

INFRA SWEDEN 2030

Kunskapssammanställning om branschfakta och utvecklingstrender inom transportinfrastruktursektorn

Rapport 2019-10-31

Tyréns AB, Mia Wahlström, Ida Ingmansson,
Alazar Ejigu och Jan Eklund



Om uppdraget och rapporten

Uppdraget

Tyréns uppdrag omfattar en kunskapssammanställning med branschfakta och utvecklingstrender som utgångspunkt för InfraSweden2030:s utlysningar och utvecklingsprojekt.

Den del av uppdraget som omfattar utvecklingstrender har som målsättning att beskriva vad som är på gång i akademien och branschen just nu. Det handlar dels om nuvarande inriktning på forskning och verksamhet men även om att ta reda på vad som är framtidens fokusfrågor. Den del av uppdraget som omfattar branschfakta fokuserar på relativt yttlig kunskap som är lätt att kommunicera. Den bör även inkludera grundfakta i termer av viktiga nyckeltal.

Sammanställningen ska vara beskrivande, inte analyserande.

Datainsamling

- Intervjuer med experter i branschen samt med fokusgruppleddare och andra nyckelpersoner inom InfraSweden2030. Totalt har elva personer intervjuats. Samtliga intervjupersoner sist i detta dokument.
- Skriftliga källor i form av forskningsrapporter samt webbsidor, rapporter och publikationer från olika myndigheter och organisationer i branschen. Samtliga källor listas längst bak i rapporten.

Struktur på rapporten

- Introduktion: om uppdraget, Tyréns reflektioner, ordlista
- Del 1: Utvecklingstrender
- Del 2: Branschfakta
- Nästa steg – förslag på tillägg till uppdraget
- Intervjupersoner och skriftliga källor

Tyréns reflektioner

Efter genomfört uppdrag presenterar Tyréns här ett antal reflektioner som grundar sig i trendspaning och faktasammanställning:

- Insamlat material antyder att det finns goda grunder att anta att forskning kring samverkan, upphandlingsmodeller, organisation och affärsupplägg är intressanta uppslag för InfraSweden2030.
- Samverkan framstår som centralt i en föränderlig värld där innovation och ny teknik introduceras i hög takt. Samverkan blir nödvändigt mellan olika delar av infrastrukturbranschen samt mellan branscher. På så sätt kan exempelvis digitaliseringens nyttor lättare realiseras och nya kompetenser lättare involveras.
- Upphandlingsmodeller är viktigt att utforska vidare, särskilt som offentliga sektorn står för en stor del av infrastrukturinvesteringarna och efterkommande drift och underhåll. Inom upphandling är det av intresse att stödja införande av ny teknik, nya kompetenser samt att främja innovation. Det är även centralt att fördela risker för att värna om offentliga resurser.
- Det finns många digitala system som mäter tillstånd i infrastrukturen. Ett forskningsuppdrag är att utforska affärsupplägg som på ett bra sätt tar hand om all denna data och omsätter den på ett ändamålsenligt sätt. I takt med att infrastrukturen digitaliseras behöver även organisationerna göra detta.

Ordlista och förklaringar

Förkortningar:

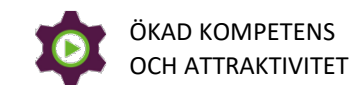
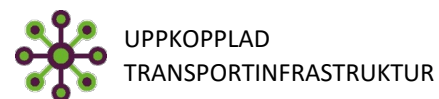
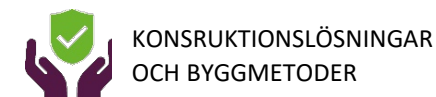
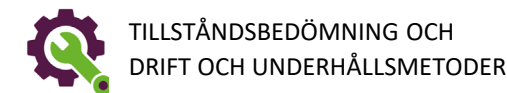
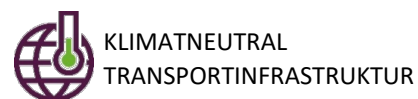
- **AMA** - Allmän material- och arbetsbeskrivning. Ett referensverk med texter som beskriver krav på material, utförande och färdigt resultat för vanliga arbeten i byggproduktionen. Dessa krav kan ses som sådana som branschen uppfattar som god praxis, allmänt accepterad kvalitet, beprövad teknik och fackmässigt utförande. Ges ut av AB Svensk Byggtjänst.
- **BIM** - Building Information Model (Byggnadsinformationsmodellering). BIM innebär att en 3D-modell skapas i en byggprocess för projektering och visualisering med målet att samla information om byggnader och processerna och besluten kring byggnaden. BIM är en modern arbetsmetod i byggprocesser och det är ett brett men relativt vedertaget namn/begrepp under 2000-talet som tolkas olika beroende på vem som använder det.
- **CCS** - Carbon Capture and Storage (Geologisk lagring av koldioxid), är en teknik där koldioxid från större punktutsläpp av koldioxid, såsom kolkraftverk, gaskraftverk, stålverk och cementindustrier, avskiljs från rökgaser och lagras i geologiska formationer djupt under markytan eller havsbotten.
- **GGBS/GGBFS** - Ground Granulated Blastfurnace Slag - bildas genom att kyla ner smält järnslag (en restprodukt vid järn och ståltillverkning), i vatten eller ånga för att framställa en produkt som sedan torkas och mals till ett fint pulver. Pulvret har visat goda egenskaper för framställning av betong och kan till viss del ersätta cement. Då det är en biprodukt har GGBFS ingen koldioxid-påverkan.
- **ITXPT** - Information Technology for Public Transport - möjliggör driftskompatibilitet mellan IT-system inom kollektivtrafik genom att erbjuda offentlig specifikation av IT-arkitektur baserad på standarder med öppna gränssnitt för olika IT-system.
- **LCA** - Life Cycle Assessment (Livscykelanalys) är en metod för att åstadkomma en helhetsbild av hur stor den totala miljöpåverkan är under en produkts livscykel från råvaruutvinning, via tillverkningsprocesser och användning till avfallshanteringen, inklusive alla transporter och all energiåtgång i mellanleden.
- **LCC** - Life Cycle Cost (Livscykelkostnadsanalys) är resultatet av en ekonomisk analys där totala kostnader och intäkter för ett system eller en produkt sammanställs över dess livslängd. LCC kan användas för utvärdering av olika alternativ vid utveckling, offertgivning, konstruktion eller underhåll av produkten under dess livslängd.

- **SBUF** - Svenska Byggbranschens utvecklingsfond, är den svenska byggbranschens egen organisation för forskning och utveckling med nära 5 000 anslutna företag i Sverige. Svenska Byggbranschens utvecklingsfond verkar för att utveckla byggprocessen.
- **SIP** – Strategiskt innovationsprogram
- **TRV** - Trafikverket

Begrepp:

- *Social hållbarhet* - handlar om att sträva mot ett samhälle där grundläggande mänskliga rättigheter uppfylls. Hållbar utveckling handlar om att långsiktigt bevara vattnens, jordens och övriga ekosystems produktionsförmåga och att minska den negativa påverkan på naturen och människors hälsa.
- *Back end-system* – IT-systemets administrationsdel, grundsystem, inre system, ”bakände”, dvs servrar och databaser som vanligtvis inte är synliga för slutanvändarna.
- *Intermodalitet* - betyder att en transport av en godsenshet eller en typ av passagerare kan ske med utnyttjande av flera transportsätt

Symboler som betecknar InfraSweden2030:s sex fokusområden:





DEL 1: UTVECKLINGSTRENDER

Inledning

Vår syn på trender

Trender är genomgripande skiften som påverkar vårt samhälle och våra invånare under en lång tidsperiod. En trend skapas utifrån en kombination av förändringsfaktorer eller utvecklingen i en enskild faktor. Så småningom skapas ett beteende som accepteras av allt fler människor och påverkar oss under lång tid framöver. Många trender är globala, och får konsekvenser över hela världen, medan andra har en mer begränsad geografisk spridning. Trender befinner sig i olika stadier – de växer fram under en längre tidsperiod och kan sägas följa en trendlivscykel.

Vissa trender är nya och mer osäkra, vilket gör det svårare att bedöma konsekvenserna. Andra trender är väldigt mogna, och det kan t.o.m. verka konstigt att prata om dem som trender – de ses mer som ett klart faktum. Så länge en trend är ett fenomen som påverkar och förändrar beteendet hos människor bör denna ändå betraktas som en trend.

Tyréns har valt ut fem trender som kan påverka utvecklingen av transportinfrastrukturen i Sverige kraftigt.

Betydelse för transportinfrastrukturen

Trender kan ha direkt effekt på utveckling av själva infrastrukturen eller indirekt effekt genom att ställa nya villkor för möjlig förändring, till exempel när nya sätt att transportera gods och människor dyker upp, eller när människor börjar ändra sitt resebeteende eller prioritera ett transportmedel över ett annat.

Innehåll – Del 1: Utvecklingstrender

Rapporten sammanfattar de viktigaste trenderna och går igenom ett antal megatrender, i tur och ordning: hållbarhet, digitalisering, urbanisering, tjänstebaserad ekonomi samt samhällssäkerhet och sårbarhet. Respektive megatrend har följande innehåll:

- Trendens uttryck inom transportinfrastrukturen
- Nyckelord återges för transportinfrastrukturstrenden
- Möjligheter och utmaningar med trenden beskrivs
- Kommentarer kopplat till trenden genom citat från intervjupersonerna
- Vilka fokusområden som kan kopplas till trenden



HÅLLBARHET

Klimatneutral transportinfrastruktur

Fokus på hållbarhet och fossilfrihet framstod utifrån såväl intervjuer som litteratur som den viktigaste trenden i såväl samhället som transportinfrastrukturen. Innovationer, samverkan och ny teknik för att minska utsläppen och öka resurseffektivitet genomsyrar nästan all aktuell forskning och samtliga InfraSwedens fokusområden. En kombination av kundkrav, marknadsinitiativ, klimatmål och långsiktiga styrmedel leder till omställning inom transportinfrastrukturen.

Trendens uttryck i transportinfrastrukturen

- **Krav på fossilfrihet ökar**- Parisavtalet och Agenda 2030 är exempel på internationella överenskommelser. Nationellt finns kravet på noll nettoutsläpp av växthusgaser från bygg- och anläggningssektorn 2040 (TRV, 2018) (ffs, 2018).
- **Elektrifiering**- Elektrifiering av såväl fordon som infrastruktur ökar (Gruhs, 2019).
- **Fossilfri teknik både vanligare och billigare**- Tester görs nu exempelvis på elektrifiering av vägar (TRV, 2018).
- **Styrmedlen blir hårdare**- Det finns en rad styrmedel för att minska CO₂-utsläpp både i Sverige och internationellt (ffs, 2018).

MÖJLIGHETER

- Ökad medvetenhet och motivation hos konsumenterna att göra miljömedvetna val (Olofsson, 2019).
- Elektrifiering av fordon och infrastruktur sker i snabb takt (Gruhs, 2019).
- Ökade krav på minskade utsläpp genom hela livscykeln (ffs, 2018).
- Högt satta politiska mål för minskade utsläpp inom transportinfrastrukturen (ffs, 2018).
- Stora framsteg inom materialforskning ger minskade koldioxidutsläpp (ex. betong, cement, asfalt och stål) (Uppenberg, 2019).

UTMANINGAR

- Ökad samordning mellan länder krävs för att höja tågtrafikens konkurrenskraft (Olofsson, 2019).
- Ansvarsfrågan för att möta klimatmålen är ofta otydlig (Gruhs, 2019).
- Behov av innovationsupphandlingar för att kunna testa och demonstrera nya lösningar (Gruhs, 2019).
- Sverige ligger efter när det kommer till användningen av GGBS för att ersätta cement. AMA och föreskrifter hos Trafikverket utgör hinder för ökad användning (Gruhs, 2019).
- Begränsning i masshantering, lagstiftning och bristande teknik gör det svårt att återvinna material på plats (Gruhs, 2019).

TYDLIG KOPPLING TILL



KLIMATNEUTRAL
TRANSPORTINFRASTRUKTUR

TILLSTÅNDSBEDÖMNING OCH DRIFT OCH
UNDERHÅLLSMETODER

”Trots kaoset inom spårtrafiken i Sverige förra året har personresor med tåg ökat med 30%! Folk har fattat nu – medvetenheten om hållbarhet driver människors val snarare än pengar och tid.”

