

Förstudie

# Forskning och utveckling inom underhåll av infrastruktur

En utredning av behov och inriktning på  
FoU-insatser för ett möjligt Mistra-program

November 2016

**Författare:**

**Johan Skarendahl, Eva Schelin och Olle Samuelson,  
IQ Samhällsbyggnad**

Författarna ansvarar för innehållet i denna förstudie.



Förstudie

# Forskning och utveckling inom underhåll av infrastruktur

En utredning av behov och inriktning på  
FoU-insatser för ett möjligt Mistra-program

November 2016

**Författare:**

**Johan Skarendahl, Eva Schelin och Olle Samuelson,  
IQ Samhällsbyggnad**

Författarna ansvarar för innehållet i denna förstudie.



# Innehåll

<b>1. Inledning och bakgrund</b> .....	5
<b>Om Mistra</b> .....	5
<b>2. Syfte och avgränsningar</b> .....	6
<b>Initiala avgränsningar</b> .....	6
<b>3. Metod</b> .....	7
INLEDANDE DATAINSAMLING .....	7
DEFINIERING AV FRÅGESTÄLLNINGAR OCH KÄLLOR .....	7
GENOMFÖRANDE AV INTERVJUER, WORKSHOP OCH LITTERATURSÖKNING .....	7
ANALYSFAS .....	7
<b>4. Analys</b> .....	8
<b>Motiv för avgränsning</b> .....	8
<b>Pågående satsningar idag</b> .....	9
INFRASWEDEN 2030 .....	9
BANA VÄG FÖR FRAMTIDEN (BVFF) .....	9
BYGGNADSVÄRK INOM TRANSPORTSEKTORN (BBT) .....	9
TRAFIKVERKETS 9 FOI-PORTFÖLJER .....	10
ROAD2SCIENCE .....	10
SHIFT2RAIL .....	10
SVENSKT VATTEN UTVECKLING .....	10
<b>SLUTSATS 1: BEFINTLIGA SATSNINGAR INOM         OMRÅDET ÄR OTILLRÄCKLIGA</b> .....	11
<b>Kunskapsläget</b> .....	11
KUNSKAPSLÄGET INOM VA .....	11
KUNSKAPSLÄGET INOM JÄRNVÄG .....	12
KUNSKAPSLÄGET INOM VÄG .....	12
<b>SLUTSATS 2: STORT BEHOV AV NY KUNSKAP,         FORSKNINGSSATSNINGAR BEHÖVS</b> .....	12
<b>Prioriterade områden</b> .....	13
KUNSKAP OM INFRASTRUKTURENS TILLSTÅND .....	13
PROGNOSTISERING OCH BESLUTSSTÖD .....	13
FINANSIELLA INSTRUMENT, ÄGANDE OCH AFFÄRSMODELLER .....	14
ORGANISATION OCH PROCESSER .....	14
HÅLLBARHET .....	14
DIGITALISERING .....	15
<b>SLUTSATS 3: SEX VIKTIGA FOKUSOMRÅDEN         FÖR EN SATSNING</b> .....	15
<b>5. Slutsatser och rekommendationer</b> .....	16
<b>6. Bilagor</b> .....	17
<b>Matris över intervjurespondenter</b> .....	17
<b>Arbetsmöten</b> .....	18
OMVÄRLDSUTSKOTTET .....	18
GENOMFÖRANDEUTSKOTTET .....	18
<b>7. Referenser</b> .....	19



# 1. Inledning och bakgrund

Mistra – Stiftelsen för miljöstrategisk forskning – har uppdragit åt IQ Samhällsbyggnad att genomföra en förstudie för att utreda behoven av ett miljöstrategiskt forsknings- och utvecklingsprogram (FoU-program) inom området ”underhåll av infrastruktur”. Infrastrukturen i Sverige är i vissa delar kraftigt eftersatt och de globala utmaningar som vi står inför med klimatförändringar, urbanisering, bostadsförsörjning, robusta transportsystem och demografiska förändringar, har tydliga kopplingar till långsiktigt fungerande infrastrukturens system. Den befintliga infrastrukturen måste förvaltas och underhållas för att optimera livslängden, och nyinvesteringar i infrastruktur måste göras med tydligt livscykelperspektiv med fokus även på underhållsfrågor under lång tid.

Med anledning av detta kan det finnas goda skäl att satsa på långsiktig kunskapsuppbyggnad genom utökade och riktade forsknings- och utvecklingsprogram. IQ Samhällsbyggnads uppdrag innebär att utreda om det finns ett sådant behov och i så fall föreslå huvudsaklig inriktning för satsningen. Denna rapport beskriver resultatet av utredningen.

Arbetet har genomförts av Johan Skarendahl, projektledare tillsammans med Eva Schelin och Olle Samuelson, samtliga IQ Samhällsbyggnad. Styrgrupp har utgjorts av dessa tre samt Thomas Nilsson, Mistra.

---

## Om Mistra

Stiftelsen för Miljöstrategisk Forskning (Mistra) stödjer forskning av strategisk betydelse för god livsmiljö och hållbar samhällsutveckling.

Mistras investeringar har som mål att:

- ▶ Skapa starka forskningsmiljöer av hög internationell klass. För att forskning ska leda till nytta är det avgörande att den håller hög kvalitet.
- ▶ Lösa viktiga miljöproblem. Många miljöutmaningar är komplexa och nya lösningar kräver forskning av strategisk betydelse som kombinerar olika kunskaper och synsätt från en rad olika områden.
- ▶ Stärka svensk konkurrenskraft. Företag, offentliga aktörer och andra användare ska utveckla nya produkter, tjänster och arbetsmetoder som bidrar till samskapat utveckling. Satsningarna ska även leda till att Sverige i vid bemärkelse är en bra plats att leva i.
- ▶ Vara värdefullt för användare. Resultaten ska bidra till arbetet för en hållbar utveckling. Användare och andra nyckelpersoner för att forskningen ska komma till praktisk användning är därför delaktiga i forskningen.

## 2. Syfte och avgränsningar

Rapporten syftar till att besvara följande två frågor:

### 1. Behövs ett miljöstrategiskt forsknings- och utvecklingsprogram inom området ”Underhåll av infrastruktur”?

Den övergripande frågan kommer att brytas ner i delfrågor såsom:

- ▶ Är området *eftersatt*? Vad beror detta i så fall på? Vilka åtgärder behövs? Är ökade satsningar på FoU svaret på behoven eller är det andra insatser som behövs?

