmassor, planteringsförslag och gestaltning. Man bör också arbeta både med trafikantens upplevelse och de verksamheter som pågår i området kring vägen. Formgivningen bör noga studeras så att befintlig bebyggelse, med lokala traditioner, passar ihop med den nya bron.

För broar bör man försöka arbeta med modeller för att få rimliga proportioner. Man brukar också arbeta med bilder. Fotomontage är att föredra framför målade/tecknade bilder pga. att dessa ger en mer realistisk bild av hur det kommer att se ut. Fotomontage är dessutom relativt enkelt att åstadkomma med dagens datorgrafikprogram.

## 2.3.2 Geometrisk formgivning

Efter en grov inpassning i landskapet kommer man naturligt in på vilken geometrisk utformning man ska ha. Detta styrs naturligtvis av en mängd faktorer. Det finns krav på vilken vägbredd, öppningar, bärighet etc. som behövs och som kan sägas ange de baskrav som ska uppfyllas. Vidare hänger den geometriska utformningen också ihop med vilket material som väljs. Storleken och läget spelar också roll. Om det är en liten bro, som inte är exponerad, som ska byggas kan man kanske ha mindre gestaltungs krav än om det är en stor exponerad bro. En enklare geometrisk formgivning kan väljas för broar som inte är exponerade. Vidare bör man alltid fundera på förvaltningsskedet, dvs. bron ska formges så att inspektioner och normalt underhåll inte försvåras.

Vilken typ av bro ska man då välja att bygga? Det finns en del olika idéer som förespråkas. En idé som förespråkas i bl.a. Tyskland (av tyska broingenjörer) är s.k. strukturell ärlighet (Structural honesty). Detta innebär att man förespråkar broar där man klart kan se vilket kraftspel som finns i strukturen. Man anser att man på så sätt nästan med automatik får den bästa utformning. Vid ett seminarium vid KTH redogjorde Svensson (1998) och Gimsing (1998) för begreppen bro- och strukturestetik.

Svensson, som företräder en välkänd tysk konsultfirma Leonhardt, André und Partner Consulting Engineers, beskrev i sin föreläsning begreppet brokonstruktionsestetik och visade på vilka riktlinjer som de använde vid brokonstruktioner. Följande punkter inkluderades i deras riktlinjer

- Val av ett rent och enkelt strukturellt system
- Goda proportioner i alla tre dimensioner
- God ordning
- Integration i omgivande miljön
- Val av material
- Färg
- Utrymmet ovan bron
- Självklart kraftflöde i bron
- Estetisk belysning
- Enkelhet framförallt

En bok om broestetik som kan sägas vara en milstolpe inom området är skriven av firmans grundare, Leonhardt (1984). Den tar upp punkterna

ovan men dessutom behandlas en del grundläggande mer filosofiska funderingar och resonemang ( bakgrunden till vad estetik är ) angående estetiska värderingar. Dessutom finns en mängd exempel över olika typer av broar allt ifrån gamla stenvalvsbroar till moderna snedkabelbroar.

Gimsing, som är professor i brobyggnad vid tekniska universitetet i Köpenhamn, skriver i sitt föredrag om strukturell ärlighet. Han förklarar ingående vad begreppet går ut på, bl.a. med en del enkla exempel. Därefter ger han praktiska exempel på bra och dålig formgivning.

En bok med titeln ”Broestetik” publicerades av Vägverket, 1991, Jux (1991). Den är gjord av en tysk arkitektfirma, Jux och partners arkitekter, som framställer deras syn på hur man ska ta hänsyn till estetik för broar. Följande synpunkter på broestetik lämnas

- Bron – människan – anspråk – krav  
Man ska ställa större krav än rent tekniska och funktionella krav.
- Landskap – stad livsrum  
Det måste ges ett individuellt livsrum med en egen individuell stil, originalitet måste tillåtas.
- Form - funktion – konstruktion – rum – symbolik  
Broar kan vara symbolik för en förändring i miljön t.ex. en stadsport.
- Bron i tid – rymdprocessen  
Bro projektering bör innefatta en tidsaspekt så att man kan se förändringar med tiden.
- Bron – ”grön” – människan  
Man kan använda sig av planteringar för att få in bron i omgivande miljö.
- Inte människan utan estetik måste anpassa sig  
Man ska alltid anpassa estetik efter de mänskliga värderingarna.

Vidare ges en mängd olika exempel från olika sätt att utforma broar. Allt från relativt små plattrambroar till stora snedkabel- och hängbroar. Olika sätt att använda sig av former för att erhålla olika ytor för betongbroar och en del alternativa färgsättningar för olika broar visas i boken.

### 2.3.3 Materialval

Efter att en grov projektering och utformning har gjorts bör man gå över till att välja vilket material bron ska byggas av. Olika material ger broarna helt olika karaktär och förutsättningar att uppskattas av allmänheten.

I boken Banestetik, Kjessel (1993), och i Broar i Sverige och Världen, Hedin (1997), visas en del exempel där man kan se olika typer av broar byggda av olika material stående invid varandra. Det är äldre broar som bytts ut mot nyare pga. ökade eller ändrade krav. Man kan på dessa bilder jämföra olika brotyper byggda av olika material. Fler exempel finns att hämta från boken Banestetik.

