

Bilaga 1

**Branschprogram för forskning och innovation avseende Byggnadsverk
för Transportsektorn
Inriktningsdokument och forskningsprogram**

**Version 5
2021-06-01**

Branschprogram för forskning och innovation avseende Byggnadsverk för Transportsektorn – Inriktningsdokument och forskningsprogram

1 Bakgrund och syfte

Landtransportsystemet måste utformas, förnyas och förbättras utifrån såväl dagens som morgondagens utmaningar. Några av de utmaningar vi står inför nu och i framtiden finns bland annat inom följande områden:

- Förändrade resvanor och transportbehov
- Effekter av klimatförändringar
- Klimatpåverkan med inriktning mot klimatneutralitet 2045
- Påverkan på omgivningsmiljö
- Driftsäkerhet och redundans av infrastrukturen
- Social hållbarhet
- Kostnadseffektivitet

För att förbättra kostnadseffektiviteten har Trafikverket fått ett uppdrag med särskilt fokus mot följande områden:

- Projektering med fokus mot tidiga skeden
- Kvalitetsstyrning
- Digitalisering
- Innovation som verktyg i projektverksamheten

För att bemästra de utmaningar vi står inför behöver branschen satsa mer inom områden som forskning, utveckling och innovationer. För att åstadkomma en mer innovativ forskning och utveckling avseende byggnadsverk för transportsektorns behov behöver akademi, institut, branschföretag¹ och myndigheter samverka. Detta möjliggör att Sverige i framtiden kan ta en global tätposition inom området byggnadsverk.

Trafikverket har inom ramen för sitt uppdrag flera redskap och angreppssätt för att nå uppsatta mål. Ett av dessa är kunskapsbaserad utveckling av produkter och tjänster som demonstreras och implementeras – d.v.s. som kommer till allmän användning och därigenom bidrar till Trafikverkets och transportsektorns förmåga att nå uppsatta mål. Det finns tydliga krav från regering och riksdag att visa en högre grad av effektivitet i att utveckla och förvalta transportinfrastrukturen.

Genom etableringen av det gemensamma branschprogrammet där parterna i samverkan kommer överens om gemensam målbild, inriktning, prioritering och finansiering av forsknings- och innovationsinsatser (FoI) samt identifierar behovet av utbildningsinsatser för den framtida kompetensförsörjningen, skapas förutsättningar för en fokusering och kraftsamling inom området byggnadsverk i linje med samhällets

¹ Med Branschföretag avses i detta dokument entreprenörs-, leverantörs- och konsultföretag

och branschföretagens mål. Syftet är att med gemensamma krafter utveckla branschens och samhällets förmåga att möta nutida och framtida utmaningar och krav på effektiva byggnadsverk inom infrastrukturområdet och samtidigt stärka relevanta delar av svensk anläggningsbransch.

En förutsättning för att uppnå detta är tillgång till väl anpassade och fungerande forsknings- och innovationsmiljöer (FoI-miljöer). Branschprogrammet ger stabila och förutsägbara planeringsförutsättningar att bygga vidare på. Detta avser både SBU, Sveriges Bygguniversitet och RISE Research Institutes of Sweden men även andra universitet, högskolor och institut som kan komma ifråga. En kortfattad beskrivning av verksamheten vid SBU Sveriges Bygguniversitet finns som Bilaga B.

Med här aktuellt produktområde ”byggnadsverk” avses byggnader och anläggningar med huvudsaklig inriktning på bro och tunnel men även inkluderande stödmurar, hamnar etc. ingående i byggd infrastruktur. Nya såväl som befintliga konstruktioner ingår. Vidare avses processer för utformning, genomförande och förvaltning för att uppnå såväl kostnadseffektivitet som god hållbarhet.

2 Ramverk för samverkan

För att klargöra hur ett fortsatt genomförande av det pågående branschprogrammet kan gå till har Trafikverket tillsammans med SBU och RISE utarbetat följande beskrivning. Den definierar ramverket för hur samverkan är tänkt att gå till samt hur branschens medverkan, delaktighet och inflytande i branschprogrammet kan ske. Den definierar även BBTs verksamhetsområde och forskningsprogram.

Grundprincipen i programmet är att finansieringen av behovsmotiverad forskning och utveckling kanaliseras till olika FoI-miljöer för genomförande av efterfrågad forskning, utveckling, kompetensuppbyggnad och andra överenskomna aktiviteter.

Branschprogrammets parter har följande huvudsakliga roller:

- Trafikverket är problemägare och huvudfinansiär.
- SBU och RISE är FoI-utförare och medfinansiärer.
- Branschföretagen är problemägare, FoI-utförare och medfinansiärer.
- Andra universitet, högskolor och institut fungerar som FoI-utförare och medfinansiärer och deltar på olika sätt.
- Andra infrastrukturägare kan vara problemägare, FoU-utförare och medfinansiärer.

3 Vision, mål och strategier

Deltagande parter i branschprogrammet ska var för sig och gemensamt verka för att formulerad vision och programmets mål uppnås.

Vision:

Programmet ska bidra till att uppfylla samhällets långsiktiga kunskapsbehov avseende säkra och varaktigt hållbara byggnadsverk som svarar mot samhällets utvecklade och framtida transportbehov.

Övergripande effektmål:

Bidra till att minska samhällets relativa kostnader för byggnadsverk inom infrastrukturen genom att åstadkomma ett effektivt och hållbart byggande (innefattande även underhåll och förvaltning).

Branschprogrammets genomförande ska:

Allmänt

- Skapa en gemensam mål- och problembeskrivning utifrån en helhetssyn på branschens nuvarande och framtida behov med syfte att skapa en gemensam FoI-agenda.
- Etablera och optimera samverkan mellan aktörerna för att identifiera, prioritera och finansiera angelägna FoI-insatser inom området.
- Öka långsiktigheten för forsknings- och utvecklingsinsatser avseende byggnadsverk.