Birgitta Olofsson, Tyréns

”Materialfrågan är en stor puss i hållbarhet. Vi måste få fram klimatneutrala material. Betong, asfalt och stål är idag stora klimatbovar i anläggningsbranschen.”

Stefan Uppenberg, WSP

HÅLLBARHET: Forsknings- och innovationsområden


Exempel på forsknings- & innovationsområden	Kommentarer	Berörda fokusområden
Minskade koldioxidutsläpp från materialframställning	Framsteg görs för framställning av cement, stål, betong och asfalt (Silfwerbrand och Uppenberg, 2019)	
Reparation och underhåll av befintlig infrastruktur	Mer forskning krävs kopplat till underhåll och reparation av befintlig infrastruktur (Silfwerbrand, 2019)	
Upphandling som tar hänsyn till social hållbarhet	Forskning har börjat bedrivas, bl.a. genom projektet "Hela kedjan" som görs av SBUF, men det finns fortfarande stor utvecklingspotential (Uppenberg, 2019)	
LCA och LCC genom hela produktionskedjan	Mycket forskning bedrivs på området men ett problem är att valet av lösningar till slut ofta blir en kostnadsfråga (Silfwerbrand, 2019)	
Förbättrad (förlängd) livslängd hos infrastrukturen	Beaktar inte drift- och underhållskostnad i tillräcklig utsträckning, saknas modeller för att beräkna samlade effekter av olika åtgärder (Ihs, 2019)	
Masshantering	Lagstiftning kopplat till masshantering försvårar återanvändning på plats (Uppenberg, 2019)	



Foto: Transportstyrelsen

DIGITALISERING

Digitalisering och automatisering av transportinfrastruktursektorn

Högre grad av automation och ny teknik leder till effektivisering av transportinfrastrukturen och skapar nya plattformar, samarbetsformer och affärsmodeller.

Trendens uttryck i transportinfrastruktursektorn

- **Automatisering och AI genomsyrar utvecklingen av transportinfrastrukturen**- Sjävlärande teknik utvecklas snabbt och kommer att bli allt mer uppenbar i framtiden (TVR, 2018).
- **Kombinerad mobilitet som tjänst ökar**- Smarta system gör det möjligt att optimera resor genom kombination av olika färdmedel (Olofsson, 2019).
- **Informationsflödet i transportsystemet ökar**- Digitaliseringen genererar stora mängder information (sakernas internet) som ger beslutsstöd om t.ex. underhållsbehov och möjlighet till optimering och säkerhetsåtgärder (TVR, 2018).
- **Vissa resor kan rationaliseras bort**- Genom digital teknik blir det lättare att genomföra arbete och möten på distans (Gruhs, 2019).

MÖJLIGHETER

- Rätt information, i rätt skede till rätt personer skapar mycket stora möjligheter till en resurseffektivisering i hela värdekedjan (ffs, 2018).
- Underhåll av infrastrukturen kan optimeras genom information/Big data, vilket leder till såväl ekonomiska som miljömässiga konkurrensfördelar (ffs, 2018).
- Ny teknik som "digitala tvillingar och VR" gör att det går att testa nya lösningar både miljö- och kostnadseffektivt (SBU, 2017).
- Intelligent system samordnar transportsystemet och möjliggör optimerade kombinationsresor (Olofsson, 2019). Riskfyllda arbeten kan skötas av robotar (Gruhs, 2019).

UTMANINGAR

- Jobb rationaliseras bort (Gruhs, 2019).
- Risker för dataintrång och systemfel ökar (TVR, 2018).
- Tekniken används inte för att nå transportmålen per automatik, politisk styrning krävs (TVR, 2018).
- Bilen riskerar att få än större konkurrensfördelar än andra trafikslag genom "smart teknik" (Gruhs, 2019).

TYDLIG KOPPLING TILL



UPPKOPPLAD
TRANSPORTINFRASTRUKTUR

ÖKAD PRODUKTIVITET

"Vi skulle ha glädje av att bättre förstå vilken stöttning som finns att få av EU för digitala innovationer i transportinfrastruktursektorn."

Gunnar Johansson, Currant AS

"Digitalisering riskerar att göra bilen än mer konkurrenskraftig genom smarta system och tjänster. Det blir en utmaning att utveckla infrastrukturen för tåg och kollektivtrafik för att bli ett likvärdigt alternativ."

Pontus Gruhs, TRV

DIGITALISERING: Forsknings- och innovationsområden

Exempel på forsknings- & innovationsområden	Kommentarer	Berörda fokusområden
Användning av drönare i transportinfrastrukturen	Drönare tros bli en integrerad del av framtidens transportinfrastruktur (TRV, 2018)	
Standarder för dataformat och klassificering	Tolkning av geofysisk, geologisk och hydraulisk data behöver standardiseras för att minska variation mellan utförare (InfraSweden2030)	
Självkörande fordon	Forskningen går snabbt framåt för såväl väg- som järnvägsfordon (TRV, 2018)	
Blockkedjeteknik	Det krävs mer forskning för att säkra informationsflödena, blockkedjeteknik är ett sätt. Forskning bedrivs på området (av bl.a. IBM) men inte kopplat till infrastrukturen (Uppenberg, 2019)	
BIM	Har inneburit något av en teknisk revolution i byggbranschen och används i allt större utsträckning i anläggningsbranschen (TVR, 2018)	
Structrual health monitoring för tillståndsmätning och underhåll	Används främst för övervakning av nya konstruktioner, men har potential att utvecklas även för befintlig infrastruktur (Silfwerbrand, 2019)	
Stora datamängder, "Big data"	För närvarande inkluderas främst tolkningar av stora datamängder i BIM, men i framtiden finns behov av att även inkludera rådata (InfraSweden2030)	





URBANISERING

Krav på tillgänglighet genom effektivisering av transportinfrastrukturen.

Allt fler människor väljer att flytta till städer. Samtidigt ökar arbetspendlingen in till städerna och mobiliteten inom staden. Detta ställer höga krav på utvecklad, effektiv, synkroniserad och hållbar transportinfrastruktur.

Trendens uttryck i transportinfrastruktursektorn

- **Befolkningen växer och resandet inom och till städerna ökar**- Mellan 2014 och 2040 beräknas det sammanlagda transportarbetet för färdsattnen bil, buss, tåg och flyg öka med 32 procent, enligt Trafikverkets Basprognos 2018 (TVR, 2018).
- **Tillgänglighet blir allt viktigare**- Städerna växer och blir flerkärniga i större utsträckning. Det är vanligt att jobba, bo och utföra fritidsaktivitet i helt olika delar av staden (TVR, 2018).
- **Digitalisering ger nya restrender**- Bildningstjänster ökar i snabb takt och minskar behovet av att äga en bil. Allt fler tjänster går att beställa och godstransporter av varor ökar (P. Gruhs, intervju) (TVR, 2018)

MÖJLIGHETER

- Standardisering är en trend, men har inte nått sin fulla potential (Retzer, 2019).
- Möjligheter för gång- och cykelresor samt smidiga, energieffektiva och klimatsmarta gods- och avfallstransporter (ffs, 2018).
- Nya modeller för upphandling främjar innovation och hållbarhet (ffs, 2018).

UTMANINGAR

- Befolkningstillväxt sätter press på transportsystemet (Retzer, 2019).
- Mer värde måste produceras för samma pengar genom ökad effektivitet och långsiktighet (Retzer, 2019).
- Det blir en utmaning att åstadkomma jämlikhet inom transportinfrastrukturen, med god tillgänglighet för alla, samtidigt som staden växer på bekostnad av landsbygden och segregationen ökar såväl inom som mellan städerna (TRV, 2018).

TYDLIG KOPPLING TILL



ÖKAD PRODUKTIVITET

KONSTRUKTIONSLÖSNINGAR OCH BYGGMETODER

”Entreprenörer behöver ha möjlighet att jobba med forskning och utveckling inom infra för att höja innovationstakten. För att det ska gå måste det vara lönsamt. Det kräver en upphandlingsmodell som stimulerar till innovationer. Där finns det mycket som kan bli bättre.”

Staffan Hintze, NCC

URBANSIERING: Forsknings- och innovationsområden

Exempel på forsknings- & innovationsområden	Kommentarer	Berörda fokusområden
Industrialiserat byggande	Det finns stora möjligheter till kostnadsbesparingar genom industriellt byggande, men upphandlingsmodellerna behöver anpassas så att det blir lönsamt att utveckla strategier för detta (Hintze, 2019)	
Användning av ITXPT	Branschens organisationer ser ett behov av ökad samordning inom ITXPT (Johansson, 2019)	
Standardisering av byggkomponenter	Det finns potential att jobba mer med exempelvis prefabricerade byggkomponenter för att pressa kostnader, med idag saknas upphandlingsmodeller som gynnar den typen av innovation (Hintze, 2019)	
Modeller för innovationsfrämjande upphandling	Vi skulle kunna tillämpa upphandlingslagen på ett annat sätt om organisationen kunde tillåta misslyckanden för att accelerera innovationen. Nu kan vi inte ta minsta risk (Johansson, 2019)	
Logistik för godstransporter	Logistik för godstransporter är en viktig fråga när städerna blir täta och allt mer komplexa. Detta gäller inte minst frågan om självkörande godstransporter i stadsmiljö (TRV, 2018)	





TJÄNSTEBASERA D EKONOMI

Ökat behov av samverkan och nya affärsmodeller

Olika sektorer måste samverka för att lösa samhällsutmaningarna. Infra hänger intimt samman med samhällsutvecklingen i övrigt. Nya affärsmodeller och nya modeller för upphandling utvecklas och det finns ett behov av samarbete mellan kompetenser för att hitta innovativa lösningar och ta vara på kunskap.

Trendens uttryck i transportinfrastruktursektorn

- **Ökade krav på samverkan mellan olika aktörer**- Den regionala planeringen spelar en viktig roll för att matcha regionala och lokala satsningar på bostäder och arbetsmarknad med en utbyggd och anpassad infrastruktur, i första hand tillsammans med näringsliv och kommuner (TRV, 2018).
- **Trafikinfrastrukturen blir avgörande för att utveckla landsbygden**- Detta genom att bl.a. skapa större arbetsmarknadsregioner och förutsättningar för turism (TRV, 2018).
- **Transportpolitiken berör allt fler samhällsutmaningar och infattar nya aktörer**- Transportsystemet berör såväl social – och ekonomisk som ekologisk hållbarhet, detta blir särskilt tydligt i ”förhandlingsplaneringen” (TRV, 2018).
- **Transportsystemet internationaliseras allt mer**- På europeisk nivå tas initiativ för ökad integration mellan trafikslagen (ffs, 2018).

MÖJLIGHETER

- Branschen blir mer tvärvetenskaplig och nya kunskapsområden integreras i transportinfrastruktursektorn (Retzer, Dozzi, 2019).
- Nya affärsmodeller och upphandlingsmodeller utvecklas och testas (men det går för långsamt) (Retzer, 2019).
- Ökad internationell samverkan genom gemensamma mål och strategier inom EU (Trafikverket, 2018).

UTMANINGAR

- Ansvarsfördelningen mellan olika aktörer måste tydliggöras och bli mindre känslig för politiska svängningar (Gruhs, 2019).
- Få in kompetens från nya sektorer som exempelvis beteendevetare och IT-experter (Retzer, Dozzi, 2019).
- Uppföljning av upphandlingsmodeller är eftersatt (Uppenbergs).
- Risker måste delas mellan beställare och entreprenör i högre grad och det behöver bli lönsamt att satsa på FoU (Gruhs, 2019).
- Samverkan mellan olika forskningsprogram måste öka. Det måste finnas en kontinuitet och ett långsiktigt mål med samverkansformerna (Uppenbergs).

