

Välkomna till InfraSweden2030:s webinariereserie!

Metoder för digital tillståndsbeskrivning av transportinfrastruktur

Agenda:

Prognosstyrd Dynamisk Vägdrift – från tanke till implementering. Ett framgångsexempel på hur digitala plattformar kan effektivisera verksamheten och möjliggöra implementering av AI. Andreas Backström, och Mats Wärme

Digital tillståndsbedömning av broinfrastruktur – början på resan mot automatiserat beslutsstöd. John Leander

Panelsamtal - Björn Östlund, Olof Johansson, Hawzheen Karim

INFRA
SWEDEN 2030

Med stöd från

VINNOVA
Sveriges innovationsmyndighet

 **Energimyndigheten**

FORMAS 

Strategiska
innovations-
program

2030 har Sverige en konkurrenskraftig transportinfrastruktur som möjliggör klimatneutrala transporter som möter samhällets ekonomiska och sociala utmaningar

Innovation – Dynamisk Bransch – Minskad Klimatpåverkan

Fokusområden

-  Klimatneutral transportinfrastruktur
-  Uppkopplad transportinfrastruktur
-  Ökad kompetens och attraktivitet
-  Konstruktionslösningar och byggmetoder
-  Ökad produktivitet
-  Tillståndsbedömning, drift och underhåll

Projektportfölj

Januari 2020

Projekten kommer från öppna utlysningar och enskilda strategiska satsningar.

InfraSweden2030 har haft sex öppna utlysningar sedan programmet startade 2016.

Nästa utlysning öppnar till hösten 2020.

www.infrasweden2030.se/projekt



Den digitala vintern är här - dynamisk planering av vinterväghållningen

vti

SVEVIA

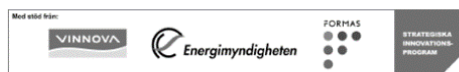
PEAB

SKANSKA



B&M
systemutveckling

INFRA
SWEDEN 2030



www.infrasweden2030.se



TRAFIKVERKET

SBUF

SVENSKA BYGGBRANSCHENS UTVECKLINGSFOND
The development fund of the Swedish construction industry

Datum 2020-05-20, 14:00-15:00

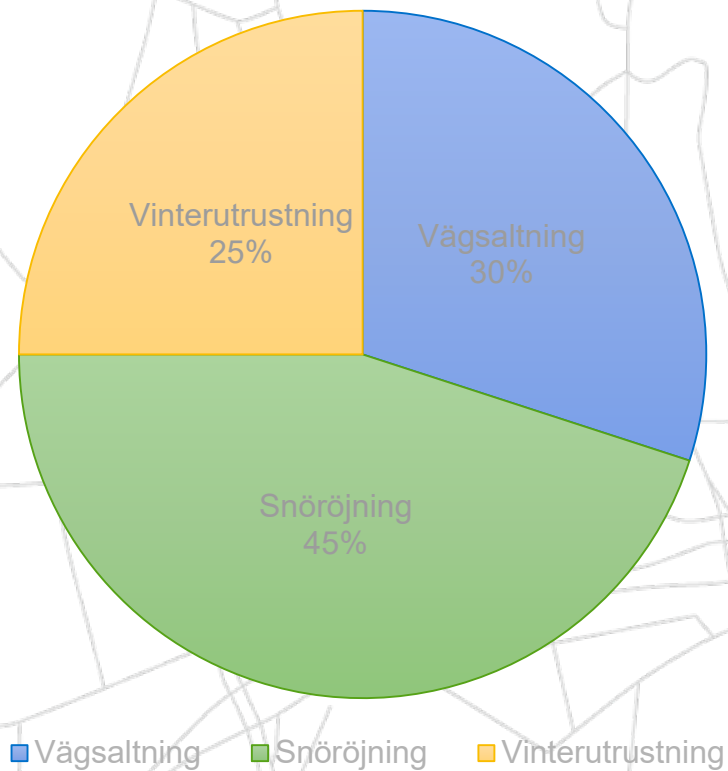
Andreas Bäckström, Svevia AB

Mats Wärme, B&M Systemutveckling AB

SVEVIA

Kostnader vinterväghållning

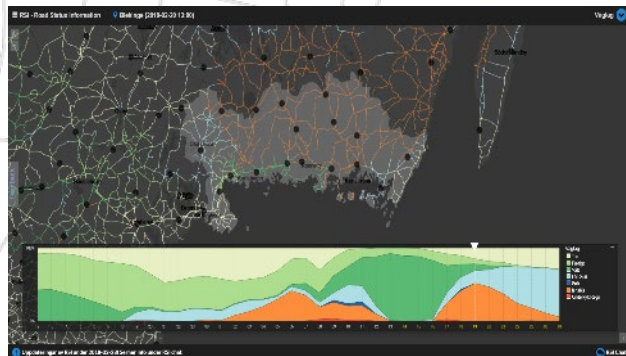
Trafikverket ca 2 miljarder, statliga vägnätet



DynOpt

Bakgrund: ("Problemet")

- Hur får vi ut modern prognosteknik hela vägen ut till fordonet



Tillgänglig
information

Kommunicerbar
information



Varför?

Varierande väglägenhet ger optimeringsmöjlighet!

Nya utmaningar ("Problemet" forts)

- Minskad erfarenhet, negativ produktivitets utv.
- Ökad leveranskontroll
- Högre viten

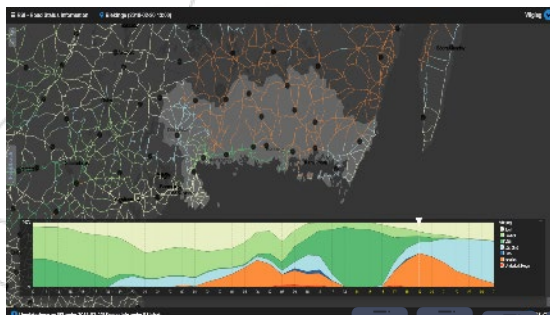
Framtid: Ökad press på oerfaren driftledningspersonal och maskinförare.

Risk: Låg kompetens och attraktivitet!

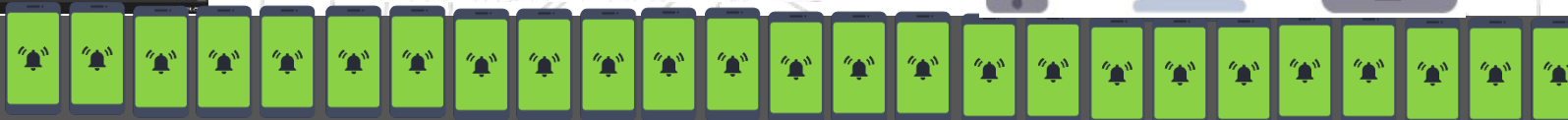
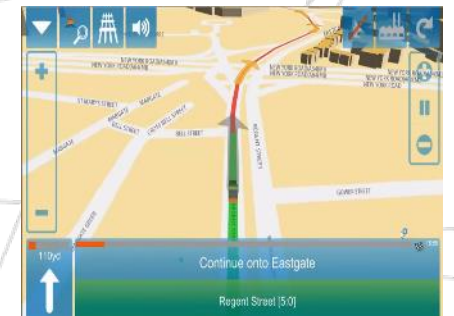
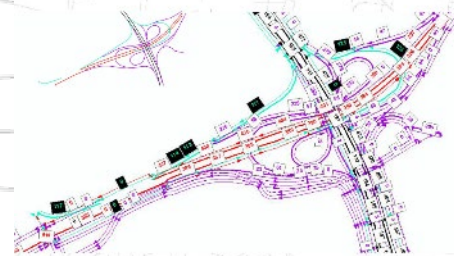
Nya möjligheter ("Lösningen") (FoU för ökad digitalisering)

- Beslutsstödsystem
 - RSI-demo
 - Rutt-Optimering
- Förarstöd, mobilapp
 - Utkallning
 - Navigering

Vi kopplar ihop i en IoT-lösning för ökad dynamik!

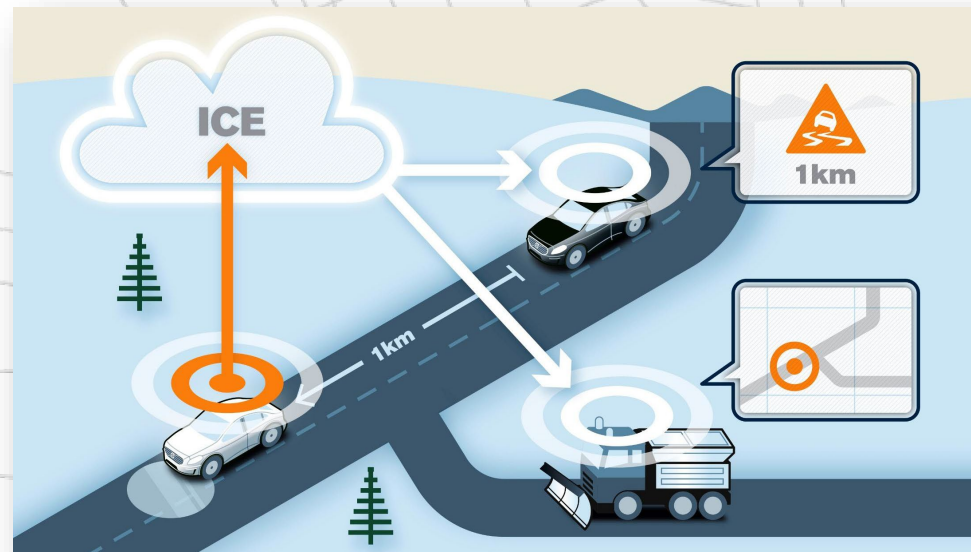


Körordning Gullbergsmotet **SVEVIA**



Prognosstyrd dynamisk vinterväghållning

- Framtiden är här...med framtagna systemlösningar för att skräddarsy vinterväghållningsåtgärder med hjälp av digitaliserade lösningar med uppkopplade saltspridare och dynamisk rutt optimering.
- Utveckling och uppkoppling pågår för att realisera möjligheten till en mer hållbar vinterväghållning genom mer högupplösta och säkra vägväderprognoser med indata från allt fler vägsensorer och stöd från förbättrade algoritmer.



