



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Muligheder og visioner for monitoring af anlægskonstruktioner

VIDENUDVIKLING

VIDEANVENDELSE

VIDENOVERFØRSEL

Claus Vestergaard Nielsen, Betoncentret
Dansk Brodag den 31. marts 2009, Odense



INDHOLD

- n Bæredygtighed og drift af anlægskonstruktioner
- n Scenarier for fremtiden (trådløs monitoring)
- n Hvilke tekniske udfordringer skal løses?
- n Hvilke faldgruber findes?





Danske jernbanebroer smuldrer

Tilføjelse: Der er fem gange så mange dårlige jernbanebroer som vejbroer i Danmark. Også jernbanebroer har et enormt vedligeholdelseefterslæb, men nu er der kommet penge på bordet.

Af Bjørn Kock Sørensen, tirsdag 09. okt 2007 kl. 10:41

187 danske jernbanebroer er i så dårlig stand, at de i løbet af få år ikke længere kan opfylde deres funktion.

Rigsrevisionen: Broer og veje smuldrer trods regeringsaftale

Efterslæbet på vedligeholdelse på statens broer og veje er steget, selvom regeringen, sammen med Dansk Folkeparti, i 2002 bevilgede 1,5 milliarder kroner, afslører rapport fra Rigsrevisionen.

Af Claus Djørup, onsdag 28. jan 2009 kl. 16:00

FRI: Vores nedslidte infrastruktur kræver investering på 110 milliarder

Danmarks infrastruktur er så slidt, at der er brug for mindst 110 milliarder kroner til efterslæbet på landets broer, jernbaner, veje og kloakker, fastslår Foreningen af Rådgivende Ingeniører i et indspark til regeringen.

Af Birgitte Marfelt, tirsdag 18. nov 2008 kl. 12:13

Politikerne bør smække jernbanespor og signalanlæg, kloakker og rensningsanlæg samt veje og broer øverst på deres prioritetsliste over fremtidens investeringer i infrastruktur. Lyder det i en e-mail til



Superstrømsparende processor: 263 år på et urbatteri

En særlig processor udviklet til sensorer af et amerikansk universitet kan ligge i dvale i 263 år på strømmen fra et urbatteri. Batteri og sensor fylder kun en 1.000. del af dagens systemer, og det åbner for en ny industri af måleapparater.

Af Kent Krøver, tirsdag 17. jun 2008 kl. 14:14



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

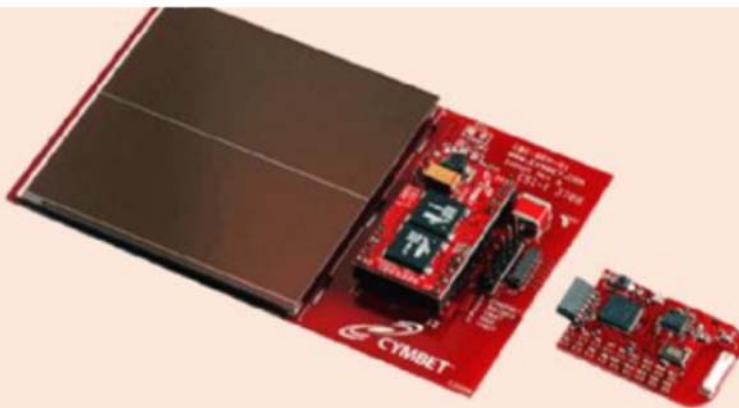
Elektroniske betonfliser guider folk gennem byen

Byens grå fortov kan udskiftes med betonfliser, der giver informationer om spisesteder og togafgange. Flisen genererer selv energi ved at udnytte temperaturforskelle mellem luft og jord.