TYDLIG KOPPLING TILL



ÖKAD KOMPETENS OCH ATTRAKTIVITET

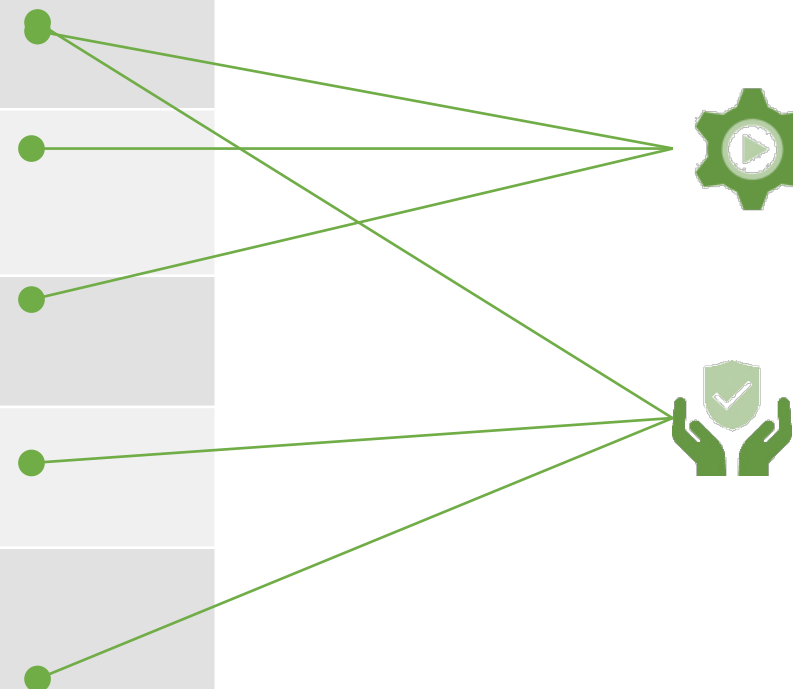
KONSTRUKTIONSLÖSNINGAR OCH BYGGMETODER

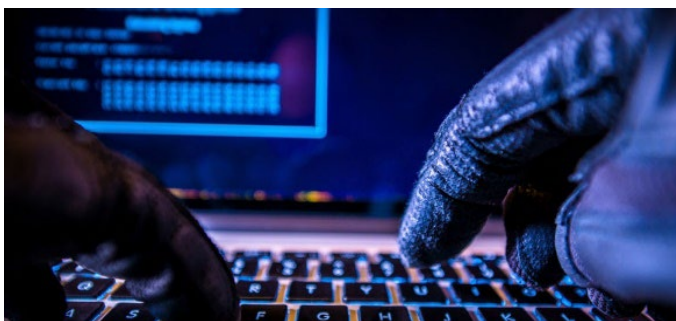
”Det är en lång resa från att se en god idé till att kommersialisera det hela och visa att vi kan leverera ett värde. Vi behöver, genom aktivt arbete, påskynda den processen.”

Gunnar Johansson, Currant AS

TJÄNSTEBASERAD EKONOMI: Forsknings- och innovationsområden

Exempel på forsknings- & innovationsområden	Kommentarer	Berörda fokusområden
Metoder för samverkan mellan innovationsprogram	Effektivare former för samverkan mellan innovationsprogram krävs (Uppenberg, 2019)	
Nya vägar att dela information, verktyg och strategier internationellt	Det finns mycket att lära av andra länder både inom och utanför Europa, men det behövs en bättre struktur för erfarenhetsåterföring (Gruhs, 2019)	
Strategier för ökad jämställdhet och mångfald inom branschen	Det har kommit in fler kvinnor i branschen vilket är positivt, fortsatta satsningar på jämställdhet och mångfald behövs (Retzer, 2019)	
Utveckling av nya finansieringsformer	Idag är det väldigt långa ledtider från idé till byggnation, nya finansieringsformer krävs för att effektivisera processen (Olofsson, 2019)	
Utveckling av effektiva affärsmodeller	Det finns exempelvis potential att arbeta mer med övergångskrav, vilket är mer beprövat i andra branscher. För att lyckas krävs samverkan och förankring hos branschen (Gruhs, 2019)	





SAMHÄLLSSÄKERHET OCH SÅRBARHET

Krav på robusta transportsystem

Kraven ökar på att kunna upprätthålla funktionaliteten i systemet även vid extrema vädersituationer och vid höjd beredskap. I takt med ökad digitalisering i transportsystemet ökar även behovet av informationssäkerhet och säkerhetsskydd.

Trendens uttryck i transportinfrastruktursektorn

- **Kraven på funktionalitet ökar-** Ökad uppkoppling och synkronisering gör transportsystemet sårbart för störningar (TRV, 2018).
- **Informationssäkerhet växer kraftigt i betydelse-** Ökade informationsflöden, ny teknik och synkronisering mellan olika system leder till nya risker för dataintrång (TRV, 2018).
- **Terrorhot påverkar transportsystemen-** Varje år begås ett stort antal terrorattentat i världen, där transportsystemet ofta är målet (TRV, 2018).
- **Klimatförändringar hotar infrastrukturen-** Infrastrukturen måste anpassas till höjda havsnivåer, extrema väder och höjda temperaturer (Silfwerbrand, 2019).
- **Otrygghet begränsar användningen av transportsystemen-** Flera undersökningar visar att otryggheten ökar i Sverige och i världen och får konsekvenser för människors resebeteende (TRV, 2018).

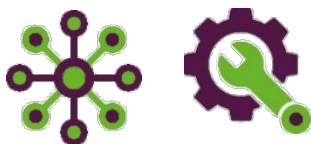
MÖJLIGHETER

- Potential för ökad trafiksäkerhet genom automatisering av spår och vägtrafik, genom jämnare trafikflöden och exakta avstånd mellan godstransportfordon (Regeringskansliet, 2018).

UTMANINGAR

- Mer forskning kopplat till transportinfrastrukturens anpassning till klimatförändringar krävs för tillräcklig beredskap för framtida utmaningar (Silfwerbrand, 2019).
- Mer fokus krävs på upprustning och reparation av befintlig infrastruktur snarare än att bygga nytt (Silfwerbrand, 2019).

TYDLIG KOPPLING TILL



UPPKOPPLAD
TRANSPORTINFRASTRUKTUR

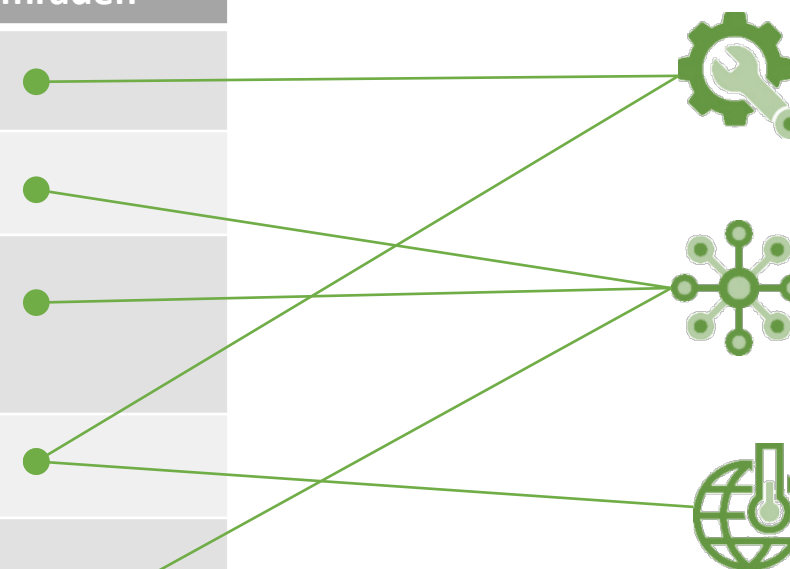
TILLSTÅNDSBEDÖMNING
OCH UNDERHÅLLSMETODER

”Vi forskar mycket på hur vi kan minska utsläpp av koldioxid, men när det kommer till klimatanpassning av infrastrukturen för att kunna hantera de klimatförändringar som trots allt kommer att ske görs det alltför lite. Frågar du mig är det det viktigaste forskningsområdet att prioritera nu.”

Johan Silfwerbrand, KTH

SAMHÄLLSSÄKERHET OCH SÅRBARHET: Forsknings- och innovationsområden

Exempel på forsknings- & innovationsområden	Kommentarer	Berörda fokusområden
Brandsäkerhet och utrymning av tunnlar	Stora framsteg görs	
Informationssäkerhet och datahantering	Behov av mer forskning (Silfwerbrand, 2019)	
Big data för att öka säkerheten i trafiksystemet genom informations- och underhållsinsatser	Mer forskning behövs på området (Silfwerbrand, 2019)	
Klimatanpassning	Allt för lite forskning bedrivs om klimatanpassning (Silfwerbrand, 2019)	
Validering och simuleringstekniker för spridning av brand och brandgaser	Risker ökar i och med utveckling av komplexa, mångfunktionella byggnader med transportfunktioner. Mer forskning krävs (InfraSweden2030)	



DEL 2: BRANSCHFAKTA



Inledning

Så redovisas branschfakta

Den branschfakta som Tyréns har sammanställt redovisas i följande fyra delområden:

- styrning och planering
- livscykeloptimering
- uppkoppling och synkronisering
- kompetensförsörjning

Eftersom InfraSweden2030:s fokusområden till stor del överlappar varandra valdes istället denna struktur, vilken inspirerades av EU:s expertgruppsrapport (EU, 2017), för Tyréns redovisning av branschfakta.

Fokus i denna rapport ligger på grundfakta och nyckeltal med koppling till InfraSweden2030:s mål och vision samt dess fokusområden. Syftet är ett flexibelt arbetsmaterial som kan anpassas till aktuellt användningsområde. Syftet har varit att ta fram fakta som är väl grundad men ändå enkel att kommunicera. Målsättningen är också att materialet ska vara beskrivande och inte analyserande.

Urval

Urvalet av vilka fakta och nyckeltal som redovisas har genomförts av Tyréns. Transportinfrastruktur är ett omfattande ämnesområde, och InfraSweden2030:s fokusområden är inte särskilt avgränsade. Detta har gjort att Tyréns urval av vilken fakta som ska redovisas i rapporten i stor utsträckning har baserats på vad intervjupersonerna har tagit upp, eller vad som framkommit i del 1 – utvecklingstrender.

Innehåll del 2 – branschfakta

För varje delområde i rapporten ingår följande:

- Introduktion till delområdet och dess innehåll
- Kommentarer och reflektioner kring möjligheter och utmaningar inom delområdet
- Grundfakta och nyckeltal

Struktur för redovisning av branschfakta



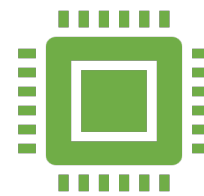
1. Styrning och planering

Aktörssamverkan, finansiering, lagar, regleringar och avtal samt upphandling



2. Livscykel-optimering

Livscykelperspektivet, hållbara material, drift- och underhållsmetoder samt masshantering



3. Uppkoppling och synkronisering

Synkronisering av infrastrukturen, tillståndsbedömning samt digitala innovationer.



4. Kompetens-försörjning

Branschens attraktivitet, kompetensutveckling samt mångfald och jämställdhet.



1. Styrning och planering

Här redogörs för politiska mål och visioner som berör transportinfrastruktursektorn. Här behandlas även fakta om investeringar, aktörssamverkan, lagar, regleringar och avtal.

- **Politiska och branschspecifika mål och visioner**
- **Investeringar i FoU & transportinfrastruktur**
- **Aktörssamverkan och upphandling**
- **Lagar/regleringar/avtal**

1. STYRNING OCH PLANERING

STYRKOR & MÖJLIGHETER

Ökade satsningar och investeringar i transportinfrastruktursektorn

Det finns mycket pengar/investering i branschen och möjligheter för kommersialisering av tjänster (Johansson, 2019).

Utveckling av gemensamma standarder

Vi ser en positiv utveckling inom EU när det kommer till standardisering för kommunikation mellan kollektivtrafikfordon och back end-system. Det gör att kollektivtrafiken kan samordnas mer effektivt samtidigt som kostnaderna sänks (Johansson, 2019).

Bra dialog och öppenhet i tidiga skeden

I Sverige arbetar vi i två huvudsakliga skeden: tidiga skeden och genomförande. Vi är bra på tidiga skeden, det finns en stor öppenhet och dialog i jämförelse med andra länder. I genomförandeskedet är vi sämre då vi har svårt att hitta ansvarsbiten (Gruhs, 2019).

