

# Betonreparation og -renovering Kolding - 7. februar 2017

*Lillebæltsbroen af 1935*

*VD-pilotprojekt*

*Udskiftning af kørebanebeton og sprøjtebetonreparation*

ved/

Christian Bugge Hansen

Fagprojektleder

Bygværker

Vejdirektoratet

Skanderborg



# Indholdsfortegnelse

- Lillebæltsbroen af 1935
- Forundersøgelser og eftersyn af betonen i kørebanen
- Pilotprojekt: 2016
- Hovedprojekt: 2017-2018
- Erfaringer

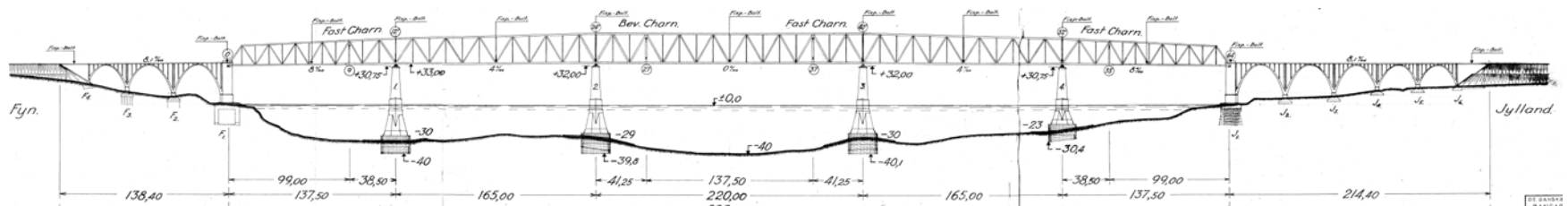
# Lillebæltsbroen

- Lillebæltsbroen åbnede 14. maj 1935 (projektstart december 1925)
- Broen er i dag en af fem "Fællesbroer" som administreres i fællesskab af Vejdirektoratet og Banedanmark
- Ca. 11.500 daglige køretøjer (2017)