Tidplan

FOI: Genomförande av pilotområden

- Följa upp att leveranser uppfyller krav i upphandling
- Utvärdering av verktyg (lagring, kvalitet, visualisering)
- Utvärdering av innehåll och resultat
- Analys av påverkan på organisationen inom Trafikverket

DP1 Kravställning och upphandling av friktionsdata

- Kravspecifikation för inhämtning och leverans av friktionsdata digitalt för vinterväghållning
- Metodbeskrivning
- Referensmetod
- Metod för anbudsutvärdering

DP2 Ta emot data

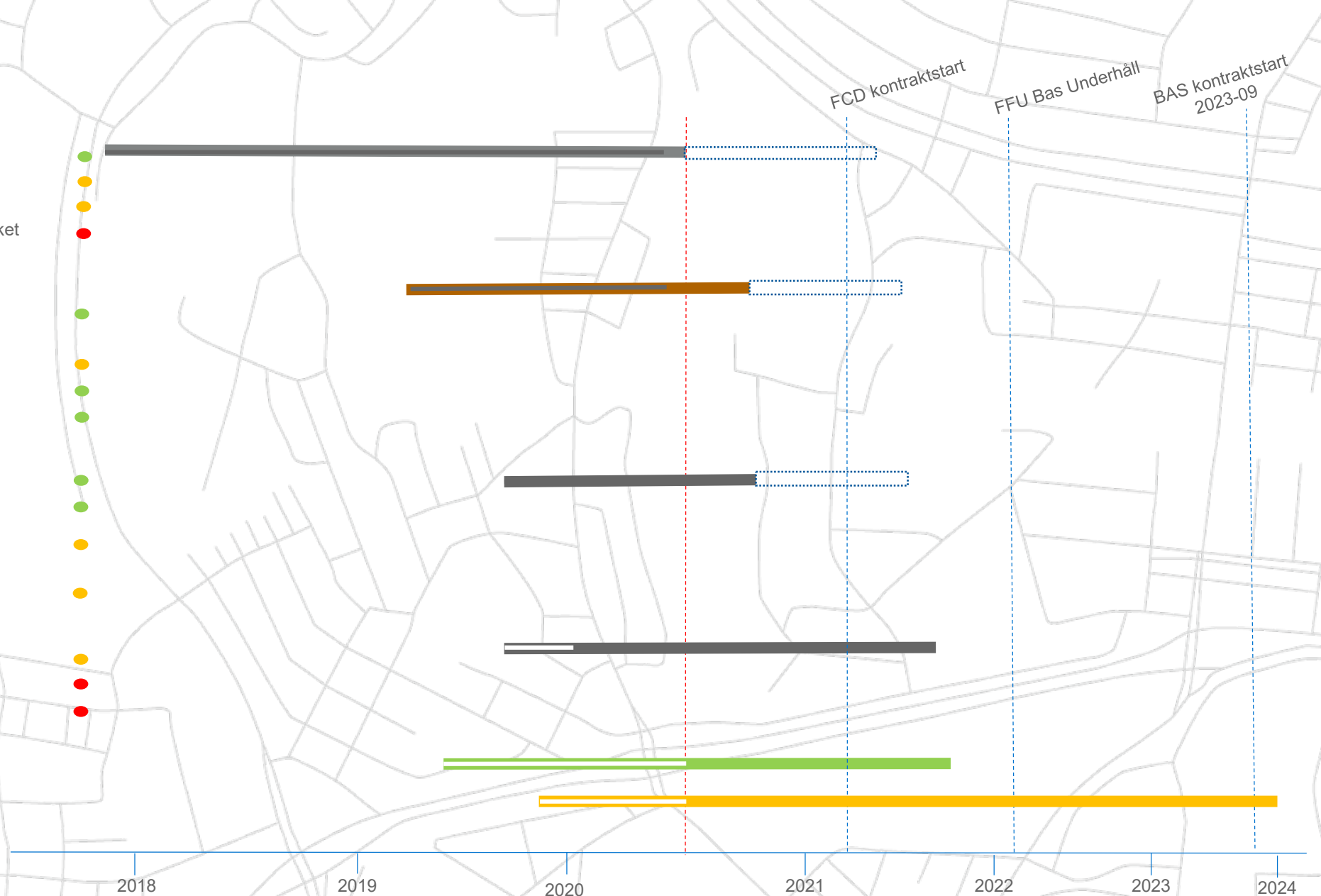
- Beskriver Trafikverkets databehov.
- Beskriver möjliga lösningar för hur friktionsdata kan kopplas in befintliga IT-lösningar
- Beskriver en kravspecifikation ur ett IT-perspektiv för friktionsdata
- Juridik och ägande av data?

DP3 Anpassning av basunderhåll väg

- Uppdatera kontraktskrav
- Uppdatera kontrollprogram
- Påverkan på organisationen i baskontrakt.

FOI: Prognosstyrd Dynamisk Vägrift

FOI: Digital friktionsuppföljning



Mål, Prognosstyrd dynamisk vägdrift

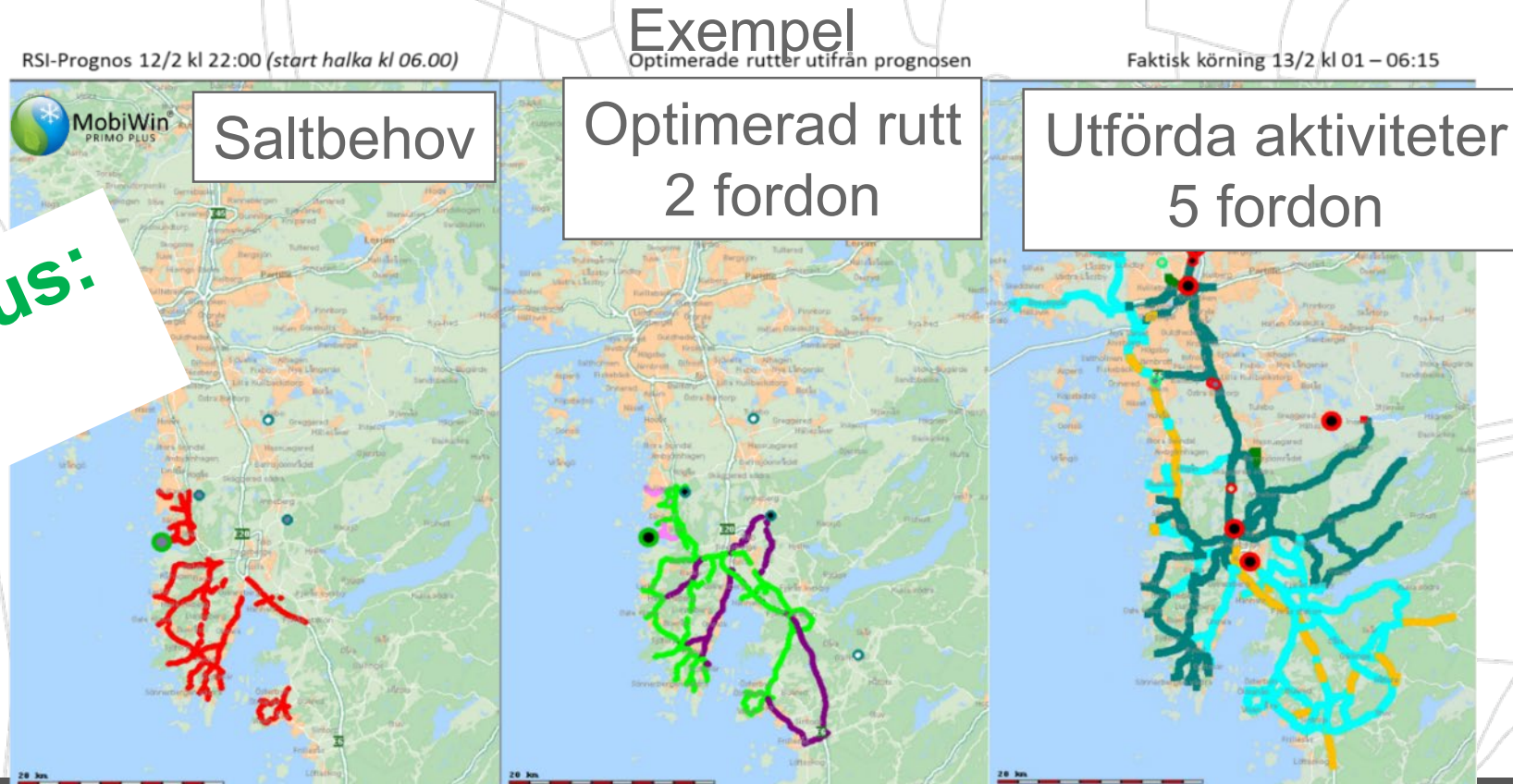
- En digital tvilling - Beslutsstöd för optimerade vinterväghållningsinsatser
- Fungerade restsaltsmodeller och väglagsprognoser
- Dynamisk prognosstyrning - Rätt mängd salt på rätt vägsträcka



- Ökad trafiksäkerhet, minskad avgasutsläpp och lägre saltförbrukning
- Förbättrad arbetsmiljö, kunskapsöverföring samt minskat personberoende via förarstöd och automatisering.

Resultat, FAS 1 POC

- Konceptet fungerar
- Kalkylerad reduktion av **salt och avgasutsläpp** 15-25% utslaget över året



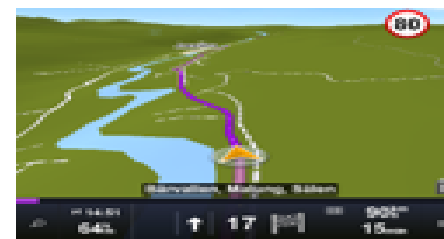
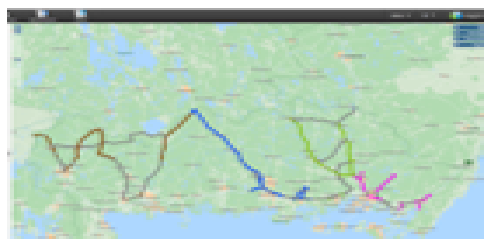
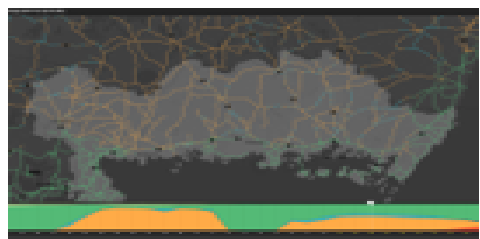
Projektstatus:
Klart

Resultat, FAS 2 Implementering

Utvärdering av beslutsstöd:

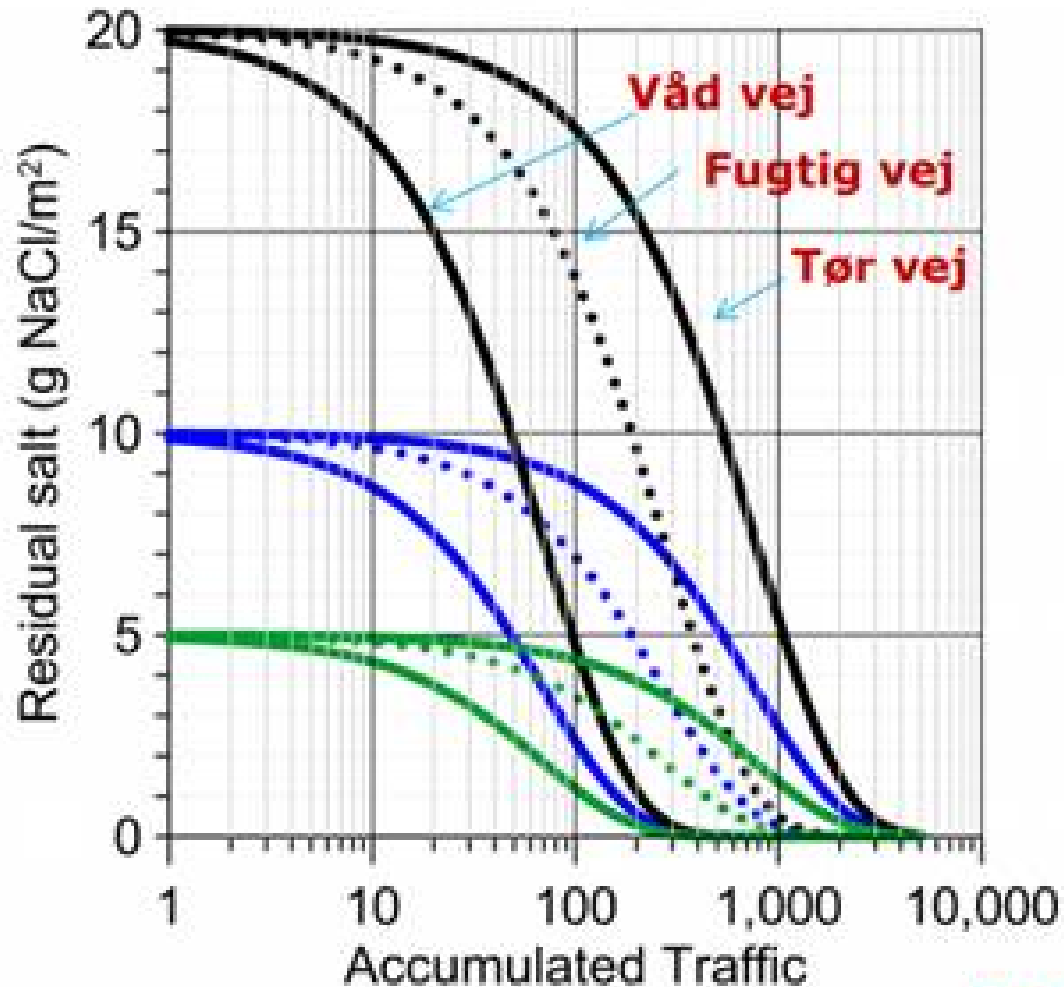
- Användargränssnitt
- Funktioner (optimering, utkallning, navigering mm)
- Hur väl "stämmer" prognoser

✓ Projektstatus:
✓ Klart
?