Innovation, utveckling och implementering

- Arbeta i tidiga skeden med krav på förberedelser för nyttiggörande av nya lösningar genom implementering inom såväl nybyggnad som drift och underhåll.
- Omfatta hela värdekedjan från att beskriva en behovsbild (nuvarande och framtida problem och utmaningar), ta fram ny relevant kunskap, utveckla nya lösningar, prova och verifiera dem till slutligt nyttiggörande av de nya lösningarna.
- Bidra till att överbrygga gapet mellan forskning och praktisk tillämpning.

Kunskapsförsörjning

- Bidra till att utbildning och kompetensutveckling stärks.
- Bidra till att områdets status stärks för att attrahera nya generationer med syftet att främja tillgången till kreativ arbetskraft i framtiden.

Samverkan och internationalisering

- Främja tvärvetenskapligt angreppssätt och en samverkan mellan olika aktörer i forsknings- och innovationskedjan.
- Skapa en internationellt konkurrenskraftig svensk anläggningsbransch, som därigenom skapar tillväxt och sysselsättning.
- Ge tillgång till svenska forsknings- och innovationsmiljöer som, både var för sig och i samverkan med varandra, är europeiskt ledande med sådan unik kompetens och sådana resurser att dessa även attraherar utländska uppdragsgivare.
- Verka för att redan starka FoI-miljöer vidareutvecklas i riktning mot än högre konkurrenskraft i ett omvärldsperspektiv.
- Kunna påverka i ett tidigt skede kommande utlysningar inom EU samt kunna ordna medfinansiering av EU-projekt genom programmet.

4 Organisation och styrning

Branschprogrammet leds av en styrelse med övergripande ansvar för programmets genomförande. Programmet kan finansiera genomförandet av FoI projekt och andra aktiviteter hos de utförande organisationerna. Verksamhet hos de utförande organisationerna som är finansierad genom programmet ska ske på ett avgränsat och fokuserat sätt.

Utförarorganisationerna föreslår projekt och andra aktiviteter att genomföras inom programmets ram i linje med de övergripande riktlinjerna beslutade av styrelsen.

Ett programkansli, underställt styrelsen, har ansvar för att bereda urval och förslag till beslut för vilka projekt och aktiviteter som ska genomföras. Programkansliet är också ett beredningsorgan till styrelsen i andra förekommande frågor.

Nedan anges mer i detalj de olika roller och uppgifter olika funktioner har i organisationen:

Styrelse:

Programmet leds av en styrelse som tar alla formella beslut avseende branschsamarbetet. I styrelsen ingår representanter från huvudparter samt företag anslutna på nivå I (se nedan). Trafikverket besätter som huvudansvarig ordförandeposten samt en styrelseledamot och utser en Programledare, som fungerar som styrelsens sekreterare. Styrelsen beslutar om övergripande fördelning för programmet. Styrelsen genomför uppföljningar av olika aktiviteter igångsatta som ett resultat av programmets genomförande. För detta ändamål tas gemensamma, årliga milstolpar fram, liksom indikatorer som beskriver graden av framgång i programmets verksamhet. Trafikverket beslutar om programkansliets bemanning efter samråd med styrelsen. Vidare svarar Trafikverket för programkansliets finansiering.

Programkansli:

Detta är ett beredande organ till styrelsen som ser till att dess beslut verkställs och administreras. Programkansliet sammanställer ekonomi och ansvarar för uppföljning samt tar fram beslutsunderlag för styrelsens räkning. Kansliet granskar projektförslagen, gör förberedande urval samt tar fram förslag till beslut när det gäller vilka projekt och aktiviteter som ska genomföras utifrån styrelsens riktlinjer. Detta kansli leds av en Programledare.

5 Praktiskt genomförande

5.1 Initiering och finansiering av olika projekt

Regelbundna utlysningar sker flera gånger/år där inbjudan görs att inkomma med förslag på FoI-projekt inom programmets område. Här kan också särskild vikt läggas vid särskilt angelägna områden. Även andra aktiviteter såsom workshops, möten etc kan arrangeras. Efter att projektförslagen och förslag om andra aktiviteter beretts av programkansliet fattar styrelsen det formella beslutet om vilka projekt och andra aktiviteter som ska finansieras av branschprogrammet.

För FoI-projekten ska en projektspecifikation finnas som klargör vem som är projektledare, FoI-utförare, vilka resurser som behövs för projektets genomförande (personal och laboratorieresurser), en tidplan för genomförande, kostnads- och finansieringsbudget bland annat innefattande vilka av parterna som finansierar projektet. Av projektspecifikationen ska också framgå förväntat resultat, förväntad nytta samt hur resultatet kan/bör vidareutvecklas.

För varje projekt som beslutats ska ett särskilt projektavtal tecknas av ingående parter för respektive projekt. Projekten ska genomföras enligt de villkor som anges i huvudavtalet med dess bilagor. Eventuella avsteg i projektavtalet från huvudavtalets krav och förutsättningar ska tydligt framgå i projektavtalet. Sådana avsteg ska godkännas av styrelsen.

5.2 Samverkansaktiviteter

Branschprogrammet syftar också till att samverkan mellan deltagande parter stimuleras och utvecklas med utgångspunkt från att olika FoI-utförare styrkor tas till vara och vidareutvecklas i fruktbara samspel med varandra. Ett prioriterat område är att framtida kompetensförsörjning till branschen stärks. Samverkan mellan Trafikverket och utförarparter bland högskolor och universitet, institut, branschföretag och andra infrastrukturägare kan ske inom bland annat följande områden:

- Forskarutbildning
- Personalutbyte (även adjungering på deltid)
- Delning av forskningsinfrastruktur (provningsutrustning, beräkningskapacitet, databaser m.m.)
- Klusterbildning

Sådan samverkan kan formeras efter hand genom att särskilda samverkansaktiviteter formuleras. För varje aktivitet av detta slag som beslutats, ska ett särskilt projektavtal tecknas av ingående parter.