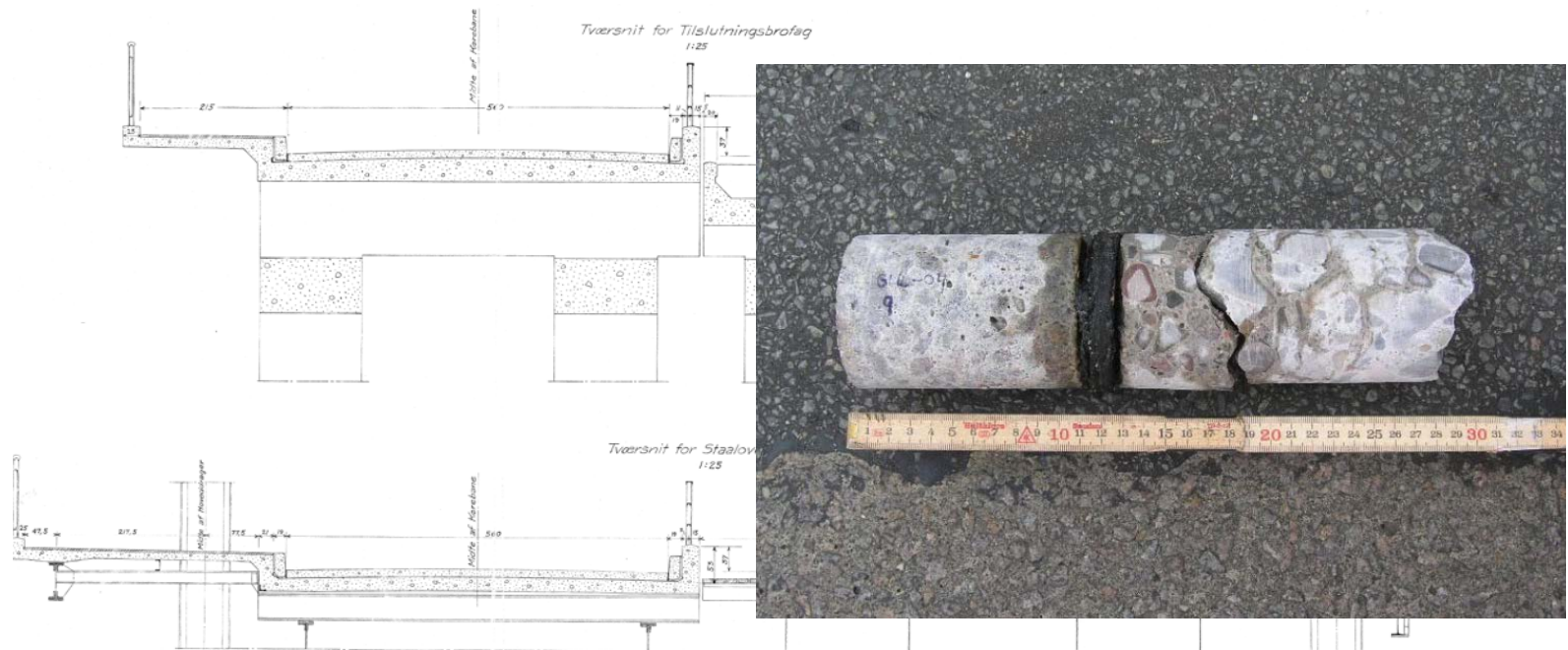
# Lillebæltsbroen

- Længde inkl. buefag: 1180 m / Bredde: ca. 20,5 m
- 5,6 m kørebane / kombineret fortov & cykelsti / 2-sporet jernbane



# Vejbane

- Belægning = **kørebanebeton**, dvs. et 12 cm betonlag oven på den konstruktive / bærende betonplade
- Fra overside: 10-12 cm beton + fugtisolering + 25 cm betonplade



# Vejbane : Historik



- Kørebanebeton fra 1935 skiftet 1960-1963 (alder: ca. 26 år)
- Næste planlagte udskiftning af kørebane af beton =  $1960 + 25 = 1985$  !!
- Ny Lillebæltsbro åbnet 1970 medførte aflastning af Lillebæltsbroen

# Vejbane : Historik

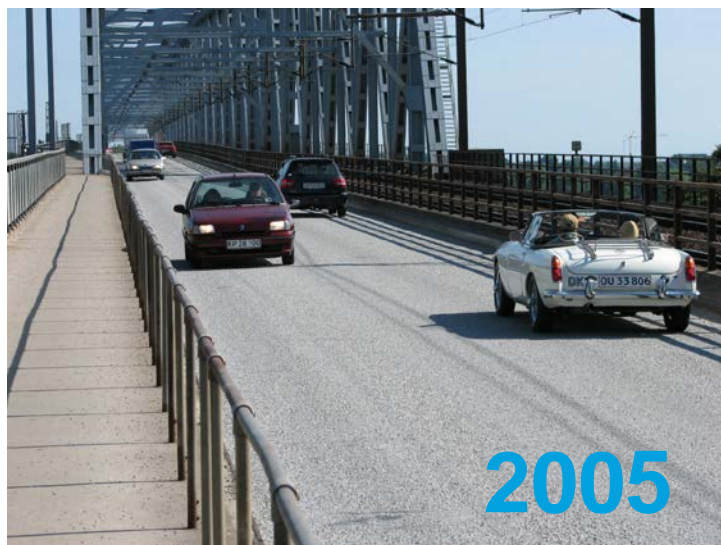
- Løbende vedligehold af vejbane i perioden 1960 – 2000
- Mange belægningsreparationer af større og mindre skader
- Flere og flere synlige skader på US – dvs. på konstruktionsbetonen - pga. vandgennemsivning af utæt kørebanebeton og fuger



# Vejbane : Historik

**Strategi indstillet i år 2005 (levetidsløslængde med tætning af vejbane):**

- 2005: Udlægning af OB (overfladebehandling med bitumen og skærver)
- 2010: Genudlægning af OB
- 2015: Omisolering





# Strategi

**Generel strategi:** Fornyelse skal ske så tidligt, at man kan "nøjes med" at skifte kørebanebetonen og "nøjes med" reparationer af konstruktionsbetonen. Fornyelse skal ske før det bliver nødvendigt at skifte konstruktionsbetonen.