### 2. Vilka är de huvudsakliga inriktningar ett sådant program ska fokusera på?

Den övergripande frågan kommer att brytas ner i delfrågor såsom:

- ▶ Vilken kunskap saknas och på vilken nivå? Vilka delar av processen är mest centrala att fokusera på? Vilka är de viktigaste aktörerna? Inom vilka områden behövs ny kunskap: till exempel teknik, processer och organisation, finansiering, planering eller livscykelperspektiv?

---

## Initiala avgränsningar

Begreppet Infrastruktur kan tolkas brett. En inledande definition gjordes därför i samråd med Mistra där vi med infrastruktur avser fysiska tekniska system för mobilitet och försörjning.

I begreppet avses alltså inte tolkningar av infrastruktur som institutioner, sedvänjor eller kultur, vilket i ett annat sammanhang skulle kunna vara relevant. Med den definitionen har begreppet sedan delats in i två huvuddelar:

### 1. Transportinfrastruktur

Med detta avses vägar, järnvägar, hamnar och flygplatser med tillhörande byggnader och byggnadsverk, exempelvis broar, viadukter, tunnlar.

### 2. Försörjningsinfrastruktur

Med detta avses vatten- och avloppsanläggningar (VA), elnät, fjärrvärmenät, tele- och datanät, och i viss mån sophantering (där detta sker i fasta anläggningar).

I samråd med Mistra gjordes sedan en hypotetisk avgränsning om att de områden som är mest angelägna är vägar och järnvägar med tillhörande byggnadsverk samt VA-anläggningar. Övriga områden antogs ha ett bättre fungerande underhåll bland annat på grund av tydligare finansieringslösningar och affärsmodeller. Det antagandet följde med i datainsamlingsfasen för att bekräftas eller dementeras.



## 3. Metod

Utredningen har genomförts i fyra steg inklusive analys av insamlade data.

### **Inledande datainsamling**

Initialt genomfördes kortare intervjuer med 3 nyckelpersoner utvalda för att representera de olika delarna av området enligt 2.1 ovan. Personerna valdes ur IQ Samhällsbyggnads nätverk med fokus på: områdeskompetens, kunskap generellt om FoU i sektorn och specifikt inom någon del av området, samt med bra nätverk och kunskap om lämpliga personer att djupintervjua. I denna fas togs också frågan om vårt antagande för avgränsningen upp.

### **Definiering av frågeställningar och källor**

Inom styrgruppen arbetades en semistrukturerad intervjuform fram med ett antal inledande huvudfrågor och med olika följdfrågor beroende på svar. Den semistrukturerade formen med en gemensam ram, men flexibel förmåga att detaljera och följa respondenternas svar, bedömdes som lämplig för syftet.

Med förslagen från den inledande datainsamlingen och med IQ Samhällsbyggnads breda nätverk upprättades en matris där olika kompetenser ifrån olika aktörer mötte de olika infrastrukturslagen för att få en heltäckande bild från respondenterna. Samtliga respondenter återges i matrisen i avsnitt 6.

### **Genomförande av intervjuer, workshop och litteratursökning**

Datainsamling har skett genom 16 djupintervjuer, två arbetsmöten med IQ Samhällsbyggnads utskott samt informationssökning via webb och rapporter. Insamlingen genom de olika källorna har skett parallellt och har succesivt bidragit till den helhetsbild som rapporten redovisar.

De två arbetsmötena har genomförts med IQ Samhällsbyggnads utskott för ”Genomförande” och för ”Omvärldsbevakning”, där 18 respektive 14 personer medverkat vid mötena. Grupperna delades upp i mindre bikupor om 3 och 3 som fick diskutera frågor under cirka 30 minuter inklusive presentation av resultatet. Resultatet dokumenterades och har tagits med i den totala analysen.

### **Analysfas**

Analysen har skett via genomläsning av allt material, kodning av centrala begrepp och nyckelord för att hitta mönster i materialet, för att sedan dra slutsatser om behov som uppfattas bland aktörerna. Ansatsen är kvalitativ vilket innebär att samtliga iakttagelser förutsätts representera befintliga uppfattningar i sektorn. Liknande iakttagelser från flera respondenter stärker de mönster som hittas och tydliggör att de återfinns på fler ställen, men kan inte användas för att göra kvantitativa bedömningar och storleksmässiga jämförelser.

## 4. Analys

---

### Motiv för avgränsning

Det inledande antagandet om att avgränsa utredningen till infrastrukturlagen järnväg, väg och VA-anläggningar undersöktes i de inledande intervjuerna och i litteraturstudier. Respondenterna bekräftade i stor utsträckning antagandet utifrån två huvudmotiv:

► **De utpekade områdena är eftersatta och orsakar merkostnader ur ett samhällsperspektiv**

KTHs Järnvägsgrupp beräknar i en studie från 2014 att de alltmer frekventa oplanerade avbrotten i järnvägstrafiken medför merkostnader för transportoperatören på 10 % och för köparen av transporttjänsten (industrin) med 18 % – en total ökning av transportkostnaderna med 28 % (Nelldal 2014). Svenskt Vattens Hållbarhetsindexundersökning från 2015 visade att anläggningarnas status ”...förmodligen är vattentjänstorganisationernas största utmaning” (Svenskt Vatten 2015). Vägunderhåll, uttryckt i vägarnas bärighet, är ett hot i synnerhet för skogsindustrin som brukar mindre trafikerade vägar, men även för den kraftigt ökande godstrafiken i och kring växande städer. Näringslivsutveckling och den internationella konkurrensens ökande krav på snabb och kostnadseffektiv transport liksom säkerheten på vägarna förutsätter ett bättre förebyggande underhåll (Svenskt Näringsliv 2016).