Den nya och gamla bron i Iggesund (den gamla bron är nu riven) där en betongbågbro bytts ut mot en samverkansbro med ställåda och betongplatta med skjuvförbindare är ett exempel. Den nya bron är klar och enkel i sitt kraftspel, en stålbalkbro på betongpelare. Bron är dock ganska exponerad vilket kunde leda till att ännu större krav på gestaltningen kunde ha tillämpats.

Vid norra stambanans korsning av Öre älv är den äldsta bron byggd med nitade gjutna järnprofiler, härnäst byggdes en betongbågbro och sist en ställådbro med betongtråg på betongpelare. Vid denna överfart finns ingen annan bebyggelse dvs. liten exponering av bron. Pga. detta skulle man kanske kunna godta mindre krav på brons gestaltning.

Ytterligare internationella exempel kan hittas i Hedin (1997). Där kan man se följande exempel; Tacoma bridge både den förolyckade bron (klassiskt egensvängningsbrott) och den som ersatte denna; Forth of Firth både den tidiga järnvägsbron och vägbron m.fl.

Några riktlinjer för hur man ska välja byggnadsmaterial kan inte hittas i litteraturen. Allmänna regler som bör följas vid val av material är utformning, spännvidd, färgsättning på bron, miljö osv. Broar av olika material brukar beskrivas på olika sätt. En bågbro sägs ”locka ögat att följa bågen från ena till andra änden av bågen” och betraktas som en relativt stilren konstruktionstyp. Fackverk av stål ska inte ha för många olika riktningar på tryck och dragsträvor då detta kan ge ett förvirrat intryck. Ett exempel på ett enkelt stilrent fackverk är Öresundsbron. Lådbalkbroar av stål med betongfarbanor har beskrivits som ”hemlighetsfulla och att de avslöjar inte det kraftspel som finns inneslutet i bron”. Sammanfattningsvis kan sägas att inga specifika riktlinjer för materialval har hittats i litteraturen.

### 2.3.4 Färggivning

Det finns många sätt att ge färg till en bro. Att måla bron är det vanligaste sättet. Detta är enkelt på stål och träbroar där det finns relativt rena ytor och där man ändå är tvungen att rostskyddsbehandla eller behandla ytorna för rötangrepp. Målningssystem finns med alla möjliga färger men man bör noga överväga kulör och färgsystem eftersom det ska motstå miljön under en lång tid. Det går också att måla betongytor men detta används i mindre utsträckning. Krav på målningssystem för betong finns i BRO 94, kapitel 43.

Infärgning av betong är ett annat sätt att färgsätta betongbroar, Johansson (1996). Detta innebär att man blandar in någon slags färgpigment som

färgar betongen, dvs. hela betongmassan får samma färg. Denna metod får användas enligt BRO 94 men det finns krav på de färgpigment som ska blandas i betongen. Pigmenten ska vara syntetiska järnoxider och/eller titandioxid s.k. stabila kemiska föreningar.

Exempelvis kan man få vit betong genom att använda titandioxid men det går också att använda sig av vitcement. Kombinationen med grått cement och titanoxid ger en grå betong dvs. kan ibland inte ge någon effekt alls. För att få en riktigt vit betong bör vitcement blandas med titanoxid. Man kan även färga betongen i exempelvis svarta, röda eller gula nyanser med hjälp av järnoxider.

Alla färger på betong bör undersökas noga och provas ute så att dessa inte skadar betongen. Dessutom bör ett kvalitetssystem på produktionen av infärgad betong tas fram så att en jämn kvalitet på betongen kan erhållas, det är lätt hänt att färgen varierar och färgen på den färdiga konstruktionen blir flammig. Ett problem är att vid reparationer eller renoveringar av färgade konstruktioner är det svårt att få exakt samma kulör som finns på befintlig konstruktion. Konstruktionen får då ofta en flammig framtoning. Detta kan gälla alla typer av färggivning särskilt infärgade betongkonstruktioner.

Generellt finns idag en konservativ syn på infärgad betong. Det finns ännu så länge endast ett fåtal exempel på broar med infärgad betong. Dessa är Nilsbybron vid Frykensäjöarna i Värmland, Kungsörsbron ( järnvägsbro ) och en bro i Helsingborgs hamn.

## 3. Exempel på broars gestaltning

I detta kapitel diskuteras en del exempel och de hänsyn som har tagits till gestaltningen belyses. Litteratur som behandlar brogestaltning och exempel på gestaltning av olika broar finns Bilaga A.

### 3.1 Stora (monumentala) broar

Att ha samma gestaltningskrav på en liten och stor bro kan inte vara rimligt. Man bör kanske även ha en distinktion beroende på exponeringsgrad. Här följer först ett antal exempel på hur man har försökt att ta hänsyn till broars gestaltning för stora monumentala broar därefter ges några exempel på små broar.

**Höga Kusten-bron** som byggdes under åren 1993-97 var ett för Sverige unikt bygge. För att ta hänsyn till bronns utformning/estetik gjordes en omfattande projektbearbetning där arkitekter arbetade utgående från de rekommendationer som gavs av Vägverkets skönhetsråd. I det slutliga genomarbetade förslaget fångades det omkringliggande landskapet upp i bron. Bron är byggd mellan två ganska höga berg varför det kan ses som naturligt att fånga upp detta även i bronns utformning med de två höga pylonerna och hängkablarna som en djup dalgång mellan dessa. Även övriga broar i projektet överarbetades och olika typer av material användes för olika landskapstyper. Över vatten (Majorsviken och Storsjön) användes votade ställådor med betongfarbana som smyckades med kraftiga reliefer. Över dalgångarna vid Nora användes betongbroar med specialutformad pelare. Broarna över nya E4-sträckningen byggdes med rödmålade stålprofiler med betongfarbana som beskrivs som "röda spjut" av ansvarig broarkitekt Inger Berglund broar, Ottander (1997).



