

Förstudie till ramprojektet: ”Miljöanpassade broar”

Förord

I svenska akademins ordlista är definitionen på miljö ”yttre förhållanden som påverkar allt liv”. Förstudien ”Miljöanpassade broar” beskriver ett problemområde som är svårt att avgränsa eftersom miljöaspekter förekommer i princip all verksamhet. En förnyad förstudie inom detta område kommer att behövas, bland annat efter det att Vägverkets miljöutredning är färdig.

Borlänge 1998-10-04

Agneta Wargsjö

Innehåll

FÖRORD	2
INNEHÅLL	3
SAMMANFATTNING	4
1. BAKGRUND	5
1.1 SYFTE.....	5
1.2 GLOBALT OCH LOKALT MILJÖARBETE/MÅL.....	5
1.2 MILJÖPROPOSITIONEN	6
1.3 MILJÖARBETE INOM HUSB YGGNADSSIDAN.....	7
2.0 MODELLER FÖR ATT MÄTA MILJÖBELASTNING, LCA	9
2.1 ALLMÄNT OM LCA	9
2.2 DET NORDISKA PROJEKTET ”MILJÖANPASSAD BETONG”.....	10
2.3 UTFÖRDA LCA-STUDIER.....	10
2.4 LCA PÅ TVÅ SAMVERKANSBROAR.....	10
2.5 TRÄBROAR OCH LCA.....	11
3. MILJÖRELATERAD FOU INOM BYGGNADSVÄRKET BRO	12
3.1 STÅL KONSTRUKTIONER.....	12
3.2 BETONGKONSTRUKTIONER	13
3.3 TRÄKONSTRUKTIONER.....	15
3.4 PLANERA FÖR ÅTERVINNING/ÅTERBRUK.....	15
3.5 RIVNING.....	15
4. BEHOV AV FOU FÖR UTHÅLLIGT BROBYGGANDE	17
4.1 STÅL.....	17
4.2 BETONG.....	17
4.3 TRÄ.....	17
4.4 VERKTYG/METODER FÖR MILJÖBEDÖMNING.....	18
4.5 EFFEKTIVARE BROAR	18
4.6 BULLER FRÅN ÖVERGÅNGSKONSTRUKTIONER.....	18
4.7 ISOLERING OCH BELÄGGNING.....	18
4.8 ÅTGÄRDER FÖR ATT FÖRHINDRA MILJÖFARLIGA UTSLÄPP VID VATTENTÅKT/VATTENOMRÅDE 19	19
5 FÖRSLAG TILL DELPROJEKT, PRIORITERADE	20
5.1 UNDERHÅLL AV ÄLDRE STÅLBROAR MÅLADE MED BLYMÖNJA	20
5.2 MILJÖDEKLARATION AV BROAR.....	20
5.3 KRETSLOPPSANPASSAT ELEMENTBYGGE	21
5.4 ISOLERING AV BROBANEPLATTOR AV TRÄ.....	22
6. FORTSÄTTA FÖRSTUDIER	23
REFERENSER	24

Sammanfattning

Denna förstudie omfattar en övergripande kunskapsinventering och förslag till delprojekt inom ramprojektet ”Miljöanpassade broar”.

I kapitel 1 ges en översiktlig genomgång av nuläget, såsom politiska mål och byggbranschens miljöarbete.

LCA, livscykelanalys, är ett verktyg som kan användas för att bedöma, värdera och planera kommande broprojekt med avseende på miljön. Det finns ett antal LCA-analyser utförda på produkter som används inom Vägverket och det är nödvändigt att gå inom detta område, Kapitel 2 ger en överblick över utförd och pågående LCA.

Miljörelaterad forskning som omfattar brobyggnadsverksamheten har hittills berört ett små avgränsade problemområden. En samlad inriktning på forsknings- och utvecklingsarbetet saknas men är självfallet en konsekvens av miljöfrågornas komplexitet. Utvecklingen har i första hand varit fokuserad på avfallsproblematiken, såsom exempelvis blästeravfall, och metoder/produkter att minska användningen av miljöfarliga kemiska produkter, exempelvis miljövänligare rostskyddssystem för stålkonstruktioner och förbättring av cementtillverkningprocessen.

En sammanställning om de problemområden som finns inom broverksamheten och hur de kan förbättras ges i kapitel 4. Utifrån denna sammanställning har sedan delprojekt formulerats och prioriterats, dessa är

- Underhåll av äldre broar målade med blymönja
- Miljödeklaration av broar
- Kretsloppsanpassat elementbygge.
- Isolering av brobanepplattor av trä

Denna förstudie gör inte anspråk på att täcka in hela problemområdet ”Miljöanpassade broar”. Miljöaspekter finns i all verksamhet och kommer inventeras och kvantifieras i den pågående miljöutredningen inom Vägverket. I detta arbete kommer sannolikt nya problem perkas ut som kommer att föranleda ytterligare förstudier, se kapitel 6.

1. Bakgrund

1.1 Syfte

Miljöanpassningen av broar, inom både byggande och förvaltning, är otillräcklig. Användningen av hälso- och miljöfarliga produkter måste begränsas och återanvändningen/återvinningen av material öka. Genom att öka kunskapen om produkters miljöfarlighet och utveckla mer miljöanpassade produkter/metoder samt genom att utveckla miljövärderingsmodeller anpassade till broverksamheten kan broarna bli bättre miljöanpassade.