► **Skälen kan antas vara låg kunskapsutveckling och sämre fungerande affärslogik än övriga områden**

Andra delar av infrastrukturen i landet förvaltas på ett sätt som innebär långsiktigt hållbart underhåll; intäkter från brukare är tillräckliga för att underhålla anläggningarna. Göteborgs hamn, genom vilken en tredjedel av Sveriges utrikeshandel går, meddelar exempelvis att ”Bolaget erhåller inget ekonomiskt stöd från ägaren Göteborgs Stad. Intäkterna kommer från kunderna i form av koncessionsavgifter, fartygshamnsavgifter, varuhamnsavgifter samt hyror och arrenden.” (Göteborgs hamn, 2016). Den statligt helägda flygplatsoperatören Swedavia äger och förvaltar 13 av landets mest trafikerade flygplatser. En egen konsultverksamhet, Swedavia Konsult, tar fram och följer upp underhållsplaner för de egna flygplatserna. Man säljer även konsulttjänster till andra flygplatsägare. Företaget har en god finansiell ställning och stabila kreditbetyg (Swedavia, 2016). Enligt Energimarknadsinspektionen har distributionsnätet för fjärrvärme, som ökat med mellan 30–40 % i ledningslängd från 2009 till 2015, naturligt nog ökade kostnader för planerat underhåll. I antalet ”ej aviserade avbrott” d.v.s. driftstörningar p.g.a. oförutsedda fel, läckage etc. finns ingen ökande trend under samma tid (Energimarknadsinspektionen, 2016). För underhållet av elnäten svarar elnätsbolagen, vars avgifter granskas och regleras inom ett visst prisintervall av Energimarknadsinspektionen. Inspektionen genomför regelbundna studier av statusen och robustheten i elnätet mätt i leveranssäkerhet (annorlunda uttryckt – antalet ej aviserade avbrott). Stora ökningar, särskilt av de avbrott som varar i mer än 24h och i synnerhet för kunder på landsbygden, skedde 2007, 2011 och 2013 vilket anses bero på extremt väder. I övrigt är antalet ej aviserade avbrott stabilt och i vissa

kategorier något minskande över tid (Grahn & Wallnerström 2016:10–21). Avfallsinsamling sköts till största del av fordon och inte via fast försörjningsinfrastruktur. Det finns undantag som Envacs sopsugssystem i Hammarby Sjöstad och Tekniska Verkens underjordiska kulvertsystem för samtliga försörjningsinfrastrukturslag i Vallastaden i Linköping. Dessa är dock nya system och i så pass liten skala att de inte kan sägas uppfattas som ett betydande underhållsproblem i behov av forskningsstöd.

Denna generella bild av underhållsbehoven ger att dessa är mest akuta för VA, järnväg och väg, och att långsiktigt hållbara modeller för finansiering och planering av underhåll saknas, vilket bekräftas av intervjuerna. Avgränsningen till dessa tre områden beslutades därför gälla för utredningen och är det som fortsättningsvis avses när begreppen infrastruktur och anläggningar används i rapporten.

---

## Pågående satsningar idag

Det finns ett antal pågående satsningar inom området infrastruktur men med varierad grad av fokus på underhåll. En kort beskrivning av de identifierade satsningarna och dess inriktning ges nedan.

### InfraSweden 2030

Programmet fokuserar på transportinfrastruktur, och att döma av de så kallade ”handlingslinjer” programmet omfattar samt de projekt som startats i oktober 2016 rör det sig i praktiken om markbunden transportinfrastruktur. InfraSweden2030 är ett Vinnova-finansierat strategiskt innovationsprogram med garanterad finansiering till och med 2018 men som är tänkt att pågå i upp till 12 år. Programmet kom till i samverkan mellan företag inom anläggningsbranschen, akademi, institut och Trafikverket. Programmet finansieras 2016 - 2018 med 60 milj. Kr. från Vinnova och 60 milj. kronor i samfinansiering från de deltagande företagen.

Särskilt intressant för frågan om underhåll är programmets ”Handlingslinje 5 – Nästa generation tillståndsbedömning och underhåll av transportinfrastruktur”. Här beskrivs ett utvecklingsbehov inom både datadrivna underhållsmetoder och verktyg för tillståndsbedömning av anläggningar. Dessa två teman prioriteras högt även av respondenter i denna studie.

### Bana väg för framtiden (BVFF)

BVFF kan beskrivas som Trafikverkets eget samverkansprogram med anläggningsbranschen, där man fokuserar på implementering av kunskap, metoder och material m.m. i pågående entreprenader inom väg och järnväg. De parter som ingår i programmet är, förutom Trafikverket, Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI), Kungliga Tekniska Högskolan (KTH), Luleå Tekniska Universitet (LTU) och Ramböll. Den strategiska inriktningen för programmet är densamma som i Trafikverkets ”Inriktningsdokument för FoI-portföljer”. Programmet har 2016 startat ett hundratal projekt fördelade på VTI, KTH och LTU med den absoluta majoriteten på VTI.

### Byggnadsverk inom Transportsektorn (BBT)

Programmet, som startades i oktober 2013, har tagits fram i nära samverkan mellan Trafikverket, Sveriges Bygguniversitet och SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut. Det övergripande målet är att minska samhällets relativa kostnader för byggnadsverk inom infrastrukturen genom att åstadkomma ett effektivt och hållbart byggande. Även underhåll och förvaltning innefattas. I november 2016 hade 19 projekt startats, oräknat de projekt som kan ha tillkommit i en utlysning som stängde i september 2016. De flesta projekt rör broars mekanik och byggnadsmaterialens (betongens) egenskaper, med ett fåtal som hanterar processfrågor och miljöpåverkan. Programmet kan förväntas bidra till kompetensförsörjningen inom främst materialteknik för brounderhåll. (Trafikverket 2016)

## Trafikverkets 9 FoI-portföljer

Trafikverket organiserar sin interna FoI-verksamhet i 9 ”portföljer” med olika inriktningar. För underhåll av väg och järnväg bedöms följande 3 portföljer vara relevanta.

- ▶ ”Ett energieffektivt transportsystem” nämner behovet att inkludera underhållsåtgärder i livscykelanalyser av anläggningarna. Budgeten för 2016–2018 är på 54 milj. kronor (Trafikverket 2016:9).
- ▶ ”Robust och tillförlitlig infrastruktur” beskriver ett utvecklingsbehov som t.ex. att bättre förstå hur val av tekniska lösningar och system kan minska störningar och livscykelkostnader för en anläggning, samt ökad kunskap om föråldring och nedbrytning av anläggningskomponenter. Budgeten för 2016–2018 är på 183 milj. kronor (Trafikverket 2016:24).
- ▶ ”Mer nytta för pengarna” berör hur Trafikverket organiserar sin verksamhet och sköter sina upphandlingar samt arbetar i samverkan med leverantörerna för ökad effektivitet (bl.a. genom BVFF). Indirekt påverkar detta underhållsfrågorna. Budgeten för 2016–2018 är på 300 milj. kronor (Trafikverket 2016:40).