## Trafikafvikling

Broen er eneste passage af Lillebælt for langsomme køretøjer, gående og cyklister.

## Tid

Udskiftning af kørebanebeton kan gøres hurtigere end udskiftning af hele kørebanen.

## Økonomi

Udskiftning af kørebanebetonen er billigere end af udskifte hele kørebanen.



# Strategi og Eftersyn

**Generel strategi:** Fornyelse skal ske så tidligt at man kan "nøjes med" at skifte kørebanebetonen og "nøjes med" reparationer på konstruktionsbetonen. Fornyelse skal ske før det bliver nødvendigt at skifte konstruktionsbetonen.

## Historik

Eftersyn af vejbanen (kørebanebeton og konstruktionsbeton) i år 2001, 2005 og senest i år 2010.

- **Strategi i 2005:**

- 2 x levetidsforlængende tætning af kørebane (2005 og 2010)
- omisolering og istandsættelse i 2015

- **Strategi i 2010:**

- omisolering og istandsættelse i 2011

# Eftersyn: Tilstand af betonen (2005)

- *Kørebanelægningen* er stort set intakt vakuumbeton.
- *Fugtisoleringens* tilstand varierer meget på langs af broen. Opfugtning under betonen flere steder.
- *Konstruktionsbetonen* er delamineret hovedsagelig langs den østlige kantbjælke og enkelte tværgående fuger. Der er konstateret delamineringer i en dybde af 1-8 cm (generel delaminering ukendt).
- *Skadesårsagen* vurderes at være frostskafer.
- *Ingen større risiko for udvikling af AKR-skader* i konstruktionsbetonen.
- Der er *ikke konstateret igangværende armeringskorrosion* i form af grubetæring andre steder end i de få lokale afskalninger på US.
- **Opdatering 2010:**  
Større risiko for AKR-betingede skader – primært hvis betonen udsættes for tørsalte via revner og utætheder i fugtisolering og kørebanelægning.

# Tilstand af betonen (2005 og 2010)



# Tilstand af betonen (underside)

Store områder med revner og gennemsivninger – svært at vurdere en nøjagtig udvikling af skader. Nogle områder ringere – andre "bedre".



# Pilotprojekt (2016)

På baggrund af usikkerhed om tilstanden af betonen blev det i år 2015 besluttet af udføre fornyelse af to omgange

## 1) Pilotprojekt 2016

Begrænset område – én vejbane og 350 m (ud af 1200 m)

Spærring: Én vejbane + få totalspærringer

Tilstand af beton – kan man bevare konstruktionsbetonen?

Holder tidsplanen?

Hvordan forløber trafikafvikling (delvis og totalspærring)