Af Thomas Djursing, torsdag 06. sep 2007 kl. 11:04



Sensoren, der overvåger foderet, er 10 cm i diameter og dermed stor nok til, at koen ikke kommer til at spise den. Den ligger højest lidt med

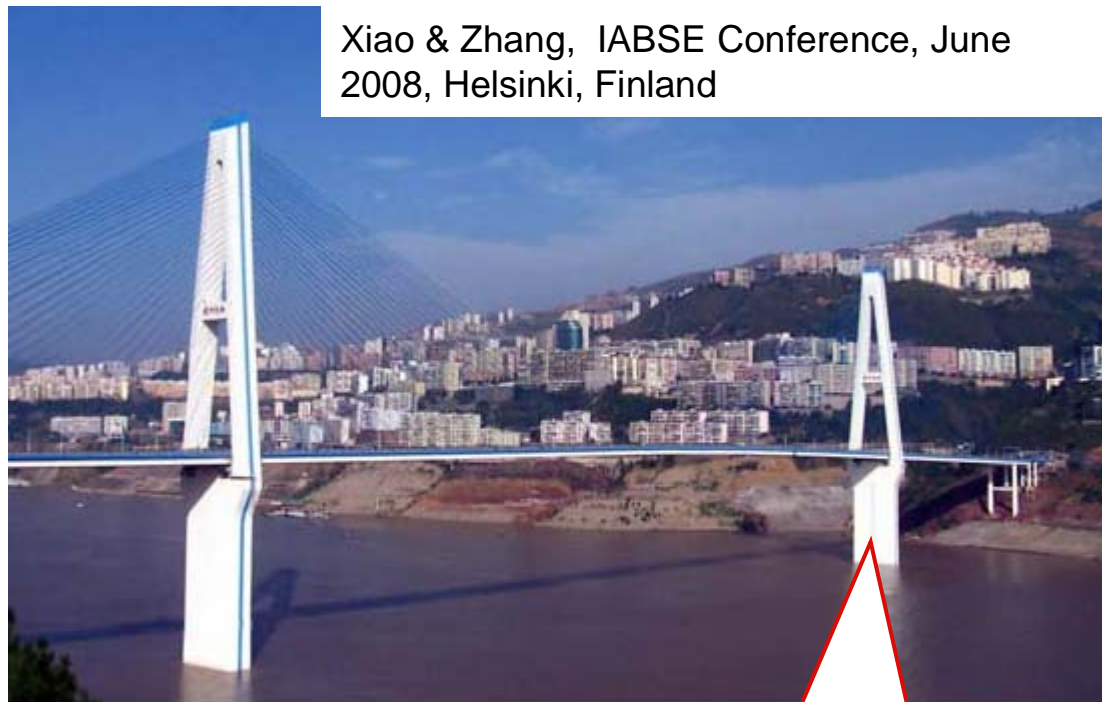


eZ430-RF2500-SEH Solar Energy Harvesting Development Tool är det officiella namnet Texas Instruments solcellsdrivna sensorinstrument.

Solceller driver RFID-baserade sensorer

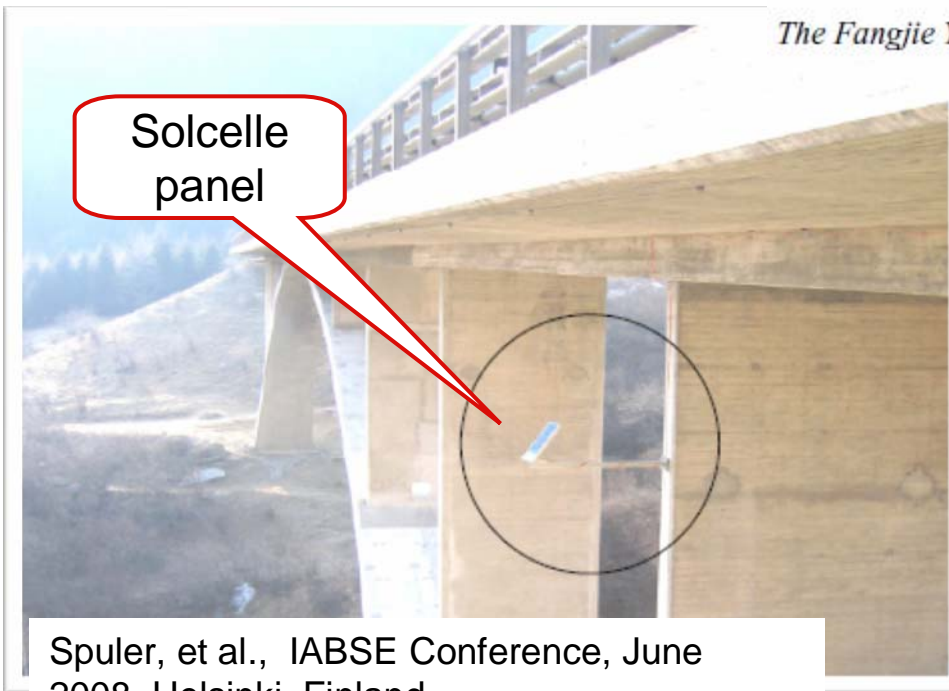
Structural Health Monitoring
på store, dyre og
prestigefyldte bygværker