Denna förstudie är inriktad på att övergripande inventera området ”Miljöanpassade broar”, vilket omfattar en kunskapsöverblick och identifiering av problemområden.

1.2 Globalt och lokalt miljöarbete/mål

Brundtlands-kommissionens rapport, 1987, beskriver begreppet varaktigt uthållig utveckling, där skyddet för miljön är grundpelaren i denna strävan. Detta långsiktiga övergripande mål är också ledstjärnan för det svenska miljöarbetet.

Agenda 21-dokumentet är ett av resultaten från FN-konferensen i Rio 1992 som är ett långsiktigt handlingsprogram med rekommendationer för det långsiktiga miljöarbetet på en lokal nivå. Det är kommunernas ansvar att upprätta en lokal Agenda 21. Miljöarbetet kan sammanfattas i fyra principer.

- Kretsloppsprincipen, materialanvändning med minsta möjliga resursförbrukning och minsta skada på naturen
- Förorenaren-betalar-principen,
- Försiktighetsprincipen
- Substitutionsprincipen, byta ut miljöfarliga produkter, så långt det är möjligt, mot mindre miljöfarliga

Den svenska regeringens Kretsloppsproposition säger ”Det som utvinns ur naturen skall på ett uthålligt sätt kunna användas, återanvändas, återvinnas eller slutligt omhändertas med minsta möjliga resursförbrukning och utan att naturen skadas”. Som ett led i miljöarbetet har regeringen givit kretsloppsdelegationen i uppdrag att utforma en strategi för utvecklingen mot ett kretsloppsanpassat samhälle med producentansvar för varor. Tillsammans med byggsektorns kretsloppsråd, vilken är en frivillig organisation med byggsektorns producenter, har man utformat ett förslag till hantering av byggavfall med hänsyn tagen till miljön.

I Vägverkets handlingsplan för kretsloppsanpassad väghållning [1] har ett mål satts upp vad det gäller utrivet material: år 2000 ska inget utrivet material, betong, beläggingsmaterial, konstruktionsstål och armeringsjärn gå till deponi.

Miljöbalken, där alla miljölagar har samlats, blev klar i juni 1998. Ur första kapitlet, 1 §: *”Bestämmelserna syftar till att främja en hållbar utveckling som innebär att nuvarande och kommande generationer tillförsäkras en hälsosam och god miljö”*.

1.2 Miljöpropositionen

I regeringens miljöproposition, som lades fram den 15 maj 1998, är det övergripande miljömålet att inom 25 år lösa de stora miljöproblemen i landet. Propositionen innehåller inte bara mål utan också konkreta åtgärder som planerats för att uppnå miljömålen.

Regeringen har angivit 15 miljö kvalitetsmål:

- Frisk luft
- Grundvatten av god kvalitet
- Levande sjöar och vattendrag
- Myllrande våtmarker
- Hav i balans samt levande kust och skärgård
- Ingen övergödning
- Bara naturlig försurning
- Levande skogar
- Ett rikt odlingslandskap
- Storslagen fjällmiljö
- God bebyggd miljö
- Giftfri miljö
- Säker strålmiljö
- Skyddande ozonskikt
- Begränsad klimatpåverkan

Dessa miljö kvalitetsmål ska styra all samhällsplanering i ekologisk riktning. Utöver dessa mål strävar regeringen i sitt förslag efter resurseffektivisering. Synsättet Faktor 10 har fått ett genomslag i regeringens mål, vilket innebär att vi ska utnyttja naturresurserna tio gånger effektivare än idag. Framtidens produkter ska göras effektivare med avseende på användning av energi och material, de ska kunna uppgraderas, återanvändas och återvinnas.

Bly, kadmium och kvicksilver ska förbjudas i alla sammanhang och organiska ämnen som är bioackumulerande, långlivade och hälsofarliga ska bort.

1.3 Miljöarbete inom husbyggnadssidan

1.31 Byggsektorns kretsloppsråd

Inom husbyggnadssidan har miljöarbetet startat på olika områden. Byggsektorn har varit sen i starten, men fick fart då regeringen tillsatte Kretsloppsdelegationen. Byggsektorn befarade hårda regleringar vad det gäller producentansvar och valde att själva arbeta fram en frivillig handlingsplan ”Miljöansvar för byggvaror inom ett kretsloppstänkande – ett utvidgat producentansvar”, [2]. En åtgärd är byggvarudeklarationer, [3], där materials och produkters innehåll ska redovisas i den mån de under sin livscykel påverkar miljön. Byggsektorn hade åtagit sig att senast under 1997 vara klar med byggvarudeklarationer, men arbetet pågår fortfarande.

1.32 Miljöanpassad upphandling

Kommunförbundet, Stockholms län, har givit ut en idéskrift, ”Byggherren i kretsloppet”, [4], i vilken kretsloppsanpassad upphandling behandlas. Skriften beskriver de miljökrav som kan ställas vid upphandling av husbyggnader såsom exempelvis att ställa krav på källsortering, återbruk och minskat spill. I skriften ges också för byggherren användbara checklistor samt ett avsnitt om restprodukthantering.