**Figur 1** Höga Kusten-bron, ett unikt projekt med en unik bro som fått pris för att hänsyn har tagits till bronns gestaltning

Höga Kusten-projektet både som helhet, bron och delar av det har uppmärksammats på olika sätt av olika organisationer. Sveriges Arkitekters Riksförbund, SAR, gav projektet som helhet ett planpris 1998 för att Vägverket visat att storskaliga vägar och broar kan göras vackra och gestaltas med hänsyn till omgivande stadsmiljö och landskap. Priset motiveras dels av att verket hade skaffat sig estetisk kompetens genom att inrätta skönhetsråd, dels av tre banbrytande exempel som i gestaltningshänseende alla höjde sig över den ingenjörskonst som tidigare dominerat svenska trafikmiljöer. Tre projekt pekades ut, däribland Höga Kusten-bron och E4:ans dragning genom Höga Kusten-området. Vägverket gav ett pris till Klockestrandsvägen, som var en del i Höga Kusten-projektet, som utsågs till landets vackraste väg. Motiveringen var att Vägprojektet hade på bästa sätt sammanvägt tekniska, ekonomiska, estetiska, miljömässiga och kulturella krav.



a)



b)



c)

**Figur 2** Fotomontagebilder från Sunningesundsbron som byggs vid Uddevalla. a) Alternativ med lådbalkbro i betong. b) Alternativ med en pylon och snedkablar. c) Alternativ med två diamantformade pyloner och snedkablar, det vinnande alternativet (bilder hämtade ur MKB(1992))

Uddevallabron över Sunningesund är Sveriges tredje längsta bro. Här plockades fem olika alternativa utformningar fram vid förstudien. För att kunna avgöra vilket alternativ man skulle välja användes fotomontage i befintlig miljö, se Figur 2.

Tre olika alternativ på brons gestaltning i konkurrens med ett tunnelalternativ och ett nollalternativ utreddes. Nollalternativet innebar i stort sett en förbättring av befintlig vägsträckning. På fotomontaget i Figur 2 kan man ganska väl se hur det kommer att se ut med de olika alternativa brouformningarna. Men hur man ska bedöma vilken lösning som är bäst ur gestaltningshänseende är naturligtvis en subjektiv bedömning. Det som valdes var alternativet med två snedkabelpyloner och diamantformade pyloner.

## 3.2 Betongbroar

Det finns en mängd broar som har byggts utan att särskild hänsyn tagits till gestaltningen. Ett klassiskt exempel kan sägas vara de väldigt effektiva plattram- eller balkrambroarna i betong som har byggts i tusental under 1900-talet. Rent strukturellt sätt är de en väldigt god konstruktionslösning men ur gestaltningsynpunkt kanske ibland mindre god. I Figur 3 visas ett exempel på en balkrambro som kunde fått en bättre gestaltning. På de plana betongytorna skulle en annan ytstruktur kunnat ge en förbättrad gestaltning. Landfästet skulle också kunnat utformas på ett bättre sätt ex. vis kunde strandlinjen ha behållits intakt om frontmuren flyttats längre upp.



Figur 3 Balkrambro



Under senare tid har arbete lagts ner på att bygga broar med ”genomsyn” och med en konstruktionslösning som kan sägas ta hänsyn till gestaltningen av bron. Bron ska inte bara vara rent tekniskt godtagbar utan den ska dessutom vara en del av landskapet som kan förhöja och/eller försköna den naturliga miljön. I Figur 4 visas ett exempel på en bro där gestaltningen av den och dess omgivningar har behandlats med omsorg för att försköna trafikantens omgivning.



**Figur 4 Nyare betongbro som visar ett exempel på hur hänsyn tagits till gestaltningen, Vägverket Konsult (1999)**

Ett annat exempel på en bro där särskild hänsyn till gestaltningen togs är Nilsbybron som fick vackra vägars pris 1997 av Vägverket, se figur 5. Bron består av elva spann av betongbågar som är gjutna med infärgad röd betong. Bron är originell i sin utformning och är speciellt gestaltad för att visa på samspelet mellan vatten och terräng, Pauser (1998).

Rent brotekniskt kan dock en del åsikter framföras på brons alltför korta spann och att för en så låg bro välja att ha bågar som huvudbärvärk. Även ur underhållssynpunkt finns flera synpunkter att framföra, bl.a. den korta konsolen.