Xiao & Zhang, IABSE Conference, June
2008, Helsinki, Finland



The Fangjie Yangtze river bridge near Kuimen of three gorges, China

Solcelle
panel



Spuler, et al., IABSE Conference, June
2008, Helsinki, Finland

Tøjninger og temperaturer måles
i 8 tværsnit à 13 målepositioner.
Samles og bearbejdes i
kontrolstation. Sendes pr. SMS
til bygningsejerens kontor 300
km væk. En SMS hver anden
time.

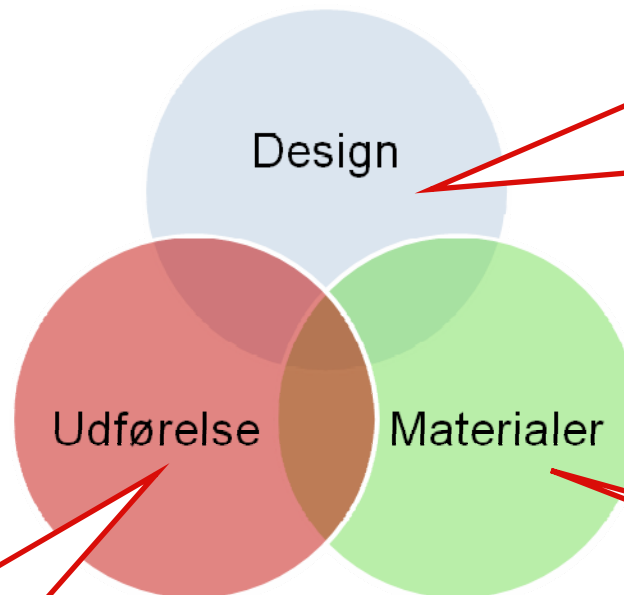


Bæredygtighed af betonkonstruktioner til anlægsbygværker er kendetegnet ved meget lang levetid, stor holdbarhed og høj materialekvalitet



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

Bemærk at det kommende årti vil præges af nyt grundlag for betonprojektering og -udførelse.



Statik og armering og forspænding. Detaljerne definerer ofte behovet for vedligehold (faldforhold, afløb, fugtisolerung, fuger og lejer).

Curing og beskyttelse imod fordampning og temperaturer. Overholde tolerancer og opnå god overfladefinish.

Styres traditionelt af v/c og styrkeklasse.





Det er ofte via utætheder og revner man indirekte kan vurdere tilstanden.

Monitering vil give bedre viden om de "usynlige" skader før de bliver synlige.

Er der tale om et lokalt problem, eller en udbredt skade?