En mängd statligt finansierade forskningsprogram har startats med syfte att påskynda utvecklingen mot klimatomställning och att främja samverkan, exempelvis:

- Mistra Carbon exit
- BioInnovation
- InfraSweden2030
- RE:source
- Smart built environment
- Viable Cities

SVÅRIGHETER & UTMANINGAR

Upphandlingsformen hindrar innovationsmöjligheter

Utformningen av kontrakten gör det svårt att testa nya idéer på grund av riskfördelningen mellan beställare och entreprenör (Johansson, Ihs, 2019). Resan från en god idé till kommersialiserad produkt är mycket lång i dagens system. Vi behöver ge mer stöttning till de stora företagen som har kapaciteten att kommersialisera (Johansson, 2019).

Otydlighet kring risk- och ansvarsfördelning

Det finns en fragmentering av ägarskapet i transportsystemet där olika aktörer ansvarar för olika delar av värdekedjan. I ett förändringsarbete är det problematiskt (Johansson, 2019).

Problem i processen kring kravställningar

Vi bör jobba mer med övergångskrav för att få industrin att ställa om. Det är vanligt i andra branscher men görs inte i transportinfrastruktursektorn. (Gruhs, 2019). Trafikverket använder sig inte av funktionskrav utan ställer istället utförandekrav, även i totalentreprenader (InfraSweden2030, 2017).

Politiska svängningar försvårar långsiktighet i planeringen

Investeringsbeslut fattas vanligen på politisk nivå. Detta kan vara problematiskt eftersom infrastrukturplanering ska planeras på lång sikt, medan politiska beslut och allmän opinion ofta är kortsiktiga (EU, 2017).

Brist på lagkrav för att deklarerera klimatpåverkan

Idag saknas lagkrav på att deklarerera klimatpåverkan ur ett livscykelperspektiv. Trafikverkets reduktionskrav är exempelvis frivilliga vilket hämmar de marknadsmässiga incitamenten att minska utsläppen (FFS, 2018).

MÅL OCH VISIONER

I kapitlet om utvecklingstrender framgick att ambitionen att sänka klimatpåverkan från transportinfrastruktursektorn är höga såväl i Sverige som internationellt. Det finns även målsättningar kopplat till ökad innovationstakt och konkurrenskraft. Nedan sammanfattas några av de mest tongivande målen och visionerna för transportinfrastrukturen.

Agenda 2030: I september 2015 antog FN:s generalförsamling Agenda 2030 och 17 globala mål för hållbar utveckling. Målen berör bland annat hållbara transportsystem, hållbar industri, innovationer och infrastruktur. Agendan och målen ska genomföras nationellt såväl som internationellt.

De transportpolitiska målen: Utgår från att säkerställa en samhällsekonomiskt effektiv och långsiktigt hållbar transportförsörjning för medborgarna och näringslivet i hela landet (Regeringskansliet 2019).

Sveriges Klimatlag: I juni 2017 röstade riksdagen igenom ett klimatpolitiskt ramverk för Sverige. Ramverket innehåller nya klimatmål, en klimatlag och ett klimatpolitiskt råd. Klimatlagen befäster att regeringens klimatpolitik ska utgå från målet att Sverige senast år 2045 inte ska ha några nettoutsläpp av växthusgaser till atmosfären.

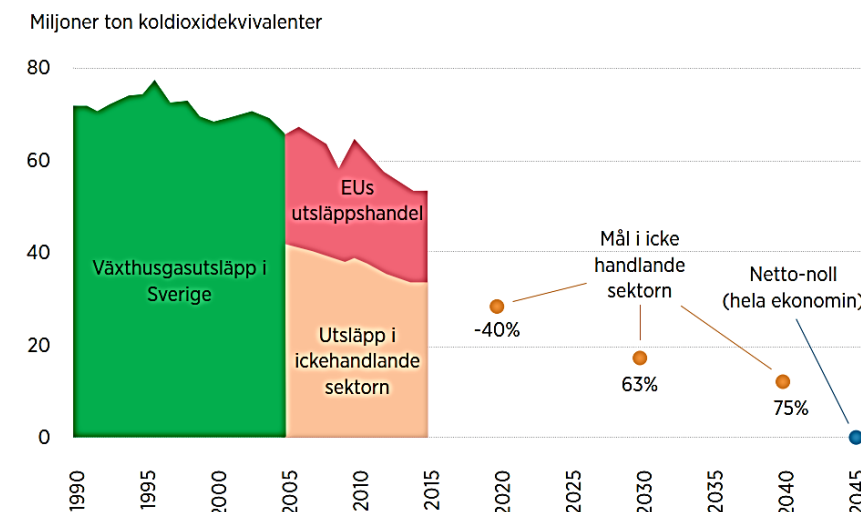
Sveriges nationella plan för transportinfrastruktur 2018-2029

Den nationella planen för transportinfrastrukturen 2018–2029 innebär över 100 miljarder kronor i ytterligare medel jämfört med tidigare plan, vilket möjliggör kraftfulla satsningar på stärkt konkurrenskraft och hållbar utveckling.

Vision för bygg- och anläggningsbranschen

I arbetet med en gemensam färdplan för bygg- och anläggningsbranschen har ett stort antal aktörer enats om en vision: År 2045 ska värdekedjan i bygg- och anläggningssektorn vara klimatneutral och konkurrenskraftig.

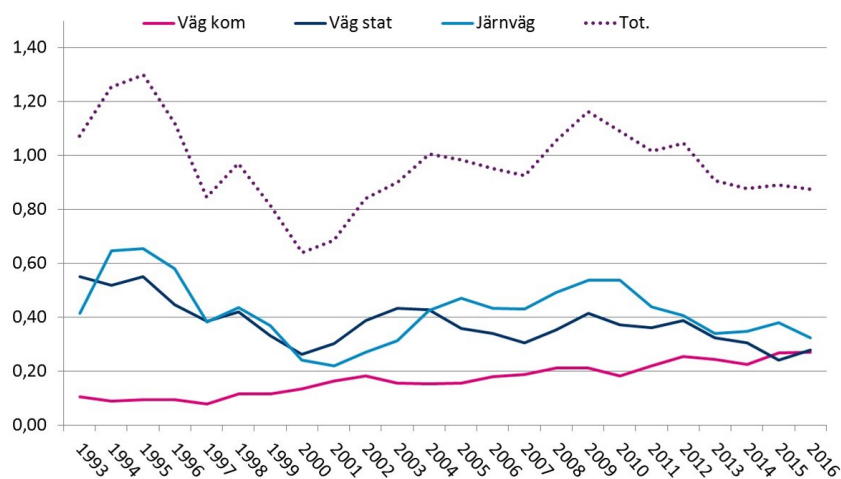
Sveriges klimatmål och historiska utsläpp (FFS, 2018)



INVESTERINGAR

I utvecklingstrenderna framgick att regeringen satsar mer inom såväl forskning och innovation som reella investeringar för transportinfrastrukturen. Regeringen har ökat infrastruktuursatsningarna med drygt 100 miljarder kronor till totalt 622,5 miljarder i den nya nationella planen för 2018–2029.

Infrastrukturinvesteringarnas andel av BNP



Källa: SCB och Sveriges Byggindustrier

Transportinfrastrukturvärdet har sjunkit från 80 % av BNP under 1970-talet till 60 % år 2019

När ekonomin växer så ökar belastningen på transportinfrastrukturen. Det innebär att det samlade värdet på infrastrukturen långsiktigt bör växa i samma takt som BNP. De senaste tre decennierna har dock värdet på infrastrukturen, enligt beräkningar från teknikonsultbolaget WSP, ökat väsentligt långsammare än BNP. I slutet av 1970-talet motsvarade detta värde närmare 80 procent av BNP, men har sedan sjunkit och uppgår idag till omkring 60 procent (Sveriges Byggindustrier 2019)

Ökade investeringar

Miljarder, 2018–2029, i förhållande till föregående plan

↑16% (622,5)
ökade infrastruktuursatsningar

↑47% (125)
för drift, underhåll och trafikledning på järnväg

↑7%
vägunderhåll
164
för drift och underhåll av statliga vägar

35,4
trimnings- och miljöåtgärder

1
tillgänglighet, trafiksäkerhet 2019 till 2022

193,2
större infrastrukturinvesteringar (Näringsdepartementet, 2018).

Investering i forskning och innovation

- Utökas till totalt **8 miljarder kronor** under 2018-2029 för att bland annat bidra till att åstadkomma höjd innovationstakt och öka implementeringen av forskningsresultat.
- Regeringen pekar bland annat på att det är särskilt angeläget med insatser för ökad forskning och innovation som planeras inom **sjöfartsområdet** (Näringsdepartementet, 2018).

Sverige ligger långt efter när det kommer till infrastruktur för järnvägen. Vi har exempelvis inte höghastighetsjärnväg. Det beror på långa avstånd och gles befolkning. Frankrike, Spanien och Tyskland ligger i bräschen. På vägsidan ligger Sverige i nivå med normen inom Europa (Silfwerbrand, 2019)

AKTÖRER OCH SAMVERKAN

I utvecklingstrenderna framkom att former för samverkan och rådande modeller för transportinfrastruktur i många fall upplevs som hämmande för innovationskraften i Sverige idag.

Viktiga aktörer:

- **Trafikverket.** Trafikverket står för en stor andel av den totala volymen infrastrukturinvesteringar (40 miljarder/år) och har därmed avgörande påverkan på marknaden. Myndigheten driver 2500 bygg- och anläggningsprojekt varje år, vilket motsvarar 30 procent av anläggningsmarknaden i Sverige.
- **Kommunala förvaltningar och bolag**
- **Privata fastighetsägare och industrier**

Exempel på samverkan:

- FoU-samarbete mellan Sveriges Bygguniversitet och Trafikverket
- I januari 2017 ingick regeringen ett innovationspartnerskap med Tyskland.

TRAFIKVERKETS PROCESS FÖR UPPHANDLINGAR



Upphandlingsprocessen

Upphandlingsprocessen för transportinfrastrukturen följer lagen om offentlig upphandling (LOU) och lagen om upphandling inom bl.a. transporter (LUF), samt EG-direktiv om upphandling (Trafikverket, 2018).

Fastpris

...ställer krav på, men lämnar ansvaret för att de uppfylls av, leverantörerna.

Beställarstrategin

...fokuserar på att välja rätt affärsform för varje kontrakt.

Upphandlingsstrategier

...varierar mycket beroende på projektledarens och projektmedarbetarnas kunskaper och attityder.

Krav i upphandlingar

Den 1 januari 2017 fick Sverige en ny lagstiftning om offentlig upphandling (Lag 2016:1145). Upphandlingslagen har gett offentliga upphandlare såsom myndigheter, kommuner, regioner/landsting och offentligt ägda bolag större möjligheter, och i vissa fall skyldighet, att ställa miljökrav och krav om livscykelperspektivet.

Uppföljning och utvärdering av beställar- och upphandlingsstrategierna

I Trafikverkets beställar- och upphandlarstrategi (TDOK 2011:196) anges krav på att följa upp, mäta och värdera effektiviteten i processen och produkten.

Programmet ProcSIBE (Procurement for Sustainable Innovation in the Built Environment) syftar till att följa upp genomförande och effekter av olika upphandlingsstrategier som används av Trafikverket, men analyserar också vilka resurser och rutiner som Trafikverket behöver ha för att följa upp och utveckla sin beställarstrategi över tid.



2. Livscykeloptimering

Här redogörs för kunskapsläget inom konstruktioner och byggmetoder, material, tillståndsbedömning samt drift- och underhållsmetoder.

- **Livscykelperspektivet**
- **Anläggning och material**
- **Drift och underhåll**

2. LIVSCYKELOPTIMERING

STYRKOR & MÖJLIGHETER

Underhållsplanering

Det finns goda möjligheter att utnyttja teknik och bli mer effektiv i underhållsplaneringen (Ihs, 2019).

Hållbar materialframställning

Materialfrågan är en viktig fråga där det händer mycket. Cementindustrin jobbar med CCS (Carbon Capture and Storage), stålindustrin har börjat gå över till vätgas istället för kol i produktionen för att minska utsläppen och asfaltsindustrin håller på att ställa om till biobränslen i sin produktion. Cement kan numera ersättas med GGBS (Ground Granulated Blastfurnace Slag), men Sverige ligger efter i denna process i förhållande till andra länder. Det går långsamt att ta till sig nytt material som har lite andra egenskaper, då det kräver kunskap och anpassning och omställningen innebär alltid en viss risk (Uppenbergs, 2019).