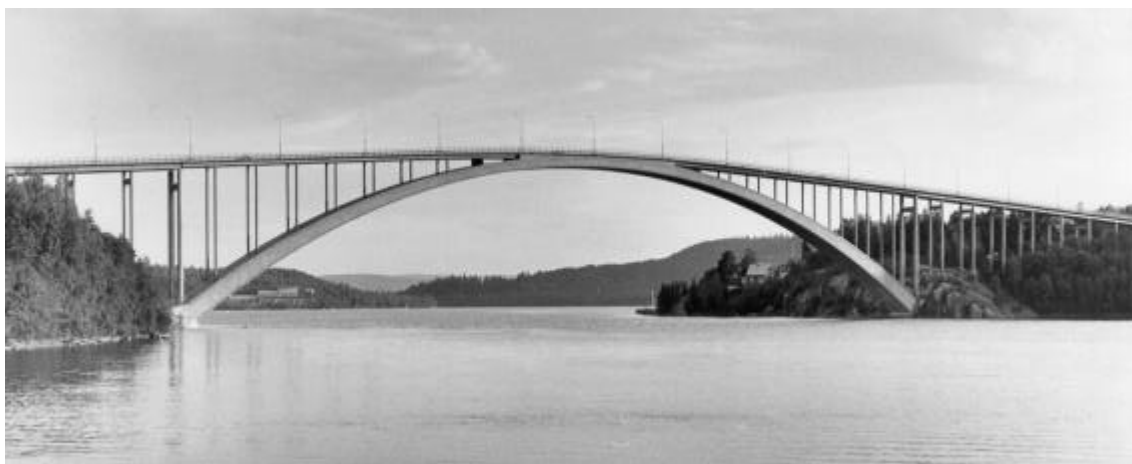
**Figur 5 Nilsbybron med de röda infärgade betongbågarna**



**Figur 6 Bullerplank tillverkade med titandioxid som pigment i infärgad betong.**

Ett annat exempel på infärgad betong är ett bullerskydd som byggts vid Ullevimotet av Vägverket RegionVäst. För detta bullerskydd provade man att få till en så vit betong som möjligt. Titandioxid användes tillsammans med vanlig anläggningscement. Detta kan göra att man fortfarande upplever att betongen ser grå ut när den är blöt vid regn, men då konstruktionen är torr ser den vit ut.

Sandöbron, som var den längsta betongbågbron då den byggdes, anses som en mycket vacker bro av många. Den relativt grova betongbågen spänner över vattnet i en vid båge och ger bron ett starkt uttryck. Bågen, farbanan och de slanka betongpelarna som sammanbinder och fördelar ner lasten anses ge goda proportioner åt de ingående konstruktionsdelarna. Bron har för närvarande behov av reparation.



**Figur 7 Sandöbrons betongbågbro som länge var världens längsta betongbåge. En omtyckt brotyp där bågen, pelarna och farbanan har bra proportioner**

### 3.3 Stålbroar

Broar som har byggts med stål eller tidigare gjutjärnsprofiler har ofta en farbana i betong. De tidiga järnbroarna som byggdes med nitade förband ger ett helt annat intryck än dagens svetsade stålkonstruktioner. De äldre bultade/nitade konstruktionerna anses var estetiskt tilltalande då de ofta innehåller lite mer estetiskt tilltalande detaljer. Ett exempel på en gammal nitad järnbro är järnvägsbron i Söderhamn, Kjessel m fl. (1991). Bron består av nitade gjutjärnsprofiler som bildar en lång viadukt för järnvägen i centrala Söderhamn.



**Figur 8 Järnvägsbro i Söderhamn som exempel på äldre nitade järnbroar, Kjessel m fl. (1991)**

Ett annat känt exempel är Västerbron i Stockholm som är byggd med en stålåge med ståpelare och med en betongfarbana, se Figur 9 nedan. Stålågarna är nitade och sträcker sig över vattnet i två bågspann ( jmf Sandöbron ). Bron byggdes under 1930-talet av Motala-mekaniska verkstad och stod klar 1935. Västerbron var på den tiden ansedd som en av de vackraste i Europa och vid invigningstalet sa borgarrådet Gottfrid Björklund att ”den var en hymn av stål åt människoandens fredliga gärning”, Kallstenius Per (1996).

Som tidigare nämndes byggs ofta dagens stålbroar av svetsade stålbalkar eller stållådor som kombineras med en betongfarbana. Dessa broar kallas samverkansbroar eftersom stålbalkarna och betongfarbanan samverkar för att ge bron dess bärförmåga. Detta är ur teknisk synvinkel ett bra alternativ så länge som beständigheten för konstruktionen är säkrad. Stålmaterialet, som idag kan tillverkas med en hög hållfasthet och kvalitet, placeras där det utnyttjas bäst i tvärsnittet dvs. i huvudsak på dragen sida och betongen, vars kvalitet och hållfasthet också har höjts avsevärt under årens lopp, placeras på tryckt sida i tvärsnittet.



**Figur 9 Västerbrons stålbåge byggd med nitade stålplåtar, Kallstenius (1996)**

I figur 10, på nästa sida, finns ett exempel på en bro som ur gestaltningshänseende kan påstås vara väldigt funktionell. För denna bro används färggivningen och detaljutsmyckning vid bropelarnas topp för att få till en bättre gestaltning av bron. Det man i detta fall också bör ha i åtanke är att man bör differentiera de krav man ska ha på broars gestaltning. Denna bro ligger på en relativt enslig plats där få personer kommer att se bron under dess funktionstid. Av dessa skäl kan kanske lägre krav på gestaltningen ställas än exempelvis en bro i tätort.

Dessutom bör man beakta de övriga broarna som ligger alldeles intill vid en bedömning av gestaltningen. De tre broarna bildar ett brolandskap och fungerar i en helhet där de kompletterar varandra. Detta är ett utmärkt exempel av hur brokonstruktions/produktionstekniken har utvecklats genom åren. Den första bron med järnprofiler som nitades ihop, den andra där man kunde utnyttja transporterna på den första bron för att få dit större mängder material och den tredje där en optimering av materialen med välutvecklade teoretiska dimensioneringsmodeller leder till en relativt funktionell och effektiv brotyp.