Det är viktigt att i sammanhanget påpeka att portföljerna innehåller en mängd frågor och prioriteringar utöver underhåll. Det är inte möjligt inom ramen för utredningen att göra en bedömning av hur stor del av helheten som utgörs av underhållsrelevant forskning och innovation.

## Road2Science

Road2Science är ett kompetenscentrum vid Kungliga Tekniska Högskolan i Stockholm, som tillsammans med sina industripartners strävar efter att överbrygga gapet mellan akademi och industri inom området transportinfrastruktur. Centret ordnar en mängd samverkansaktiviteter för att få industri och akademi att arbeta bättre tillsammans och säkra spridning av forskningsresultat. Tyngdpunkten för forskningen i nätverket är på materialteknik för vägtillämpning, men även forskning på frågor om transportsystemets utformning och hållbarhet (t.ex. livscykelanalyser) ingår. Centrets verksamhet har tydlig relevans för utveckling av underhållet, även om fokus är att generellt få industrin att anamma ny teknik och metoder. Centret är en av initiativtagarna bakom InfraSweden2030.

## Shift2Rail

Shift2Rail är ett samverkansprogram (public-private partnership) som finansieras inom ramen för EU:s ramprogram för forskning och innovation Horizon 2020. Projektet ska fokusera på forskning, innovation och marknadsdrivna lösningar inom järnvägsområdet samt snabba upp införandet av nya och avancerade tekniklösningar, produkter och tjänster.

Projektet ska dels bidra till att förverkliga EU:s ambitioner om överflyttning av trafik från väg till järnväg, dels stödja europeisk järnvägsindustris konkurrenskraft och förverkligandet av ett gemensamt europeiskt järnvägssystem. Specifika förväntade nyttor av projektet är minskade livscykelkostnader för järnvägstransporter med 50 procent, fördubblad kapacitet och ökad tillförlitlighet och punktlighet med 50 procent. Programmet handlar om järnvägsutveckling i bred mening, men vissa delar är inriktade på underhållsfrågor, t.ex. förebyggande underhåll av broar och räls samt bättre kunskap om anläggningarnas tillstånd. (Shift2Rail 2016)

## Svenskt Vatten Utveckling

Svenskt Vatten Utveckling (SVU) är kommunernas eget forsknings- och utvecklingsprogram om kommunal VA-teknik. Det är mest inriktat mot tillämpad forskning och utveckling, vilket är av intresse för Svenskt Vattens medlemmar.

SVU:s medel för forskning och utveckling ska fördelas enligt följande:

- ▶ medel till programsatsningar på högskolor och universitet/ kompetenscentra: 30–50 % av medlen
- ▶ medel till prioriterade forskning- och utvecklingsområden: 30–50 % av medlen
- ▶ fri pott för icke förutsedda behov och för verkligt intressanta projektförslag: 20–30 % av medlen

FoU-avgiften 2016 är 1,92 kronor per kommuninvånare och år. Detta innebär en blygsam omsättning på under 20 milj. kronor per år (baserat på det enkla faktumet att Sveriges befolkning är något under 10 miljoner människor). I synnerhet vid jämförelse med de satsningar på transportinfrastruktur som beskrivs ovan. I sammanhanget bör påpekas att Sveriges samlade VA-ledningsnät bedöms ha ett återanskaffningsvärde på 500 miljarder kr (Svenskt Vatten 2016).

Av de satsningar som nämns på kompetenscentra är dessa förlagda till KTH, LTU, Chalmers och Lunds Tekniska Högskola (LTH). Av dessa anses endast Chalmers ha en koppling till underhåll, genom att centrat fokuserar på dricksvatten och inte minst genom projekt som undersöker tekniska risker i ledningsnätet berörs underhåll (Chalmers 2016).

Vid en sökning i Svenskt Vatten Utvecklings projektdata för de senaste fem åren framträder bilden att frågor om t.ex. mikrobiologi, läkemedelskontaminering och energi- och resursåtervinning ur vattenflöden prioriterats avsevärt högre än forskning om underhåll av den infrastruktur som VA-systemet består av (Svenskt Vatten Utveckling 2016).

#### SLUTSATS 1

#### Befintliga satsningar inom området är otillräckliga

I Sverige finns ett vägnät på över 216 400 km, ett järnvägsnät på 16 500 km, och ett VA-ledningsnät där återanskaffningsvärdet beräknas till 500 miljarder kr (Trafikverket och Svenskt Vatten 2016). I kraft av den betydande tillgång detta utgör och den avsevärda miljöpåverkan det innebär är den samhällsekonomiska och miljömässiga nyttan av investeringar i forskning och utveckling på under-

hållssidan stor. De ovan beskrivna satsningarna har inte underhåll som huvudfokus även om det ingår i några av dem och flera respondenter har pekat på ett splittrat och snabbt åldrande forskarsamhälle med svag eller obefintlig återväxt. Vissa förstärkningar har skett genom långsiktiga satsningar som InfraSweden2030 men i synnerhet på VA-sidan ser finansieringen alltjämt svag ut.

## Kunskapsläget

I de 18 djupintervjuer som genomförts inom ramen för projektet framträder en entydigt negativ bild av kunskapsförsörjningen på både yrkesarbetar-, grundexamens- och forskarnivå.

### Kunskapsläget inom VA

Inom VA nämns att det är svårt att rekrytera studenter till ingenjörsutbildningarna som är intresserade av underhåll, men också att de som utbildas oftast saknar de baskunskaper som krävs. Den ökade valfriheten av kurser har medfört att de nya ingenjörer som examineras ofta har en längre startsträcka inom arbetslivet innan de kan jobba operativt med underhållsfrågor. VA-området som helhet har svårt att konkurrera med t.ex. IT eller för den delen andra samhällsbyggnadsrelevanta utbildningar. Underhållsfrågor har dessutom lägre status än att utveckla och jobba med investeringar i ny teknik. Det hela har gått så långt så att Sverige idag helt saknar utbildning inom underhåll av VA. Branschen efterlyser dialog med högskolorna för att dessa ska kunna utbilda ingenjörer med mer relevant kompetens.