1.33 Selektiv rivning

Selektiv rivning tillämpas numera vid de flesta rivningsarbeten av husbyggnader. Anledning en är i första hand att deponiavgiften för osorterat avfall är så pass hög att de flesta entreprenörer väljer att i varierande grad sortera byggavfallet. En förutsättning för att erhålla en kretsloppsanpassning av byggmaterial är att ha en fungerande marknad för återanvändbara/återvinningsbara material. Projektet ”Bygg igen” är ett pilotprojekt där ett antal kommuner och företag har byggt upp en hemsida, www.byggigen.se, där kontakt mellan köpare och säljare av restprodukter från rivningsobjekt förmedlas.

1.34 MISTRA Bygg

MISTRA Bygg är ett nationellt forskningsprogram med en sammanhållande inriktning mot en långsiktigt hållbar utveckling. Programmet omfattar tre stycken delprogram: Resurshushållning – byggnaden som system, Kretsloppsanspassning – material och komponenter samt Organisering för

byggandets miljöanpassning. Programmets första treårsperiod startade 1997 och en andra period planeras till år 2000-2002, budgeten för den första perioden är på cirka 30 miljoner kronor. Det första delprogrammet omfattar utveckling av metoder och teknik för att bygga kretsloppsanpassat, tex projektering med avsikt att återanvända, bygga demonterbart. Delprogram två, Kretsloppsanpassning – material och komponenter, har tyngdpunkten på att klargöra byggmaterials miljöpåverkan, såsom emissioner och urlakning. Utvecklingen av LCA som ett verktyg ingår i detta delprogram. Det tredje programmet omfattar projekt som berör exempelvis miljöekonomiskt byggande.

2.0 Modeller för att mäta miljöbelastning, LCA

2.1 Allmänt om LCA

LCA, Life cycle assesement, livscykelanalys är ett verktyg för att sammanfatta den miljöbelastning som en produkt ger upphov till under hela dess livslängd, begreppet ”från vaggan till graven”. Arbetet med att utveckla LCA har pågått under hela 1990-talet. Utvecklingen har gått snabbast inom tillverkningsindustrin där konstruktörerna inom företaget kan använda LCA som ett verktyg i produktutvecklingen. Val av olika material och dess miljöbelastning kan jämföras sinsemellan för att erhålla en optimal slutprodukt med hänsyn tagen till miljö, teknik och ekonomi.

En LCA utförs i ett antal steg. Initiellt bestäms syftet med studien och dess avgränsningar. En så kallad funktionell enhet bestäms, till exempel kilometer väg i 40 år. Därefter inventeras miljöbelastningen av tillverkningen, användningen och kvittblivningen för produkten. Detta är den mest tidskrävande fasen och det kan ta flera månaders heltidsarbete att inventera en produkt. Slutligen utvärderas resultatet med hjälp av en värderingsmodell där olika miljöeffekter viktas ihop enligt någon metod. I princip jämför man päron och äpplen genom ett endimensionellt miljöbelastningsindex/miljöbelastningstal, t ex ecopoint. Det finns ett antal värderingsmetoder som baseras på olika sätt att värdera miljöeffekterna, exempelvis betalningsvilja för att undvika en viss miljöbelastning och maximalt acceptabla miljöbelastningen inom ett geografiskt område. På uppdrag av Vägverket har IVL, Institutet för vatten- och luftvårdsforskning, utfört en förstudie ”Värderingsmetoder inom livscykelanalyser”, [5]. Rapporten omfattar en genomgång av olika metoder för värdering som förekommer inom olika LCA-metodiker.

Det finns stora osäkerheter i LCA som metod då inventeringen och framför allt värderingen innehåller ett visst mått av godtycke. Det är därför viktigt att en utförd LCA är transparent, det vill säga att alla förutsättningar och grunddata redovisas. Det initiella målet och förhoppningen att man genom att utveckla ett verktyg, LCA, där miljöbelastningen för en produkt kunde beskrivas genom ett tal har nu reducerat till insikten att det i ett första steg är mer rimligt att använda LCA som en del i det totala miljöarbetet och ge kunskap om miljöaspekterna. Framförallt är inventeringsdelen mycket värdefull.

2.2 Det nordiska projektet ”miljöanpassad betong”

”Miljöanpassad betong” är ett nordiskt projekt med syfte att kartlägga betongens miljöpåverkan. Projektet har finansierats av cementindustrin i Sverige, Norge och Finland samt Nordisk Industrifond. Utredningen har bland annat omfattat analys av husstommar och vägbeläggningar. En särskild studie för avloppsledningar för betong har utförts. I utredningarna konstaterades att materialtransporternas, och övriga fordons, bränsleförbrukning ger den största miljöbelastningen. Detta faktum gäller generellt för all LCA, att transporterna ger den dominerande miljöbelastningen. I undersökningarna har olika tre olika värderingsmetoder använts vilka gav sinsemellan ganska likartade resultat. Cement svarar för den största delen av betongens miljöbelastning, det är främst utsläpp av CO_2 , NO_x och SO_2 . Cementa, som medverkar i projektet, har satsat på ett miljöförbättringsprogram som har som målsättning att minska utsläppen av SO_2 och NO_x samt att ersätta fossila bränslen till 50 % med alternativa bränslen tillverkade av restprodukter.