Masshantering

Masshantering är ett viktigt område. Material behöver kunna återanvändas på plats för ökad hållbarhet. Masshantering är ett stort utvecklingsområde och vi ser allt fler goda exempel. Samtidigt finns det många luckor att fylla. Idag finns inte tillräckligt bra geoteknik och digital info (Uppenbergs, 2019).

SVÅRIGHETER & UTMANINGAR

Livscykelperspektivet

Livscykelperspektivet är viktigt men utvecklingen går för långsamt. Även om livscykelperspektivet beaktas i upphandlingar är det ofta som ekonomiska intressen får gå före i slutändan (Silfwerbrand, 2019).

Klimatneutrala material

Vi måste få fram klimatneutrala material, främst som ersättning för betong, asfalt och stål som är stora klimatbovar i anläggningsbranschen. En viktig fråga är att få ned användningen av cement (Uppenbergs, 2019).

Drift och underhåll

Drift och underhåll beaktas inte i tillräcklig omfattning i anläggningen av transportinfrastrukturen. Ibland är det klokare att välja en dyrare byggmetod med lägre underhållskostnader. Det är dock svårt att räkna på (de samlade) effekterna av olika åtgärder eftersom det saknas effektiva beräkningsmodeller idag (Ihs, 2019).

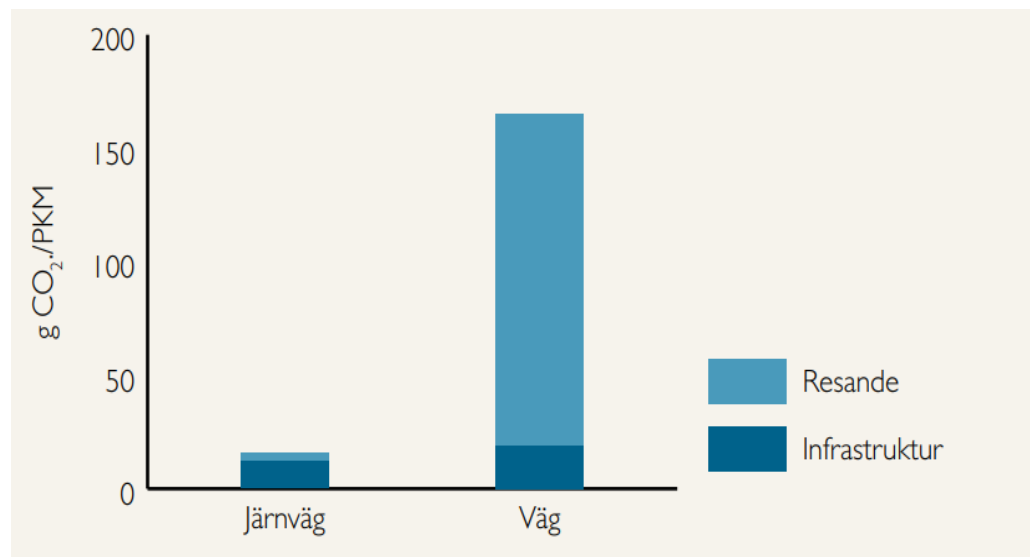
Det ses ofta som olönsamt att utveckla den befintliga transportinfrastrukturen som ett alternativ till att bygga nytt. Ny transportinfrastruktur försvaras med att man utgår från ett livscykelperspektiv, men reparation genererar alltid betydligt lägre utsläpp än nybyggnation. Vi måste vara försiktiga med att göra nytt och forska mer på hur vi kan utveckla den befintliga transportinfrastrukturen (Silfwerbrand, 2019).

LIVSCYKELPERSPEKTIVET

Livscykelperspektivet uppmärksammas allt mer i transportinfrastrukturprojekt och ska beaktas i upphandlingar enligt lag. Genom att ha kunskap om energianvändningens klimat- och miljöpåverkan i varje skede i processen går det att styra mot minskad klimat- och miljöpåverkan genom rätt beslut vid rätt tidpunkt (Trafikverket, 2014).

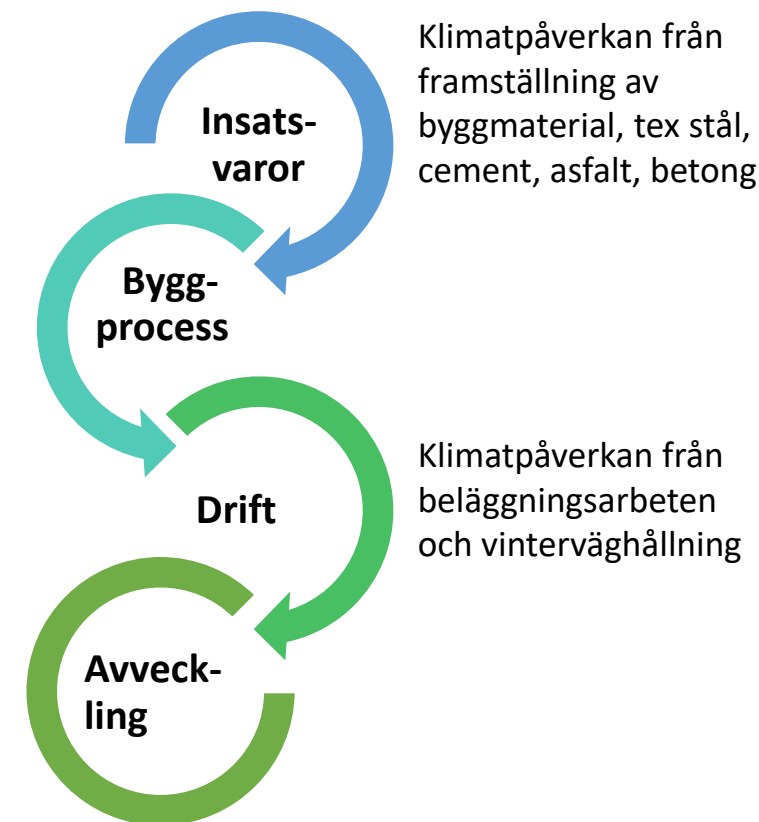
Anläggningssektorns klimatpåverkan har potential att i det närmaste halveras till 2030 med befintlig teknik – men för att nå netto noll krävs teknikskiften och kommersialiserade innovationer

Infrastrukturen för järnväg utgör ca 85 % av dess totala klimatpåverkan. För vägar är bilden den omvända (Trafikverket, 2018):



Klimatpåverkan från transporter av masshantering/avfall

Klimatpåverkan från transporter och avfall



Anläggningsfasen och hållbara material

I utvecklingstrenderna framkom att en stor del av klimatpåverkan i transportinfrastrukturen kommer från materialframställningen där asfalt, betong och stål utgör de huvudsakliga klimatbovarna. Forskning och utveckling pågår för att minska klimatpåverkan från framställningen av samtliga material samt för att undersöka möjligheterna att ersätta material med mer miljövänliga alternativ.

Asfalt

Asfaltstillverkning är en extremt energikrävande process och fossila bränslen används i regel som energikälla. Asfaltsindustrin arbetar nu med att ställa om till biobränslen istället för kol i sin produktion. Med biotillverkad asfalt tros klimatpåverkan från tillverkningsprocessen kunna minska betydligt.

Betong

Betong har en lång livslängd och kräver mindre underhåll än andra material vilket är positivt ur ett livscykelperspektiv. Samtidigt genererar det mycket utsläpp i produktionsfasen. Enligt IVL finns potential att minska betongens klimatpåverkan med mellan 30-50% genom att minska andelen cement i betongen och ersätta den med restprodukter från andra processer med lägre klimatpåverkan, samt använda förnybara bränslen i framställningsprocessen.

Cement

Cirka 40 procent av koldioxidutsläppen kommer från det bränsle som krävs för uppvärmning av cementen. För att kunna minska processutsläppen krävs utveckling av tekniker för koldioxidavskiljning och geologisk koldioxidlagring (CCS).

Stål

Inom stålproduktion pågår en övergång till vätgas istället för kol i produktionen i syfte att minska utsläppen. Med en så kallad direktreduktion skulle vätgas kunna användas för att skilja järnet från syret, utan att använda kol.



Poly Ponte, illustration över en bro i hållbar betong med tillhörande innovativ planeringsprocess från innovationstävling "Transformativ infrastruktur" (Naturvårdsverket, 2018)

Drift och underhåll – kostnader och kvalitet

Energianvändningen i drift och underhåll kräver betydande mängder energi både i form av bränsle och el. Underhåll av vägar och järnvägar kräver också bränsle till framförallt snöröjning, halkbekämpning, beläggningsarbeten och andra typer av underhåll (TRV, 2014).

- Trafikverket prognostiserar att underhållet av väg respektive järnväg kommer att kosta totalt 21,5 miljarder kronor för att bibehålla dagens nivå på funktionaliteten. För att återta tolv års eftersläpat underhåll krävs dock 26 miljarder.
- De ekonomiska medel som är avsatta för drift och underhåll av väg (nio miljarder) räcker inte. På lång sikt bedömer TRV att transportsystemets leveransskvaliteter försämras. De finansiella ramarna tillåter inte allt underhåll som ur ett livscykelkostnadsperspektiv borde utföras inom perioden 2017 till 2020.
- Regeringen har genomfört förstärkningar av järnvägsunderhållet. I den nationella trafikslagsövergripande planen för transportinfrastrukturen för perioden 2018-2029 uppgår den ekonomiska ramen för drift, underhåll och trafikledning av järnväg till 125 miljarder kronor, vilket är en ökning med hela 47 procent jämfört med föregående plan.

Diagram 1 Genomsnittlig årlig kostnad år 2018-2029 för att bibehålla anläggningarnas nuvarande funktionalitet respektive att återta det eftersläpande underhållet

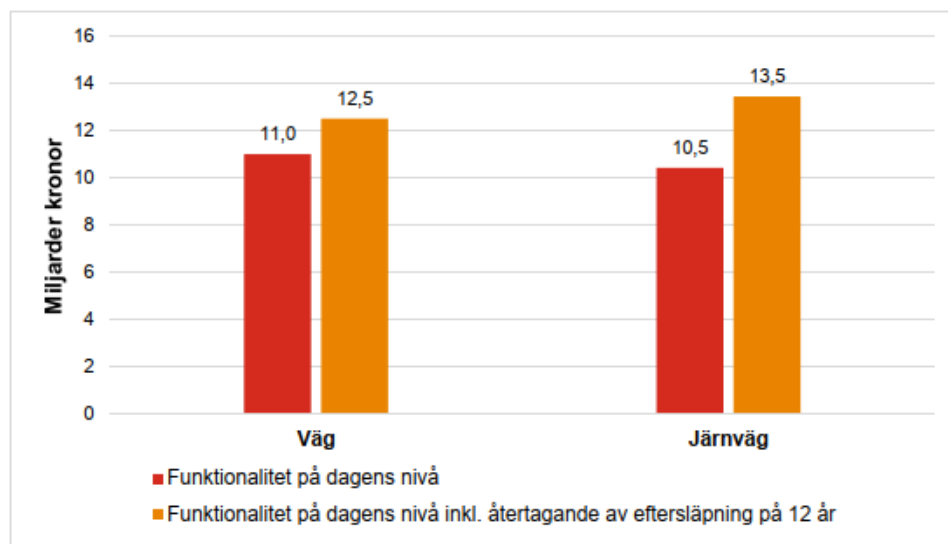
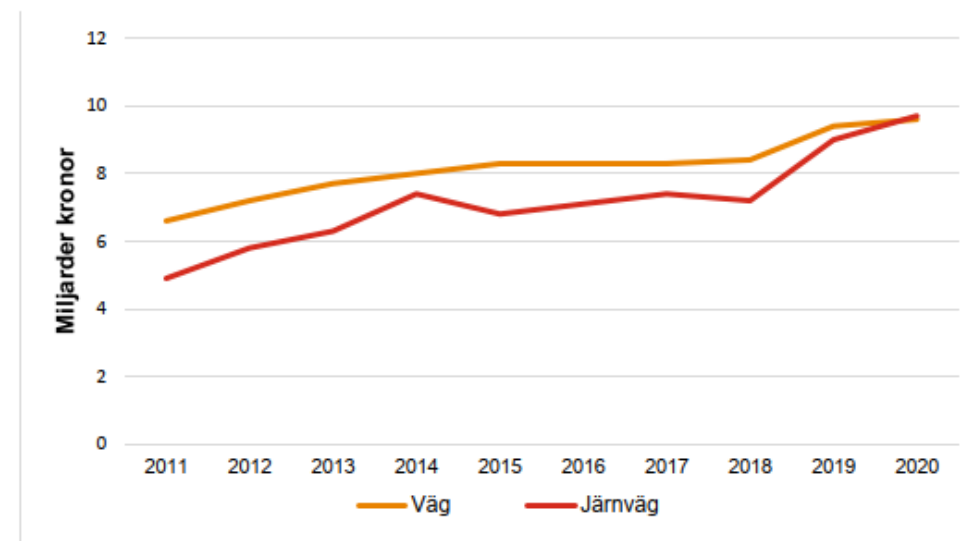


Diagram 2 Ekonomiska medel som avsatts till underhåll av väg- respektive järnvägsanläggningen år 2011-2016, samt planeringsramar för 2017-2020



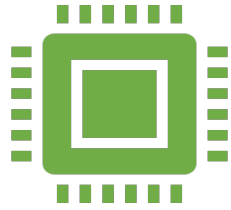
Masshantering

I utvecklingstrenderna framkom att ineffektiv hantering av massor i anläggningsfasen är ett problem. Arbetet med masshantering i projektet handlar om att hantera överskottsmassor och ta hand om förorenade massor.