6 Deltagare i programmet

6.1 Partnerskap

Det gemensamma branschprogrammet bygger på en bred förankring och ett brett deltagande, vilket gör att det är önskvärt med många partners. Därför kommer nyckelaktörer, företag men även andra FoI-utförare, att erbjudas möjlighet att aktivt delta dels som sökande och deltagare i FoI-projekt och dels som medlemmar (partners) i programmet.

Branschdeltagare kan utgöras dels av branschföretag som är huvudparter i programmet och dels av andra deltagande företag som deltar i eller bevakar enskilda projekt eller projektområden. Den förstnämnda kategorin av företag (nivån I) erhåller ett medlemskap med stor påverkan på verksamhetens innehåll och förutsätter mer substantiella finansiella åtaganden. Partnerskap på nivån I kvalificerar till en styrelserepresentation. För den sistnämnda kategorin företag (nivån II) erhålls ett medlemskap som ger insyn och kännedom om uppnådda resultat samt erbjuder vissa indirekta påverkansmöjligheter, t.ex. genom att delta i olika möten och workshops som anordnas av branschprogrammet.

6.2 Utförare av FoI-projekt

Det eftersträvas att många olika aktörer, praktiker och akademiker, ska kunna delta i de olika projekten inom programmet. De primära forsknings- och innovationsmiljöerna är SBU respektive RISE. Andra universitet, högskolor eller institut som väljer att delta erhåller finansiering från programmet för att genomföra FoI-projekt genom att själva söka finansiering för detta hos programmet.

Branschföretag och andra infrastrukturägare erhåller finansiering från programmet för att delta i och genomföra FoI-projekt på samma sätt som SBU, RISE och andra högskolor, universitet och institut.

FoI-utförarna SBU och RISE, liksom andra FoI-utförare, ansvarar själva för att uppbyggnad och organisation av sina respektive FoI-miljöer blir ändamålsenlig och effektiv inom ramen för respektive organisations förutsättningar, regelverk och strategiska inriktning av sin verksamhet. Utförarorganisationerna förväntas genomföra projekten med sedvanliga krav på tidhållning, kostnadskontroll och -styrning, kvalitetsstyrning, granskningsbarhet, redovisning m.m.

7 Verksamhets- och forskningsområden - forskningsprogram

Verksamheten omfattar produktområdet byggnadsverk med en huvudsaklig inriktning på bro och tunnel men även inkluderande stödmurar, hamnar etc. ingående i byggd infrastruktur. Nya såväl som befintliga konstruktioner ingår.

Generella utmaningar för området innefattar att hantera samhällsliga krav på transportsektorn och där dessa krav ger effekter både på befintlig infrastruktur och nyinvestering i infrastruktur. Krav som ger effekter på byggnadsverk utgörs av:

- Effekter på infrastrukturen orsakade av klimatförändringar
- Klimatpåverkan
- Hållbarhet och resurshushållning
- Säkerhet och sårbarhet, robusthet
- Driftsäkerhet

- Digitalisering
- Produktivitet och hållbar produktion
- Åldrande byggnadsbestånd
- Effektivt utnyttjande av resurser
- Särskilda miljöskyddskrav
- Snabba samhällsförändringar- som ökad urbanisering, förändring av rese- och transportbehov, globalisering etc.

Inriktningen avser såväl processer som produkter för att uppnå förbättrad teknisk funktionalitet och hållbarhet ur dess olika aspekter bättre säkerhet och redundans, optimerad livscykelkostnad samt högre tillgänglighet. Kunskapsuppbyggnad sker med ett nationellt såväl som ett internationellt perspektiv.

Centrala kunskapsområden utgörs av

- Materialteknik
- Konstruktionsteknik
- Produktionsteknik och -metodik
- Säkerhet/riskanalys
- Hållbarhet som ekonomisk, ekologisk och social
- IT med särskilt fokus mot digitalisering
- Projekteringsmetodik
- Projektstyrning

I anslutning till enskilda projekt involveras andra kunskapsområden såsom geoteknik, geologi, väg- och järnvägsutformning, kontraktshantering, kvalitetsstyrning, bygglogistik, datateknologi och informationshantering etc.

Digitalisering på basnivå är idag etablerad inom byggsektorn. Utveckling mot högre nivåer pågår i snabb takt och för att kunna tillämpa denna inom området är det viktigt att kunna förstå och beskriva hur de enskilda utvecklingsstegen kan kombineras, konkretiseras och samverka till en kraftfull gemensam utveckling inom området byggnadsverk.

En grundförutsättning vid utformning av ny infrastruktur, drift, underhåll etc. är att beaktande av hållbarhetsaspekter ska vara en integrerad del i hela genomförandeprocessen.

Vidare är området säkerhet och redundans ett viktigt område särskilt med tanke på oavsiktliga och oförutsägbara händelser. Exempel på det sistnämnda är effekter av klimatförändring.

Ovanstående områden är således särskilt angelägna för fortsatt arbete och utveckling.

I allt arbete med forskning och utveckling är det också viktigt att samtidigt belysa relevansen av forskningen i praktiken inom Trafikverkets och branschens verksamhet. Det är också viktigt att belysa de risker som finns inom själva projektarbetet. Vidare också att redovisa möjligheter och effekter samt eventuella risker vid tillämpningen av forskningsresultaten i senare praktisk verksamhet.