Det råder underskott även på drifttekniker och rörläggare. Liksom på ingenjörsidan anförs områdets låga synlighet och impopularitet som ett skäl till detta.

På forskarnivå saknas starka forskarmiljöer som tar ett helhetsgrepp om underhåll av VA. Att det inte ordnas vetenskapliga konferenser inom området i Sverige är ett symptom på ämnets svaga status. Även om man till viss del kan dra nytta av den forskning som sker i andra länder behövs en lokalt baserad forskarkompetens med avseende på de naturliga och teknologiska förutsättningar som gäller här. Att ha en egen kunskapsproduktion inom ett så grundläggande område som samhällets vattenförsörjning och hantering kan även beskrivas som en fråga om samhällsskydd och beredskap.

På samtliga nivåer nämns att stora pensionsavgångar i närtid avsevärt förvärrar problemet.

### **Kunskapsläget inom järnväg**

Även inom järnvägsområdet bedömer samtliga respondenter att kunskapsförsörjningen fungerar dåligt. KTH är den enda högskola som ordnar kurser inom järnväg på grundutbildningsnivå. Intresset för kurserna bland teknologerna är svagt. Som tidigare påpekats är intresset för underhållsfrågor generellt svagt bland studenter, vilket även gäller järnväg.

Framförallt anses helhetssynen saknas – den strategiska förståelsen för hur design, investering och underhållsbehov hänger ihop ekonomiskt under en livscykel. Flera respondenter lyfter även fram att den tekniska kompetensen är bristfällig, då framåtsyftande underhåll inte prioriteras av Trafikverket och därmed inte heller av entreprenörerna.

De tekniska konsulterna bedöms ha större kompetens än andra aktörer på området – men även de påpekar det låga intresset hos ungdomar för att ägna sig åt underhåll, kundernas kortsiktiga syn på underhåll samt områdets låga status.

### **Kunskapsläget inom väg**

På vägsidan bedömer flera respondenter att tillförseln av nya ingenjörer är adekvat. Liksom på övriga områden gäller det dock främst på investeringssidan – få vill arbeta med underhåll. Den högkonjunktur som råder inom samhällsbyggnad attraherar folk från anläggning till husbyggnad där konjunkturen är relativt sett mer gynnsam.

Det saknas idag en sammanhållen forskarmiljö inom vägunderhåll, efter att KTHs ”Centrum för drift och underhåll” lagts ner. För både väg och järnväg anses ett problem vara otillräckligt tvärvetenskapligt samarbete på högskolorna, vilket skulle vara en förutsättning för att jobba med användbara livscykelanalyser.

VA, järnväg och väg har det gemensamt att mycket av underhållet idag uppfattas vara ”ad-hoc-artat”. En mer långsiktig underhållsplanering och förståelse för sambandet mellan design, investering och underhåll antas kunna lyfta områdets status, möjliggöra bättre planering av underhållet och då även göra området mer attraktivt för framtida arbetskraft. Givet dessa tre områdens samhällsekonomiska dignitet är den dåliga tillgången på kompetens och den låga återväxten en tydlig risk för samhället.

Sammanfattningsvis konstateras också att samtliga respondenter och deltagare i arbetsmöten utan undantag svarat ja på frågan om det behövs ett strategiskt miljöforskningsprogram inom området.

## **SLUTSATS 2**

### **Stort behov av ny kunskap, forskningsinsatser behövs**

Kunskapsläget inom området är eftersatt för alla tre områdena men är kraftigast inom järnväg och VA. Det gäller på alla nivåer från utbildning av yrkesarbetare, tekniker och ingenjörer till forskarutbildning och seniorforskning. Dialogen mellan utbildarna och behovsägarna är bristfällig inom

alla tre områden och behöver stärkas. Forskning är per definition att ta fram ny kunskap, och satsningar på forskning och forskningsmiljöer är en förutsättning både för att bygga upp utbildningar på lägre nivåer och för att höja områdets status samt ge dem utrymme i samhällsdebatten.

---

## Prioriterade områden

Intervjuer och arbetsmöten har resulterat i en stor mängd med förslag på områden där det idag finns behov av ny kunskap och utvecklingsinsatser, och därmed behovsunderlag för ett miljöstrategiskt forskningsprogram. Förslagen har kategoriserats och samlats ihop under nedanstående sex rubriker som inte ska ses som en inbördes prioritering.

Rubrikerna 1 till 4 kan betraktas ur ett kronologiskt processperspektiv där kunskap om tillståndet i de olika infrastrukturanläggningarna är grunden. Med den kunskapen kan sedan behov och åtgärder prognosticeras och beslutas. För genomförandet av åtgärderna krävs långsiktig finansiering och incitament som är kopplat till ägandet av anläggningarna. Genomförandet behöver organiseras och beskrivas i processer för att rätt åtgärd sker i rätt tid och ansvaras för av rätt aktör, med en tydlig koppling mellan tidig investering och långsiktigt underhåll.

Ämnena under rubrikerna 5 och 6 är horisontella och löper genom hela processen där alla insatser behöver utgå från ett hållbarhetsperspektiv och där digitaliseringen finns med som en möjliggörare av nya sätt att arbeta.

### Kunskap om infrastrukturens tillstånd

Det vanligast efterfrågade kunskapsområdet i förstudien har varit bättre kunskap och datahantering (inhämtning, strukturering, analys och beslutsverktyg) om anläggningarnas faktiska tillstånd. Frågan uppfattas som grundläggande och behöver lösas. Flera skäl anförs för detta.

En avsevärd förmögenhet är investerad i vägar, järnvägar, VA-system och tillhörande byggnader och anläggningar. Att kunna fatta informerade beslut om var i systemen underhåll ska prioriteras får stora konsekvenser för samhällsekonomin och att investera i forskning och utveckling för att bli bättre på detta borde vara mycket lönsamt – både företags- och samhällsekonomiskt.