Bild: Trafikverket, 2019

- Ett problem är att behov av nya massor och generering av schaktmassor inte matchar varandra. Det finns dock potential för att återanvända och återvinna mer massor än idag.
- Faktorer som styr återanvändning och återvinning av massor är bl.a. kvaliteten på massorna, tillgänglighet till massor när behovet uppstår, kostnader och juridiska aspekter.
- Att utveckla befintliga och åstadkomma nya platser för sortering, hantering och mellanlagring av massor är en regional samordningsfråga, de bästa lägena förutsätter ett ökat samarbete mellan kommuner och mellan olika kommersiella aktörer.
- Juridik och praxis för återanvändning och återvinning av massor erbjuder stora utmaningar. Effektivare praxis skulle behöva utvecklas om återanvändning och återvinningen av massor ska kunna öka. Här spelar den nationella nivån en särskilt viktig roll. Reglerna kring när avfall upphör att vara avfall borde vara användbara när det gäller att använda återvunna massor vid byggande.



3. Uppkoppling och synkronisering

Här avhandlas kunskapsläget inom uppkoppling och synkronisering av olika delar av infrastrukturen samt utvecklingen inom digitala innovationer.

- **Synkronisering**
- **Tillståndsbedömning**
- **Digitala innovationer**

3. UPPKOPPLING OCH SYNKRONISERING

STYRKOR & MÖJLIGHETER

Underhåll av infrastrukturen kan optimeras genom informationsteknik

Tekniker för tillståndsbedömning förbättras konsekvent genom digitaliseringen. Digitala tekniker som sk. structural health monitoring bidrar till att minimera driftstörningar, sänka underhållskostnader och öka robustheten. Genom att åtgärda slitage och nedbrytning i ett tidigt skede blir åtgärderna inte bara billigare utan kvaliteten blir oftast också bättre. Inom järnvägen ser man utvecklingen som mycket intressant (Trafikverket, 2019).

Digitaliseringen underlättar samordning av transportsystemet

Ett uppkopplat intelligent transportsystem (ITS), där fordon, fartyg, gods och infrastruktur kommunicerar med varandra, skapar förutsättningar för energieffektivare transporter genom exempelvis ruttoptimering och sparsam framdrift. Inom vägtrafiken kan ett uppkopplat transportsystem skapa förutsättningar för kolonnkörning. Inom järnvägen kan digitalisering på sikt förbättra kapacitetstilldelningsprocesserna så att infrastrukturen används mer effektivt (Regeringskansliet, 2018).

Ökade informationsmängder möjliggör optimering av transportsystemet

Informationsmängderna kommer att förbättra förutsättningarna att använda transportsystemet på ett mer effektivt och hållbart sätt, till exempel för att nyttja tillgänglig kapacitet inom transportsystemet (Trafikverket, 2018).

Mätning av vägytan

Sverige ligger i framkant på vägsidan när det gäller mätning av vägytan (3D-bild) (Ihs, 2019).

SVÅRIGHETER & UTMANINGAR

Jobb rationaliseras bort

Nya tekniker och innovationen innebär att många jobb kommer att rationaliseras bort i framtiden. Detta är inte nödvändigtvis dåligt, men vissa yrkeskategorier försvinner och andra kommer att behöva genomgå kompetensutveckling för att kunna fortsätta praktisera sina yrken (Gruhs, 2019).

Risker för dataintrång och systemfel leder till ökad sårbarhet

Utvecklingen och den förändrade användningen av ny teknik och nya innovationer innebär att hot blir svårare att upptäcka och att riskerna blir mer svårbedömda. För att höja säkerhetskraven och stärka formerna för det samlade informations- och cybersäkerhetsarbetet genomförs nu flera regelverksförändringar, både nationellt och inom EU (TRV, 2018).

Mätning av sidoområden

När det gäller mätning av sidoområden behövs en bättre bild, tex av diken, räcken och belysning. Diken är en utmaningen med tanke på framtida ökad nederbörd. I städer är det ett ännu större problem eftersom brunnarna inte räcker utan man måste ändra vägkonstruktionen (Regeringskansliet, 2018).

Tillgänglighet och flexibilitet för godstransporter

Utvecklingen inom alla trafikslag är att gods transporteras med längre, tyngre och större fordon eller fartyg som anlöper färre, och allt större, hamnar eller terminaler. Det ställer krav på att infrastrukturen anpassas. Det innebär också att godstransporterna konsolideras och koncentreras till flöden i ett fåtal växande godskorridorer. Den ökade konkurrensen och utvecklingen mot mindre orderstorlekar och tätare leveranser ställer krav på ökad tillgänglighet och ett flexibelt transportsystem (Regeringskansliet, 2018).

Synkronisering av olika delar av transportsystemet


Enligt regeringens nationella strategi skapar ett uppkopplat intelligent transportsystem förutsättningar för energieffektivare transporter. Inom järnvägen kan digitalisering på sikt göra så att infrastrukturen används mer effektivt. Men hur effektivt är det svenska transportsystemet idag?

Sverige står sig bra i den internationella konkurrensen när det gäller väg, enligt GCI 2018 :

- Infrastrukturens kvalitet rankas 15 av 140 länder (upp från plats 19)
- Vägarnas synkronisering (road connectivity) rankas 4 av 140 länder

Däremot, när det gäller järnväg ligger Sverige på plats 36 respektive 30 (densitet resp. effektivitet), vilket är betydligt sämre än för väg.

När det gäller logistik är vi, enligt LPI (Logistics Performance Index), nummer tre i världen och nummer ett när det gäller spårning av varor.

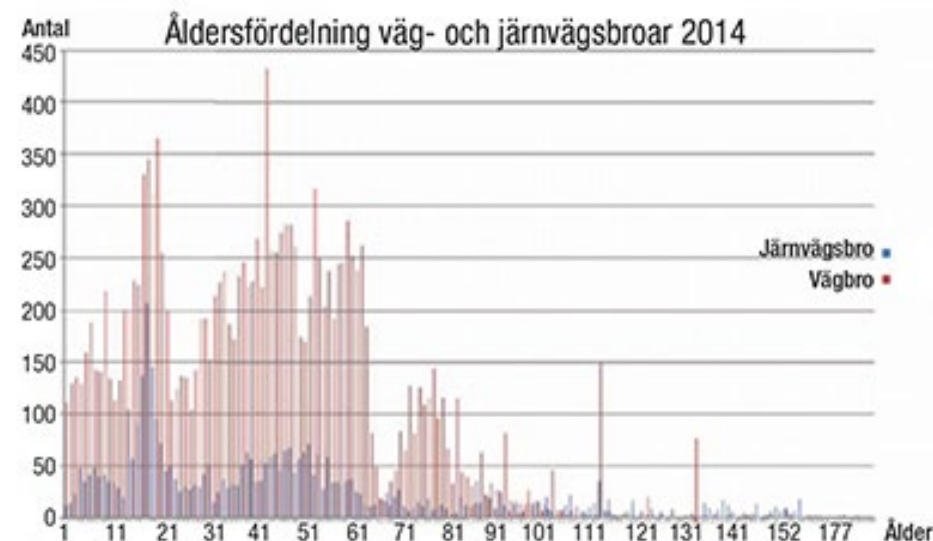
Index Component	Value	Score *	Rank/140
 Pillar 2: Infrastructure 0-100 (best)	-	84.4 ↑	17
2.01 Road connectivity index 0-100 (best)	97.1	97.1 =	4
2.02 Quality of roads 1-7 (best)	5.6	76.1 ↑	15
2.03 Railroad density km of roads/square km	21.6	54.1 =	36
2.04 Efficiency of train services 1-7 (best)	4.4	57.4 ↓	30
2.05 Airport connectivity score	129,998.5	66.9 ↓	35
2.06 Efficiency of air transport services 1-7 (best)	5.8	80.0 ↑	11
2.07 Liner Shipping Connectivity Index 0-157.1 (best)	56.5	56.5 ↑	23
2.08 Efficiency of seaport services 1-7 (best)	5.5	74.5 ↓	12
2.09 Electrification rate % pop.	100.0	100.0 =	1
2.10 Electric power transmission and distribution losses % output	4.5	99.5 ↑	16
2.11 Exposure to unsafe drinking water % pop.	0.6	100.0 =	11
2.12 Reliability of water supply 1-7 (best)	6.6	94.0 ↓	15

Land	LPI Rankning	LPI Poäng
Tyskland	1	4.23
Luxemburg	2	4.22
Sverige	3	4.20
Nederländerna	4	4.19
Singapore	5	4.14
Belgien	6	4.11
Österrike	7	4.10
Storbritannien	8	4.07
Hong Kong (Kina)	9	4.07
USA	10	3.99

Källa: World Bank Group 2016

Tillståndsbedömning

För att öka Europas globala konkurrenskraft har Europeiska kommissionen identifierat flera samhällsutmaningar. En av dem är att "försäkra miljöintegritet, motståndskraft och hållbarhet" och att uppnå ett "smart, grönt och integrerat transportsystem". Samtidigt beräknas tillväxten inom transportsektorn öka inom den närmaste framtiden.



Källa: Täljsten, B., Popescu, C., Blanksvärd, T. & Carolin, A. (2018) Sladdlös mätning på byggnadskonstruktioner – Mätning för effektivare tillståndsbedömning. *Bygg & teknik nr 8/18*

- Transportförvaltningen förutspår att den totala persontrafiken ökar med 63 procent fram till år 2050, efter en ökning med 75 procent under de senaste 25 åren. En stor del av denna tillväxt kommer att tilldelas det befintliga transportsystemet, vilket ökar utnyttjandet och belastningen på befintlig infrastruktur.
- En stor utmaning blir alltså hur framtidens transportinfrastruktur ska förvaltas på bästa och mest effektiva sätt. Undersökningar har t.ex. visat att cirka 1/3 av de europeiska järnvägsbroarna är över 100 år. I Sverige är situationen lite bättre och ungefär 1/3 av broarna är över 50 år. Det uppskattas att mindre än 1 procent av broarna är under nyproduktion och resterade finns i förvaltningsfasen. Generellt gäller för alla våra byggnadskonstruktioner att det existerande beståndet är betydligt större än det som byggs nytt. Större fokus bör därmed läggas på att försöka förstå hur vi på bästa sätt ska ta hand om vårt befintliga byggnadsbestånd.

Digitala innovationer

Digitalisering skapar förutsättningar för utveckling av en mer cirkulär ekonomi och ett högre nyttjande av transportsystemet.

