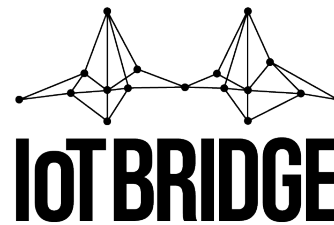
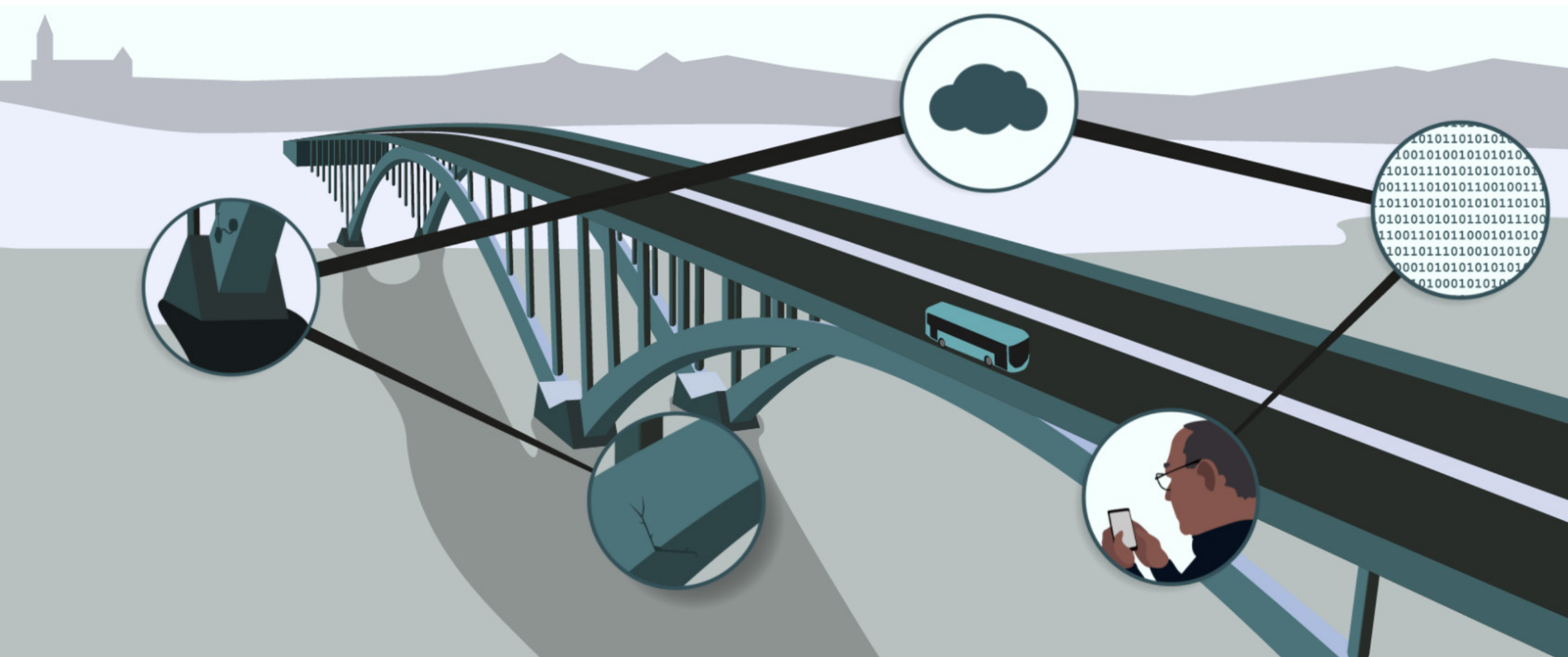