Fas 3 Restsaltsalgoritmer:

"Hur förbättrar vi restsaltsberäkningar"



Projektstatus:
Pågår

SVEVIA

B&M
systemutveckling

vti

FORECA

KLIMATOR

SMHI

Falköping

NIRA
DYNAMICS

RoadCloud
WAY AHEAD

SVEVIA

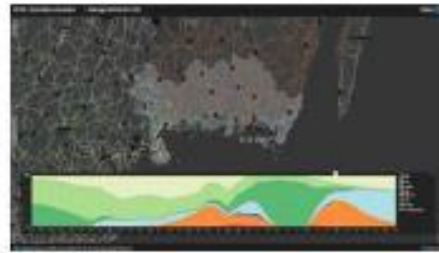
FAS 4, Automatisk saltspridning, "Auto-salt"

Samarbetsprojekt med Friggeråkers verkstäder

Hur får vi ut modern prognosteknik hela vägen ut till salt- och plogbilen?

- Generera styrfiler
 - Saltgiva och spridningsbredd

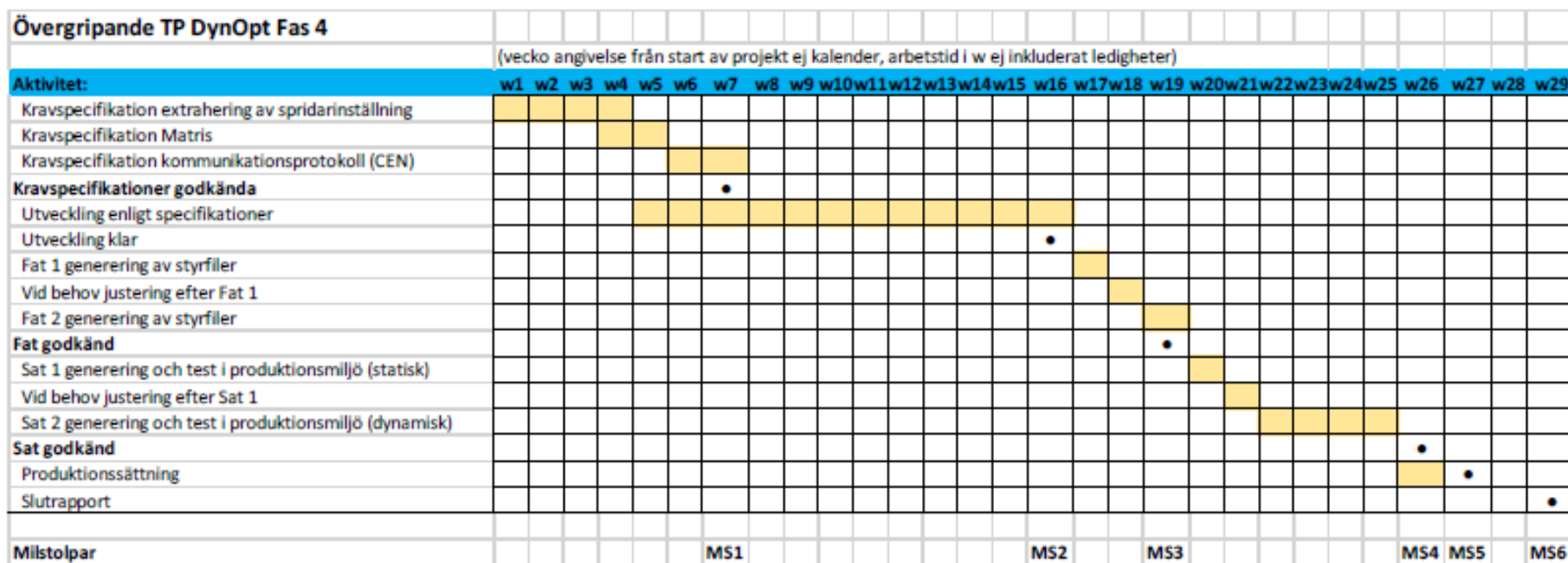
**Projektstatus:
Tester pågår**



FAS 4, Automatisk saltspridning, "Auto-salt"

Samarbetsprojekt med Friggeråkers verkstäder

Projektstatus:
Tester pågår



Figur 6, Detaljerad tid- och aktivitetsplan



Syfte FAS 5, Vägväderprognoser

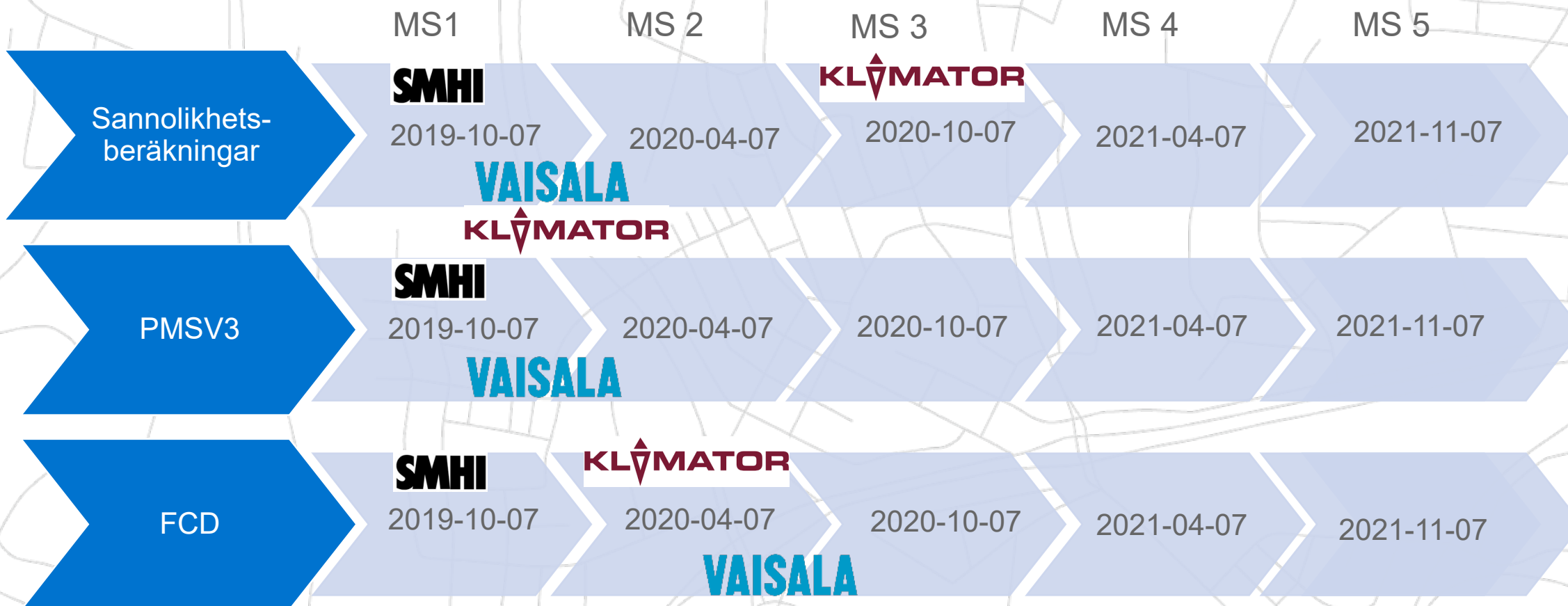
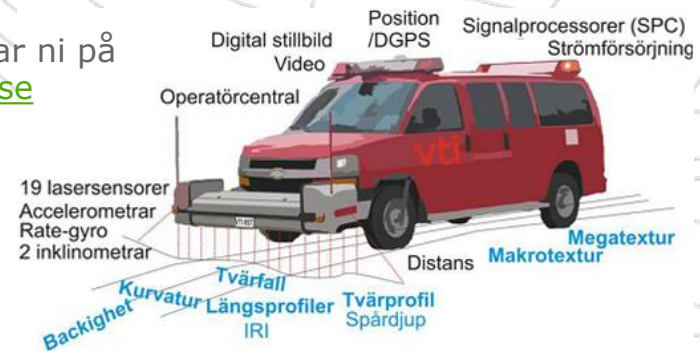
- Utveckla tillräckligt högupplösta prognoser.
 - Utvalda testdriftsområden utrustas vintern 19/20 med, av prognosleverantörerna, föreslagna vägsensorer
 - verifiera sina klimatmodeller
 - vidareutveckla prognoser
- i samråd med väghållningsentreprenörer.