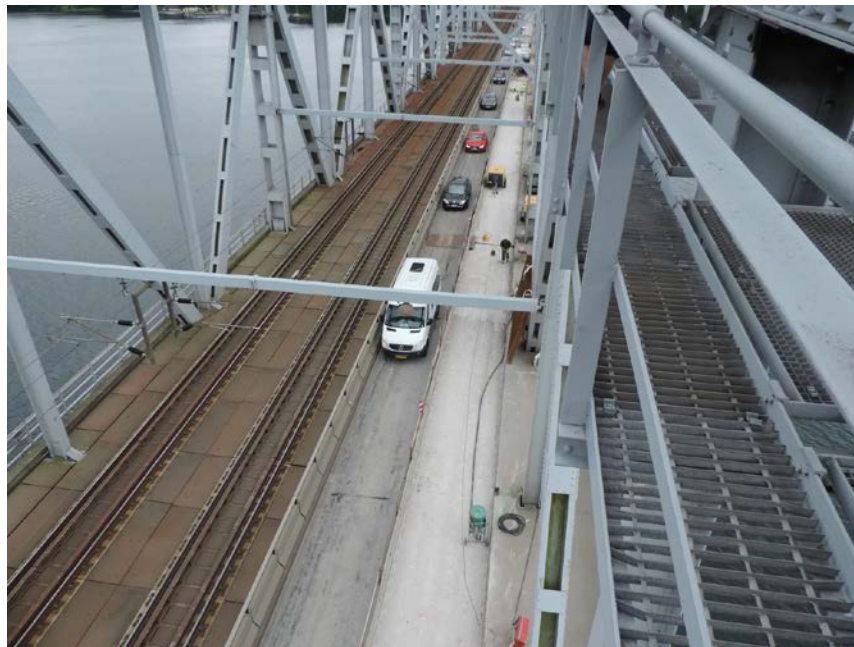
## 2) Hovedprojekt 2017-2018

Øvrige del af vejbane og kantbjælke mod vejbane.

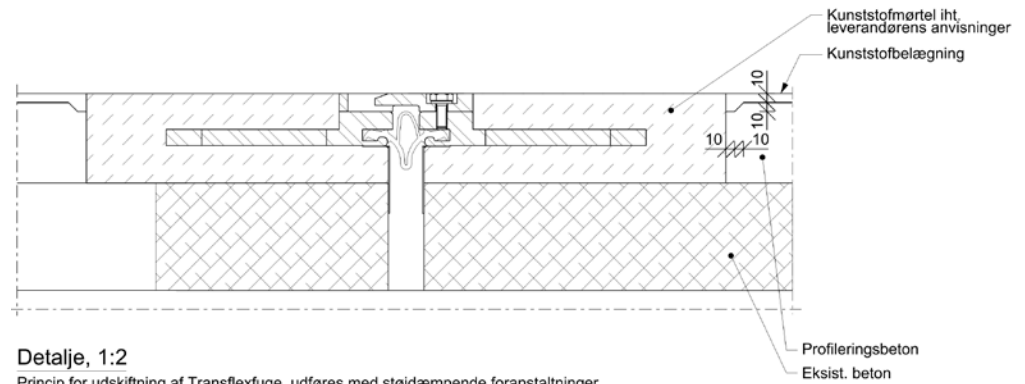
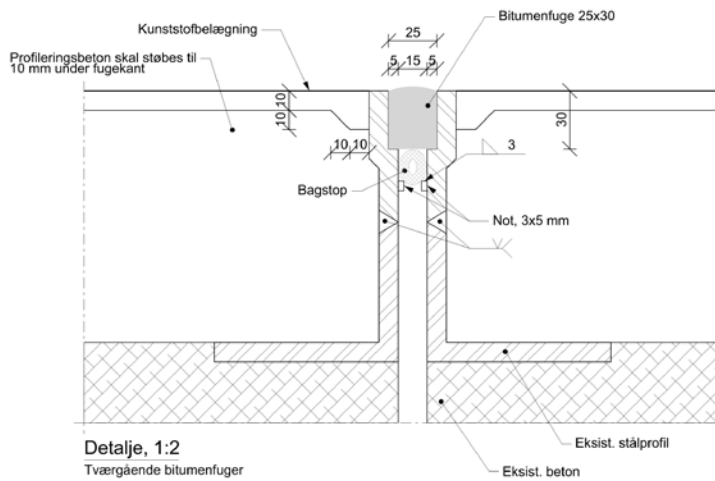
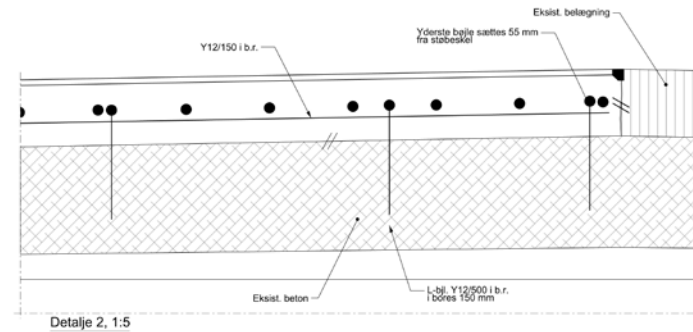
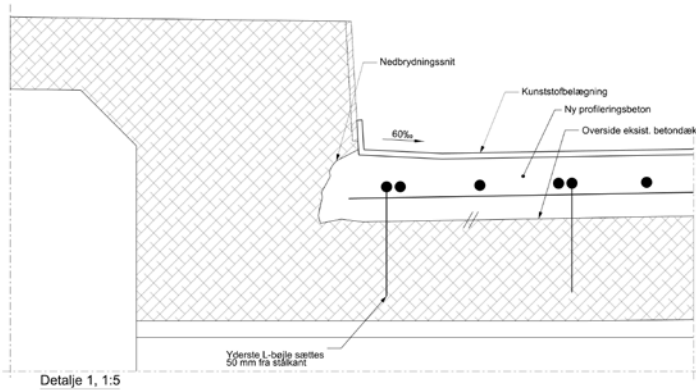
Spærring: Totalspærring i flere måneder i 2017 og 2018