# Plattform för digitalt beslutsstöd



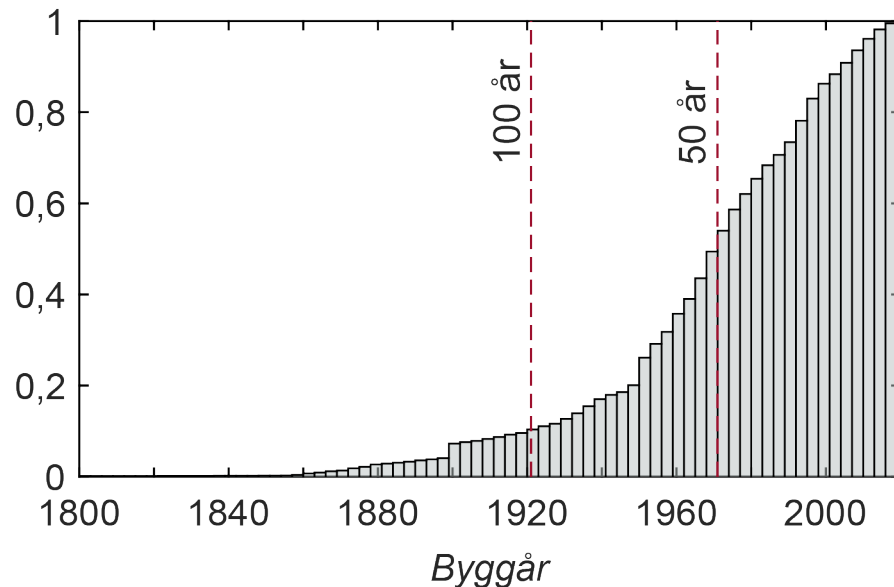
*Peter Rosengren & John Leander*



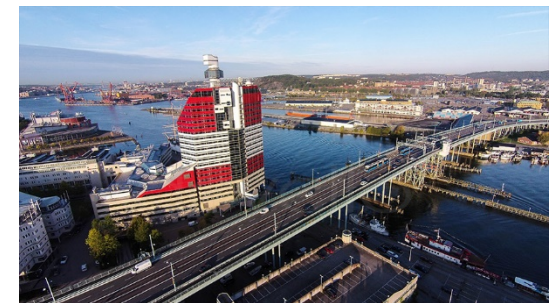
# Bakgrund

I den svenska transportinfrastrukturen finns över 30 000 broar.

- De flesta förvaltas av Trafikverket, övriga av kommuner, landsting och privata ägare.
- ~50% är äldre än 50 år och ~10% är äldre än 100 år.
- Ökande behov av underhåll och åtgärder (brist på kapitalvärde).



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



# Bakgrund

Ökande underhålls- och inspektionsbehov



Brott i skruvar.



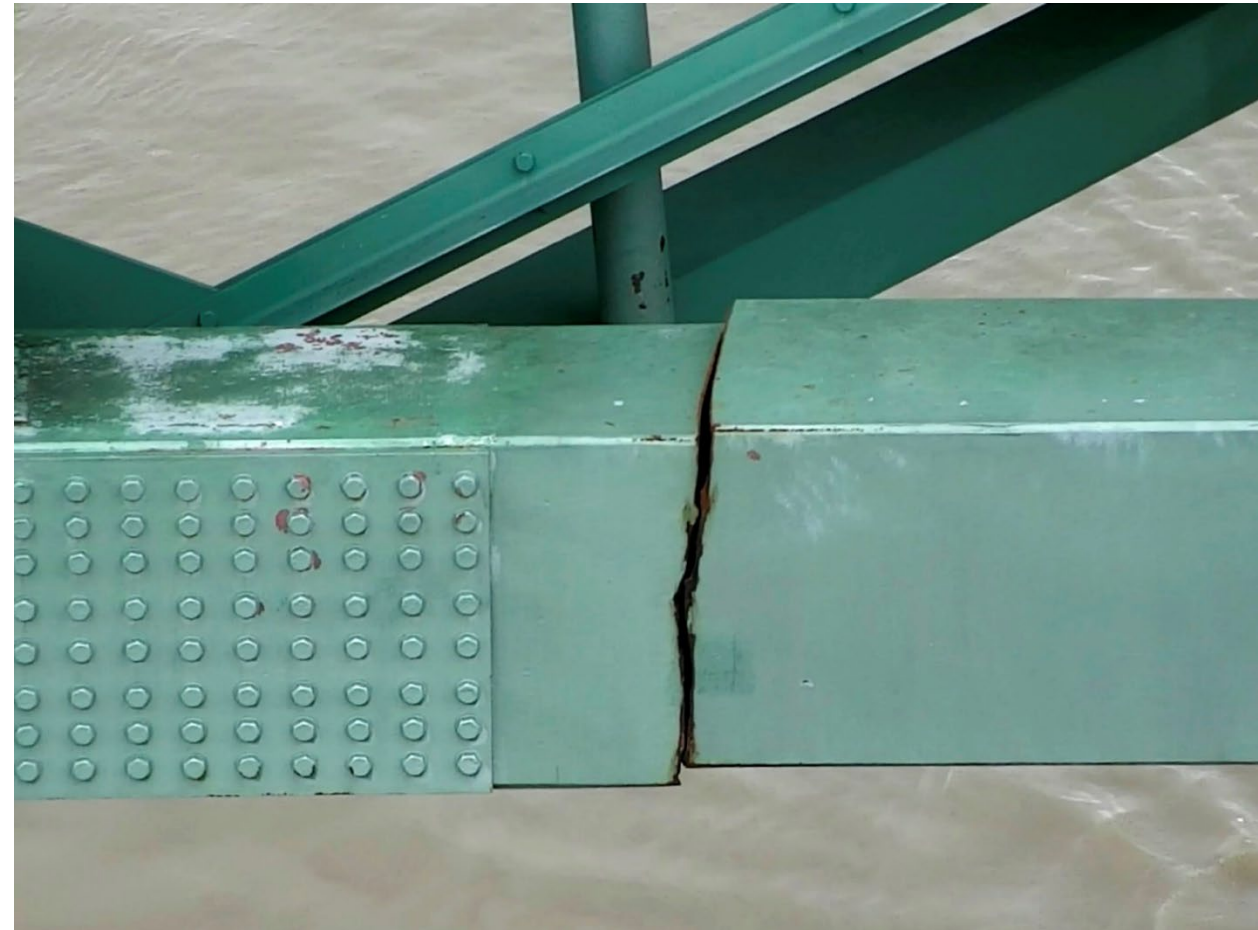
Frilagd armering i kantbalk.