**Projektstatus:
Vidareutveckling pågår**



Milstolpar

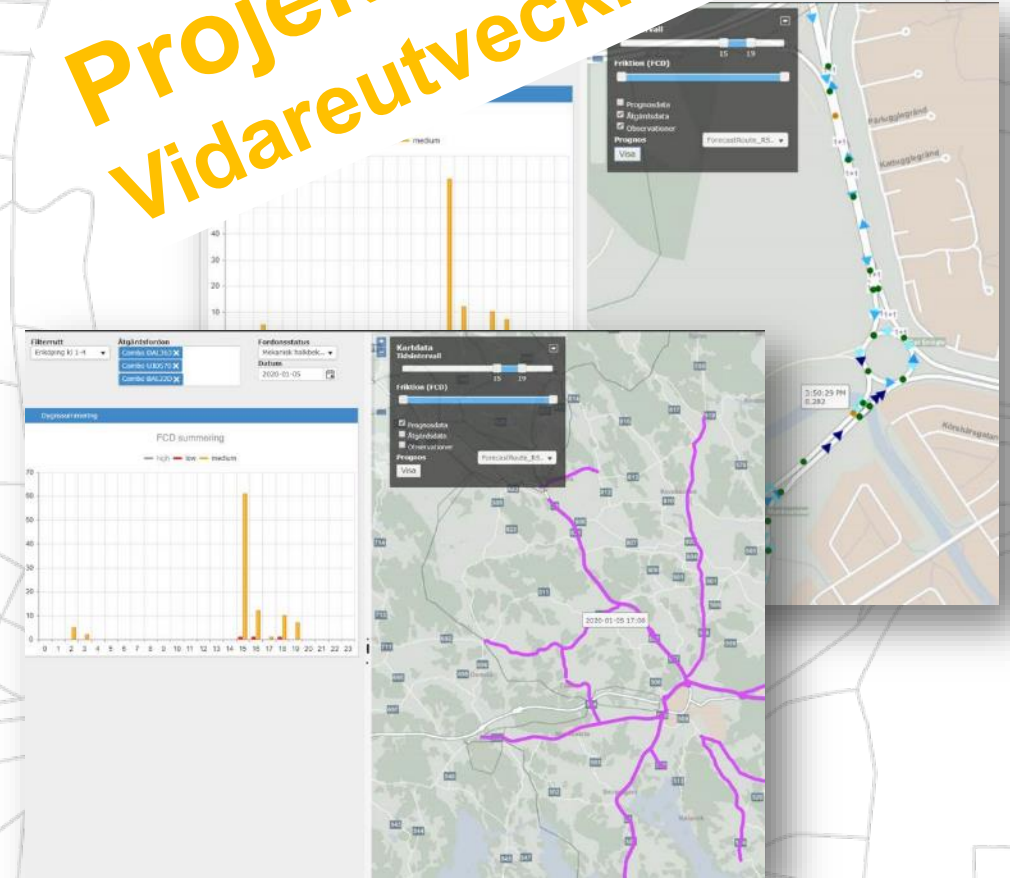
PMSV3-beläggningsda hittar ni på
<https://pmsv3.trafikverket.se>



Syfte FAS 5, FCD i produktionen

- Förbereda branschen på FCD i leveransuppföljning
- Optimeringsunderlag
 - Indata till prognos
 - Generera larm
- Auto egenkontroll/ Uppföljning
 - Prognoskvalité
 - Produktionsinsatser (larm vid ej uppnådd effekt)
- AI- självlärande system

**Projektstatus:
Vidareutveckling pågår**

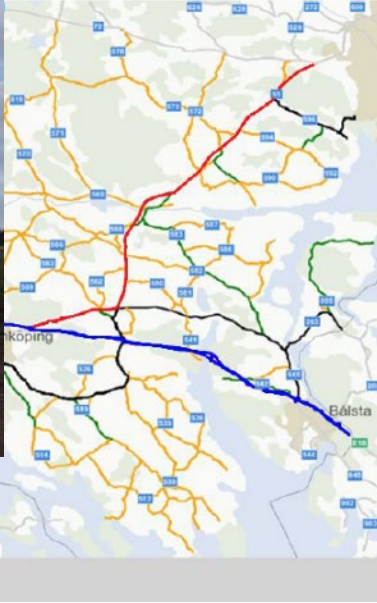


Mål

1. Vägsensorer installerade och driftsatta inom alla testområden, 2019-09-30 ✓
2. Första vinterns mät- och prognoserier färdiga samt plan och ev justeringar för nästa vinters tester överenskomna, 2020-08-31 ✓
3. Verifierat att sensordata bidrar till högre kvalitet och träffsäkerhet på vägväderprognoserna, 2021-08-31
4. Andra vinterns mät- och prognoserier färdiga och slutlig rekommendation om sensorbestyckning klar, 2021-11-01
5. FCD-data implementeras som ett verktyg i beslutsstödsystem i driftverksamheten klar, 2021-11-01

Pilotområden 19/21

Vad är klart!
Kvar att göra?



PEAB, Göteborg

Svevia, Enköping

Skanska, Linderödsåsen

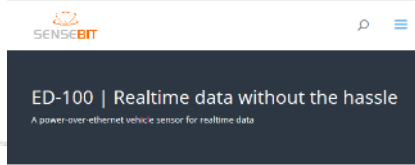
Utvärdering FCD
som huvudsaklig
prognosindata

Dyn-Opt, Dyn-Salt
Test-Site Sagån (fasta sensorer),
- Digital väglagsinfo, FCD
Restsalt (förbättrade algoritmer),

Utvärdering
Prognos och
prognos-
indata

Bekantskap med FCD

Fasta Sensorer



No more loops

The ED-100 from SenceBit is a power over ethernet vehicle sensor that can be installed quickly and uploads accurate data in real-time. The sensor is installed in the center of the lane to be measured and is managed remotely. With a quick and robust installation, remote management and high accuracy data, the ED-100 is an ideal product for replacing inductive loops and other traditional solutions for continuous data collection and IT applications.



MetSalt is a **unique low-power embedded road sensor** for accurate measuring of the road temperature and even more accurate detection of the freezing point. It is equipped with an external temperature probe which enables temperature measurement in a specific depth.

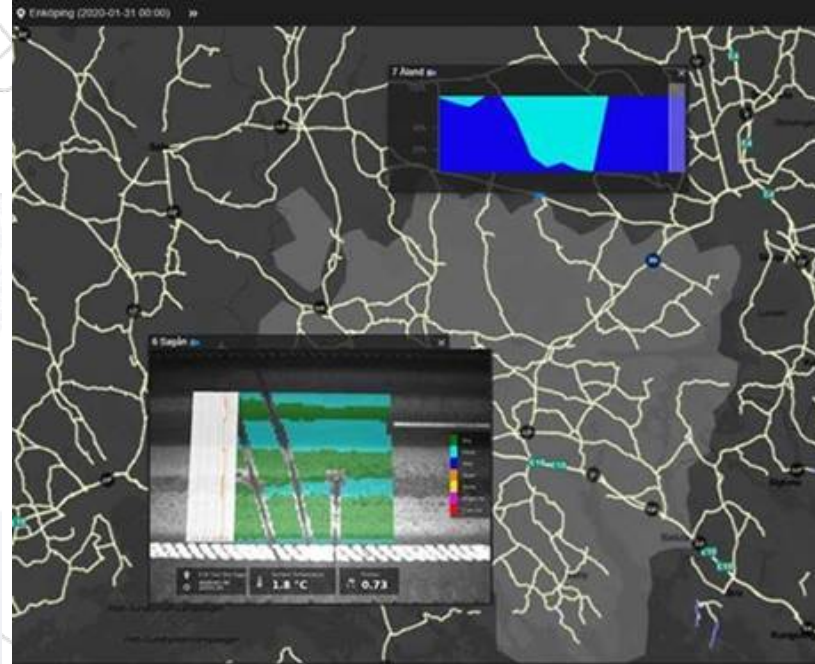


Bild på visualisering av MetSence [2DRoad](#) kamera i Sagån och väglagsöversikt samt prognos i Åland i Klimators RS.I.



DRS511 Road & Runway Sensor

Se film på 2DRoad i Sagån, Sweden 29.11. - 3.12.2019, <https://www.youtube.com/watch?v=313DvSM0AvE>

Sensorförteckning
rev 2020-01-30

Fasta sensorer (Åtkomst via Trafikverkets Öppna API via kontakt med Tommy)		Vägklass	ÅDT	ÅDT	ÅDT
o Enköping		Axelpar	Total trafik	Tung trafik	
Testsite E18 Sagå	E18 (2+2 körfält)	1	8001-12000	8001-12000	1201-1600
301 Skärfälten	55 (1+1 körfält)	2	12001-16000	8001-12000	801-1200
302 Åland	72 (1+1 körfält)	3	4001-8000	4001-8000	401-800
317 Ekolsundsbrv	E18 (1+1 körfält på bro)	1	12001-16000	12001-16000	1201-1600
o Umeå					
2411 Brattbu	E12 (1+1 körfält med mittvajer)	3	2001-4000	2001-4000	201-401
2415 Nordmaling	E4 (2+1 körfält med mittvajer)	3	4001-8000	2001-4000	401-800

Antal och typ av sensor		Restsaltgivare	
SenceBit	MetSence	MetSence	Vaisala
ED100	2DRoad riktning	MetSalt riktning	DRS511 riktning
4	1 östlig	1 östlig knf	närmst VVIS
2	1 nordöst	1 nordöst	
2	1 sydöst	1 sydöst	
2	1 sydväst	1 sydväst	
2	0	0	2 Bägge dvs Nordvästsy
3	0	0	2 Norrgående och K1 Södergående
15	4	4	

Vägklass
Vägar är klassade i väglagsklass 1, 2, 3, 4, 5 och GC-vägar. Riktvärde för väglagsklass framgår av tabellen nedan. Senast inmätt/beräknad ÅDT finns som information i NVDB på Trafikverkets hemsida.

Trafikföde ÅDT	Väglagsklass i Standardbeskrivningen
>16000	1
8000 - 16000	2
1500 - 7999	3
500 - 1499	4
<500	5

Vilken klass en viss väg har framgår av förteckning under 6.10.

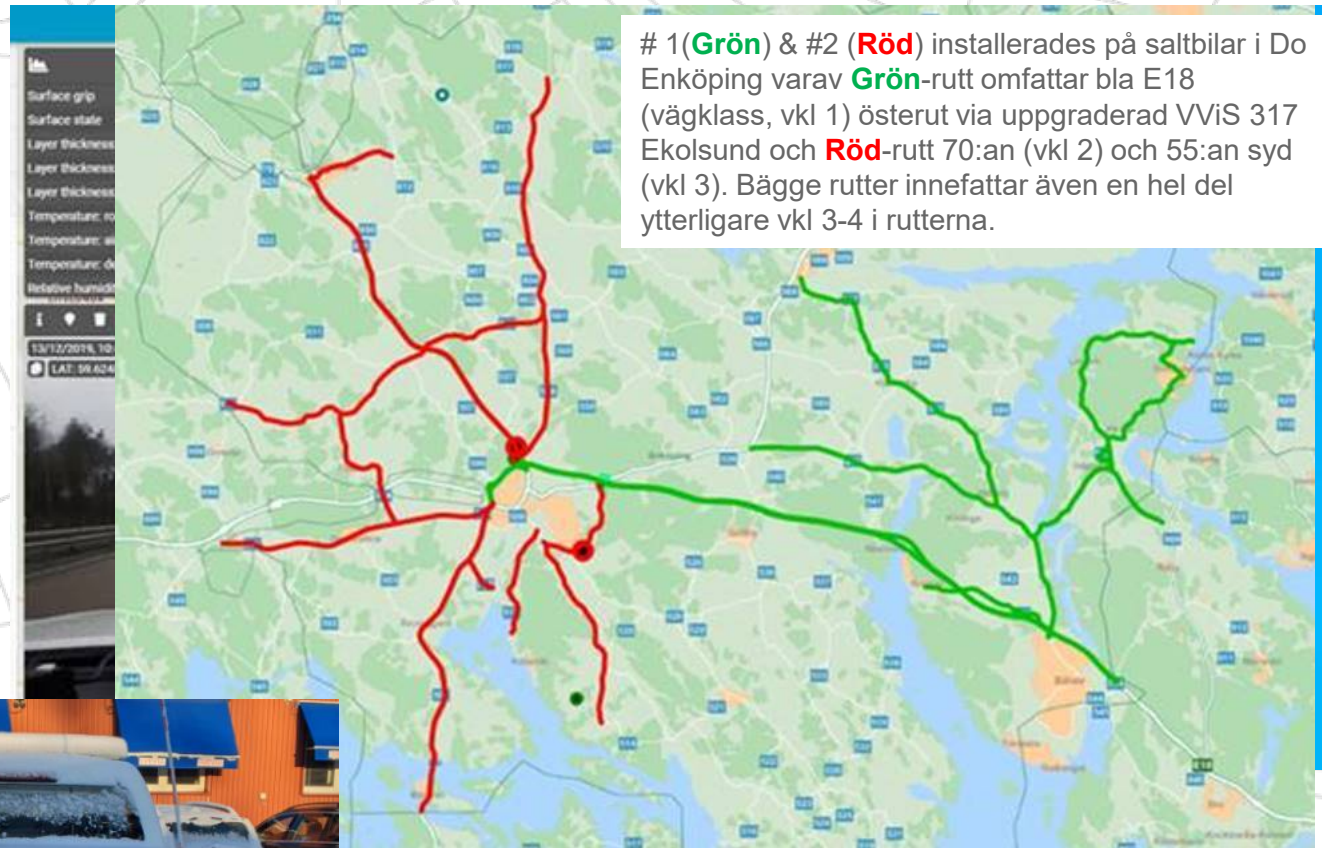
Benefits of DRS511

- Amount of Deicing chemicals measurement
- Identifies Road Condition
- Water amount measurement
- Surface temperature measurement
- Ground temperature measurement (-6cm)
- Freeze Point
- Hoar frost detection