- **Digitala sensorer i infrastruktur** kan effektivisera underhåll genom att brister kan upptäckas och åtgärdas vid rätt tidpunkt. Digitala lösningar möjliggör också en ökad spårbarhet av gods, vilket kan användas för att öka fyllnadsgraden i lastbärare, fordon och fartyg.
- Trafiksäkerheten kan förbättras, exempelvis genom **informationsöverföring mellan fordon** om bl.a. infrastrukturens status.
- **Automatisering och fjärrstyrning** kan effektivisera transporter på olika sätt. Trafikflöden blir jämnare, vilket minskar resursförbrukning, miljöbelastning och transportkostnader samt förbättrar framkomlighet och trafiksäkerhet. Omlastning kan effektiviseras och kapaciteten i transportsystemet ökar eftersom automatiserade fordon kräver mindre yta eller spårkapacitet. Således kan markanvändningen i städer effektiviseras, kapaciteten i järnvägssystemet öka och så även intermodaliteten.
- Utvecklingstakten inom **elektrifiering** är hög och Sverige ligger i framkant av den tekniska utvecklingen. Elvägar, som möjliggör energitillförsel under körning, kan på sikt minska olika utsläpp från tung trafik, samtidigt som transportkostnaden kan minska. Demonstrationsprojekt pågår längs väg E16 utanför Sandviken och vid Arlanda flygplats.
- Inom järnväg pågår forskning för att utveckla exempelvis **intelligenta vagnar, automatisk koppling mellan vagnar och automatiserade tåg**, vilket kan öka kapaciteten på järnvägen. Planeringen av rutter blir mer exakt. Trafikflöden blir jämnare, framkomligheten förbättras och trafiksäkerheten ökar.



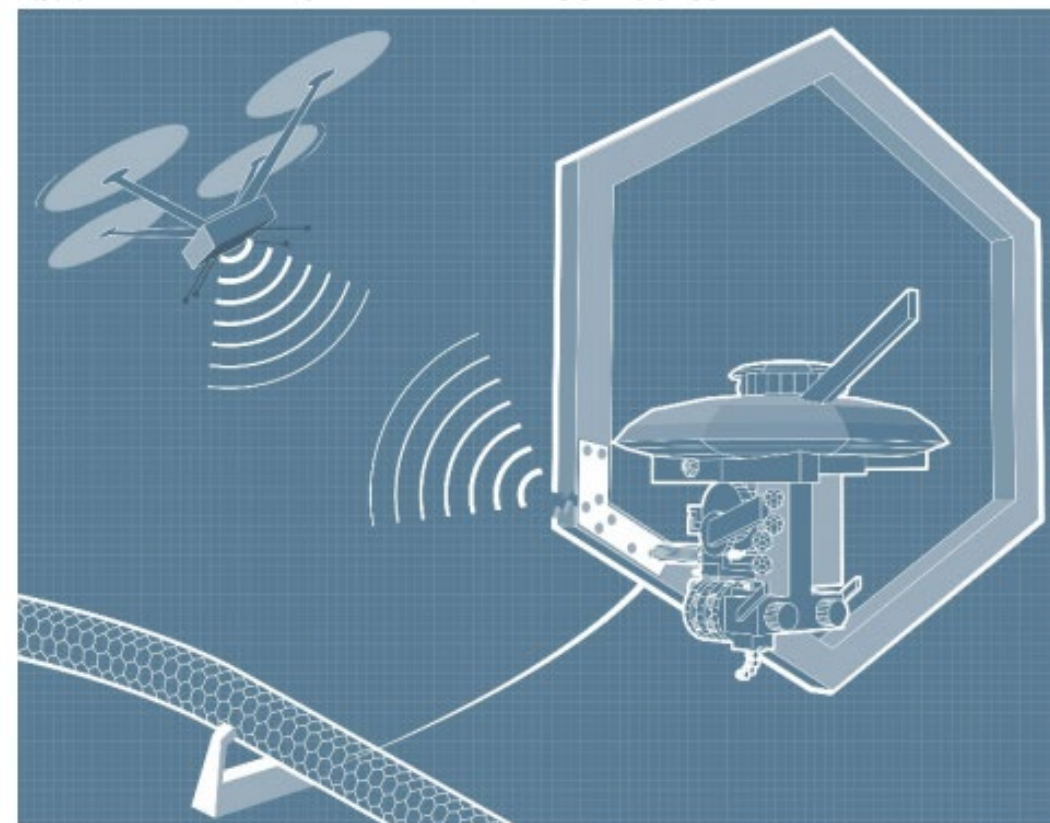
Bildkälla: NCC (<https://teknikensvarld.se/elvag-norr-om-stockholm-verklighet-inom-tva-ar-186158/>)

Källa: Effektiva, kapacitetsstarka och hållbara godstransporter – en nationell godstransportstrategi. Regeringskansliet, 2018

Digitala innovationer – teknik för effektiva byggprocesser

Ett av sju utvecklingsspår som blev resultatet i Naturvårdsverkets innovationstävling. Tävlingen använde Öresundsbron som studieobjekt men resultaten är även användbara i annan utveckling av infrastruktur och byggande. Bland annat finns lösningar inom konstruktion och design, teknik för effektiva byggprocesser samt klimatsmarta material.

- **AI och sensorer för en resursoptimerad livscykel**
AI i projekteringsstadiet möjliggör analys av många alternativa lösningar för att hitta det mest resurssnåla alternativet för varje delkonstruktion, utifrån flera hållbarhetsparametrar inklusive återvinningsbarhet. Detta minskar resursförbrukningen i alla delar av projektet. När bron är färdig används AI och sensorer för att övervaka och optimera drift och underhåll, vilket minimerar det totala underhållsbehovet samtidigt som bronns livslängd maximeras.
- **IoT och sensorer för flexibilitet för framtidens transporter**
Med nya smarta tekniker som sensorer och IoT sker en ständig datainsamling för att optimera konstruktionen på ritbordet, under byggprocessen och under hela livscykeln. Redan i konstruktionsfasen har vi byggt in en flexibilitet för att kunna ta hänsyn till framtida fordonsutveckling med möjlighet till elektrifiering och laddning med mera.
- **Underhåll med hjälp av digitalisering och automatik**
I konstruktionsfasen skapas flexibilitet där hänsyn kan tas till slitage och framtidens behov genom att göra delar utbytbara. Underhållsfria eller -snåla material används. För att optimera underhållet används automatiska sensorer som synliggör och bedömer var riktade åtgärder behövs. Det nödvändiga underhållet utförs hållbart och arbetsmiljösäkert, genom till exempel användning av robotar.



Källa: Innovationstävlingen Transformativ infrastruktur –
banbrytande innovation för nollutsläpp. NATURVÅRDSVERKET, 2018



4. Kompetensförsörjning

Här redogörs för fakta om branschens attraktivitet, behov kopplat till kompetensutveckling samt till mångfald och jämställdhet inom branschen.

- Branschens attraktivitet
- Kompetensutveckling
- Mångfald och jämställdhet

4. Kompetensförsörjning

STYRKOR & MÖJLIGHETER

Start-up bolag och riskkapitalister har en bra miljö i Sverige. De borde vara fokuserade på branschen. Det finns en stor budget och mycket att göra och deras kompetens behövs. De jobbar mer med kundrelaterade tjänster, musik, spel. Få dem att fatta vad de kan tjäna pengar på infrastruktur (Johansson, 2019).

Digitaliseringen. Branscher möts på nya sätt inom digitaliseringen/IT. Vissa företag inom branschen köper kompetens för att ha den in-house, andra samarbetar med kompetensen. (Dozzi, 2019).

Employer Branding. Hur lockar vi till oss de bästa? Gör ingenjörer till hjältar igen. Vi ska vara stolta över den produkt vi levererar. Få in det mer på utbildningarna. Klimatfrågan tillhör inte bara de som läser/jobbar med miljö och hållbarhet. Visa klimateffekter av olika tekniska lösningar. Tror det skulle skapa engagemang och drivkraft.

Kunskapsdelning. Hur delar vi kunskap och kompetens inom branschen? Vi skulle behöva något SIP-övergripande. Viktigt att folk träffas, men blir mest på enstaka konferenser. Det måste bli en regelbundenhet och systematik i möten för att nå resultat. I InfraSweden bör vi sluta ha så öppna utlysningar och försök få rätt aktörer, genom aktivt arbete, som kan ge oss det vi vill (finns dock vissa regler att förhålla sig till) (Uppenberg, 2019)

Blivit mer jämställt med åren, men fortfarande flest män (Ihs, 2019). Vi ser att det går åt rätt håll när det gäller jämställdhet - det kommer in fler kvinnor på programmen och i branschen. Viktigt att arbeta systematiskt och kontinuerligt, för att det ska bli bättre förutsättning för kvinnor på byggplatser (Redtzer, 2019).

SVÅRIGHETER & UTMANINGAR

Brist på specialistkompetens.

Branschen har ett problem i att det kommer att saknas specialister, dvs tex projektörer och konstruktörer. Branschen behöver också IT-kunniga som kan utveckla system. (Olofsson, 2019) Vi behöver människor som kan såväl digitalisering som den traditionella anläggningsbranschen. Vi har många som kan det ena eller andra, men inte kombinationen. (Gruhs, 2019)

Ökad konkurrens om den behövda arbetskraften

För att utveckla branschen och öka produktiviteten, måste vi få in de bästa. Gäller att vara engagerade och påverka högskolorna – de måste ha tillräckligt med platser. Största problemet är att det utbildas för få. Undervisningssidan måste få mer fokus. (Hintze, 2019). Centralt att få nya medarbetare, att få in de bästa för att det ska bli återväxt. Tror att branschen upplevs som lite mossig och gammaldags idag. Måste visa att vi jobbar med de stora nya trenderna som automation och digitalisering etc. (Håkansson, 2019). Vi måste öka statusen i branschen. Ungdomar förstår inte att vi jobbar med spännande saker (digitalisering tex). Vi skulle behöva visa mer (Ihs, 2019)

Behov av tvärssektoriell kunskap. Vi behöver även tillämpa nya tekniker och hitta synergier med andra typer av branscher. IT/digitalisering är ett viktigt verktyg, men även kompetens från andra segment som t.ex. beteendevetare som ta sig an hållbarhetsaspekter från ett annat perspektiv. TRV har en avgörande roll då de är den i särklass största beställaren (Redtzer, 2019). För att företag ska vilja satsa måste det löna sig för individ och företag att satsa på kompetensutveckling. TRV borde kräva certifieringar från projektledare och ställa högre kunskapskrav generellt (Silwerbrand, 2019).

Branschens attraktivitet – Employer Branding Ranking

Ranking bland ingående relevanta företag*) i bygg- och anläggningsbranschen:

	Bästa placering	Genomsnittlig placering
Studenter		
Ekonomi	85 (Skanska)	85
Civilingenjör	8 (ÅF)	40
Högskoleingenjör	2 (Skanska)	24
IT	51 (ÅF)	54
Naturvetenskap	13 (Skanska)	40
Samhällsvetenskap och kommunikation	48 (TrV)	48
Professionals		
Business	96 (TrV)	96
Civ. ing	2 (ÅF)	36
Högskoleing.	2 (Sweco)	28
IT	48 (TrV)	48
Samhällsvetenskap och humaniora	-	-

*) Ingående företag i Universums rankingar: Skanska, NCC, Peab, Trafikverket samt ett antal konsulter (Sweco, ÅF, Tyréns, WSP, Ramböll m.fl.).

Branschen är relativt attraktiv bland ingenjörer - ca 5 aktörer hamnar inom topp 10 på studenters och 'professionals' (personer som varit ute i arbetslivet en tid) rankinglistor. **Undantaget är civilingenjörer** - här är det bara ÅF som placerar sig på topp 10. Bästa placering är nr 2 - dvs som den näst mest attraktiva arbetsgivaren, vilket är Skanska bland högskoleingenjörerna och ÅF resp. Sweco bland sk. professionals.

Betydligt sämre rankad är branschens aktörer inom ekonomi , IT samt natur- och samhällsvetenskap. Studenterna har rankat 0 företag inom topp 10 och som bäst bara 7 företag på topp 100. Professionals rankar bara 1 företag inom topp 100 (0 bland samhällsvetarna). Resultatet bland IT-studenter och 'professionals' är oroväckande eftersom det tycks finnas ett stort behov av sådana enligt intervjuerna vi genomfört.

Branschens aktörer tycks också ha tappat i ranking sedan 2017 bland 'professionals' (syns dock inte i tabellen).