Spaltkorrosion.



Påkörningsskadad platta.



Interstate 40 bridge över Mississippi-floden i Memphis (maj 2021).

# Bakgrund

Ökande underhålls- och inspektionsbehov



Brott i skruvar.



Frilagd armering i kantbalk.



Spaltkorrosion.



Påkörningsskadad platta.

Ökande trafiklast och transportvolym



- Äldre broar som ursprungligen dimensionerades för lägre laster och mindre trafikvolym.
- Ändrade förutsättningar för materialnedbrytning.
- Ny kunskap och nya regelverk för verifiering av bärförmågan.

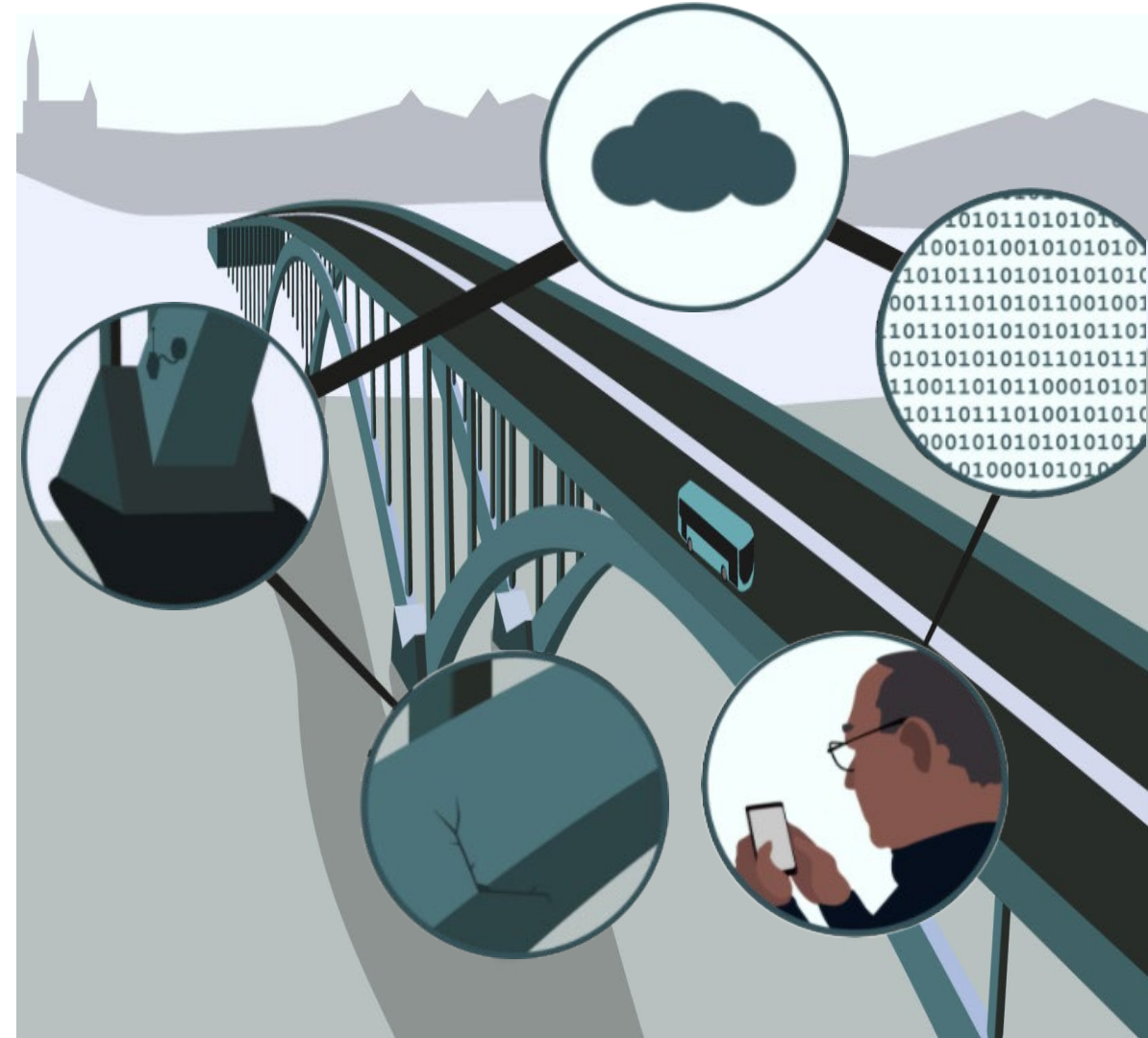
# iBridge – Digitala och uppkopplade broar för en effektiv och intelligent förvaltning