2.3 Utförda LCA-studier

På uppdrag av Vägverket har ett antal LCA, främst på vägsidan, utförts. En första studie genomfördes 1994 ”Livscykelanalys av väg – en modellstudie för inventering” [6]. Målet var att ta fram en fungerande LCA-metodik för LCA-inventering av vägbyggnadsprocessen. Under 1997 genomfördes två ytterligare projekt, ”Livscykelanalys av vägmarkeringsprodukter” och ”Livscykelanalys av lättfyllnadsmaterial för vägbank”. För att få en så objektiv bild av miljöbelastningen som möjligt har man i dessa båda studier använt tre olika värderingsmodeller, EPS, Escoscarity och effektkategorimodellen.

En mycket bra sammanfattning om ytterligare LCA-projekt finns i rapporten ”Omvärldsanalys av miljöaktiviteter – med fokus på Livscykelanalys och miljövarudeklarationer” [7].

2.4 LCA på två samverkansbroar

Stålbyggnadsinstitutet har på uppdrag av Vägverket utfört livscykelanalyser på två samverkansbroar [8]. Tre olika värderingsmodeller har använts, EPS, Escoscarity och effektkategorimodellen. Rapporten omfattar inventering av råvaruförbrukning, samtliga uppmätta emissioner och energianvändning för de i livscykeln ingående materialen och utförda aktiviteterna. De olika värderingsmodellerna visade varierande resultat. Vid till exempel värdering enligt EPS-metoden belastas råvaruuttag mycket hårt varför legeringsmetaller i

stålet står för över två tredjedelar av den totala belastningen. I effektkategorimetoden, där det är tydligare koppling till de lokala och globala miljöeffekterna, är den dominerande parametern NO_x , som främst uppkommer vid förbränning av fossila bränslen.

2.5 Träbroar och LCA

Trätek har inom ramen för ett nordiskt samarbetsprojekt "Broar i trä" utfört livscykelanalyser på två träbroar, [9]. Motsvarande värderingsmetoder som i stålbroutredningen ovan har använts. Den övervägande delen av miljöbelastningen kommer från transporter. Det är därför viktigt att välja miljövänliga transportmetoder och minska transporterna. Inverkan från impregnering och målning är inte försumbar, framför allt ger alkydoljefärgen påverkan i form av utsläpp av flyktiga organiska ämnen, mest vid värdering enligt ekoknapphetsmetoden.

3. Miljörelaterad FoU inom byggnadsverket bro

3.1 Stål konstruktioner

3.11 Blästring

Utomhusblästring av stålkonstruktioner är ett stort problem. Den årliga förbrukningen av blästermedel är hög och det mesta av blästringsavfallet, innehåller bly-, krom-, kadmium-, arsenik- eller tenn-föreningar, klassas som farligt avfall och måste läggas på deponi. Några haltgränser finns ännu inte angivna, vilket innebär t ex att blästringsavfall med mycket liten andel bly klassas som miljöfarlig. För att i ett tidigt skede ta reda på färgens innehåll har RUT-metoden utvecklats, [10]. Denna metod har använts vid ett antal av Vägverkets broobjekt.

En kartläggning av blästringstekniker och blästringsmedel har utförts av Korrosionsinstitutet, [11]. Rapporten redovisar konventionella blästringsmetoder och blästermedel och för och nackdelar med dessa. I tabellform sammanfattas väsentliga egenskaper såsom dammbindning, möjlighet till återanvändning. Man skiljer mellan metalliska blästermedel, naturligt förekommande blästermedel, biprodukter som blästermedel, exempelvis kolslagg, och konstgjorda blästermedel. Dessa är blästermedel som ger avfall. Ett kapitel behandlar blästermedel som inte ger något avfall såsom koldioxid, is, vatten och soda. Vattenblästring har den fördelen att mer salt tas bort på den blästrade ytan jämfört med konventionell blästring, vilket kan ge lägre rostintensitet. Insamlingen och reningen av vattnet kan vara ett problem. Även metoderna laserablation och xenonlampor redovisas, men man konstaterar här att dessa metoder saknar praktisk användbarhet. Rening och återvinning av blästermedel redovisas. Vad det gäller inkapsling pekar författarna på att det saknas krav och beskrivningar på hur en inkapsling ska utformas och tillåtna partikelstorlekar. För att minska mängden blästeravfall som läggs på deponi ges förslag på metoder för att stabilisera bly, krom och kadmium. Möjligheten att använda avfallet som fyllnadsmedel i betong diskuteras.

NIOSH, National Institute for Occupational Safety and Health, USA, arbetar med en mycket omfattande studie av blästringsmedel. Undersökningen omfattar kartläggning av 41 olika blästermedel, dess effektivitet med avseende på blästrad yta och antal gånger materialet kan cirkuleras undersöks. Dessutom undersöks faktorer som påverkar arbetsmiljön t ex dammpartiklar som kan inandas. Undersökningen beräknas att vara klar under hösten 1998.

3.12 Rostskydd

För att ge en stålkonstruktion en tillräckligt lång livslängd förses konstruktionen med rostskyddsmålning. Ytbehandlingssystemen innehöll tidigare bly.

Blymönjepreparat var ett effektivt rostskydd, framförallt för konstruktioner med mycket förband och spalter, exempelvis nitade broar. Det finns idag inga fullgoda ersättningspigment till blymönja att använda på de broar som tidigare är behandlade med blymönja. Problemet har översiktligt kartlagts av Korrosionsinstitutet [12]. De moderna systemen har en zinkbaserad grundfärg, där zinken bidrar till ett galvaniskt skydd. Bindemedlet är i regel epoxi och färgen är lösningsmedelsburen.