Många lyfter fram att underhåll inom väg, järnväg och VA kan dra lärdomar från hur underhållet organiseras i processindustrin, som i större utsträckning bygger på långsiktig planering och förebyggande åtgärder. Detta ställs i kontrast mot samhällsbyggandet där samverkan uppfattas brista mellan investeringars koppling till långsiktig underhållsplanering – prognoser över underhållsbehovet under anläggningens livscykel tas inte tillräcklig hänsyn till under driftfasen. Flera respondenter vill förklara problemet med organisatoriska faktorer – affärslogiken för långsiktigt effektivt underhåll saknas. På VA-sidan uppfattas många beställarorganisationer sakna den kritiska massa som krävs för att planera för och handla upp långsiktigt underhåll. Om underhåll av väg, järnväg och VA sköts akut då kritiska situationer uppstår blir kostnaden hög och det är svårt att få till de produktivitetsökningar som kommer till i mer långsiktiga och förutsägbara relationer mellan beställare och utförare.

### Prognostisering och beslutsstöd

För att kunna fatta bra beslut om långsiktigt underhåll behöver vi förstå sambandet mellan åtgärder och effekter, exempelvis om det är effektivare att underhålla en bro vid en viss tidpunkt på året jämfört med en annan. För att göra denna typ av detaljerade jämförelser behövs kunskap om anläggningarnas tillstånd och egenskaper i form av dataflöden över tid som kontinuerligt följs upp. Statistiska metoder och modeller behöver sedan utvecklas för att förvandla data med olika detaljnivå och kvalitet till underlag för ett bättre fungerande förebyggande underhåll.

En förutsättning för bättre beslut är vidareutveckling av livscykelanalyser (LCA). Kunskap om materials livscykelmiljöpåverkan och hållfasthet samt livslängd under olika villkor är angeläget. Kunskap om komponenters och hela anläggningars sannolika behov av underhåll samt i vilka intervall behoven uppstår behöver komma

in i beslutsunderlagen i ett tidigt skede. Även för de samhällsnyttokalkyler som används efterlyses en uppdatering – en vanlig uppfattning är att kalkylerna under-skattar de samhällsekonomiska förlusterna vid oförutsedda driftstörningar, särskilt för godstrafiken.

### **Finansiella instrument, ägande och affärsmodeller**

För att skapa incitament till en bra underhållssituation efterlyser många kunskap om hur affärslogiken för underhållet i större utsträckning kan baseras på fri konkurrens och mångfald. Idag är väg, järnväg och VA statliga och kommunala monopol. Skulle väg, järnväg och VA kunna ägas och drivas av privata företag så som delvis sker i andra länder, och vad skulle det innebära för långsiktigt underhåll? Kan bolagsformer, skatteregler och finansiella instrument utformas för att ge incitament och intresse för privata aktörer att engagera sig i långsiktig drift och underhåll av väg, järnväg och VA? Många bedömer det som angeläget att attrahera privat kapital – både för att öka andelen tillgängligt kapital för investeringar men också för att sälja av anläggningar och därmed kunna återinvestera det offentliga kapitalet i nya anläggningar. Kan pensionskapital investeras i denna typ av tillgångar som ett alternativ till statsobligationer med låga räntor och vilka regelverk skapar i så fall rätt incitament för en långsiktigt hållbar affärsmodell? ”Green Bonds” är en finansieringsform som växt kraftigt på senare år, vars tanke är att ett skattefritt obligationssparande används som finansiering för utveckling och upprustning av fastigheter i behov av miljösanering. Skulle detta kunna användas även för finansiering av investeringar och underhåll i infrastruktur? En större mångfald av aktörer och finansieringsformer menar flera skulle innebära ett snabbare lärande genom en fungerande benchmarking.

### **Organisation och processer**

Flera respondenter beskriver de största bristerna som mer kopplade till organisation, processer och samordning av aktörer än rent tekniska. De övergripande problemen med sektorns strukturer återkommer här som hämmande faktorer såsom: fragmenterad sektor med många aktörer som suboptimerar på låg nivå; låg beställarkompetens som idag beställer underhåll av specifika delar snarare än en långsiktigt definierad kvalitet i anläggningen; uppdelat ansvar mellan olika behovsägare som inte ger incitament till långsiktig utveckling.

Lösningarna som efterfrågas, och där det behövs ny kunskap, handlar om att öka beställarkompetensen så att hänsyn tas till det långsiktiga underhållet redan i tidigt investeringskede. Det handlar också om att skapa incitament för enskilda aktörer att bidra till den långsiktiga nyttan snarare än det enskilda uppdraget. Aktörernas roller, incitament, affärsmodeller och övergripande processer behöver studeras för att hitta nya lösningar. En förståelse för vilka incitamentsstrukturer och organisationsformer som får handlingar att vara ekonomiskt rationella både på samhälls-ekonomisk, företagsekonomisk/organisationsekonomisk och individnivå är viktigt för att få ett långsiktigt hållbart underhållsarbete.

### **Hållbarhet**

Hållbarhet är ett centralt syfte för respondenterna, vilket återkommer ofta i underlaget. Det övergripande målet med ”Bättre underhåll av infrastruktur” är hållbarhet ur flera perspektiv, både ekonomisk och ekologisk hållbarhet. Den sociala hållbarheten nämns inte men det kan finnas kopplingar dit också.

Klimatförändringarna nämns av många som den största utmaningen, där bland annat ökade regnmängder kommer att ställa nya krav på både planering och underhåll. För VA-anläggningar är detta mycket centralt och har bidragit till ökade satsningarna på FoU inom området, men även för väg och järnväg får detta konsekvenser som måste hanteras för att inte riskera samhällsstörningar. Det är dock inte



bara klimatförändringarna som utgör behov av satsningar utan även tydligare kontroll på livslängder, robusthet och resurshantering. Här behövs utvecklade LCC- och LCA-analyser som beslutsverktyg och för att optimera material- och resursbehovet över livscykel.

Den ekonomiska hållbarheten handlar om de stora samhällsnyttor som infrastrukturen bidrar med och att ta ansvar för de investeringar som gjorts. Dels handlar det om god förvaltning av de investeringarna genom att utnyttja de resurser vi tagit i anspråk, dels om att undvika de stora samhällskostnaderna som icke planerade avbrott och stillestånd i anläggningarna som ett bristande underhåll kan innebära.

Här behövs ny kunskap både rörande konsekvensanalyser på samhällsnivå för bristande underhåll, och på vilka åtgärder som behöver sättas in för att undvika att det sker.