MONITERING AF ANLÆGSBYGVÆRKER

Produktionsfasen

- n Små smarte sensorer som blandes i beton
- n Betonkvalitet og KS af udførelse
- n Udstøbningsfejl, stenreder, mv.
- n Overflademodenhed og modenhed i kritiske punkter omkring kabelforankringer mv.
- n Kort sensorlevetid ok (få måneder)
- n Kræver mange enheder for at dække et volumen
- n Lokation af sensor (GPS)

Driftsfasen

- n Krav om meget lang levetid
- n Bør placeres i de erfaringsmæssigt kritiske områder mht. skader, utætheder, mv.
- n Indtrængning af skadelige stoffer, fugtindhold, korrosionsaktivitet, osv.
- n Kræver mange enheder.
- n Eftermontering i eksisterende bygværker.
- n Kan erstatte dyre særeftersyn.





BÆREDYGTIGHED I DRIFTSPERIODEN FOR EJERE AF ANLÆGSBYGVÆRKER NU OG I FREMTIDEN

- n Pålidelighed og robusthed overfor stadigt ændrede funktionskrav.
- n God fremkommelighed og minimale trafikant-gener.
- n Udnyttelse af konstruktionerne til grænsen både hvad angår bæreevne og holdbarhed.
- n Der er behov for sensorer, som kan monitorere korrekt og præcist. Der bliver behov for hjælpesystemer til beslutningsstøtte og prioritering. Ellers drukner man i rådata.

Trådløs monitoring er et vigtigt instrument til at opnå større bæredygtighed i drift og vedligehold.

MEN der er brug for, at kompetencer og erfaringer indbygges i tilhørende hjælpeprogrammer.



SCENARIO 1 - FUGTISOLERING

- n Trådløse sensorer placeret i strategiske placeringer under fugtisolering (dybdelinier, afløb, bevægelsesfuger).
- n Sensorer skal bare kunne detektere fugt tilstede eller ej
- n En gang årligt bliver alle broer skannet af et køretøj som passerer broen i normal fart og aflæser alle sensorer og man får et billede af tilstanden.
- n Sammenholdes med membranens alder dens kompleksitet og evt. broens risikoklasse.
- n Montering af sensorer vil sandsynligvis foregå ifm. hovedrenovering af belægning og udskiftning af fugtisolering. Derefter vil der gå mindst 10 år før broen forventes at give nogen problemer og i den periode ligger sensorerne i dvale.
- n Den sande tilstand af fugtisoleringen undersøges uden at forstyrre trafikken med ophugninger og bedre mulighed for at bedømme om en udskiftning er påkrævet.