## Syfte:

Kartlägga hur sensorer och mätteknik bäst kan komplettera och ersätta manuella besiktningar.

## Mål:

Digitalisera och automatisera manuella inspektioner och tillståndsbedömningen för att minska infrastrukturägarnas, näringslivets och medborgarnas kostnader för broförvaltning.

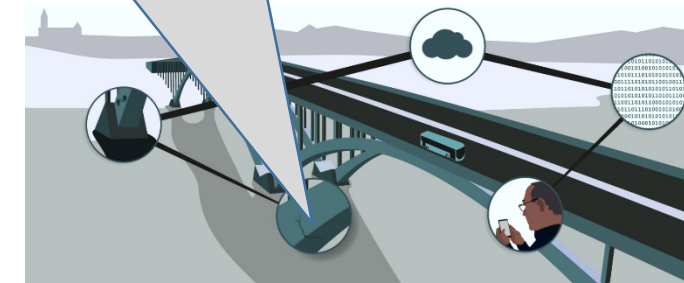
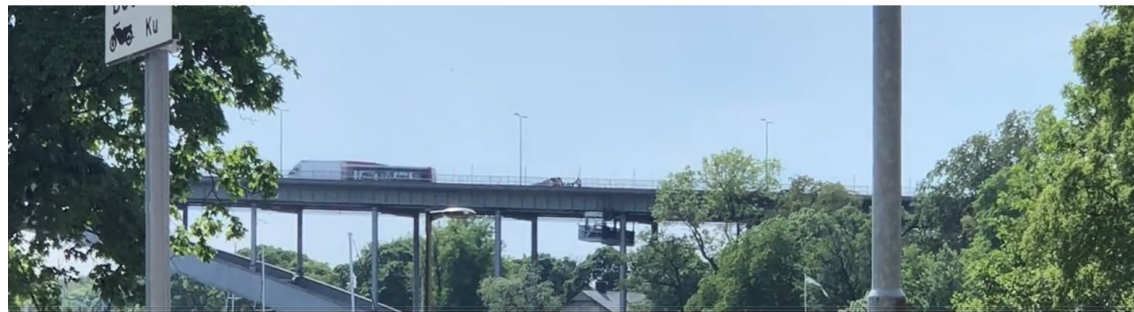
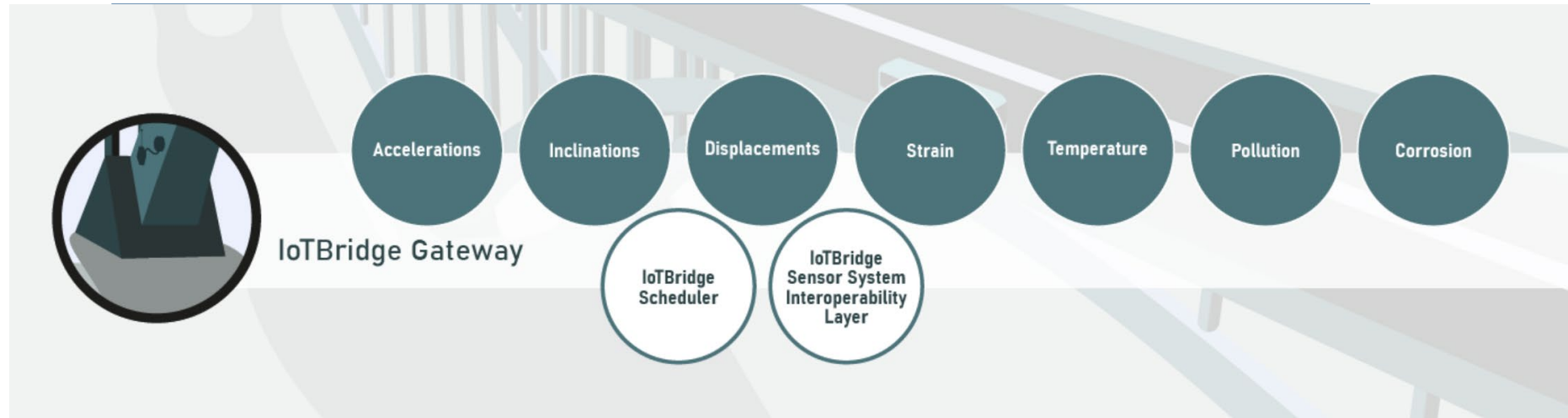