# Pilotprojekt (2016)

- Omisolering af 350 m sydgående kørespor ved Jylland-siden
- Ophugning/fræsning af eksisterende brobelægning
- Støbning af nyt armeret betonlag
- Ny kunststofbelægning
- Udskiftning af dilatationsfuger til nyere og mere støjsvage fuger
- Betonreparationer på underside brodæk



# Pilotprojekt (2016)





# Pilotprojekt (2016)

Opbrydning af kørebanebeton blev udført efter tidsplanen og forløb som forventet (... næsten).

Kørebanebeton blev hugget væk – forsøg med at skære og løfte var for tidskrævende. Ingen større nedfald af konstruktionsbeton (... næsten)



# Pilotprojekt (2016)

Huller i kørebanen ifm. borthugning af kørebanebeton

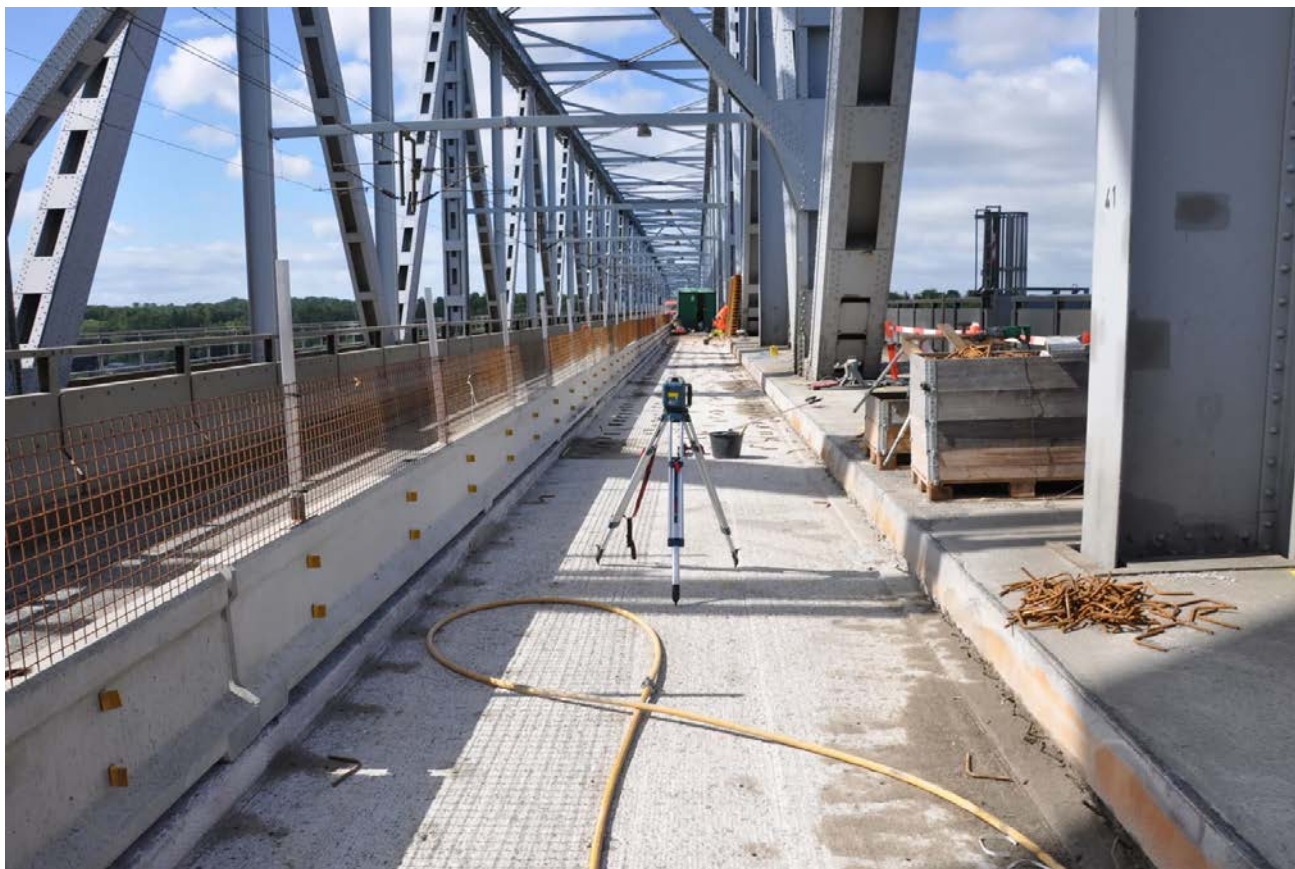
Optrådte 3 steder – nedenstående er det værste

Lokale skader 3 steder på samlet 350 m – ikke værre end forventet



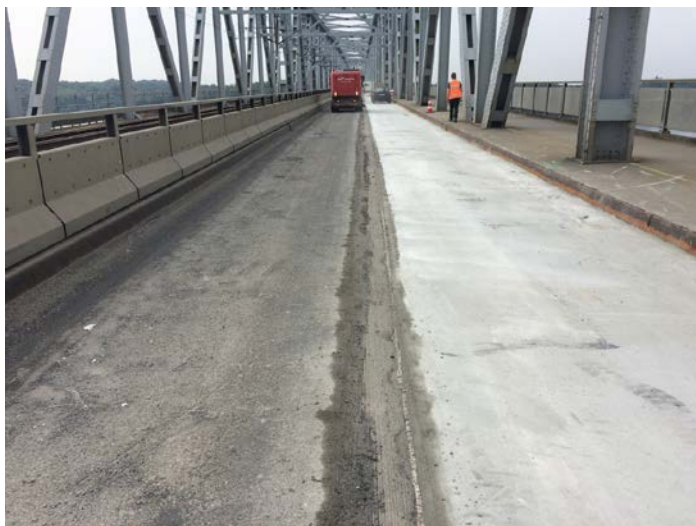
# Pilotprojekt (2016)

Overside af konstruktionsbeton generelt i god stand



# Pilotprojekt (2016)

Iboring af ankre, opsætning af nye støjsvage fuger, udstøbning af ny overbeton / kørebanebeton og udlægning af kunststofbelægning