En sammanfattning av forskningsområdena framgår av avsnitt 7.1, 7.2 och 7.3 nedan. Mer utförliga beskrivningar av forskningsområdena redovisas i Bilaga A. En sammanfattning av behovet av kompetensutveckling framgår av avsnitt 7.4 nedan. En mer utförlig beskrivning av behovet av kompetensutveckling redovisas också i Bilaga A.

7.1 Hållbart byggande - säkerhet, bärighet, funktion och miljö

Fokus inom detta område är främst nyproduktion, ombyggnader och reinvesteringar av byggnadsverk i infrastrukturen. Området behandlar säkerhets-, livslängds-, funktions- och hållbarhetsfrågor som bör vara styrande för Trafikverkets investeringar i ny infrastruktur och förvaltningen av densamma. Strävan sker efter robusta konstruktioner med avseende på lastökning, extrem påverkan (bl. a. dynamiskt beteende), väderkänslighet och klimatförändring. Säkerställande skall ske av lastkapacitet och funktion under hela livslängden och i ett uthålligt hållbarhetsperspektiv. Utveckling av formulering, uppföljning, verifiering och validering av funktionskrav är ett angeläget område för utveckling. Vidare utveckling och införande av integrerad optimering av konstruktioner med avseende på teknisk lösning, kostnad och hållbarhet. Nedan ges en översiktlig beskrivning av fem underområden som bedöms vara prioriterade med hänsyn till hållbart byggande.

Resultat av forskning inom detta område bör ge möjligheter till att jämföra olika alternativa lösningar av investeringsbehov och underhållsaktiviteter med avseende på flera aspekter i en samlad optimering. Även bättre och effektivare sätt att dels värdera förväntad livslängd hos ny infrastruktur såväl som kapacitet att leverera efterfrågad funktion hos befintlig infrastruktur.

7.1.1 Säkerhet, sårbarhet och robusthet

Detta delområde utgår från begreppet robusthet, som innebär att system bör utformas så att konsekvenserna av extraordinära påverkningar begränsas. Centrala forskningsfrågor är hur man kan bedöma sannolikheter för extraordinära händelser, hur man kan evaluera robusthet hos ett byggnadsverk, samt vilka strategier som kan tillämpas för att åstadkomma ett robust trafiksystem.

Forskning inom området förväntas resultera i fördjupad insikt om faktorer som påverkar sårbarheten hos olika byggnadsverk i infrastrukturen och ge underlag till utformning av framtida riktlinjer för säkrare projektering såväl som utformning av dessa. Forskning med fokus på sårbarhet och riskhantering i infrastrukturen är för närvarande högt prioriterad i många utvecklade länder. Det är viktigt att det svenska samhället får möjlighet att dra nytta av de resultat som genereras av dessa satsningar. Detta kan bara ske genom att forskning inom området bedrivs även i Sverige. En mera detaljerad beskrivning av forskningsprogrammet redovisas i bilaga A.2.1.

7.1.2 Analys/dimensionering av byggnadsverk

Vid dimensionering av byggnadsverk används idag i allt större utsträckning avancerade analysmetoder. Viktiga forskningsfrågor är hur en given konstruktion bör idealiseras, hur resultaten skall tolkas för verifiering av säkerhet och funktionskrav samt hur laster skall specificeras i relation till mer avancerade modeller som beskriver geometrin på ett mer verklighetsnära sätt.

Vidare är viktiga forskningsfrågor en metodik för integrerad optimering med avseende på flera aspekter som teknisk lösning, kostnad, hållbarhet etc.

Forskning inom området är nödvändig för att stödja den utveckling som sker inom projektering, konstruktion och produktion av infrastrukturprojekt mot en digitaliserad process med industrialiserat, kostnadseffektivt och hållbart byggande som mål. I en sådan process bör det vara möjligt att effektivt kunna pröva olika alternativ gentemot bl a uppställda krav. En mera detaljerad beskrivning av forskningsprogrammet redovisas i bilaga A.2.2.

7.1.3 Verifiering av tekniska funktionskrav

En möjlig strategi för att utveckla produktivitet och effektivitet vid byggande av nya anläggningar är att vid upphandling utgå från funktionskrav i stället för en teknisk lösning på en nivå som medger frihet för relevanta aktörer att erbjuda optimala och innovativa lösningar vid utförandet.

En central forskningsfråga är hur man från ställda funktionskrav kan utforma prognosmodeller av byggnadsverket som underlag för uppföljning. Med prognosmodell avses en beräkningsmodell för byggnadsverket som förfinas och förbättras allt eftersom information i form mätdata etc. tillkommer under dess livslängd.

Möjligheten att verifiera och validera funktionskrav i infrastrukturprojekt är en nödvändig förutsättning för att funktionskrav skall kunna användas operationellt. Om ökad användning av funktionskrav verkligen leder till ökad produktivitet och innovation i byggsektorn frigörs resurser som medger ökad intensitet i såväl nyinvesteringar som underhållsåtgärder. Forskning kring praktiskt användbara krav uttryckta som verifierings- och valideringsbara funktionskrav är starkt efterfrågat idag. En ytterligare forskningsfråga som behöver hanteras är hur funktionskrav och dess uppföljning, verifiering och jämförelse mot prognosmodellen hanteras kontraktuellt. En mera detaljerad beskrivning av forskningsprogrammet redovisas i bilaga A.2.3.