### Digitalisering

Digitaliseringen nämns av många som ett högtintressant område att forska inom och utveckla för att bidra med lösningar. Det finns mycket teknik redan idag som kan utnyttjas betydligt mer, och den tekniska utvecklingen går mycket fort. Tillämpningar inom Internet of things finns nu tillgängliga, där sensorer kan användas för att ur preventivt syfte samla in data för tillståndsbedömningar (se rubrik 4.4.1) av broar, tunnlar, vägar, VA-ledningar mm. De kan användas för att mäta fukthalter, temperaturer, belastningar, korrosion, rörelser för att nämna några exempel. Ett annat sätt att samla in data om tillstånd är till exempel genom appar och online-enkäter där brukare direkt kan anmäla och rapportera brister i anläggningen.

Ny teknik kan också användas för att analysera de stora mängder data som samlas in, så kallad ”big data”. Data samlas i modeller där beräkningar och optimeringar kan göras ur många olika perspektiv samtidigt. Analyserna kan i sin tur användas för att skapa prognoser och goda beslutsunderlag enligt rubrik 4.4.2. Ett forskningsprogram inom underhåll av infrastruktur bör därför innehålla delar som skapar ny kunskap om hur tillämpningar inom ny teknik med digitaliseringens drivkraft kan implementeras i befintliga arbetssätt, och hur dessa tillämpningar också kan driva fram nya arbetssätt och processer.

### SLUTSATS 3

#### Sex viktiga fokusområden för en satsning

De behov som framkommit i utredningen om innehållet i ett forskningsprogram kan sammanfattas i sex områden:

1. Infrastrukturens tillstånd
2. Prognostisering och beslutstöd
3. Finansiella instrument, ägande och affärsmodeller
4. Processer och organisation
5. Hållbarhet - övergripande syfte
6. Digitalisering - möjliggörare

## 5. Slutsatser och rekommendationer

Behovet av att bygga upp en stabil, trygg och långsiktig kunskaps- och kompetensförsörjning för underhåll av samhällskritisk infrastruktur som vägar, järnvägar och VA-system med tillhörande byggnader och byggnadsverk är stort. I befintliga satsningar på centrubildningar och forskningsprogram är underhåll i bästa fall en medverkande men underordnad del. I förlängningen utgör denna brist ett hot mot samhället då en infrastruktur i dåligt skick får betydande negativa konsekvenser för samhällsekonomin och miljön.

En forskarmiljö dedikerad till underhåll av väg, järnväg och VA-system behöver inrättas och behöver ha en tillräckligt stor kritisk massa och långsiktig finansiering för att satsningen på allvar ska kunna ge en långsiktigt ökad kompetensförsörjning inom underhållsområdet.

### Utredningen rekommenderar Mistra att:

1. Genom lämplig form av utlysning inrätta ett strategiskt miljöforskningsprogram för underhåll av samhällskritisk infrastruktur med fokus på järnvägs-, VA- och väganläggningar samt tillhörande byggnader och byggnadsverk. Förslaget ges mot bakgrund av slutsatserna 1 och 2.
2. Ge programmet ett övergripande syfte att stödja ekologisk och ekonomisk hållbarhet för långsiktig samhällsnytta inom området. Förslaget ges mot bakgrund av slutsats 3
3. Programmet fokuserar på Tillståndsbedömningar, Prognostisering och beslutsstöd, Finansiella instrument, ägande och affärsmodeller, Processer och organisation, och att digitaliseringens möjligheter tas tillvara. Förslaget ges mot bakgrund av slutsats 3.

## 6. Bilagor

### Matris över intervjurespondenter

Respondenter har valts ut dels för att täcka alla tre infrastrukturslag, dels för att täcka olika platser i kedjan forskning-beställning-leverans. De 3 nyckelpersoner som åsyftas med beskrivningen av de inledande intervjuerna var Daniel Hellström Svenskt Vatten, Lars Redtzer Sveriges Byggindustrier och Stefan Jonsson Trafikverket Underhåll.

En detalj att känna till med avseende på nedanstående matris är att för många respondenter är inte gränsen mellan väg och järnväg speciellt tydlig. Ofta arbetar man med t.ex. broar, tunnlar och material för båda transportslagen. Indelningen på transportslag kan därför bli något godtycklig. Materialfrågor som t.ex. betong är även det övergripande för alla tre infrastrukturslagen. Vissa personer har insyn i och erfarenhet av fler än en del i kedjan, och finns därför med i flera rutor.

	Väg	Järnväg	VA
<b>Forskning</b>	<i>Mårten Lindström, More10 AB. Staffan Hintze, NCC. Lars Redtzer, Sveriges Byggindustrier. Bror Sederholm, Swerea Kimab.</i>	<i>Mårten Lindström, More 10 AB. Staffan Hintze, NCC. Lars Redtzer, Sveriges Byggindustrier. Bror Sederholm, Swerea Kimab. Sebastian Stichel, Järnvägsgruppen KTH. Bror Sederholm, Swerea Kimab.</i>	<i>Daniel Hellström, Ann Adrup och Hans Bäckman, Svenskt Vatten. Birgitta Olofsson, Tyréns.</i>
<b>Beställare</b>	<i>Ted Ell, Trafikkontoret Stockholms Stad. Lahja Rydberg-Forsbeck och Rickard Rosenlund, Trafikverket Investering. Stefan Jonsson, Trafikverket Underhåll.</i>	<i>Lahja Rydberg-Forsbeck och Rickard Rosenlund, Trafikverket Investering. Stefan Jonsson, Trafikverket Underhåll.</i>	<i>Daniel Hellström, Ann Adrup och Hans Bäckman, Svenskt Vatten.</i>
<b>Konsult</b>	<i>Ann-Catrin Malmberg, WSP Infrastructure</i>	<i>Ann-Catrin Malmberg, WSP Infrastructure. Björn Svanberg, Sweco Infrastructure</i>	<i>Birgitta Olofsson, Tyréns.</i>
<b>Entreprenör</b>	<i>Staffan Hintze, NCC. Lars Redtzer, Sveriges Byggindustrier.</i>	<i>Staffan Hintze, NCC. Lars Redtzer, Sveriges Byggindustrier.</i>	<i>Stefan Indahl, Aarslefs.</i>
<b>Leverantör</b>	<i>Malin Löfsjögård, Svensk Betong.</i>	<i>Malin Löfsjögård, Svensk Betong.</i>	<i>Malin Löfsjögård, Svensk Betong.</i>

