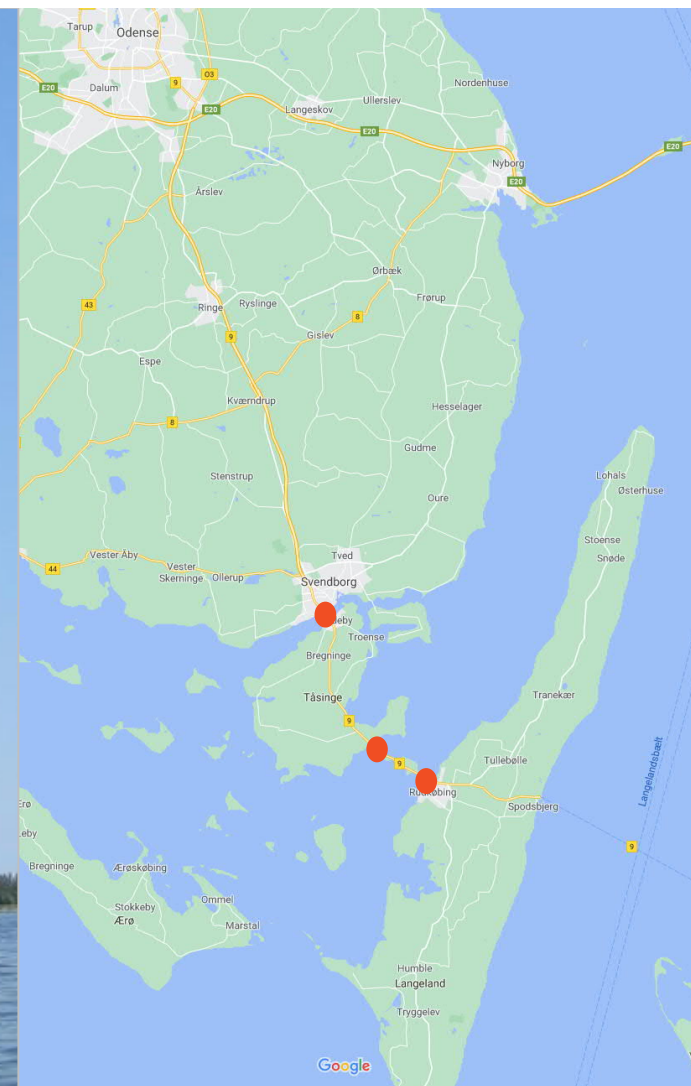


Katodisk beskyttelse af de sydfynske broer, en genial løsning

Jacob Brink Jansson, M. Sc. COWI A/S

1

07 SEPTEMBER 2021
DANSK BRODAG

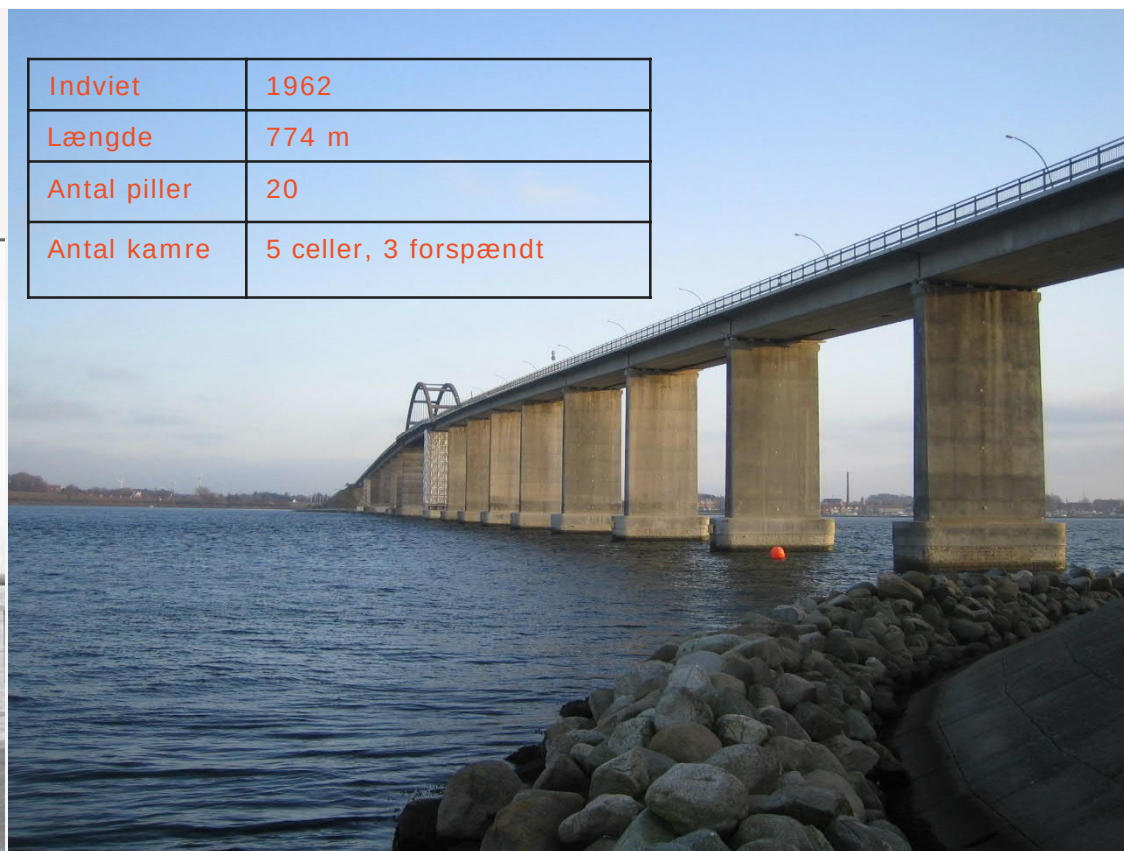


Kort om de 3 broer



Kilde: Langelandsbroen – 50 år i trafikens tjeneste, Udgivet af Vejdirektoratet i 2012

Indviet	1962
Længde	774 m
Antal piller	20
Antal kamre	5 celler, 3 forspændt



Hvorfor nedbrydes broerne

- › Primær årsag er klorider fra tørsaltning og havvand
- › Åbne fingerfuger
- › Varierende dæklag på armering