Zinks miljöpåverkan är omdiskuterad. För att möta upp mot hotet om ett förbud mot zink har bland annat Förzinkningsföreningen gett sig in i debatten och bland annat gett ut informationsbroschyrer om zink.

En annan typ av ytbehandling som troligen måste ersättas/reduceras på sikt är nickel- och kromföreningar. Säkerligen kommer det i framtiden begränsningar/regleringar av olika slag. Vissa föreningar bestående av nickel och krom är hälsofarliga, sensibiliserande, cancerogena eller reproduktionsstörande. IVF, Institutet för verkstadsteknisk forskning, har gett ut en skrift ”Nickel och krom – användning, risker och alternativ ytbehandling”, [13]. Där föreslås tänkbara alternativ som exempelvis anodisering i borsyra/svavelsyra eller ytbeläggningar baserade på zink, aluminium och bindemedel.

I USA har det sedan 1980 undersökts 52 broar byggda med rosttrögt stål, corten. Projektet har finansierats av AISI, American Iron and Steel institute, och är nu inne i fas III. Fas III omfattar inspektion och uppföljning av de 52 broarna plus ytterligare 11 broar. Man konstaterar att broarna har klarat sig bra och valet av rosttrögt stål som konstruktionsmaterial kan vara ekonomiskt lönsamt. Dock noterades att korrosionen gått längre i områden där saltning förekom. En nackdel med det rosttröga stålet är att hållfastheten ligger tämligen lågt, cirka 350 MPa.

3.2 Betongkonstruktioner

3.21 Tillverkning och nyproduktion

Betong är det vanligaste byggmaterialet i hela byggsektorn. Utvecklingen av betongen i ett kretsloppsperspektiv har främst omfattat återvinning av betong. Vad det gäller nyproduktion av betong är det främst cementtillverkningen som ger miljöpåverkan, se under LCA ovan. Möjligheten att använda restprodukter, exempelvis flygaska, silikastoft och glaspulver som tillsatsmaterial i betong har undersökts i många projekt. Här fungerar de

verksamheter som producerar restprodukterna som initiativtagare till utvecklingen och man kan förvänta sig fortsatt utveckling inom detta område.

Utvecklingen av effektivare betong, både vad det gäller produktionsteknik, vibreringsfri betong, och hållfasthet, höghållfast betong, kan ge positiva miljöeffekter. Dessa är i första hand material och energibesparingar.

3.22 Impregnering

I BRO 94 finns kravet att betongytor i vägmiljö ska impregneras. För att miljöanpassa impregneringsmedlen strävar man efter att minimera mängden lösningsmedel, alternativt ta fram medel helt utan lösningsmedel. I och med skrivningen i BRO 94 "...Lösningemedel i ytbehandlingspreparat av t ex silan- och siloxantyp bör begränsas av hänsyn till miljön..." har denna utveckling varit positiv.

3.23 Återvinning

Det stora uttaget av naturgrus, stor mängd rivningsmassor och ökade deponiavgifter gör att återvinning av betong är det problem som är mest fokuserat vad det gäller kretsloppsanpassning av betong. Varje år uppstår ca 960 000 ton betong från husrivningar enligt Naturvårdsverket. Krossad betong kan användas som ballast i ny betong eller som bär- och skyddslager i vägkroppen, [14], [15].

Boverket kommer under 1998 att ge ut en handbok "Boverkets handbok om återvunnen ballast till ny betong". Användningen begränsas till oarmerade och slakarmerade konstruktioner i miljöklasserna A1, A2, B1 och B2, för konstruktioner där vattentätthet ej fordras och där utmattningslast ej förekommer.

Det finns en rad rapporter och undersökningar angående krossad betong som ballast till ny betong, t ex "Möjligheter till betongåtervinning", [16] och "Krossad betong som betongballast", [17]. Den främsta svårigheten är att erhålla en betong som är användbar för anläggningskonstruktioner. Återvinningsballast har en betydligt högre vattenabsorption än naturgrus vilket inverkar menligt på beständigheten. Dessutom kan återvunnet material orsaka större krympning och krypning än vad normal ballast gör. Med dagens kunskap och teknik är återvinningsbetong inte lämplig för anläggningskonstruktioner.

Användningen av konstruktionsbetong till broar kan minskas genom att man på ett tidigt stadium planerar för minskad materialanvändning, återvinning och återanvändning. Inom anläggningssektorn finns det mycket litet dokumenterat om planeringsfasen.

3.3 Träkonstruktioner

3.31 Det nordiska samarbetsprojektet ”Broar i Trä”

Under 1994 startade ett nordiskt samarbete för att utveckla moderna och attraktiva träbroar. I en inledande fas I ingick ett delprojekt som omfattade utveckling av tvärsända brobaneplattor. Tekniken utvecklades och är idag den vanligaste metoden att bygga broöverbyggnader av trä. Plattan blir styv och med en tät isolering så överstiger, enligt mätningar, inte fukthalten 18-20%, vilket anses vara gränsen för att röta och mögel ska uppträda.

I etapp II, som beräknas att avslutas under våren 1999, utarbetas ett inspektionsprogram för träbroar, vilket känns mycket angeläget på grund av små liten erfarenhet.