**Figur 10** På detta fotografi ses Talbergsbroarna över Öre älv. Här kan man jämföra tre olika typer av brokonstruktioner. Den äldsta är ett nitat fackverk invigd 1891, därefter kom betongbågbron som invigdes 1919 och till sist den raka stålbalken som invigdes 1994, Hedin (1997)

Som tidigare beskrevs vid Höga Kusten-projektet så finns det bra exempel på hur man kan bygga stålbroar med en god gestaltning. De röda slanka stålprofilerna som liknas vid spjut som sträcker sig över E4 och de votade stållådorna som bär vägen elegant över Majorsviken och Storsjön, se Figur 11, anses som goda exempel på bra gestaltning av broar. Däremot kan de utanpå liggande betongrelieferna anses enbart försvåra för förvaltningen av broarna.



**Figur 11** Den votade stållådan som bär E4:an över Majorsviken. De speciella relieferna smyckar varje anslutning mellan blå stållåda och pelartopp, Ottander(1997)

## 3.4 Träbroar

Antalet träbroar är inte så stort men det sker en utveckling inom området för att kunna bygga träbroar med lång livslängd. Den äldsta träbron i Sverige sägs vara bron över Skellefteälven, Lejonströmsbron. Den tidigaste bron vid denna plats byggdes redan 1737 men det var inte förrän man byggde fundamenten i sten 1862 som bron klarade av att stå emot de krafter som islossningarna kunde innebära. Inga ursprungliga delar finns idag kvar.

De träbroar som byggs idag utformas ofta med betongfundament. Vid korta spännvidder består överbyggnaden ofta av limträbalkar med träfarbana eller tvärsända plattor med asfaltbeläggning. Vid större spännvidder består huvudbärverket av hängverk, sprängverk, bågar eller fackverk. För de längsta spännvidderna över 50 m för gång- och cykelbanor är snedstags- och hängbroar vanligast. Träbroar anses som estetiskt tilltalande inte minst pga. hänsyn till miljön. Dock finns det fortfarande en del att undersöka på beständighetssidan.

Nedan finns två exempel på moderna träbroar som målats med röd färg. Färgens huvudsyfte är att skydda träet så att en beständig konstruktion erhålls men man kan då också tillfredställa kraven på god gestaltning, jmf. medfärgen på stålbroar. Den ena är en bågbro över järnvägen, som borde kunnat konstrueras på ett annat sätt för att utnyttja bågens tryckkapacitet på ett bättre sätt exempelvis genom en jämnare fördelning av belastning från överbyggnaden, jämför med Sandöbron på figur 7. Den andra är en rak balkbro upplagd på frontmurar av betong, se figur 13. Man kan också se hur man anpassat räckena för att dessa ska passa till den röda träbron. Räckena är dock stålprofiler som sedan klätts med trä.



Figur 12 Rödmålad träbågbro över järnvägen



**Figur 13** Rödmålad träbro över Lusbäcken utanför Borlänge

## 4 FoU och utredningar

### 4.1 Allmänt

I denna förstudie behandlas gestaltningen av broar. Detta kapitel sammanfattar de intryck och funderingar som framkommit i arbetet.

I studien har uppmärksammats att det kan uppstå en del motsättningar mellan olika yrkesgrupper i ett byggprojekt. En del av detta kan härröra från upphandlingssystemet och på det sätt som olika projekt genomförs. Eftersom vissa aktörer inte finns med i hela byggprocessen kan det ske ändringar under processens gång som gör att initiella beslut eller intentioner inte efterlevs.

Det kan lätt bli en dragkamp mellan olika intressen. En god gestaltning bör ges en rimlig budget och dessutom kan de olika rollerna i projektgruppen behöva klarläggas vid projektstarten.

### 4.2 FoU-områden

#### 4.2.1 Allmänt

Eftersom detta är ett mycket brett ämnesområde skulle många FoU-projekt kunna initieras. Men det som i nuläget bedöms föra området mest framåt för Vägverkets verksamhet är undersökningar mer av utredningskaraktär. Av denna anledning begränsas förslagen av FoU-projekt till ett som föreslås behandla kontroll av färgbeständigheten.

#### 4.2.2 Färgbeständighet

Detta FoU-projekt föreslås behandla färgbeständighet. Färgen på konstruktioner påverkas alltid mer eller mindre av den omgivande miljön. Målningssystem som bleks med tiden pga. exempelvis UV-strålning kan orsaka att en helt annan gestaltning fås med tiden. Hur ska man kontrollera att rätt färg erhålls och att färgen är kulörbeständig? Vidare bör man fastställa de krav som ska finnas på kulörbeständigheten på de färgsystem som används. Följande delar bör ingå i projektet

- Fastställa en mätmetod för säkerställande av rätt färg
- Fastställa en kontrollmetod för kulörbeständighet
- Fastställa de krav som ska finnas på kulörbeständigheten

Projektet skulle kunna delas upp i tre etapper. Den första etappen innefattar en litteraturstudie inom området där mätmetoder och krav sammanställs. Denna etapp kan sedan ge hur man ska gå vidare. Etapp 2 kan startas om utvärderingen av etapp 1 visar så. Denna skulle innehålla



FoU angående vidare- eller nyutveckling av en mätmetod för kulörbeständighet. Till sist startas Etapp 3 som ska fastställa de krav som ska gälla för färgsystemen angående kulörbeständighet. Tiden för projektet bedöms till 1-2 år med en kostnad av 100+300+100 kkr respektive för de tre etapperna.