- › Langelandsbroen opført med brakvand, da det lokale vandværk ikke kunne levere tilpas mængde vand

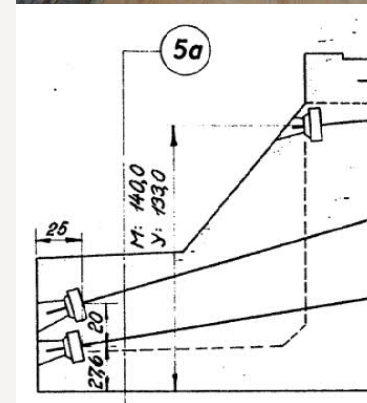
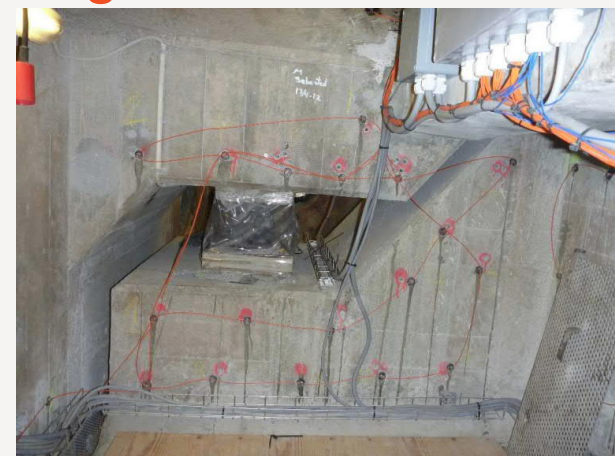


Hvorfor blev katodisk beskyttelse valgt

- › Højt indhold af klorider i bl.a. bropiller, lejeplinte og kassedragere
- › Spændkabler
- › Adgangsforhold på broerne
- › Teknisk og økonomisk mest fordelagtige reparation



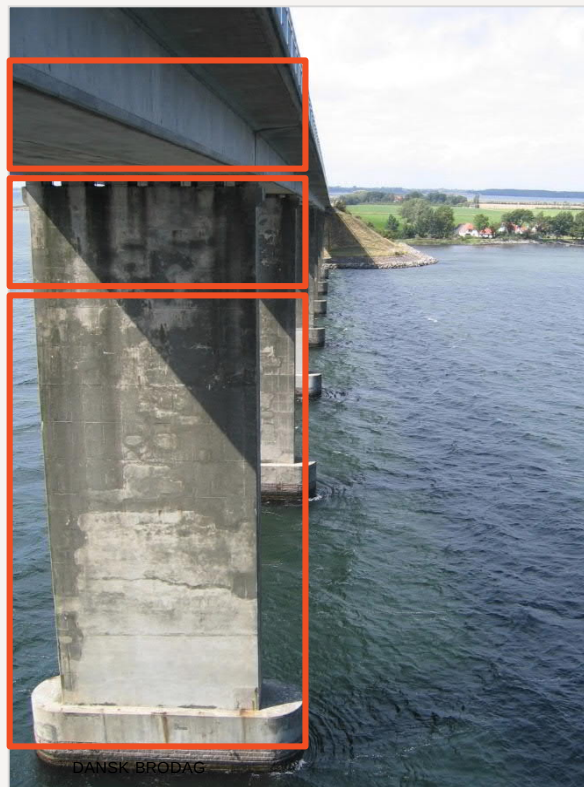
Prøve nr.	% Cl ⁻ af betonvægt
1	0,287
2	0,146
3	0,226
4	0,165
5	0,193
6	0,165
7	0,178
8	0,165
9	0,311
10	0,209