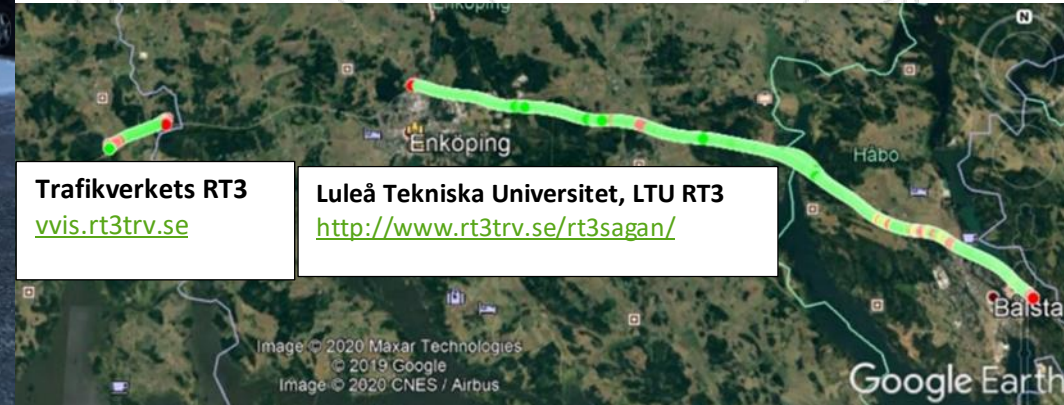
Rörliga Sensorer

Vaisala MD30 (<https://map.vionice.io>) (4st) varav 2st är installerade på saltbilar och 2st på Svevias inspektionsfordon varav # 3 rör sig i Do Västerås och #4 är den som besiktigar Do Enköping inkl Sagån och kör slingan förbi VViS-stationer

Teconers sensorer RTD411SA & RCM411 är installerade i Umeå på 2st av lokalbussar. De nås på <https://roadweather.online/browse/l37> <https://roadweather.online/browse/l36>. Bussarna går i huvudsak på sträckan E12 Umeå – Vännäs och E4 Umeå – Nordmaling-



1 (Grön) & #2 (Röd) installerades på saltbilar i Do Enköping varav Grön-rutt omfattar bla E18 (vägklass, vkl 1) österut via uppgraderad VViS 317 Ekolsund och Röd-rutt 70:an (vkl 2) och 55:an syd (vkl 3). Bägge rutten innefattar även en hel del ytterligare vkl 3-4 i rutterna.



Trafikverkets RT3
vvis.rt3trv.se

Luleå Tekniska Universitet, LTU RT3
<http://www.rt3trv.se/rt3sagan/>

När vi lyckats med digital vinter

- Självkörande bilar
- Självkörande produktionsmetoder (bilarna/cyklarna kallar ut snöröjning och halkbekämpning automatisk. Plogbilar kör sig själva)

4.5 Tb data / timme...



**Automatiserad
produktion och
beställning**

- Renodlad beställare (digitaliserat regelverk – den intelligenta vägen som ropar på underhållsätgard)
- A.I. Robotiserad produktion
- Uppdatering av digitala transportsystem automatiskt.



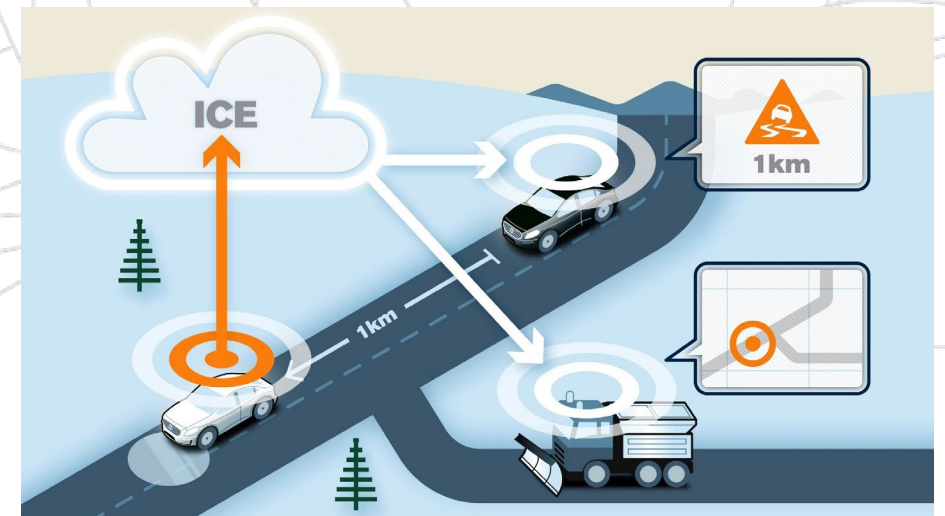
**Digitaliserat
transportsystem**

- BIM, ANDA, GUS, PMS, GPD-analys, RSI, BaTMan.
- Fordon behöver tillgång till infrastrukturen digitalt. T.ex. trafiksignaler men även väglag



**Självkörande
fordon**

- Fantastisk möjlighet att bättre nå transportpolitiska mål men också krävande för infrastrukturägaren



Viktiga lärdomar från projektet

- Branschledd utvärdering av prognoskvalité avseende vägväderprognoser som ger upphov till åtgärdsförslag (saltgiva) i beslutsstödsystemen
- Utvärdering av data från vägsensorer och Floating Car Data (FCD) i produktionen, dvs hur den automatiserade egenkontrollen och tillståndsbedömningen kan integreras i beslutsstödsystemen samt bidra till att utvärdera väghållningsinsatser och vägväderprognoser
- Rekommendationer och slutsatser gällande typ och antal av sensorer som olika typer av trafikområden bör utrustas med för att möjliggöra bra vägväderprognoser samt en trafiksäker och kostnadseffektiv vinterväghållning. Projektet kommer även bidra med input till hur vi smartast når miljömålet 2030, vad behöver vi lägga forskning på eller kanske bara öka takten

Veta mera?

- För mer information om projektet se Youtubefilmen <https://youtu.be/3DnjXwLpG7g>(2:45) där B&M beskriver mjukvaran/systemlösningen som ligger till grund för Fol-projektet som helhet
- Youtubefilmen <https://www.youtube.com/watch?v=FTu3wX-9cCw&feature=youtu.be>(4:26) där Foreca(numera Vaisala) beskriver indatan(väderprognosen).
- För info om FloatingCar Data (FCD) som indatakälla till tillståndsbedömningar och prognosunderlag se <https://www.youtube.com/watch?v=vs3hw4Z6CXY>(1:27) där RoadCloudäven visar olika tillämpningar och slutligen kopplingen till självkörande fordon.
- RoadCloud<https://www.youtube.com/watch?v=CvF2qplSAho>har även ett klipp som visar hur friktion och väglagsestimeringar kan gå till.

Tack för uppmärksamheten!

Frågor?

För mer information kontakta

andreas.backstrom@svevia.se

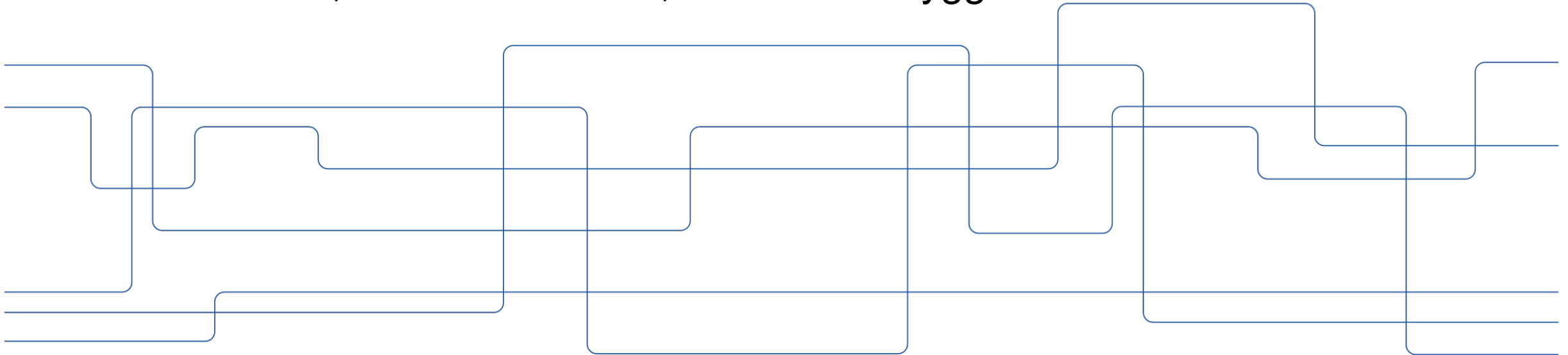
matsw@bmsystem.se



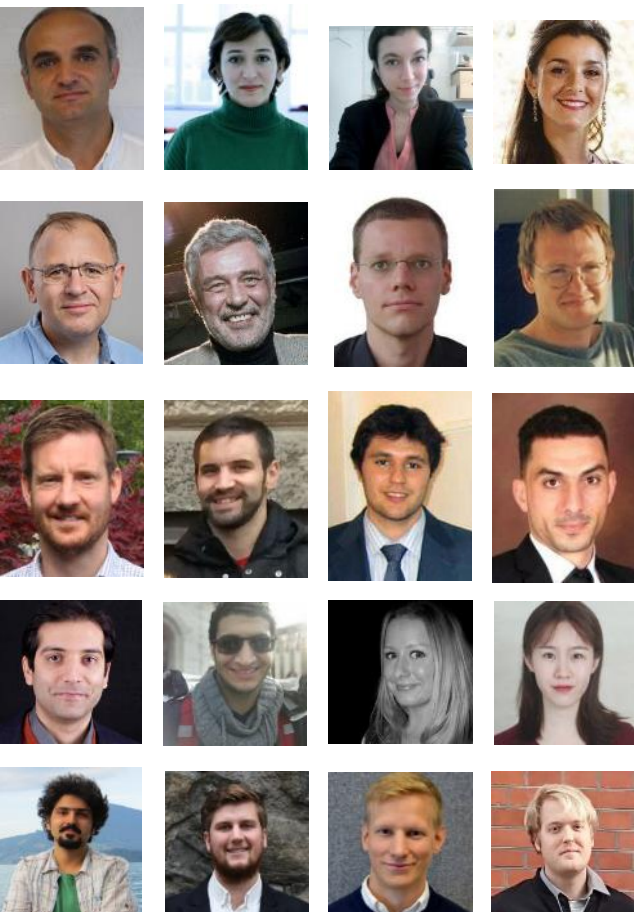
Digital tillståndsbedömning av broinfrastruktur