Källa: Universum Communication

Jämställdhet och mångfald

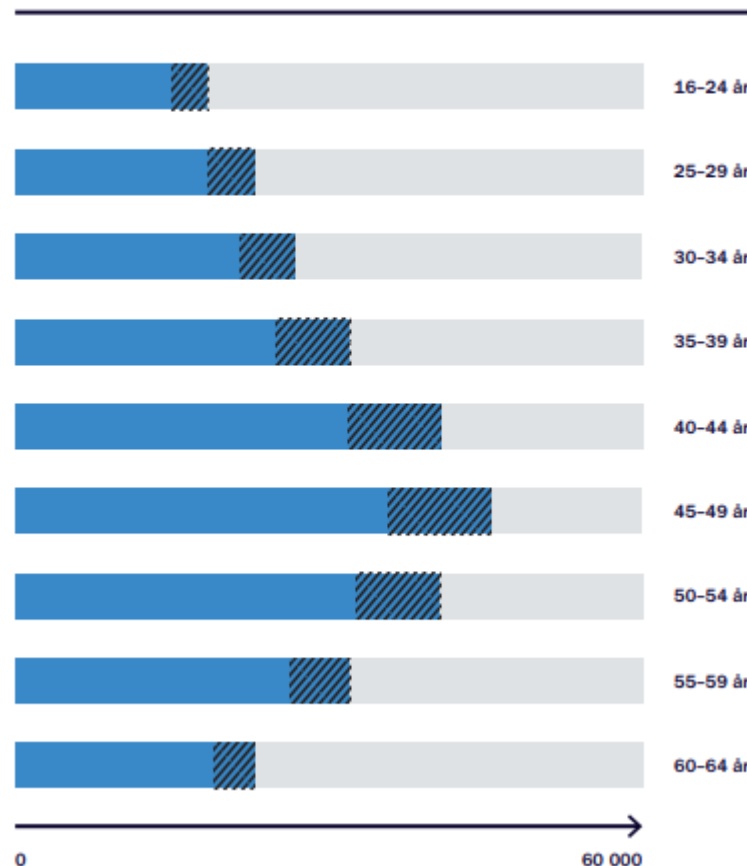
Pensionsavgångarna – utmaning för teknikföretag

Ålderssammansättningen bland de anställda i Teknikföretagens medlemsföretag visar att pensionsavgångarna bland de med teknisk gymnasial utbildningsbakgrund kommer att bli stora över hela landet de närmaste åren. Cirka 54 900 personer är 55–64 år och kommer att pensioneras mellan år 2016 och 2025.

● Män
● Kvinnor

Ålderssammansättningen i teknikföretag

Datakälla: SCB.



- **Breddad rekrytering.** En jämställd bransch är också en attraktiv bransch för både studenter och medarbetare. För medlemsföretagen och Teknikföretagen handlar det om att bredda rekryteringen och att förändra bilden av vilka som kan jobba inom industrin. Andelen kvinnor i teknikbranschen är idag drygt 20% och har varit så under ett antal år. En mer jämlik könsfördelning kräver förstås att de utbildningar som företagen i huvudsak rekryterar från har en jämnare könsfördelning.
- **Andelen kvinnor bland examinerade civilingenjörer har ökat** och är idag över 30%. Samtidigt är det fortfarande få tjejer som väljer teknikprogrammet eller industritekniska programmet på gymnasiet. Jämställdhetsarbetet måste börja redan i tidig ålder och både arbetsgivare och utbildningssystem behöver se över sitt eget arbete. Insatser för att intressera fler tjejer för teknik och utbildningar som förbereder för ett arbete i teknikföretag är därför mycket angelägna.

Källa: (Teknikföretagen, 2018)

Eventuella utökningar av uppdraget

Under uppdragets gång har det kommit upp ett par förslag som skulle kunna genomföras som tillägg till uppdraget.

Dessa är:

- Kommunala investeringar i infrastruktur
- Internationella exempel på trendernas uttryck i transportinfrastruktursektorn
- Branschens attraktivitet som arbetsgivare (Employer Branding Ranking) bland gymnasieungdomar och studenter vid yrkeshögskola.

KÄLLFÖRTECKNING

Intervjuer

Namn (titel, ev. roll InfraSweden2030), datum för intervju:

Dozzi, Johan (Koncernchef, Tyréns AB), 14-juni-2019

Gruhs, Pontus (Strateg - Trafikverket), 19-aug-2019

Hintze, Staffan (Chef Forskning och Utveckling, NCC; Styrelseledamot InfraSweden2030), 13-juni-2019

Håkansson, Ulf (Technical Manager, Skanska Sweden AB; Styrelseledamot InfraSweden2030), 12-juni-2019

Johansson, Gunnar (Strategisk rådgivare, Currant AS; Fokusområdesledare InfraSweden2030), 13-juni-2019

Ihs, Anita (Avd.chef - Forskningsavdelning Infrastruktur, VTI; Fokusområdesledare, InfraSweden2030), 22-aug-2019

Olofsson, Birgitta (Vice VD och forskning- och utvecklingschef, Tyréns AB), 15-aug-2019

Silfwerbrand, Johan (Professor, prefekt Betongbyggnad, KTH), 17-aug-2019

Redtzer, Lars (Chef bransch- och medlemsutveckling, Sverigens Byggindustier), 07-aug-2019

Uppenberg, Stefan (Hållbarhetskonsult, WSP; Fokusområdesledare InfraSweden2030), 23-aug-2019

Rapporter och utredningar

- IVA & Sveriges Byggindustrier . (2014). *Klimatpåverkan från byggprocessen*.
- Näringsdepartementet. (juni 2018). *regeringen.se*. Hämtat från Nationell infrastruktur för framtiden – bygger Sverige starkt och hållbart: [regeringen.se/nationell-infrastrukturplan](https://www.regeringen.se/nationell-infrastrukturplan)
- (Prop. 2016/17:21) Infrastruktur för framtiden – innovativa lösningar för stärkt konkurrenskraft och hållbar utveckling [Elektronisk] Stockholm: Näringsdepartementet. Tillgänglig <https://www.regeringen.se/4a8e11/contentassets/569a9026b427483fbfca847f66dd27e5/infrastruktur-for-framtiden--innovativa-losningar-for-starkt-konkurrenskraft-och-hallbar-utveckling-prop-20161721.-.pdf> [2019-10-10]
- Region Stockholm. (2019). *Verksamhetsavfall och masshantering i ett 2030–2050-perspektiv*. Stockholm : Tillväxt- och regionplaneförvaltningen.
- (Skr, 2017/18:278) Nationell planering för transportinfrastrukturen 2018–2029 [Elektronisk] Stockholm: Regeringen. Tillgänglig <https://www.regeringen.se/49ddd6/contentassets/93fe7796654b49b6a513dcf72900c728/nationell-plan-for-transportinfrastrukturen-2018-2019-skr.pdf> [2019-10-10]
- Sveriges bygguniversitet . (2017). *Forskningsfront transportinfrastruktur – Fördjupningsstudie om InfraSweden2030:s fokusområden* . Stockholm .
- Teknikföretagen . (2018). Vinna eller försvinna.
- Trafikverket (2018), Klimatkalkyl – Beräkning av infrastrukturens klimatpåverkan och energianvändning i ett livscykelperspektiv (Ärendenummer: TRV 2018/30445)
- Trafikverket. (2014). *Energieffektivisering och Begränsad klimatpåverkan*. Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket (2018) Trender i transportsystemet, Trafikverkets omvärldsanalys
- Trafikverket 2017, Underhållsplan 2017-2020. Författare: Ulrika Honauer och Sven Ödeen.
- VTI. (2018). *Kartläggning av internationella FoU-program inom InfraSweden2030:s fokusområden*. Stockholm . , (<https://www.sns.se/aktuellt/statliga-investeringar-i-transportinfrastruktur/>)
- Regeringskansliet (2018) Effektiva, kapacitetsstarka och hållbara godstransporter- en nationell godstransportstrategi <https://www.regeringen.se/regeringspolitik/nationell-godstransportstrategi/>
- SNS (2019), Statliga investeringar i transportinfrastruktur (<https://www.sns.se/aktuellt/statliga-investeringar-i-transportinfrastruktur/>)
- Näringsdepartementet (2018) Proposition 2016/17:21. Infrastruktur för framtiden <https://www.regeringen.se/49c2fc/contentassets/7d1e85a49c884699a789144c7b16e928/bilaga-2-infrastruktur-for-framtiden.pdf>
- World economic forum . (2018). *The Global Competitiveness Report 2018*. Cologne/Geneva Switzerland: World economic forum.

Övriga källor

- Branschaktuellt (nyhetsbrev online)
- Fossilfritt Sverige (2018) Färdplan för fossilfri konkurrenskraft, Bygg och anläggningssektorn
- InfraSweden2030 (2018) Fördjupningsstudie om InfraSweden 2030:s fokusområden. Forskningsfront transportinfrastruktur.
- InfraSweden2030 (2018) Kartläggning av internationella FoU-program inom InfraSweden2030:s fokusområden
- IVA & Sveriges byggindustrier (2014) Klimatpåverkan från byggprocessen, <https://www.teknikforetagen.se/globalassets/i-debatten/publikationer/teknikforetagen-rapport-vinna-eller-forsvinna-.pdf>
- Naturvårdsverket (2018) Rapport 6855. Innovationstävlingen Transformativ infrastruktur – banbrytande innovation för nollutsläpp.
- [Nyteknik.se https://www.nyteknik.se/miljo/sa-ska-framtidens-asfalt-bli-mer-klimatsmart-6921845](https://www.nyteknik.se/miljo/sa-ska-framtidens-asfalt-bli-mer-klimatsmart-6921845) [http://www.nvfnorden.org/library/Files/Utskott-och-tema/Miljo/Møter-og-protokoller/Nordiske-møter/Stykkisholmur-2014/aBiotillverkad asphalt.pdf](http://www.nvfnorden.org/library/Files/Utskott-och-tema/Miljo/Møter-og-protokoller/Nordiske-møter/Stykkisholmur-2014/aBiotillverkad%20asfalt.pdf)
- ProcSIBE.se
- Regeringens skrivelse 2017/18:278 Nationell planering för transportinfrastrukturen 2018–2029
- Region Stockholm (2019) Verksamhetsavfall och masshantering i ett 2030-2050-perspektiv <https://www.sll.se/globalassets/4.-regional-utveckling/nyhetsbilder/rapport-avfallshantering-samt-masshantering-och-takter-i-ett-2030-2050-perspektiv.pdf>
- SNS (2019), Statliga investeringar i transportinfrastruktur (<https://www.sns.se/aktuellt/statliga-investeringar-i-transportinfrastruktur/>)
- Teknikföretagen (2018) Vinna eller försvinna, <https://www.teknikforetagen.se/globalassets/i-debatten/publikationer/teknikforetagen-rapport-vinna-eller-forsvinna-.pdf>
- Trafikverket (2019) Masshantering i Marieholmsförbindelsen <https://www.trafikverket.se/nara-dig/Vastra-gotaland/vi-bygger-och-forbattrar/Marieholmsforbindelsen/miljo/masshantering/>
- Trafikverket (2014) Trafikverkets kunskapsunderlag och klimatscenario för effektivisering och begränsad klimatpåverkan https://trafikverket.ineko.se/Files/sv-SE/11668/Ineko.Product.RelatedFiles/2014_137_trafikverkets_kunskapsunderlag_klimatscenario_for_energieffektivisering_begransad_klimatpaverkan.pdf
- Trafikverket (2018) Så upphandlar vi <https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/upphandling/Sa-upphandlar-vi/> https://trafikverket.ineko.se/Files/sv-SE/11668/Ineko.Product.RelatedFiles/2014_137_trafikverkets_kunskapsunderlag_klimatscenario_for_energieffektivisering_begransad_klimatpaverkan.pdf
- Täljsten, B., Popescu, C., Blanksvärd, T. & Carolin, A. (2018) Sladdlös mätning på byggnadskonstruktioner – Mätning för effektivare tillståndsbedömning. *Bygg & teknik nr 8/18*
- VTI (2010) Beräkningar av energitillgång och koldioxidutsläpp vid byggande, drift och underhåll av vägar <http://vti.diva-portal.org/smash/get/diva2:670425/FULLTEXT01.pdf>