3.32 Utveckling av impregneringsmedel för trä

På grund av begränsningen att använda kreosot, arsenik eller krom i impregneringsmedel har nya typer av impregneringsmedel utvecklats. Utvecklingen går långsamt och dagens alternativ ger förmodligen inte samma skydd som de äldre beprövade medlen. Kunskapen om dessa nya medels miljöpåverkan är heller inte dokumenterad. Inom MISTRA´s projekt ingår ett delprojekt rubricerat ”Miljöpåverkan från behandlat trä”.

3.4 Planera för återvinning/återbruk

Effektiv resursanvändning av material kan göras dels genom att utnyttja materialet bättre och dels genom att redan i projekteringskedet planera för återanvändning respektive återvinning av material och komponenter. Det förekommer inte någon sådan samlad forskning inom broområdet utan de få projekt som finns har behandlat husbyggnader och då främst installationer.

3.5 Rivning

På uppdrag av Vägverket utfördes under 1996 en förstudie angående kretsloppsanpassad rivning, [18]. Rapporten betonar vikten av att rivningsarbetet är noga planerat innan förfrågan går ut till rivningsentreprenörer. Vad en rivningsplan bör innehålla beskrivs. Rekommendationer för vad som bör beaktas vid planeringen ges för materialen betong, stål och asfalt. Generellt bör man sträva efter en så hög förädlingsgrad som möjligt, dvs först och främst återanvändning, t ex prefabelement, därefter återvinning. Sök återvinningsobjekt i närheten av rivningen det kan vara en vägbyggnad eller byggnationer där återvinningsbetong kan användas, sök t ex hos kommunernas

stadsbyggnadskontor. Det är viktigt att det görs en ingående statusbedömning av rivningsobjektet såsom okulärbesiktning och provtagning av betongen, tryckhållfasthet, klorider samt analys av föroreningar.

Ett examensarbete, "Återvinning av betongbro", [19], har utarbetats på uppdrag av Region Sydöst. Arbetet har presenterats i en rapport som innehåller rekommendationer för rivning och återvinning av tre betongbroar.

4. Behov av FoU för uthålligt brobyggande

4.1 Stål

Utöver det generella kravet att minska resursanvändningen genom att effektivare utnyttja materialet, stålet, och planera för återbruk/återvinning är användningen av korrosionsskydd, inklusive blästringen, problem som måste lösas. Vad det gäller blästring så är behovet att minska miljöpåverkan genom att exempelvis minska avfallsmängderna med bibehållet eller acceptabelt resultat.

Utvecklingen av miljöanpassade färgsystem måste fortsätta. Trovärdiga metoder för accelererad provning av ytbehandlingssystemen bör utvecklas. På detta sätt kan utvecklingen snabbas på.

Täckfärgerna som används idag består i regel av tvåkomponents polyuretan.

4.2 Betong

Ett ökat elementbyggande och utveckling av konstruktionslösningar som ökar demonterbarheten och underlättar rivningen är ett insatsområde som kan öka resurseffektiviseringen.

Det finns en rad möjliga användningsområden för krossad betong inom väghållningen, främst som förstärkningslager i vägkonstruktioner. Här krävs fortsatt utveckling av kravspecifikationer och verifikationsmetoder för förstärkningslagret vilket bör behandlas inom ramprojektet: ”Kretsloppsanpassad vägproduktion”.

Kunskapen om rivningsmetoder för att underlätta för återvinning är goda i avseende på rivning av hus. Brokonstruktioner skiljer sig från byggnader bland annat på grund av en mycket större mängd armering, större konstruktionsdelar och innehåller kanske spännarmering. Skillnaderna och rekommendationer på rivningsmetodik görs lämpligast genom fallstudier, t ex kommande rivningsobjekt O 1442 Undabron.

4.3 Trä

Trä är en förnyelsebar råvara och kommer sannolikt att ha en mer framträdande roll som konstruktionsmaterial i framtiden. Ett bättre utnyttjande av trä som konstruktionsmaterial, för att t ex öka spännvidderna, och effektivare träskydd, både kemiskt och konstruktivt, kommer att öka användbarheten av materialet.

Träskydd, både kemiskt och konstruktivt, måste bli effektivare för att öka livslängden och underhållsintervallerna hos träkonstruktioner.

4.4 Verktyg/metoder för miljöbedömning

Vägverket måste utveckla en gemensam princip och standard för användning av LCA inom Vägverket. Detta bör ske inom ramprojektet "Livscykelanalys", som bedrivs av Miljöenheten. Värderingsmodellen bör vara baserad på riksdagens 15 miljömål.

Databaser för exempelvis byggvarudeklarationer bör göras tillgängliga för brotekniker.

Modeller för att byggvarudeklarera hela bron saknas.

4.5 Effektivare broar

Broar ska vara materialsnåla, energieffektiva, uppgraderingsbara och kunna återanvändas/återvinnas. Effektivare materialanvändning kommer att bli resultatet av projekten inom ramprojektet "Utvärdering av tillåten trafiklast".

Hänsyn till miljön/kretsloppet kan göras vid projekteringen av broar.

Ökad utveckling av elementbyggnad kan skapa bland annat förutsättningar för återanvändning av materialet/produkten.