Början på resan mot automatiserat beslutsstöd

John Leander, universitetslektor, docent i brobyggnad



Avdelningen för bro- och stålbyggnad



Personal

3 Professorer

2 Universitetslektorer

4 Forskare

~15 Doktorander

Forskningsinriktningar

- **Mätning och övervakning**
- **Tillståndsbedömning av befintliga konstruktioner**
- Rörbroar
- Optimering med avseende på hållbarhet och effektivt byggande
- Broar och dynamik
 - Broar för höghastighetståg
 - Vibrationer av gång- och cykelbroar
 - Jord-bro-interaktion

Bakgrund

Smart tillståndsbedömning, övervakning och förvaltning av kritiska broar

Ett projekt finansierat genom InfraSweden2030

Projektid: 2016-2018

**INFRA
SWEDEN
2030**



Bakgrund

Smart tillståndsbedömning, övervakning och förvaltning av kritiska broar

Parter



Trådlösa sensor-
nätverk och energi-
insamling



Tillståndsbedöm-
ning och skade-
detektering

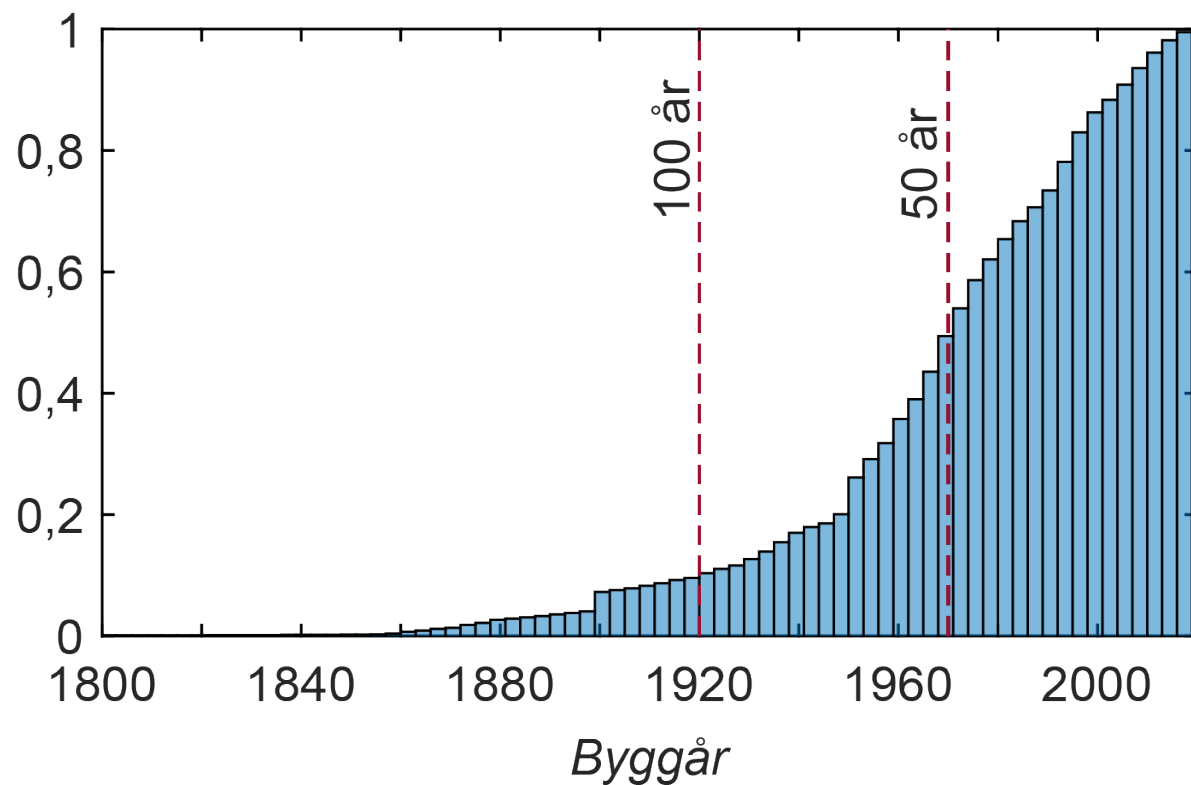


Molnbaserade
tjänster för infra-
strukturförvaltning



Bakgrund

Byggår för 33 108 broar registrerade i BaTMan
(maj 2020)

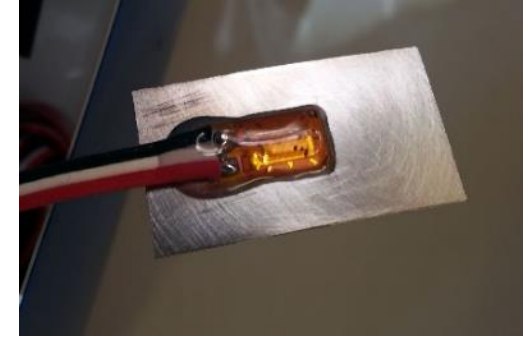


Datainsamling

Kommersiella system finns för att mäta t.ex. ...

- accelerationer;
- töjningar;
- förskjutningar;
- ...

Vidare utveckling behövs för robusta och tillförlitliga trådlösa sensornätverk.



Datinsamling

Stonecutter's Bridge (Hong Kong, 2009)

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Stonecutters%27_Bridge.jpg



Datainsamling

När är det motiverat att mäta?

Förväntad informationsvinst
Value of Information (VoI)

Förväntad kostnad (risk) för skada:

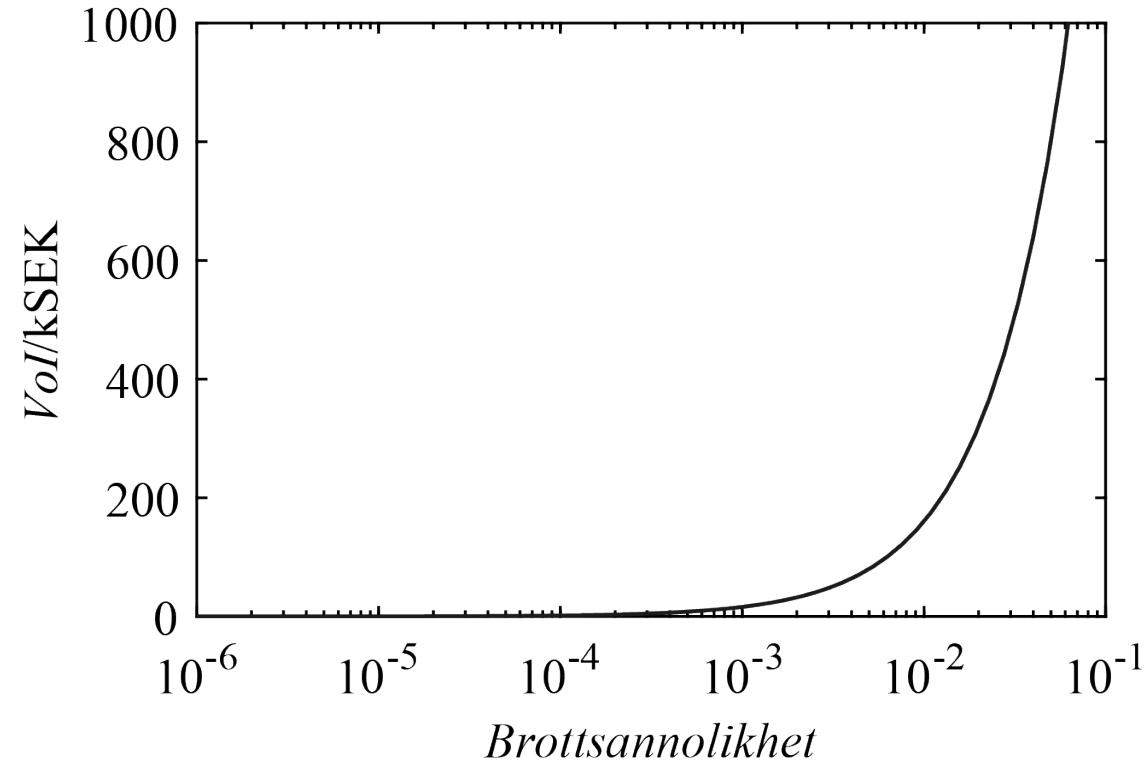
$$R_0 = P_F C_F$$

Förväntad kostnad för skada givet mätningar:

$$R_M = P_{F,M} C_{F,M}$$

Förväntad informationsvinst:

$$VoI = R_0 - R_M$$



($C_F = 20$ MSEK; $\mathcal{L}(No|S) = 0,8$; $\mathcal{L}(No|F) = 0,2$)

Datainsamling

När är det motiverat att mäta?

Baserat på risk är mätningar fördelaktigt när...

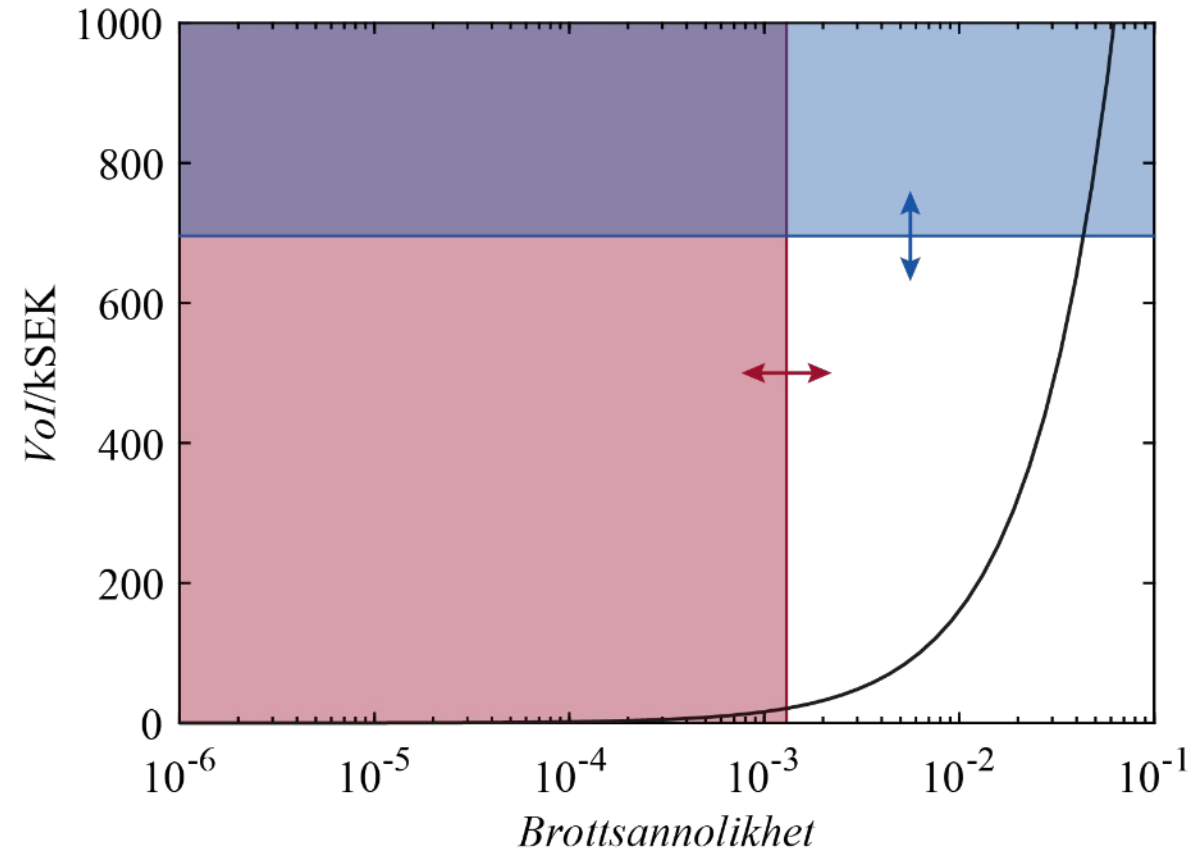
brotts sannolikheten är hög;

och när...

mätssystemet är billigare än den förväntade informationsvinsten;

och är...

billigare än en reparationsåtgärd.