# Ny teknik för uppkopplade broar

- Smarta sensorer
- Standardiserade molnarkitekturer
  - Både lokal och central databearbetning och lagring
- Nya databastekniker för hantering av strömmande data
  - Kombinera kontinuerligt genererad tidseriedata med strukturerad underhållsdata
- AI och maskininlärning
  - Analys och nya algoritmer
  - Hitta mönster i stora datamängder
- Digital Twins
  - Digital avbildning av bronns struktur och tillstånd
- Smarta appar och nya beslutstöd

# Ny sensorteknik

- Trådlöst, specialiserat och energisnålt
- Hög mätfrekvens 30-400/s
- 5G, NB-IoT, LTE-M
- På sikt kommer allt kunna mätas till låg kostnad

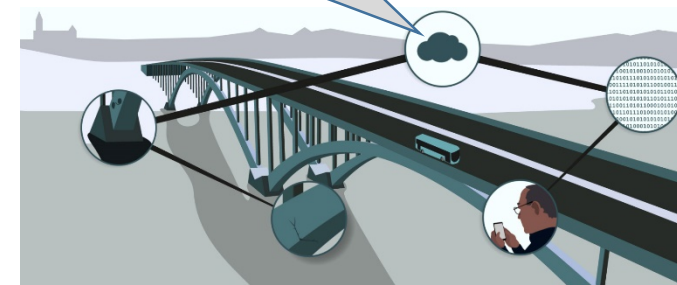


# Digital tvilling i molnet

- Moln och nya databastekniker
- Befintliga datakällor och modeller kombineras med resultat från kontinuerliga mätningar
- Smarta algoritmer för analys
- Digital kopia av bron och dess tillstånd
- Simulera åtgärder



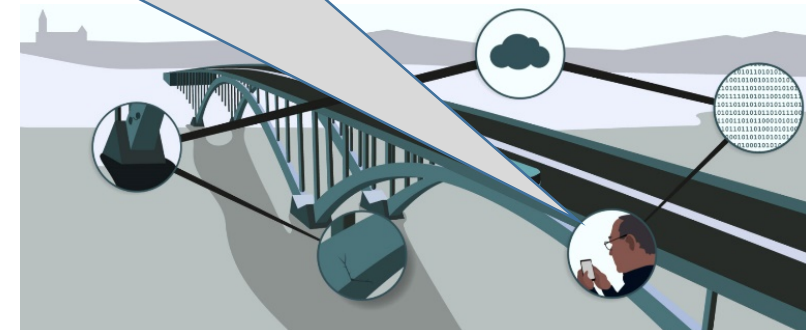
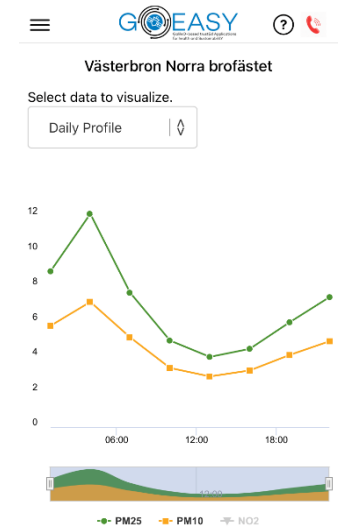
- Digital modell
- Digital skugga
- Digital tvilling