4.6 Buller från övergångskonstruktioner

Buller från övergångskonstruktioner är ett svårlöst problem. Kraven i BRO 94 räcker inte till för att tillförsäkra en ur detta perspektiv miljöanpassad bro. En riktad delförstudie utförs under 1998 och tillkommer till denna förstudie.

4.7 Isolering och beläggning

Broar ska förses med isolering och beläggning. Beläggningen och dess miljöproblem bör behandlas i projekt som behandlar vägbeläggningar. Isolering och försegling är däremot material som i första hand används till brokonstruktioner. Isoleringen, om skyddar underliggande konstruktion från klorider och fukt består av exempelvis polymermodifierade bitumenmattor med en bärare av polyester eller polymermodifierad asfaltmastix, kantförseglingmaterialet är epoxi. Vad gäller kantförseglingmaterial och primer är det viktigt att substitutionsprincipen tillämpas, det vill säga att om det finns en tekniskt likvärdig produkt ska det minst miljöfarliga användas. Här finns behov av förbättring och utveckling vilket i första hand bör ske på initiativ av tillverkarna.

4.8 Åtgärder för att förhindra miljöfarliga utsläpp vid vattentäkt/vattenområde

Vägvatten och uppkomna föroreningar på bron ska tas om hand och ledas bort på ett sätt så att miljöbelastningen blir så liten som möjligt. Vattnet får inte komma ut i de naturliga dag- och grundvattnen och därför bör lösningar för att ta hand om vägvattnet från bron utvecklas. Vid exempelvis olyckor på bron så måste bron vara byggd så att föroreningar inte leds ut på ett okontrollerat sätt. Alternativ utformning av kantbalkar och invallningar undersökas.

5 Förslag till delprojekt, prioriterade

5.1 Underhåll av äldre stålbroar målade med blymönja

5.11 Bakgrund

Äldre broar är vanligtvis målade med ytbehandlingssystem med blymönja som pigment. Blymönja ger ett gott korrosionsskydd främst på konstruktioner med mycket förband och spalter. Flertalet av de äldre broarna, bland annat de broar som kan komma att betraktas som bevarandevärda, måste ommålas på ett sådant sätt att konstruktionen kan bevaras. I dag finns det inte några effektiva ersättningssystem till blymönja. Fullständig blästring av en bro målade med blymönja bör dessutom undvikas på grund av risken att frigöra bly ut i naturen.

För att ta fram alternativa pigment för att ersätta bly krävs en kartläggning av hur blymönja fungerar. Förbättrade metoder för accelererande provning av pigment måste fram.

5.12 Förväntat resultat

Projektet ska ge ett användbart ersättningspigment för blymönja så att äldre stålbroar kan ommålas och bevaras.

5.13 Resurser och tidplan

Delprojektet ska omfatta en kartläggning av hur blymönja fungerar samt undersökning av olika alternativa pigment, exempelvis fosfater och järnoxid. I projektet ska också ingå att ta fram en tillförlitlig metod för accelererande provning av pigment. Projektet ska starta under 1999 och beräknas att pågå i cirka två år. Kostnaden för ramprojektet uppskattas till totalt till 350 kkr.

5.2 Miljödeklaration av broar

5.21 Bakgrund

LCA är ett utmärkt verktyg när man ska miljöanpassa en produkt, eller vill inkludera miljöaspekter vid valet av byggnadsmaterial eller konstruktionslösningar. LCA kan också vara en mycket resurskrävande

metod vad det gäller själva utredningsarbetet och resultatet kan lätt feltolkas. För att miljöförbättra broar krävs att det finns tillgång till enkla verktyg för att göra en miljövärdering på en acceptabel nivå. Ett sätt att hantera problemet kan vara att utarbeta en metod/modell för en miljövärdering för hela bron. Modellen ska utgå från kända data, byggvarudeklarationer. I vissa fall kan fallstudier med hjälp av en fullständig LCA vara nödvändig för att skilja ut väsentliga miljöaspekter. Speciellt bör också åtgärder för att öka bronns estetiska värde kunna behandlas i modellen.

5.22 Förväntat resultat

Genom att utveckla en användbar metod för en miljödeklaration för hela bron som kan underlätta för projektör, konstruktör och beställare att värdera och miljöförbättra material/produkter/konstruktionslösningar för en mer miljöanpassad bro.

5.23 Tidplan och resurser

Delprojektet ska omfatta utarbetandet av en mall för miljödeklaration av en bro inklusive insamling av databaser samt en manual för riktlinjer/värdering. I delprojektet kan det även ingå ett antal riktade LCA:er. Projektet ska starta under 1999 och avslutas 2000. Kostnaden för delprojektet beräknas till 200 kkr.

5.3 Kretsloppsanpassat elementbygge

5.31 Bakgrund

Teknik och metoder saknas för att skapa konstruktionslösningar som underlättar för återvinning/återanvändning. I planeringsfasen bör planering göras med tanke på demontering och uppgradering exempelvis kan olika metoder av elementbyggande skapa förutsättningar för detta. Elementbygge kan effektivisera produktionsmetoder och materialutnyttjande. Med elementbyggande menas här inte enbart huvudbärverket utan kan också omfatta exempelvis flexibla och återvinningsbara brodetaljer.

Delprojektet gränsar till ramprojektet "Optimala broar" och bör avgränsningen mot det ramprojektet ska beaktas vid planering av delprojektet.