## **4.3 Utredningar**

### **4.3.1 Allmänt**

De utredningar som föreslås nedan är uppställda i prioriteringsordning, högst prioritering står först osv. De utredningar som föreslås är av allmän karaktär och är för närvarande inte knutna till något annat projekt.

### **4.3.2 Kriterier för god gestaltning**

En svår fråga som bör utredas är vad allmänheten tycker om broars gestaltning. Vidare bör man då också fråga om allmänheten tycker annorlunda än vad de olika aktörerna på marknaden gör. Det kvarstår många frågor som man bör fundera på och diskutera vidare. Följande frågor bör utredas i ett framtida utredningsprojekt.

Vem är kunden? Vem är det som ska ha gestaltningen? En originell (kanske även ful) bro kan också få uppskattning av folk i allmänhet. Vem ska bedöma om en gestaltning är bra eller dålig? Om man fastslår vissa regler binder man då inte upp sig så att inget originellt nyskapande sker?

Förslagsvis bildas en projektgrupp med en blandning av personer med olika bakgrund (tvärvetenskaplig) som skulle ges uppgiften att diskutera och formulera ett svar på dessa frågor. Om bredare underlag behövs kan examensarbeten som initieras på högskolor användas. Examensarbetena bör då innehålla sammanställningar av intervjuer/enkäter som branschfolk och allmänheten har svarat på. Utgående från dessa sammanställningar kan arbetet med att etablera kriterier för en god gestaltningskvalitet fortsätta.

En utredning av denna karaktär kan ta en längre tid 1-2 år, speciellt om underlag ska produceras via examensarbeten (vilket kan vara ett ekonomiskt alternativ). Med en realistisk projektplan och rimliga målsättning kan kostnaden hållas nere för projektet. Bedömd totalkostnad för denna utredning ~300-500 kkr.

### **4.3.3 Gestaltningshandbok**

Från den litteratur som studerats har fyra delområden identifierats som ingår i konceptet gestaltning. Dessa har beskrivits i kapitel två tidigare. Nedan följer en kort sammanfattning och förslag till vidare arbete i ämnet.

### **1. Broars inpassning i landskapet**

Ska man försöka hitta riktlinjer för detta eller inte? När ska man bedöma detta, om man kan bedöma eller hur ska man bedöma om en bro passar in i landskapet eller ej? Ska man alltid följa dessa eller gäller olika regler för olika brolägen eller olika brotyper?

En utredning av detta föreslås med en referensgrupp, med tvärvetenskaplig bakgrund, där ämnets grundproblem behandlas.

### **2. Geometrisk formgivning**

Finns det sätt att komma fram till kriterier som är allmängiltiga för en god geometrisk formgivning? Ska man försöka hitta sådana kriterier eller är det bättre att hålla detta område öppet.

En vidare utredning föreslås också i detta ämne. Denna utredning bör kanske handhas av fackfolk som vet vilka geometriska krav som gäller som grund.

### **3. Materialval**

Materialvalet kan göras för tidigt och då låser man fast sig i ett material redan tidigt i byggprocessen. Detta hämmar utvecklingen och leder kanske till att redan etablerade material väljs igen. Gestaltningen är beroende av vilket material som används för bron. Kriterier för gestaltningen bör vara så allmänna att alla typer av material kan väljas. Samtidigt kan det vara nödvändigt att specificera kriterier för alla material. Ska man försöka hitta kriterier för detta?

En utredning föreslås som ska behandla detta delområde.

### **4. Färggivning**

System för färggivning av de byggnadsmaterial som används idag finns men används i första hand på stål- och träbroar. Detta för att dessa ändå måste ytbehandlas pga. beständighetsproblemen. För betongbroar används detta inte i någon större utsträckning. Orsaken till att detta inte används är brist på kunskap både bland beställare, konsulter, entreprenörer och tillverkare. En vidareutveckling av olika färgsystem för broar ger Vägverket bättre möjligheter att uppfylla krav på estetik.

Implementering av redan känd kunskap genom information, kurser och handböcker bör kunna ge större genomslag. En aktuell manual eller handbok över möjligheter bör tas fram.

Med mer kunskap om vilka valmöjligheter avseende material, form, färgsättning, ytstruktur och estetiska detaljer som finns tillgängliga kan broar byggas med en bättre och vackrare gestaltning. Vidare utredningar av ovanstående ämnen föreslås och en bred handbok med tillgängliga metoder för att gestalta en bro.

Handboken bör innehålla en mängd exempel både på bra och ( i vissas ögon ) dålig gestaltning av broar. Med handboken som grund bör information och fortbildning av marknadens aktörer ske så att tillgänglig

teknik och ett allmänt medvetande om betydelsen av gestaltningen kan grundläggas.

En bred handbok för gestaltning kan kräva relativt mycket arbete. Arbetsgruppen bör först och främst bestå av experter på utformning, estetik och konstruktion av broar. En tvärvetenskaplig referensgrupp, där även lekmän ingår, bör vara med som kan övervaka projektet. Tiden och kostnaden för arbetet är osäkra, men det bedöms ta 1-2 år med en kostnad av ~300-1000 kkr.