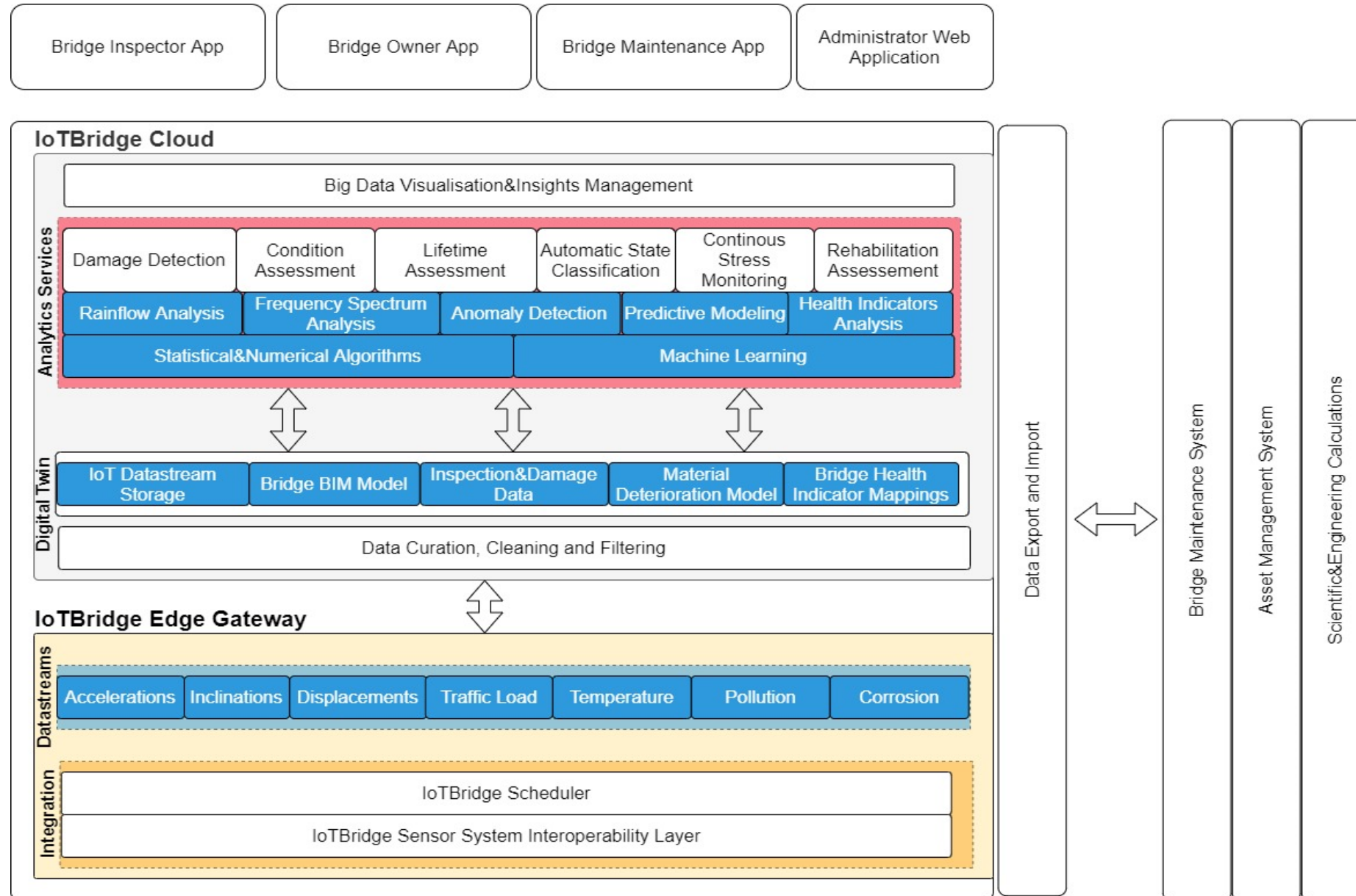


# Visualisering och beslutsstöd

- Öppna standarder för dataformat och överföring
- Snabb utveckling av appar för analys och visualisering
- Lättillgängligt - "Bridge in your pocket"
- Export till beräkningsprogram
- Integration med underhållssystem



# Plattform för uppkopplade broar



# Sensorbaserad tillståndsbedömning

Mät- och kommunikationstekniken har kommit långt men en bro tillstånd kan inte mätas explicit.