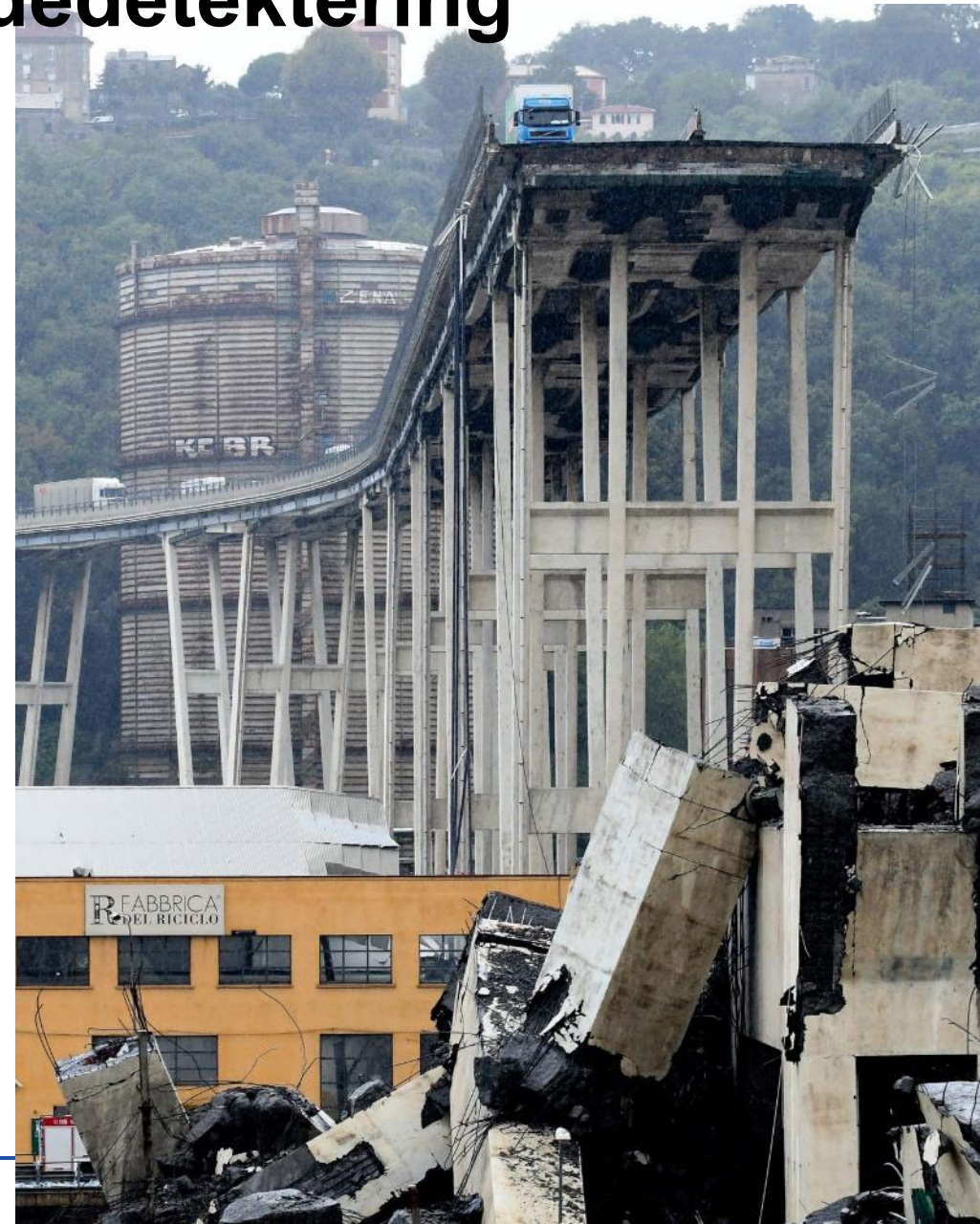


Tillståndsbedömning och skadedetektering

Informationen från datainsamlingen ska utgöra underlag för beslut om åtgärder, ...

...vilket kan delas mellan två huvudinriktningar:

1. Skadedetektering och bedömning av säkerheten.
2. Uppskattning av återstående livslängd och beslut om underhållsåtgärder.

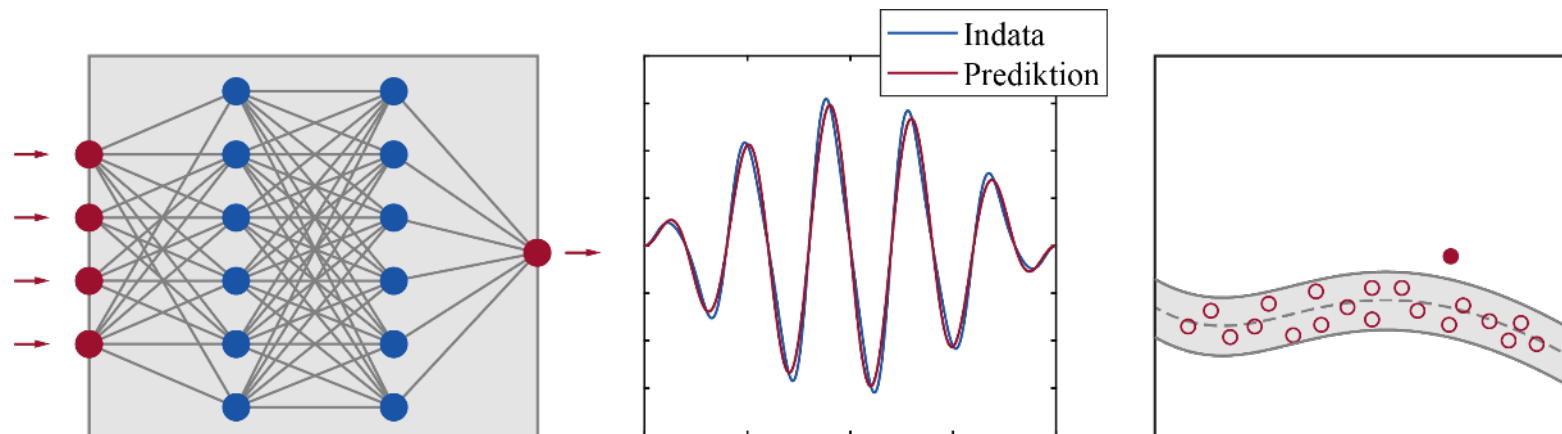


Tillståndsbedömning och skadedetektering

1. Skadedetektering

En datadriven (modellfri) tillståndsbedömning bygger på tre huvuddelar:

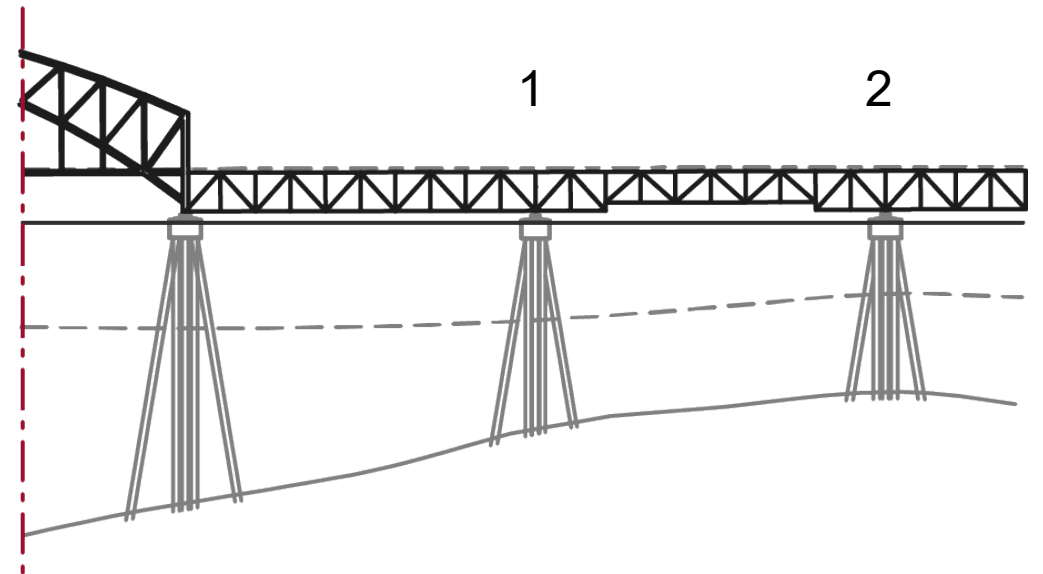
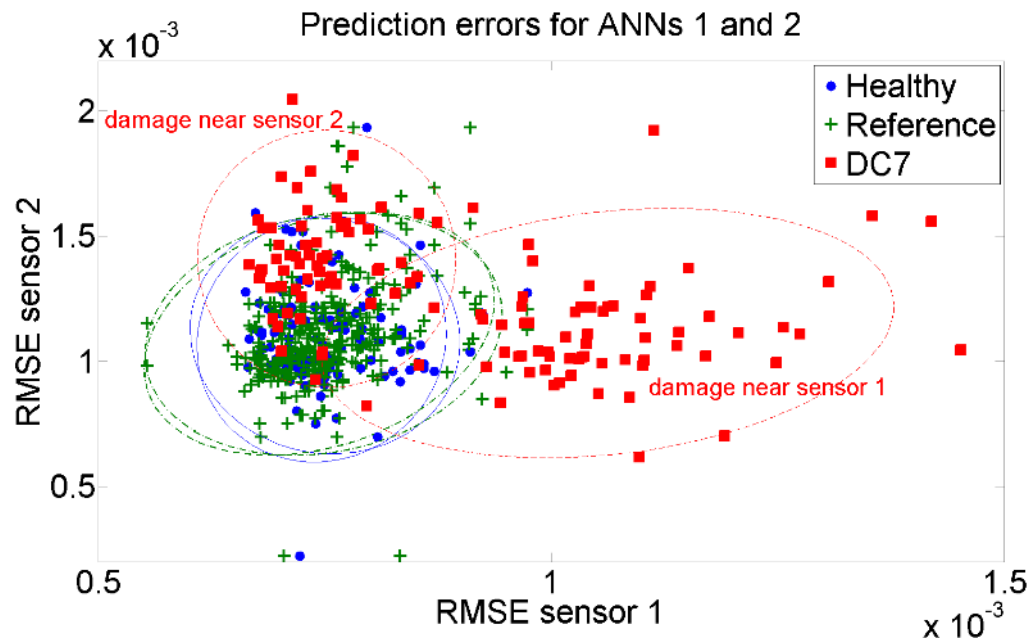
- Övervakad träning (inga kända skadefall)
- Prediktion
- Statistisk utvärdering