5.32 Mål

Med hjälp av flexibla, kretsloppsanpassade konstruktionslösningar, elementbygge, kan förutsättningar skapas för miljöanpassning av broar.

5.32 Tidplan och resurser

Delprojektet ska startas under 1999 och pågå under hela år 2000. Kostnaden beräknas totalt uppgå till 300 kkr.

5.4 Isolering av brobaneplattor av trä

5.41 Bakgrund

Trä är en förnyelsebar råvara och kan vara ett led i miljöanpassningen av broar. Beständigheten hos måste förbättras. Tvärspända brobaneplattor har visat sig vara en effektiv konstruktion. För att plattan ska kunna hållas så torr så att impregnering kan uteslutas så krävs att överytan är försedd med en tät isolering. Med nuvarande isoleringsmetod så uppstår ofta blåsbildning under isoleringsmattan och isoleringens funktion reduceras.

5.42 Förväntat resultat

Genom att förbättra isoleringsmetoder för brobaneplattor kan träet hålla en fuktkvot som är så låg att röta inte uppträder vilket leder till träbroar med längre livslängd.

5.43 Resurser och tidplan

Delprojektet ska omfatta en inventering av utförda broisoleringar för att ta reda på varför blåsorna uppkommer samt utprovning av en förbättrad isoleringsmetod. Projektet ska starta 1999 och avslutas samma år. Kostnaden beräknas till 200 kkr.

6. Fortsatta förstudier

Förstudien ”Miljöanpassade broar” beskriver ett problemområde som givetvis är svårt att avgränsa. Hur Vägverkets verksamhet påverkar miljön och hur den kan förbättras kommer att utredas i det pågående arbetet med Vägverkets miljöledningssystem, enligt ISO 14000. En av förutsättningarna för förbättringsprocessen kommer att vara att peka ut problemområden där forskning och utveckling behövs. Med anledning av detta kommer ramprojektet ”Miljöanpassade broar” att kompletteras med ytterligare riktade förstudier, under i första hand år 1999 och 2000.

Exempelvis bör fortsatt förstudier utföras på byggnadsverket bro och dess påverkan på landskapet, t ex barriärer. Andra områden som delvis saknas i denna förstudie är driftfrågorna, framförallt underhållsåtgärder.

Referenser

- [1] Knuts mfl, (1996), "Kretsloppsanpassad väghållning - handlingsplan", Vägverkets publikation 1996:29, Borlänge
- [2] Kretsloppsdelegationen, (1995), "Miljöansvar för byggvaror inom ett kretsloppstänkande – ett utvidgat producentansvar", Stockholm
- [3] Sandahl mfl, (1997), "Byggvarudeklarationer", En skrift från Byggsektorns Kretsloppsråd, Stockholm
- [4] Sigfrid, Lotta, (1998), "Byggherren i kretsloppet – upphandling med hänsyn till restprodukter", Kommunförbundet Stockholms län, Stockholm
- [5] Johansson, Manne, (1997), "Värderingsmetoder inom livscykelanalyser", Förstudie, IVL Institutet för vatten- och luftvårdsforskning, Göteborg
- [6] Stripple, Håkan, (1994), "Livscykelanalys av väg – en modellstudie för inventering, IVL, Göteborg
- [7] Symreng, Tommy o Eriksson, Elin, (1997), "Omvärldsanalys av miljöaktiviteter inom anläggningsindustrin – med fokus på Livscykelanalys och Miljövarudeklarationer", CIT Ekologik, Vägverket publ 1997:143, Borlänge
- [8] Widman, Joakim, (1998), "Livscykelanalys av samverkansbroar", Stålbyggnadsinstitutet rapport 183:1, Stockholm
- [9] Pousette, Anna, " Livscykelanalys av två träbroar", (Förhandskopia 1998-09-16)
- [10] Carlsrud mfl, (1996), "RUT-metoden, provtagnings- och beräkningsmetod av färgs innehåll på stålytor", Göteborgs miljöförvaltning, Göteborg

[11] Forsgren, Amy o Appelgren, Carl, (1998), "Miljöanpassad utomhusblästring – en kunskapsinsamling", Korrosionsinstitutet, Stockholm

[12] Forsgren, Amy, (1998), "Problemområdet blymönja, översiktlig litteratursökning inom problemområdet blymönja", Korrosionsinstitutet, Stockholm

[13] IVF-skrift 97831, "Nickel och krom – användning, risker och alternativ ytbehandling", IVF Institutet för verkstadsteknisk forskning, Göteborg

[14] Grönholm mfl, (1997), "Betong i vägar- förstudie, Om möjligheterna att betong från husrivning", Boverket, Karlskrona

[15] Ydrevik, Krister, (1997), "Utlåtande beträffande krossad vägbetongs mekaniska egenskaper och lämplighet som användning i bär- och förstärkningslager", VTI Utlåtande, Linköping

[16] Danielsson, Leif, (1995), "Möjligheter till betongtervingning i Sverige", Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg

[17] Arell, (1994), "Krossad betong som betongballast", Kungliga Tekniska Högskolan, Avdelningen för Mark- och vattenresurser, Stockholm

[18] Molin, Christer, (1997), "Kretsloppsanpassad rivning av broar och andra konstbyggnader – en förstudie", Stockholm

[19] Dahlberg, Johan o Gustavsson, Niklas, (1997), "Återvinning av en betongbro", Examensarbete, Jönköping