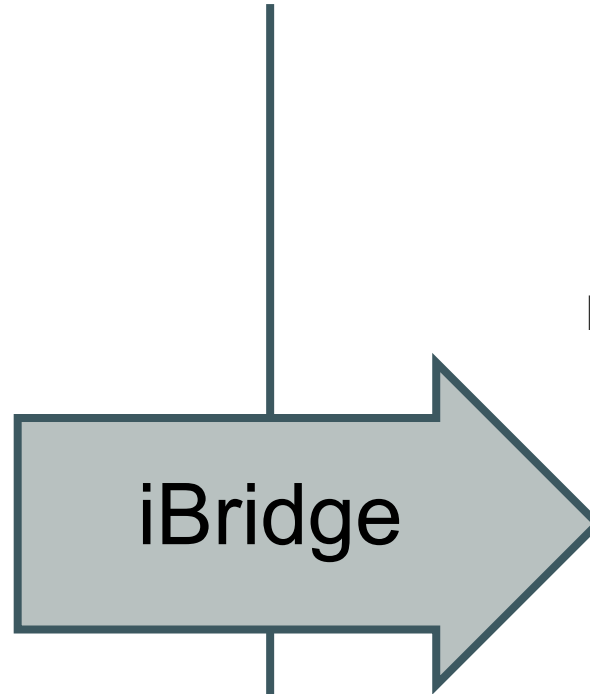


Skador/  
defekter  
Tk 0 – Tk 3

Bärighetsklass/  
livslängd  
BK, A/B

- Töjningar
- Accelerationer
- Förskjutningar
- Lutning
- Temperatur

- IoT
- Molntjänster
- Big data
- Maskininlärning



Manuella inspektioner

Teoretiska bärighets-  
beräkningar



# Sensorbaserad tillståndsbedömning

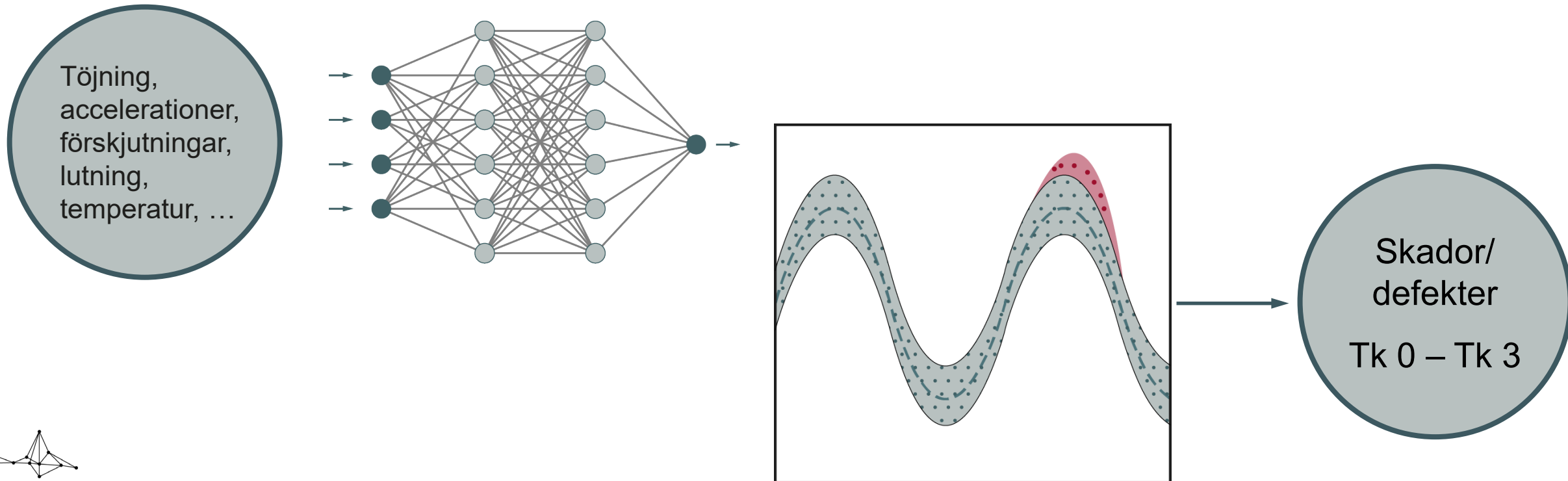
Nyttjande av sensordata kräver ett eller flera analyssteg för kvantifiering av det fysiska tillståndet och säkerheten.

Mätstorhet	Analyssteg		Kvalitativ storhet
Töjningar	Lastcykelräkning (rainflow)	Delskadeanalys / tillförlitlighets- beräkning	Återstående livslängd / säkerhetsindex
Töjningar	Bridge-weigh-in-motion (BWIM)	Statistisk extrapolering	Karakteristiska trafiklaster
Töjningar	Provbelastning	Gränsvärdesanalys / statistisk extrapolering	Bärförmåga / säkerhetsindex
Förskjutningar	Provbelastning	Gränsvärdesanalys / statistisk extrapolering	Verifiering av bruksgränstillstånd
Accelerationer	FFT-analys / frekvensspektrum	Statistisk extrapolering	Verifiering av komfortkrav