7.1.4 Beständighet och livslängd hos nya byggnadsverk

Idag ställs krav på 120 års livslängd vid projektering och produktion för de flesta nya byggnadsverk inom trafiksystemet. För att kunna projektera nya byggnadsverk (broar, tunnlar, stödmurar etc.) med avseende på livslängd fordras att man dels kan formulera funktionskrav för beständighet och dels har tillgång till tillförlitliga livslängdsmodeller, som måste vara verifierade mot fältobservationer. Centrala forskningsfrågor är att utveckla

- i) livslängdsmodeller för olika material såsom exempelvis korrosionsskydd för stålbroar, armeringskorrosion i betongkonstruktioner,
- ii) metoder för kontroll i färdig konstruktion samt
- iii) metoder för funktionskravsbaserad upphandling med avseende på beständighet och livslängd.

Seriös förvaltning av infrastrukturbyggnadsverk kräver goda prognoser över framtida tillståndsförändringar i de delar av byggnadsverken som är avgörande för bärförmåga, säkerhet och estetik. Allvarliga nedbrytningsskador är vanliga bland befintliga byggnadsverk. Förväntade klimatförändringar kan komma att öka nedbrytningstakten ytterligare. Stora kostnader för samhället att reparera och ersätta befintliga byggnadsverk kan undvikas med bättre kunskap om hur nedbrytning påverkar konstruktioners funktion och säkerhet samt hur funktion och säkerhet kan återställas hos skadad infrastruktur.

Ett ytterligare forskningsområde av intresse är prestanda avseende bärförmåga, återstående livslängd etc. för en partiellt skadad konstruktion. Ett exempel på detta är en betongkonstruktion med delvis korroderad armering.

En mera detaljerad beskrivning av forskningsprogrammet redovisas i bilaga A.2.4.

7.1.5 Resurseffektivitet - Livscykel förvaltning av trafikinfrastruktur med hänsyn till kostnadseffektivitet och hållbarhet.

Inom detta delområde studeras livscykelkostnader (LCC) och miljömässig livscykelanalys (LCA) med tillämpning för byggnadsverk inom infrastrukturen. Historiskt har man inom detta område främst fokuserat på investeringsskedet. För optimering av samhällsnyttan måste hänsyn tas till kostnader och miljöeffekter under byggnadsverkets hela livslängd. Centrala forskningsfrågor är att utveckla

- i) analysmetoder för att identifiera kostnadsdrivande faktorer vid såväl nybyggnad som drift och underhåll,
- ii) analysmetoder för bedömning av globala miljöfaktorer vid byggande samt drift och underhåll,
- iii) utveckling/framtagande av kontinuerligt uppdaterande kostnadsdatabaser behövs med information om underhållskostnader samt underhållsintervall,
- iv) byggd kvalitets betydelse för framtida LCC-insatser,
- v) skapa ett systematiskt arbetssätt för att kalkyler/bedömningar ska vara jämförbara,
- vi) vidareutveckla underhållsstrategier och serviceprogram. Vidare bör undersökas vad som kan göras för att reducera kostnader och klimatskadliga utsläpp ur ett övergripande samhällsperspektiv.

Hur kan digitala modeller användas över tid för att skapa förutsättningar för rätt underhållsåtgärder? Det vill säga hur kan de digitala modellerna vara levande och aktivt lagra och förvalta nya data som skapas i byggnadsverken och hjälpa oss utvärdera när underhållsåtgärder behöver sättas in och inte.

Kravställning för nya produkter avseende miljö- och arbetsmiljöaspekter och optimalt användande av resurser och material. Vidare hantering av buller och liknande miljöproblem, samt kunskap om klimatpåverkan samt, incitament för dessa val.

Stora besparingar uppnås om vi med större kunskap kan bygga, underhålla, reparera och ersätta på ett för samhället och miljön bästa sätt. Bättre resursanvändning i alla led av byggprocessen samt att ersätta byggnadsverk bara när det verkligen krävs är nyckelfaktorer för lägre livscykelkostnader och mindre klimatpåverkan. En mera detaljerad beskrivning av forskningsprogrammet redovisas i bilaga A.2.5.

7.2 Uppföljning och utveckling av befintliga konstruktioner

Många broar och andra anläggningar i vårt land byggdes för mer än 50 år sedan och kräver alltmer resurser för underhåll och reparation för att vidmakthålla dess funktions. Över tid ökar också kraven; antalet fordon ökar, användningen av tösalter har ökat, man vill höja lasterna, tillåta högre hastigheter och förbättra komforten för trafikanterna.

Även för jämgamla konstruktioner skiftar behoven kraftigt p.g.a. ursprunglig kvalitet (konstruktionens typ- och detaljutformning, material, utförande), trafikering eller annan användning, miljöbelastning och hittills genomförda underhålls- och reparationsåtgärder. Inom byggbranschen finns starka drivkrafter för att riva och bygga nytt, men av miljömässiga och samhällsekonomiska skäl är det viktigt att vårda det som redan är byggt. För att välja rätt reparations- och underhållsåtgärder i varje enskilt fall krävs adekvata, tillförlitliga och effektiva tillståndsbedömningar. Många byggnadsverk i trafiksystemet har historiskt fått allvarliga förändringar över tiden på grund av t.ex. täckskiktspängning i betongkonstruktioner p.g.a. armeringskorrosion, krympsprickor av uttorkning och fastlåsning och frostsador av undermålig betong och läckande tätskikt. I de byggnadsverk som ännu inte fått skador pågår olika typer av förändringsprocesser som på sikt kan leda till skador. Exempel på detta är utmattnings hos stålkonstruktioner.