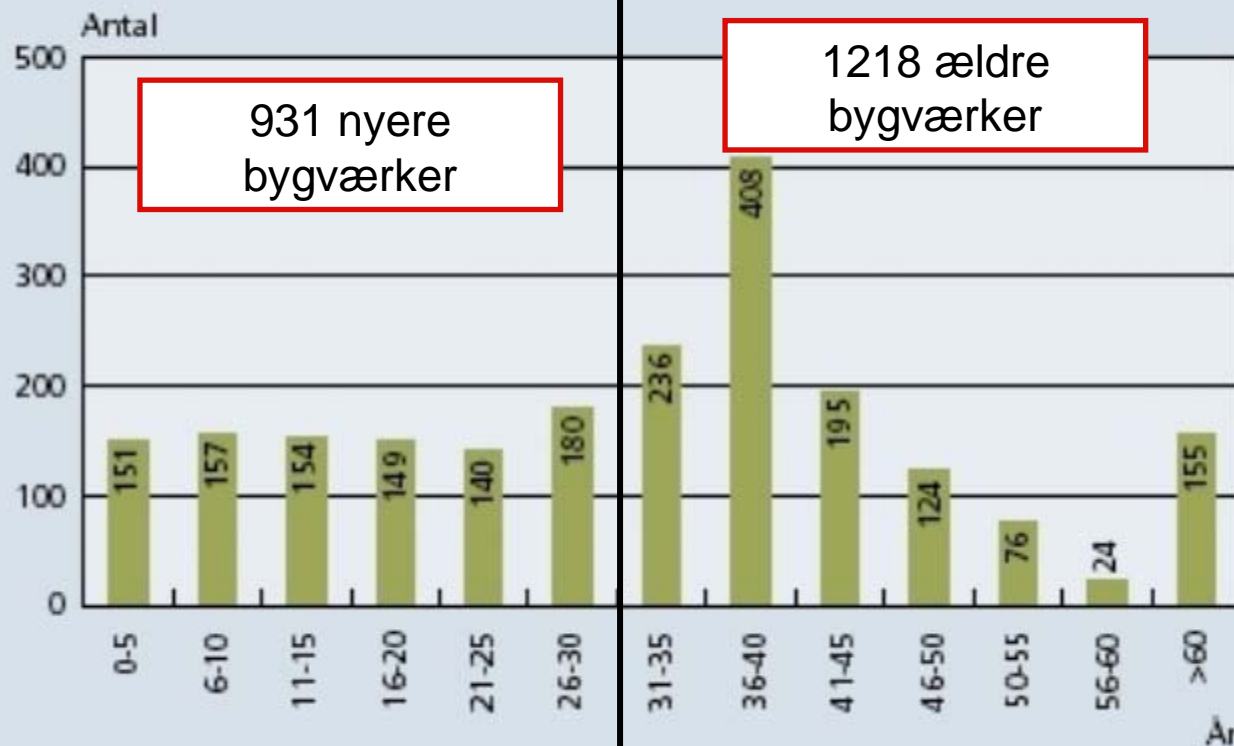
SCENARIO 1 - FUGTISOLERING

- n Vejdirektoratet 2008 "Statsvejnettet – Oversigt over tilstand og udvikling"
- n Vejdirektoratet administrerer ca. 2000 små broer og tunneler (< 200 m).

Måske 500 potentielle bygværker til monitering.

Figur 5.1

Aldersfordeling for broer på statsvejnettet pr. 31. december 2007



931 nyere bygværker

1218 ældre bygværker



SCENARIO 2 – SØJLER OG SPLASHZONE OG KANTBJÆLKE

- n Trådløse sensorer placeret der hvor klorider og andre skadelige påvirkninger ofte giver problemer med korrosion og dæklag.
- n Behov for mere intelligente systemer med "hukommelse". Der er behov for at kende historikken for at vurdere nedbrydningshastighed, restlevetid, mv.
- n For eksempel løbende dataopsamling via GSM med en given frekvens.
- n Eftermonterings indflydelse på måledata er en vigtig faktor. Statistisk tilgang er nødvendig for at optimere udnyttelsen af måleresultater og samtidig undgå at plastre konstruktionen til i sensorer.
- n ...



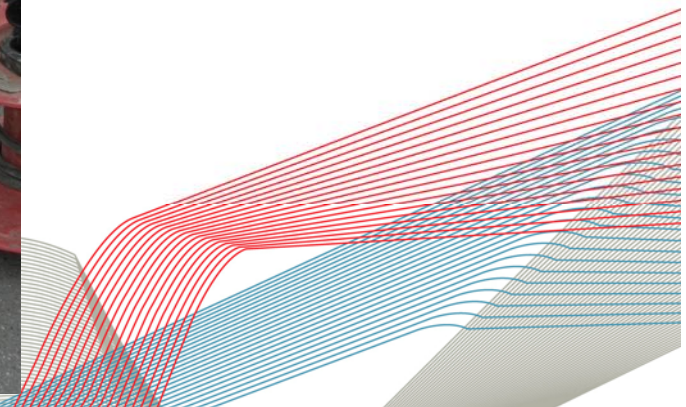
SENSOBYG INNOVATIONSKONSORTIUM 2007-2010

- n 17 deltagere i 28 mio. kr. projekt, fx VD, Fehmern, Rambøll...
TI er overordnet projektleder.
- n Udvikling af systemer til monitorering af byggeri og anlæg.
- n Fokus på de systemer som skal kommunikere og fungere sammen med trådløse sensorer og i fremtiden.
- n Fire anvendelsesområder er defineret:
 - Byggeri og boliger, indeklima, utætte installationer i drift
 - Anlægskonstruktioner, produktion og drift
 - Betonelementer, hærdestyring, modenhed
 - Pladsstøbt beton, restfugt og udtørring
- n Se mere på hjemmesiden.