---

## Referenser

- Andersson Bo, Dahlin Anders och Holdar Catarina (1999): Vägar – Kvalitetsprogram för vägarkitektur. Vägverket, Ku 98/619/Ka, 1999.
- Gimsing Niels J (1998): Structural Honesty. Bro och struktur estetik, Seminarie vid KTH 17-18 nov. 1998.
- Glans Lars-Åke och Ronnebrant Robert (1996): Broprojektering - En handbok. Vägverket, publikation 1996:63, Enheten för Statlig Väghållning, Borlänge, 1996.
- Hedin Gunnar (1997): Broar i Sverige och Världen. AB svensk Byggtjänst, Stockholm, 1997, ISBN 91-7332-813-8.
- Johansson Lars (1996): Rekommendationer för genomfärgad platsgjuten betong. Cement och betonginstitutet, Uppdragsrapport nr 96103, 1996.
- Jux (1991): BROESTETIK. Jux och partner arkitekter, Vägverket, serviceavdelningen Väg och Brokonstruktion, Sektionen för Broinvesteringar, Publikation 1991:14, Bröderna Karlssons Boktryckeri AB, Varberg 1991, 1991-03.
- Kallstenius Per (1996): Nya broar i Stockholm. Väg och Vattenbyggaren, nr 6, 1996, sid 25-29.
- Kjessel Bo, Gustafsson Stanley, Kellner Håkan, Pålsson Björn och Skoglund Jan (1993): Banestetik. Banverkets policy och mål gällande järnvägens estetik och miljö. Banverket och Bo Kjessel, Borlänge, 1993.
- Leonhardt Fritz (1984): Brücken Ästhetik und Gestaltung – Bridges Aesthetics and Design. Deutche Verlag-Anstalt, Stuttgart Tyskland, 1982.
- MKB(1992): Arbetsplan väg E6 Göteborg-Uddevalla: motorväg Forshälla-Torp: Miljkonsekvensbeskrivning bro. Vägverket väst, Kjessler & Mannerstråle och Scandiaconsult Väst AB. Göteborg 1992, sid 207 + bil.
- Ottander Catharina (1997): Mästerverk – Projekt Höga Kusten och dess trettiofem broar till framtiden. Vägverket Region Mitt och Page one publishing AB, 1997, ISBN 91-7125-045-x.
- Pauser Anders (1998): Vägbyggen med skönhet. Nordisk Infrastruktur, Nr 1 1998, sid 35-36.
- Runblom Ulrika (1999): Mål och mått för gestaltningskvaliteter i vägmiljön – Förstudie. Henrik Rundquist Arkitektkontor AB, Temaplan.
- Spade Bengt och Ahlberg (1998). De svenska broarna - en kulturskatt. Etapp 1. Utredning kring Vägverkets och Banverkets kultur-historiskt intressanta väg- och järnvägsbroar. 1998.
- Svensson Holger (1998): Bridge Design Aesthetics. Bro och struktur estetik, Seminarie vid KTH 17-18 nov. 1998.

## Bilaga A Lista på böcker om brogestaltning

Listan har sammanställts av Håkan Sundqvist Professor vid avdelningen för brobyggnad KTH med en subjektiv rekommendation.

\*\*\* Rekommenderad av läsning om strukturestetik och utformning

\*\* Kan vara nyttig

\* Att bläddra i

### Allmän litteratur om broar och utformning

- \*\*\* *Leonhardt F.*, "Brücken, Ästhetik und Gestaltung", Stuttgart 1982.
- \* *Melaragno M.*, "Preliminary Design of bridges for Architects and Engineers", Marcel Dekker, Inc, New York, 1998.
- \* *Sundqvist H.*, "Infrastrukturkonstruktioner" Byggkonstruktion, KTH, kompendium i brobyggnad
- \* *Troitsky M., S.*, "Planning and Design of Bridges", John Wiley & Sons, New York 1994.
- \*\*\* Vägverket, "BROPROJEKTERING - en handbok", Vägverket 1996:63, Borlänge, 1996.

### Broestetik, böcker som tar upp och diskuterar principer för broestetik

- \*\*\* *Anderson J., Bergqvist S., Hedin J.*, "Stålbroar", Stålbyggnadsinstitutet, Stockholm 1994.
- \*\* Arkitekturmuseet "Bygga broar – Svensk brobyggnadskonst möter Santiago Calatrava", Arkitekturmuseet, Stockholm 1992.
- \*\* *Bennet D.*, "The architecture of bridge design", Thomas Telford 1997.
- \*\*\* *Billington D., P.*, "The Tower and the Bridge", Princeton University Press, New Jersey 1983.
- \*\* *Bill M.*, "Robert Maillart", Verlag für Architektur AG, Lausanne 1949.
- \*\*\* *Blaser W.*, "Santiago Calatrava, Ingenieur-Architektur", Birkhäuser Verlag, Basel 1990.
- \*\*\* *Butler R., Rundqvist H.*, "Broarkitektur - Två skissprojekt", KTH, inst för Arkitektur, Stockholm 1993.
- \*\*\* *Gottmoeller F.*, "Bridgescape, The Art of Designing Bridges", John Wiley & Sons New York, 1998