---

## Arbetsmöten

### Omvärldsutskottet

Utskottsmötet genomfördes 14 september och cirka 35 minuter ägnades åt gruppdiskussioner för utredningen. Deltagarna utgjordes av följande 14 personer:

- ▶ *Anders Persson*, Svenska Teknik- och Designföretagen,
- ▶ *Eva Schelin*, IQ Samhällsbyggnad,
- ▶ *Therese Pehrson*, Kommunförbundet Skåne
- ▶ *Ulrika Stenkula*, White Arkitekter
- ▶ *Erik Westin*, Akademiska Hus
- ▶ *Lotta Werner*, Flyborg NCC
- ▶ *Anna Jarnehammar*, IVL,
- ▶ *Per Åhman*, Sveriges Byggindustrier
- ▶ *Ann-Sofie Eriksson*, Sveriges Kommuner och Landsting
- ▶ *Caroline Dahl*, Sveriges Lantbruksuniversitet
- ▶ *Magnus Brink*, IQ Samhällsbyggnad,
- ▶ *Catarina O' Cofaigh*, Sveriges Arkitekter
- ▶ *Johan Skarendahl*, IQ Samhällsbyggnad (processledare),
- ▶ *Thomas Nilsson*, Mistra

### Genomförandeutskottet

Utskottsmötet genomfördes 26 september och cirka 35 minuter ägnades åt gruppdiskussioner för utredningen. Deltagarna utgjordes av följande 18 personer:

- ▶ *Ronny Andersson*, Cementa,
- ▶ *Anna Land*, IQ Samhällsbyggnad,
- ▶ *Daniel Hellström*, Svenskt Vatten,
- ▶ *Maria Brogren*, Sveriges Byggindustrier,
- ▶ *Anita Ihs*, VTI,
- ▶ *Mårten Lindström*, More10 AB,
- ▶ *Ruben Aronsson*, SBUF,
- ▶ *Agneta Persson*, WSP,
- ▶ *Hans Söderström*, Installatörerna,
- ▶ *Amy Rader Olsson*, IQ Samhällsbyggnad,
- ▶ *Jenny Gode*, IVL,
- ▶ *Kristina Mjörnell*, SP,
- ▶ *Johan Skarendahl*, IQ Samhällsbyggnad (processledare),
- ▶ *Lisa Daram*, Arkus,
- ▶ *Staffan Hintze*, NCC,
- ▶ *Olle Samuelson*, IQ Samhällsbyggnad
- ▶ *Lahja Rydberg Forssbeck*, Trafiverket Investering,
- ▶ *Thomas Nilsson*, Mistra

## 7. Referenser

- Bergman, M., & Hallberg, A. (2016). *Svenskt Näringslivs inspel till regeringens infrastrukturproposition*. Stockholm: Svenskt Näringsliv.
- Chalmers Tekniska Högskola. (den 27 oktober 2016). *Dricks - Forskningsprojekt*. Hämtat från Chalmers Tekniska Högskola: <http://www.chalmers.se/sv/centrum/dricks/projekt/Sidor/Forskningsprojekt.aspx>
- Energimarknadsinspektionen. (den 27 10 2016). *Energimarknadsinspektionen Statistik*. Hämtat från Energimarknadsinspektionen: [http://www.ei.se/Documents/Publikationer/arsrapporter/fjarrvarme/rapporter\\_om\\_drift\\_och\\_affars\\_forhallanden/Distribution\\_per\\_prisomrade.xlsx](http://www.ei.se/Documents/Publikationer/arsrapporter/fjarrvarme/rapporter_om_drift_och_affars_forhallanden/Distribution_per_prisomrade.xlsx)
- Grahn, E., & Wallnerström, C.-J. (2016). *Leveranssäkerhet i Sveriges elnät 2014*. Eskilstuna: Energimarknadsinspektionen.
- Göteborgs hamn. (den 24 oktober 2016). *Om Göteborgs hamn*. Hämtat från Göteborgs hamn: <http://www.goteborgshamn.se/goteborgs-hamn-ab/om-goteborgs-hamn-ab/>
- Nelldal, B. L. (2014). *Större trafikavbrott vid Sveriges järnvägar 2000 2013 och dess effekter på transportkunderna*. Stockholm: Kungliga Tekniska Högskolan.
- Shift2Rail. (den 03 11 2016). *Infrastructure - Innovation Programme 3*. Hämtat från Shift2Rail: <http://shift2rail.org/research-development/ip3/>
- Swedavia. (den 24 oktober 2016). *Finansiell Information*. Hämtat från Swedavia: <https://www.swedavia.se/om-swedavia/finansiell-kommunikation/>
- Svenskt Vatten. (den 02 11 2016). *Rörnät & Klimat*. Hämtat från Svenskt Vatten: <http://www.svensktvatten.se/vattentjanster/rornat-och-klimat/>
- Svenskt Vatten Utveckling. (den 27 oktober 2016). *Svenskt Vatten Utveckling Filarkiv*. Hämtat från Svenskt Vatten: <http://vav.griffel.net/vav.htm>
- (2015). *Svenskt Vattens Hållbarhetsindex*. Stockholm: Svenskt Vatten.
- Trafikverket. (den 03 11 2016). *Byggnadsverk inom Transportsektorn*. Hämtat från Trafikverket: <http://www.foi-bbt.se/web/page.aspx?refid=22>
- Trafikverket. (den 27 oktober 2016). *Inriktningsdokument FoI-portföljer 2016-2018*. Hämtat från Trafikverket: [http://www.trafikverket.se/contentassets/869f2edcbb3c40a795aa59c2foa0feef/inriktningsdokumnet\\_foi\\_portfoljer\\_2016\\_2018\\_ver\\_1\\_0.pdf](http://www.trafikverket.se/contentassets/869f2edcbb3c40a795aa59c2foa0feef/inriktningsdokumnet_foi_portfoljer_2016_2018_ver_1_0.pdf)
- Trafikverket. (den 02 11 2016). *Sveriges järnvägsnät*. Hämtat från Trafikverket: <http://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/jarnvag/Sveriges-jarnvagsnat/>
- Trafikverket. (den 02 11 2016). *Sveriges vägnät*. Hämtat från Trafikverket: <http://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/vag/Sveriges-vagnat/>