Tillståndsbedömning och skadedetektering

1. Skadedetektering

Exempel från Gamla Lidingöbron

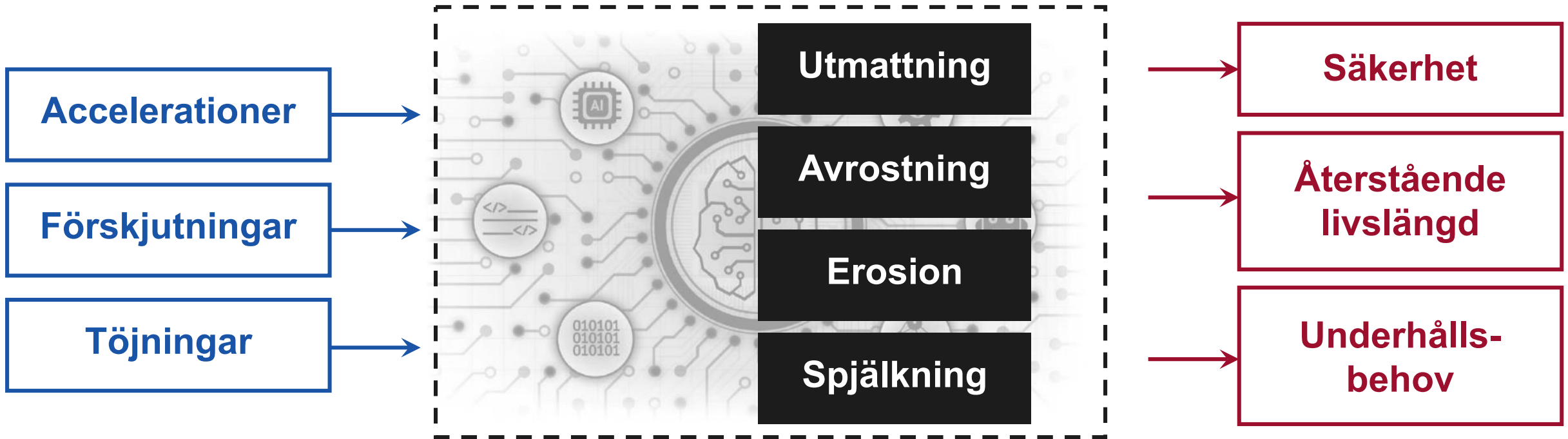


Neves AC, Leander J, González I, Karoumi R, 2019.
Application of a model free ANN approach for SHM of the
Old Lidingö Bridge. IABSE Symposium 2019.

Tillståndsbedömning och skadedetektering

2. Återstående livslängd och beslut om underhållsåtgärder.

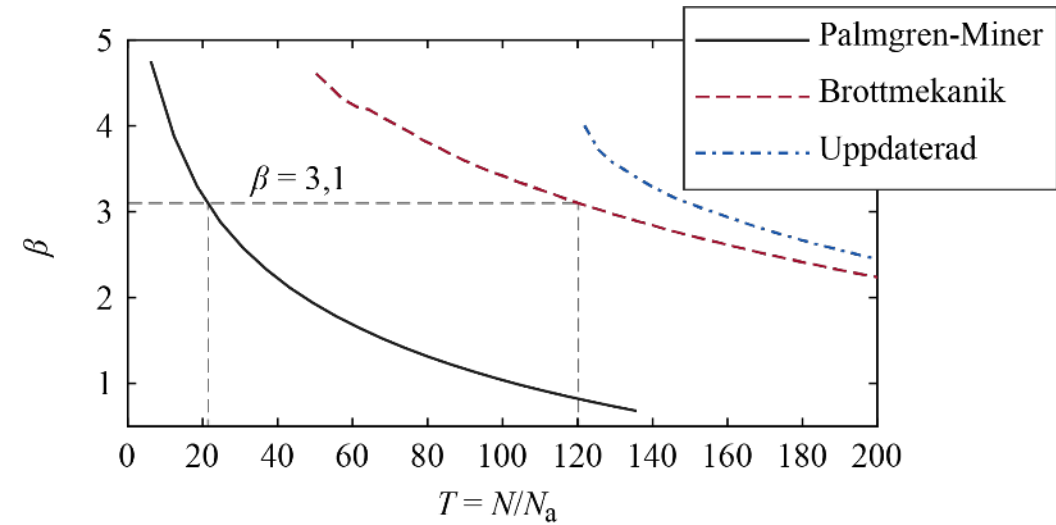
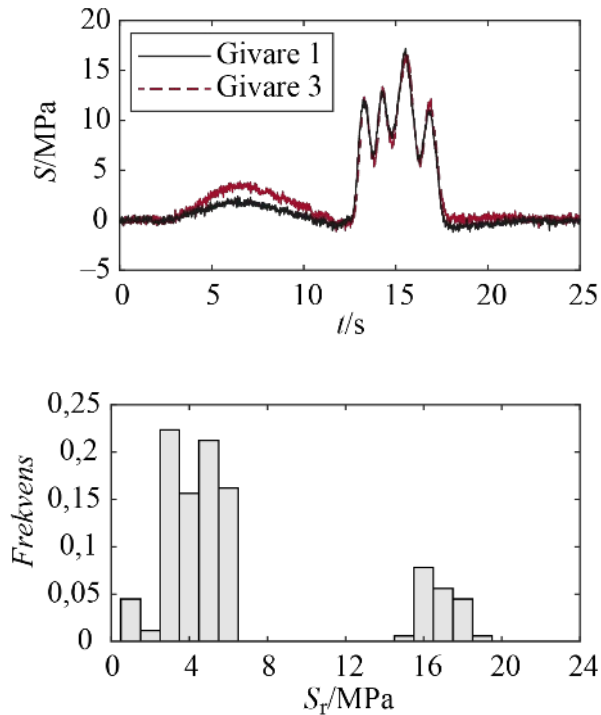
Datadriven livslängdsbedömning kräver nedbrytningsmodeller (fysikaliska eller artificiella).



Tillståndsbedömning och skadedetektering

2. Återstående livslängd och beslut om underhållsåtgärder.

Exempel från Gamla Lidingöbron



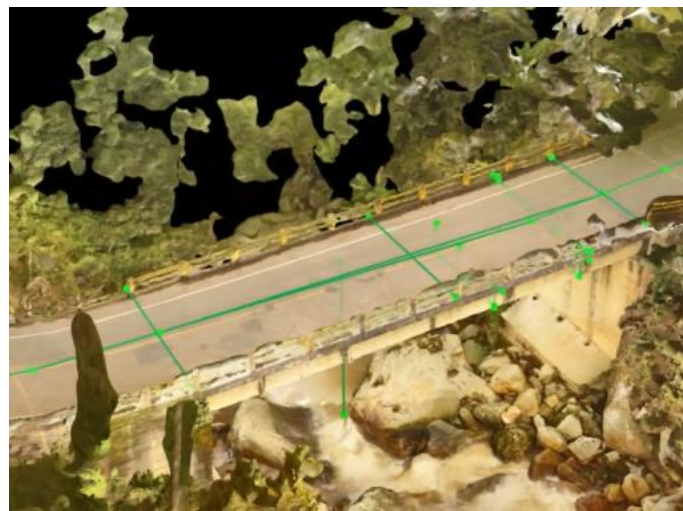


Summering

- Behovet av tillståndsbedömningar av befintliga broar kommer att öka.
 - För broar (och andra konstruktioner) med höga krav på säkerhet är datainsamling genom mätningar motiverat i slutet av den förväntade livslängden.
 - Mätningar i kombination med **autonom skadedetektering** är ett aktivt forskningsfält – mer forskning krävs för implementering.
 - Mätningar för livslängdsbedömning och **underhållsplanering** är etablerat inom akademien – kan implementeras genom produktifiering av metoder.
-

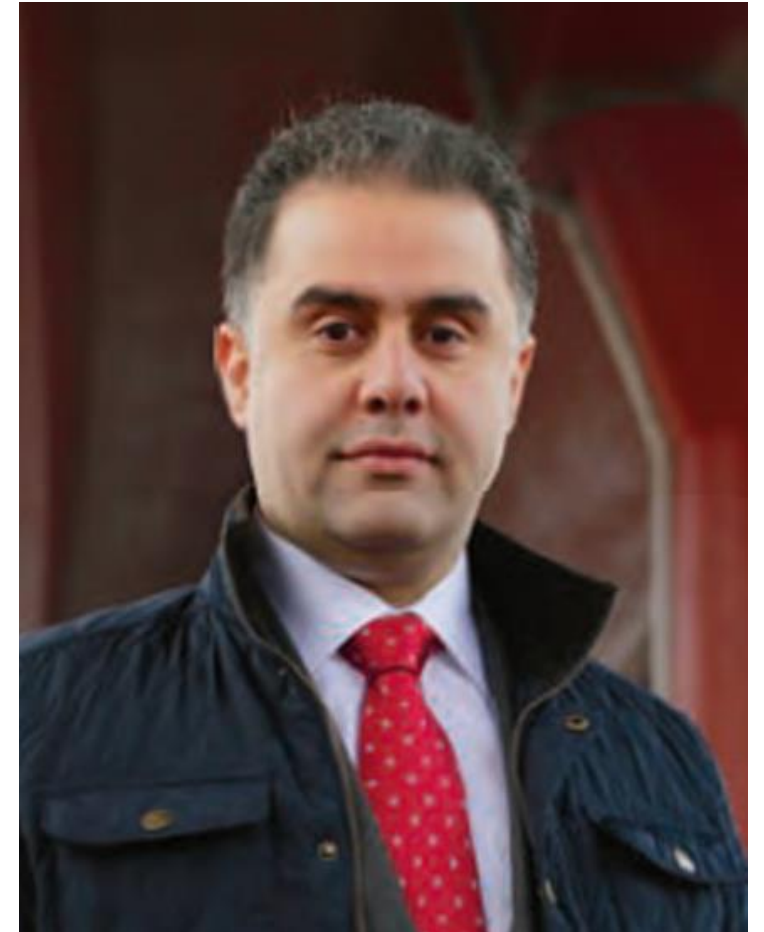
Fortsatt forskning och utveckling

- Tillförlitliga trådlösa sensornätverk.
- Databaserad datainsamling med drönare (fotogrammetri men också mätdata).
- Autonom databaserad skadedetektering.
- Produktutveckling av sensorbaserad tillståndsbedömning för underhållsplanering.



Välkommen Hawzheen Karim!

- Ny fokusområdesledare för
Tillståndsbedömning och drift- och
underhållsmetoder



Paneldiskussion

Bjöm Östlund, AFRY Infrastruktur. Tidigare chef för ÅFs infrastrukturavdelning, som dessförinnan innehaft flera positioner på Banverket, bland annat som fungerande generaldirektör 2008-2010.

Olof Johansson, Programchef Digitaliseringen av transportsystemet, Trafikverket. Olof fokuserar på hur det övergripande användandet av Transportsystemet påverkas av digitaliseringen och hur Trafikverkets roll som placeringsansvariga för den fysiska infrastrukturen påverkas.

Hawzheen Karim, fokusområdesledare för Tillståndsbedömning, drift och underhåll. Hawzheen har tidigare arbetat på Trafikverket med Vidmakthålla-portföljen, och har bland annat varit engagerad i projektet Digital Vinter



Nästa webinarium

12 juni 10.30 *Digital tvilling av nationell transportinfrastruktur leder till ett tekniksprång – mot digitala plattformar, robotisering och AI*



INFRA SWEDEN 2030