Utveckling och forskning med fokus på befintlig infrastruktur ska ge en samlad modell för hur utvecklingen av moderna tillståndsbedömningsmodeller, monitoring och digitalisering ska stödja en effektiv infrastrukturförvaltning för att kunna bedöma när och hur en underhållsåtgärd ska genomföras. Ett exempel kan vara att skapa en "digital tvilling" av ett byggnadsverk, en virtuell modell där byggnadsverken finns och där deras status går att utläsa. Grunden för arbetssättet med "digital tvilling" är dels omfattande mätdata från monitorering och dess sensorer etc. i kombination med bra

analysmetoder och -verktyg. Det kan även vara att skapa ett processtänk för urval och hantering av den kunskap och fakta som finns, så att rätt beslut kan tas för respektive byggnadsverk.

7.2.1 Mätmetoder

Det finns ett stort behov av tillförlitliga metoder för bedömning av tillståndet hos befintliga byggnadsverk med avseende på tidsberoende förändringar. Sådana bedömningar görs idag i huvudsak med okulära besiktningar, men då det har gått så långt att förändringarna är synliga är det som regel för sent för att kostnadseffektivt kunna undvika trafikstörningar, säkerhetsrisker och dyrbara reparationer. Det finns ett stort antal metoder att välja bland, både förstörande och icke-förstörande, men alla har sina nackdelar och begränsningar. Här krävs ytterligare forskning, inte minst för att implementera metoder som fungerar i laboriemiljö till verkliga konstruktioner. Inom detta område utförs idag mycket forskning även internationellt varför det idag finns mycket kunskap som den nationella forskningen kan ta avstamp från för att förädla och anpassa kunskapen till vårt nationella behov. Exempel kan vara att omvärldsbevaka både förstörande och icke-förstörande provningsmetoder för att skapa en plattform för analys eller att utveckla nya inspektionsmetoder med exempelvis sensorer och koppla dem till tillståndsm modeller med efterföljande och jämförande analyser av mätdata och i förhållande till framtagna prognos av förhållandena. En mer detaljerad beskrivning av forskningsprogrammet redovisas i bilaga A.3.1.

7.2.2 Bedömning av tillstånd och livslängd

När det gäller befintliga konstruktioner behöver man inte ta höjd för de presumtiva avvikelser man beaktar vid dimensioneringen eftersom man redan har en befintlig konstruktion, vars dimensioner, laster och materialegenskaper kan bestämmas med större noggrannhet.

Ett viktigt delområde inom befintliga konstruktioner handlar om kalibrering av beräkningsmodeller för befintliga broars funktion och säkerhet. Syftet är att genom mätning och tillhörande analys och/eller fullskaleförsök försäkra sig om att de beräkningsmodeller vi använder stämmer överens med det beteende i konstruktionen som verkligen uppträder.

Centrala forskningsfrågor är metoder att översätta observerad nedbrytningsgrad/skador hos en konstruktion till information som kan användas vid bedömningen av framtida skadeutveckling och därmed metoder för förutsägelse av utvecklingen av framtida säkerhetsnivå och funktion. Vidare bedömning av kvarvarande bärförmåga, livslängd etc. av partiellt skadade konstruktionen uppkommen av exempelvis korrosion. Dessa metoder bygger främst på en förståelse för nedbrytningsmekanismer och dess tidsförlopp i olika situationer. En mer detaljerad beskrivning av forskningsprogrammet redovisas i bilaga A.3.2.

7.2.3 Metoder för individuell bärighetsklassning av broar

Man vill kunna utnyttja broars bärighet maximalt för att t.ex. färre transporter ska nekas passage över broar eller för att begränsa antalet trafikavstängningar i samband med tunga dispenstransporter. Idén med detta forskningsområde är att vidareutveckla tekniken för individuell bärighetsklassning av broar baserat på specifik information som erhålls genom mätning av trafiklaster och materialegenskaper in situ för den aktuella konstruktionen. Forskningsområdet omfattar såväl väg- som järnvägsbroar. Centrala forskningsfrågor är hur man kan

- i)* förbättra precisionen vid beskrivning av trafiklaster exempelvis genom samverkan och interaktion mellan fordon och konstruktion
- ii)* verifiera bärighet och funktion på ett säkert sätt och
- iii)* tolka och använda tillgänglig information om status och egenskaper för en specifik bro.

Utöver ovanstående är det angeläget att utarbeta en metodik för att hantera förbättrad prestanda exempelvis högre tillåtna trafiklaster för hela trafikstråk. Denna baseras på successiv förbättring och förfining av metoder vid bedömning av respektive byggnadsverk inom det studerade stråket.

Befintlig infrastruktur representerar ett mycket stort värde i samhället. Stora besparingar kan uppnås om vi med större kunskap kan förlänga livslängden på befintliga broar och tillåta tyngre transporter med bibehållen säkerhet. En mera detaljerad beskrivning av forskningsprogrammet redovisas i bilaga A.3.3.

7.2.4 Förebyggande underhåll

Ett välgenomtänkt förebyggande underhåll leder till såväl längre livslängder som lägre livscykelkostnader och reducerad materialåtgång. Centrala forskningsfrågor är t ex: kravnivåer, kvantifiering av effekter, tidsaspekter, verifieringsmetoder, mätosäkerhet och incitament för genomförande. En mer detaljerad beskrivning av forskningsprogrammet redovisas i bilaga A.3.4.

7.2.5 Rehabilitering, reparation och förstärkning

Viktiga frågor är samspelet under lång tid mellan en reparation och den skadade konstruktionen. Det krävs även en ökad förståelse för nedbrytningsmekanismer och fuktförhållanden i samband med val av reparationsmetod och utveckling av bättre reparationsmetoder och reparationsmaterial. Ökade kunskaper inom reparationsområdet kommer även att kunna utnyttjas med framgång vid nyproduktion eftersom de medför att bättre och mera beständiga konstruktioner kan produceras. Följden blir att reparationsbehovet hos kommande konstruktioner på sikt bör minska.