- 
- \*\*\* *Holgate A.*, ”The Art of Structural Engineering – the Work of Jörg Schlaich and his Team”, Axel Menges Verlag, Berlin 1997.
- \* *Hartman F.*, ”Ästhetik im Brückenbau”, Franz Deuticke, Leipzig 1928
- \*\*\* *Kjessel B.*, ”Banestetik”, Banverket, Borlänge 1993.
- \*\*\* *Leonhardt F.*, ”Brücken, Ästhetik und Gestaltung”, Stuttgart 1982.
- \*\* *Melargo M.*, ”Preliminary Design of Bridges for Architects and Engineers”, Marcel Dekker inc, New York 1998.
- \* *Rukwied H.*, ”Brückenästhetik”, Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin 1933.
- \*\*\* *Statens Vegvesen*, ”Utformning av bruer”, Vegvesenets håndbokserie nr 164, Oslo 1992.
- \*\*\* *Torroja E.*, ”Logik der Form”, Verlag G. Callwey, München 1961.
- \*\* *Torroja E.*, ”The Structures of Eduardo Torroja”, F.W. Dodge Corp., New York 1958.
- \*\*\* *Transportation Research Board*, ”Bridge aesthetics around the world”, Washington D.C., 1991.
- \*\*\* *Vogel T., Marti P.*, ”Christian Menn – Brueckenbauer”, Birkhäuser Verlag, Basel 1997.
- \*\* *Watson W., J.*, ”Bridge Architecture”, William Helburn Inc, New York 1927.
- \*\*\* *Watson C., Hurd M., K.*, ”Aesthetics in Concrete Bridge Design”, American Concrete Institute (ACI), MP-1, Detroit 1990.
- \*\* *Vägverket*, ”Broestetik”, Publ 1991:14, Borlänge 1991.
- \*\*\* *Vägverket*, ”Hela Vägen”, Vägverket, Borlänge 1999.

## **Bilderböcker**

- \*\*\* *Brown D., J.*, ”Bridges, Three Thousand Years of Defying Nature”, Reed International Books Ltd, London 1993.
- \*\*\* *Cortright R. S.*, ”Bridging – Discovering the Beauty of Bridges”, Bridge Ink, Oregon 1998.
- \*\* *Dupré J., Gehry F. O.*, ”Bridges”, Köneman Verlagsgesellschaft, Köln 1997.
- \* *Hedin G.*, ”Stockholms broar”. Svensk Byggtjänst, Stockholm 1998.
- \*\* *Hedin G.*, ”Broar i Sverige och Världen”, Svensk Byggtjänst, Stockholm, 1997.

- 
- \* *Jackson D., C.*, "Great American Bridges and Dams", The Preservation Press, Washington D. C., 1988
- \*\* *Johannesen E.*, "Danmarks Broer", Borgens Forlag, Köpenhamn 1994.
- \*\* *McKee B.*, "Historic American Covered Bridges", ASCE Press, New York 1997
- \*\*\* *Larsson U.*, "Brobyggaren: Otto Linton, byggnadskonsten och dess professioner i Norden under den första delen av 1900-talet", Carlssons Bokförlag, Stockholm 1997.
- \*\*\* *Murray P., Stevens M., A.*, "Living Bridges", Royal Academy of Arts, London, Prestel-Verlag München 1996.
- \*\* *Naruse K., Aoki K., Murakami E.*, "Bridges of the World", Morikita Publishing Co, Tokyo 1964
- \* *Ottander O.*, "Mästerverk, Projekt Höga Kusten", One Page Publishing, 1997.
- \*\*\* *Outerbridge G., Outerbridge D.*, "Bridges", 1989
- \*\*\* *Widmer M.*, "Eisenbahnbrücken: Schweiz, Deutschland Österreich", Transpress, Stuttgart 1996.
- \*\*\* *Wittfoht H.*, "Building Bridges: History, Technology, Construction", Beton Verlag, Düsseldorf, 1984.

### **Bron i Staden**

- \*\* *Hedin G.*, "Stockholms broar". Svensk Byggtjänst, Stockholm 1998.
- \*\*\* *Murray P., Stevens M., A.*, "Living Bridges", Royal Academy of Arts, London, Prestel-Verlag München 1996.

### **För den historieintresserade**

- \*\* *Brown D., J.*, "Bridges, Three Thousand Years of Defying Nature", Reed International Books Ltd, London 1993.
- \*\* *Hedin G.*, "Stockholms broar". Svensk Byggtjänst, Stockholm 1998.
- \*\* *Jurecka C.*, "Brücken: Historische Entwicklung – Faszination der Technik", Verlag Anton Schroll & Co, 2:a utgåvan Wien 1986
- \*\*\* *Koerte A.*, "Two Railway Bridges of an Era: Firth of Forth and Forth of Tay", Birkhäuser Verlag, Basel 1992.
- \*\*\* *Murray P., Stevens M., A.*, "Living Bridges", Royal Academy of Arts, London, Prestel-Verlag München 1996.

- \*\*\* *Peters T., F.*, "Transitions in Engineering. Guillaume Henri Dufour and the Early 19<sup>th</sup> Century Cable Stayed Bridges". Birkhäuser Verlag, Basel 1987
- \*\*\* *Petroski H.*, "Engineers of Dreams" – Great Bridge Builders and the spanning of America", Alfred A. Knopf Ltd, New York 1995.
- \*\*\* *Steinman D., B.,  
Watson S., R.*, "Bridges and Their Builders", G. P. Putnam's Sons Ltd, New York
- \*\* *Wittfoht H.*, "Building Bridges: History, Technology, Construction", Beton Verlag, Düsseldorf, 1984.

"There can be little doubt that in many ways the story of bridgebuilding is the story of civilization. By it we can readily measure an important part of a people's progress."

Franklin D. Roosevelt 1931