Afprøvning under fugtisolering på motorvejsbro ved Hedehusene



Dansk Brodag, 31.03.2008
Claus V. Nielsen, Beton

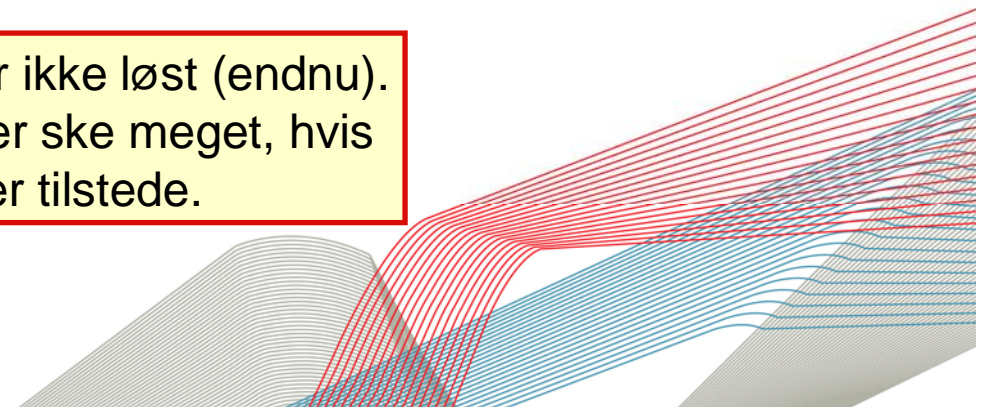




TRÅDLØSE SENSORER

- n Trådløse sensorer er kommercielt tilgængelige. Sensorenheder og mikroprocessor og radiosender og antenne samlet på et lille print.
- n Udfordringen ligger i strømforsyningen. Høj sendefrekvens betyder stort strømforbrug. Dvaletilstand, opvågning, kommunikation og hukommelse skal optimeres til den enkelte anvendelse.
- n Sensorer indstøbt i beton skal beskyttes med membran og i en fuldstændig tæt beholder. Krav om høj robusthed overfor byggepladsens stød, støv og slag.
- n Elektroniske komponenters levetid og evt. modstandsdygtighed overfor indtrængende alkalisk fugt.
- n Stykprisen er afgørende for anvendelsen.

Alle disse udfordringer er ikke løst (endnu).
Men på 10 års sigt vil der ske meget, hvis
efterspørgslen er tilstede.





FALDGRUBER OG RISIKOMOMENTER

- n Monitering bliver automatiseret og bare et spørgsmål om at printe halvårsrapporter ud med tilstandskarakterer og prioriteringer.
- n Fare for black-box effekt, hvor viden om brovedligehold og nedbrydningsmekanismer glemmes, eller overlades til administratorer.
- n ...

250 HK'ere skal erstatte politifolk

Af MORTEN PIHL | CARSTEN ELLEGAARD
Offentliggjort 30.10.08 kl. 22:32

.... **Rigspolitichefens handlingsplan for at rette op på politireformen koster millioner. Bl.a. skal der bruges 250 HK'ere til at behandle telefonopkald fra borgerne.**





FALDGRUBER OG RISIKOMOMENTER

- n Beton kan genanvendes som vejfyld, stabilt grus og i ny beton. Reducerer ressourceforbruget og fyldpladser.
- n Forventet større fokus på genanvendelse i fremtiden.
- n Genanvendelse af beton og byggeaffald efter endt levetid, ved større reparationer, nedbrydning og nedknusning.
- n Forurening med elektronik, batterier, mv. er ikke ønskeligt.
- n Øget krav til sortering.





**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

TAK FOR OPMÆRKSOMHEDEN

Yderligere oplysninger:

n www.SensoByg.dk

n claus.v.nielsen@teknologisk.dk eller telefon 7220 2219