Centrala forskningsfrågor är utveckling av förbättrade metoder för rehabilitering/reparation och förstärkning av skadade konstruktioner så att önskade funktionskrav uppfylls, metoder för värdering av olika reparationsmetoders lämplighet vid olika skadetyper, skadeorsaker och konstruktionsdelar samt analys- och mätmetoder för att utvärdera nyttan med reparations- och förstärkningsarbeten. En mer detaljerad beskrivning av forskningsprogrammet redovisas i bilaga A.3.5.

7.3 Utveckling av processer och industriellt tänkande

Utveckling av industriella processer ger tydliga förtjänster vid såväl nyproduktion som vid reparation och underhåll. Nya produktionsmetoder och effektiv projektstyrning tillsammans med tekniska plattformar, modularisering och standardisering på olika nivåer allt från byggnadsverk via byggdel till komponenter ger stora ekonomiska vinster i form av effektivitetshöjning, bättre resursutnyttjande och bättre kvalitet.

Förutom de ekonomiska vinsterna innebär industrialiserat tänkande i kombination med nya affärsmodeller och en effektivare projektstyrning ett möjliggörande av kortare byggtider och bättre arbetsmiljö. Detta leder dessutom till ett mer planerat och strukturerat arbete på byggarbetsplatsen vilket i sin tur bidrar till, förbättrad säkerhet, minskad klimatpåverkan och inverkan på den omgivande miljön samt mindre trafikstörningar för trafikanter.

Den nödvändiga tekniska utvecklingen för att uppnå en effektiv industrialiserad process kräver en helhetssyn där alla delar i processen integreras i ett tidigt skede. Samspelet mellan materialteknik, konstruktionsteknik, produktionsmetoder och byggplatsorganisation är ytterst viktigt för att uppnå optimala koncept för ett effektivt anläggningsbyggande. Detta ställer krav på innovation och nytänkande vid val av teknisk lösning och dess uppbyggnad såväl som vidareutvecklade affärsformer.

Industriellt tänkande har under senare år fått ökad uppmärksamhet och hos de byggande aktörerna finns idag stor erfarenhet och en kunskapsbas inom detta område. Detta skapar möjligheter att effektivisera

hela genomförandeprocessen för ett projekt såväl som i efterföljande drift- och underhållsskede. Vidare möjliggör det utveckling av affärsformer där branschens aktörer har möjlighet att utveckla dessa enligt ett strukturerat men ändå flexibelt synsätt. Industriellt tänkande är tillämpligt för samtliga sekvenser i process och dess metodval. För en beställare leder detta till bland annat förbättrad projekt- och kvalitetsstyrning-

Nedan ges en översiktlig beskrivning av fyra underområden som bedöms vara prioriterade med hänsyn till processer och industriellt tänkande. För delområdena har centrala forskningsfrågor tagits fram och redovisas i bilaga A.4 liksom idéer på forskningsinsatser. I bilagan beskrivs även forskningsområdets status liksom nytta för samhälle och industri.

7.3.1 Processförbättringar

Utvecklingen av industriella processer och metoder kommer att leda till bättre kvalitet, förbättrad arbetsmiljö och säkerhet, mindre miljöpåverkan etc-Nedan anges några exempel på processförbättringar:

- Industriellt tänkande i samtliga skeden från plan via projektering och byggande till förvaltning i integrerade digitala modeller och strukturer. Detta innefattar även så kallat virtuellt byggande där design och olika typer av analyser och kalkyl- och planeringsverktyg kan integreras i olika modeller.
- Utveckling av process för att möjliggöra ett sömlöst informationsflöde avseende byggnadsverk för hela processen med beaktande av kontraktuella aspekter såväl som krav på informationssäkerhet.
- En projekteringsprocess där god byggbarhet tidigt i processen blir en integrerad del i såväl kravställande som genomförande av projekteringen och där visualiserande arbetsberedningar kan skapas digitalt. Med god byggbarhet avses val av produktionsmetod men även att säkerställa god arbetsmiljö, säkerhet minimerad miljöpåverkan. Vidare innebär det strukturerad erfarenhetsåterföring från liknande förhållanden.
- Utveckling av konfigurerbara produkter i anläggningsbyggandet genom standardisering på olika nivåer från typboar, via konstruktionsdelar till komponenter.
- Förbättring och utveckling av bygglogistik för att förbättra flödet av varor och produkter genom hela skedet från kravställning och inköp via tillverkning till utförande på byggplats. Vidare uppföljning av verifikat och tillhörande dokumentation-
- Framtagande av industriella strategier för förvaltning med brukarfokus

Områdena redovisas närmare i bilaga A.4.1

7.3.2 Tekniska lösningar för effektiv nyproduktion, reparation och underhåll

Förbättrade produktionsmetoder och byggsystem i kombination med förtillverkning av moduler och komponenter, projektering för standardisering och upprepning samt förbättrad projektstyrning och projektledning-ledning kan ge stora vinster i effektivitetshöjning, kortare byggtid och förbättrad arbetsmiljö.

Arbetsmiljöfrågor får större genomslag vid ett industriellt tänkande där processer och metoder i högre grad kan standardiseras och kvalitetssäkras. Här måste också affärs- och samverkansformerna utvecklas för att uppmuntra utvecklingen av innovationer och industriella lösningar.

Områdena redovisas närmare i bilaga A.4.2

7.3.3 Produktivitet utveckling av infrastruktur – funktionskrav, kvalitet och kostnader

Viktiga frågor att studera är vad som verkligen behövs för att uppnå samhällets mål med utgångspunkt från ställda funktionskrav avseende ekonomi, miljö och arbetsmiljö såväl som sociala aspekter. Utvecklade och verifierbara funktionskrav bör sammanställas och göras tillgängliga digitalt. Regelverket skulle på detta sätt bli mer transparent och kunna granskas utifrån aspekter som påverkar byggbarhet, effektivitet och andra egenskaper.