# Sensorbaserad tillståndsbedömning

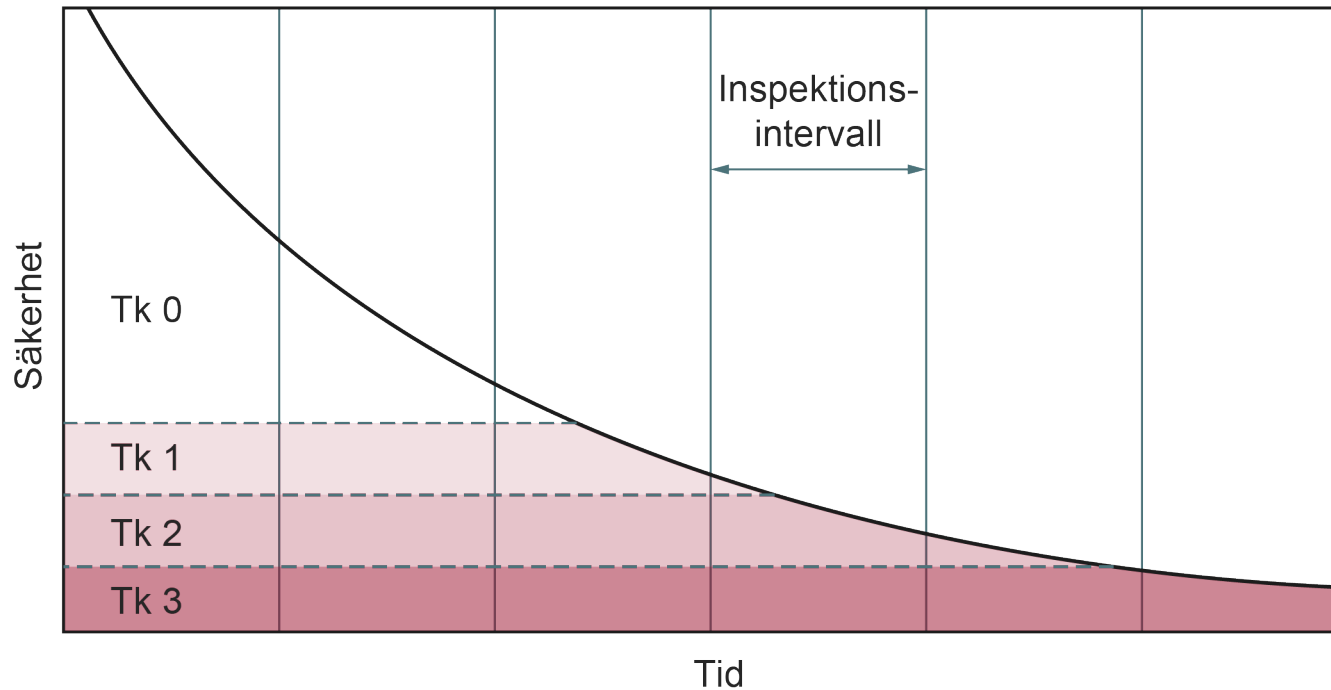
Att komplettera och till viss del ersätta manuella inspektioner för kvantifiering av skador / tillståndsklasser är ett område för fortsatt utveckling.

Tekniken bygger på detektering av anomalier (avvikande beteende) genom maskininlärning.



# Sensorbaserad tillståndsbedömning

Fördelen med mätningar är den kontinuerliga uppdateringen av det fysiska tillståndet.



Mätningar medger:

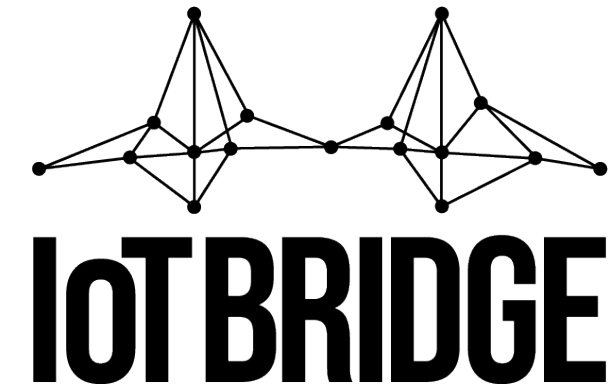
- Kontinuerlig uppdatering av säkerheten.
- Flera nivåer för säkerhetsnivån.
- Mervärden i form av information till teoretiska analysmodeller och en möjlig digital tvilling för förvaltning.

# Fallstudie Västerbron



Tillsammans med Stockholms stad, Trafikkontoret, har ett experimentellt mätsystem installerats på Västerbron.





**IoTBridge AB**

Svärdvägen 3A

182 33 Danderyd

Sweden

+46-8-568 90 110

info@iotbridge.se

<http://www.iotbridge.se>