# Valg af Kunststofbelægning

- Broen er "født med" kørebanebeton i stedet for traditionel asfaltbelægning.
- Ønske om bedre komfort - og ikke mindst tætning af vejbanen - gjorde at kørsel direkte på betonen blev fravalgt.
- Mange fordele (tekniske, tidsmæssige og økonomiske) ved at fortsætte med kørebanebeton.
- Bedste løsning vurderedes derfor at være en kunststofbelægning.
- Normalt anvendes ved ÅDT op til 10.000 (på broen 11.500 i år 2015).
- Dog viser tidligere undersøgelser (Vejdirektoratet, 2010) at den forventede levetid kan opnås selv med meget højere ÅDT.
- Lastbilprocenten er lille – primært personbiler på broen – derfor mindre slid på kunststofbelægningen end ved normal trafik.

# Kunststofbelægning

Generelle fordele og ulemper:

Vigtigste punkter for dette projekt / Forløb ikke optimal i Pilotprojekt

Fordele	Ulemper
Hurtig udførsel.	Begrænset levetid: 10-15 år.
Billigere end traditionel asfaltbelæg.	Begrænset trafikkapacitet: ÅDT < 10.000.
Let at udbedre / let at lave samlinger	Øgede krav til underlagets jævnhed.
Let at se og udbedre skader.	Lavere kørselskomfort (jævnhed/friktion).
Lille vægt, tykkelse.	Udførelse meget klimafølsom.
Let tilslutning til inddækning, fuger.	Arbejds miljøforanstaltning under udførelse.
Let grej ifm. udførsel.	
Begrænset sporkøring / glidning.	

# Kunststofbelægning: Erfaringer

Pilotprojekt: Ikke optimal udførelse – udbedring forår 2017.

Hovedprojekt: Skærpede krav, projektopfølgning og tilsyn.



# Pilotprojekt (2016)

**Underside** – mange reparationer af ringe dæklag – men ikke værre end forventet (faktisk bedre).

Der blev skiftet ca. 100 m<sup>2</sup> dæklag ud af ca. 2000 m<sup>2</sup> underside = 5%.





# Pilotprojekt (2016)

## Sammenfatning

- **Udskydelse af omisolering** fra 2011 til 2016 medførte ikke at konstruktionsbetonen have opbrugt sin levetid.
- Ingen **større** overraskelser over tilstand af beton.
- Tværgående fuger (og beton omkring disse) var ringere end antaget.
- Tidsplanen blev holdt.
- Spærringer gav primært problemer pga. mange skift mellem én vejbane åben (og spærret for brede køretøjer) og totalspærring – kommuner og Vejdirektoratet vil fremover foretrække totalspærring.
- Nabostøj var ikke et problem under udførelsen.
- Den nystøbte beton tog ikke skade (ingen synlige revner) af vibrationer fra passage af gods- og passagertog under hærkning.

# Hovedprojekt (2017-2018)

- Fornyelse af resten af kørebanen i 2017 og 2018.
- 2017: Fornyelse af kørebane i buefag (begge spor) og kørebane i stålfag (kørespor mod fortov). Kantbjælke i buefag skiftes ikke.
- 2018: Fornyelse af kørebane i stålfag samt udskiftning af kantbjælke og ca. 0,75 m af kørebanen ind imod banen.
- Trafikafvikling vil være totalspærring i 2-3 måneder pr. år.  
Dette er optimal løsning når økonomi, trafikafvikling og hastighed af udførelsen kombineres

Efterfølgende:

- Maling af ståldragere under vejbanen (efter 2020)
- Kunststofbelægning på fortov (efter 2020)

# Erfaringer

- God ide med opfølgende eftersyn af betonen med 5 års mellemrum hvis der ikke er bevilling til at udføre fornyelse her og nu.
- God ide med "pilotprojekt" på så store projekter for at afprøve tidsplan, udførelsesmetoder, trafikafvikling, borgerorientering, osv.
- Pilotprojekt kan validere tidligere tilstandsregistrering – har man fået det fulde billede fra eftersynet (som jo altid kun kan være stikprøver).