Områdena beskrivs vidare i bilaga A.4.3

7.3.4 Tekniska lösningar för minimering av trafikstörningar

Stora kostnader för samhället finns vid byggandet i form av avstängningar och allmänna trafikstörningar. Metoder behöver utvecklas för att minimera trafikstörningar under byggtiden.

Områdena beskrivs vidare i bilaga A.4.4

7.4 Kompetensutveckling

Kompetensutveckling är en nyckelfråga vid effektivisering av transportsystemet. All personal som skall implementera och använda nya metoder och processer behöver bakgrundskunskap för att förstå och rätt tillämpa nya forskningsresultat och innovationer. Nedan redovisas några områden där insatser är särskilt angelägna:

- Projektering i tidiga skeden – Tidiga skeden i planering av olika förändringar i trafiksystemet har stor påverkan på kostnad och hållbarhet. Ökad kunskap från ett helhetsperspektiv om metoder, processer, livscykelanalyser etc. kan här ge stora ekonomiska, miljömässiga och arbetsmiljömässiga vinster
- Dimensionering/detaljprojektering av broar – Ett teknikskifte har sedan flera år ägt rum beträffande systemberäkningar. De har tidigare huvudsakligen baserats på balkteori och ramanalys men har nu övergått till att baseras på platt- och skalteori och beräkningarna sker i ökad grad med digitala metoder. Ökad kompetens om beräkningsförutsättningar och tolkningsmöjligheter är nödvändiga för att skapa optimala konstruktioner. Vidare behövs ökad kompetens inom området att optimera konstruktioner med avseende på ett flertal områden som teknisk lösning, byggkostnad, klimatpåverkan, omgivningsmiljö, social hållbarhet etc.
- Processer för kvalitetsstyrning genom hela processen så att den stegvisa principen att ”göra rätt från början” uppnås.
- Etablering av ett arbetssätt där projektering och byggande baseras på ”teknisk plattform” och modularisering och standardisering kan ske på skilda nivåer som byggnadsverk, byggdel, komponent etc. beroende vilken flexibilitet som avses att uppnås.
- Processer och metoder för effektiv kvalitetssäkring och granskning av datorbaserade analyser behöver utvecklas och implementeras
- Processer för formulering av funktionskrav samt uppföljning, verifiering och validering av dessa.
- Produktionsteknik och utförandefrågor – Kompetensutveckling beträffande nya byggmetoder i ett Lean perspektiv, där projektering skett för hög byggbarhet, kommer att ha stor inverkan på framtida industrialiseringsprocess
- Tillståndsbedömning, reparation, prestandahöjning, förstärkning och underhåll av befintliga konstruktioner - Andelen befintliga konstruktioner ökar och kunskap om metoder för att bedöma tillstånd och behov av reparation, förstärkning och underhåll är väsentliga för att kunna välja kostnadseffektiva och hållbara åtgärder.

- Logistiska frågor rörande transporter i hela värdekedjan
- Erfarenhetsåterföring och avvikelshantering – Tillämpning av nya projektmodeller i kombination med systematisk avvikelshantering som grund för ständiga förbättringar för att ta till vara erfarenheter och lära av de misstag som görs
- Implementering av forskningsresultat – Inom alla forsknings- och utvecklingsprojekt bör en plan finnas för hur resultaten skall implementeras
- Utveckling av framtida ingenjörsutbildningar med tanke på branschens förändring med ökat fokus på hållbarhet och arbete i en digitaliserad miljö
- Metoder för hur kunskap på ett systematiskt sätt kommer till del, dels i grundutbildningar såväl som i successiv kompetensutveckling hos praktiserande ingenjörer är av yttersta vikt. En utveckling av sådan systematik betonas särskilt
- Kontraktuella förutsättningar och aspekter för att kunna införa strukturerad form för hantering av behörighet och certifiering av utförare. Med utförare kan avses såväl företag som personer. Detta avser hela processen som projektering, produktion med flera steg.

Områdena redovisas även i bilaga A5.

8 Bilageförteckning

Bilagor till detta inriktningsdokument och forskningsprogram:

Bilaga A: Detaljerad beskrivning av forskningsprogram

- Bilaga A1 Allmänt
- Bilaga A2 Hållbart byggande - säkerhet, bärighet, funktion och miljö
 - A.2.1 Säkerhet, robusthet och sårbarhet
 - A.2.2 Analys/dimensionering av byggnadsverk
 - A.2.3 Verifiering av tekniska funktionskrav
 - A.2.4 Beständighet och livslängd hos nya byggnadsverk
 - A.2.5 Resurseffektivitet – livscykel förvaltning av trafikinfrastruktur med hänsyn till kostnadseffektivitet och hållbarhet
- Bilaga A3 Uppföljning och utveckling av befintliga konstruktioner
 - A.3.1 Mätmetoder
 - A.3.2 Bedömning av tillstånd och livslängd
 - A.3.3 Metodik för individuell bärighetsklassning av broar
 - A.3.4 Förebyggande underhåll
 - A.3.5 Rehabilitering, reparation och förstärkning
- Bilaga A4 Utveckling av processer och industriellt tänkande
 - A.4.1 Processförbättringar
 - A.4.2 Tekniska lösningar för effektiv nyproduktion, reparation och underhåll
 - A.4.3 Produktivitet utveckling av infrastruktur - funktionskrav, kvalitet och kostnad
 - A.4.4 Tekniska lösningar för minimering av trafikstörningar
- Bilaga A5 Kompetensutveckling

Bilaga B: Verksamhetsplan för SBU Sveriges bygguniversitet