COWI

Langelandsbroen

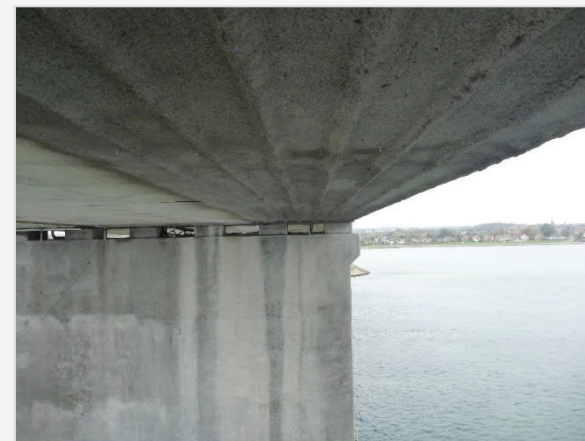
4 installationer med katodisk beskyttelse



2010-2013 Kassedrager
celle 2 og 4, 2018-2020
kassedrager cell 1,3, og
5.

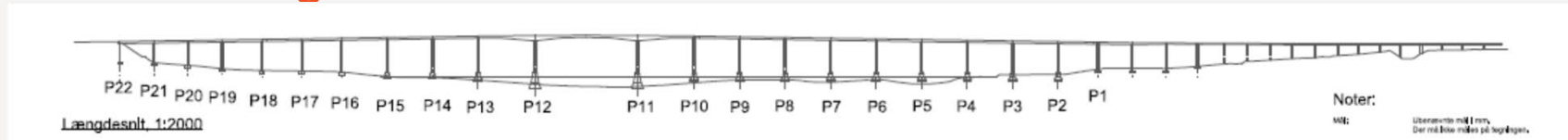
2008-2011 Pilletoppe
(øverste 2 m af pilleskaft)

2009-2013 Pilleskafter
og sokler til parement

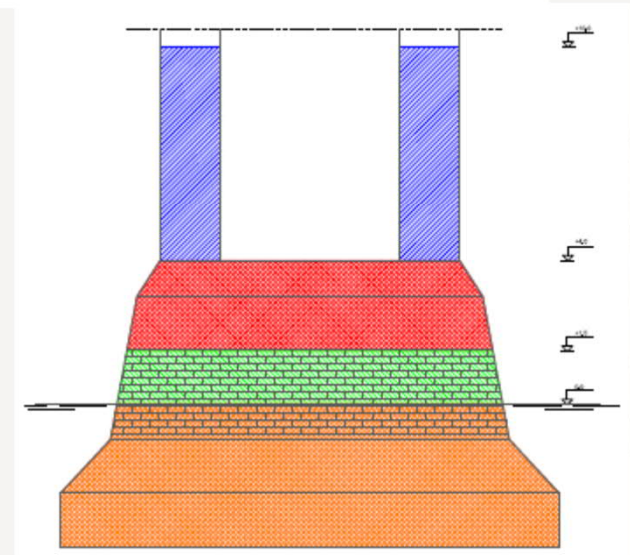


2012 Afprøvning af tre
anodesystemer i fag 13
(Metode valg for celle 1, 3 og 5)

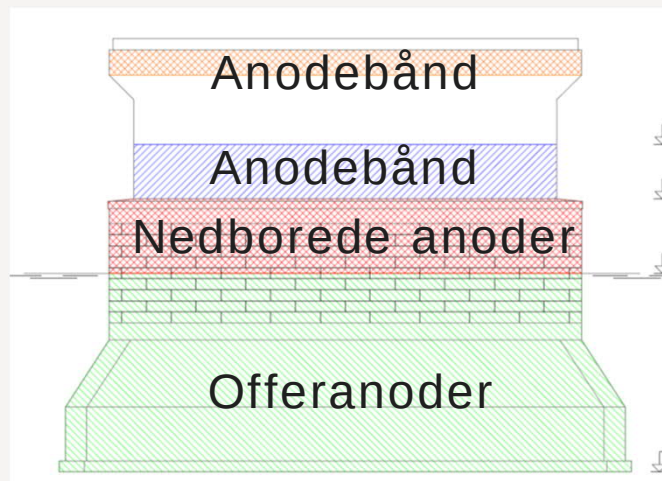
Svendborgsund



- › Katodisk beskyttelse piller og sokler. (2016 og 2017)
 - › P15-P4 (bropiller over vand)
 - › Offeranoder under vand
 - › Påtrykt strøm for konstruktioner over vand:
 - › Anodebånd, kote 0 to +2 m
 - › Anodenet, kote +2 to +4 m
 - › Anodebånd i søjler, kote +4 to +10 m



Siø Sundbroen 2014-2015



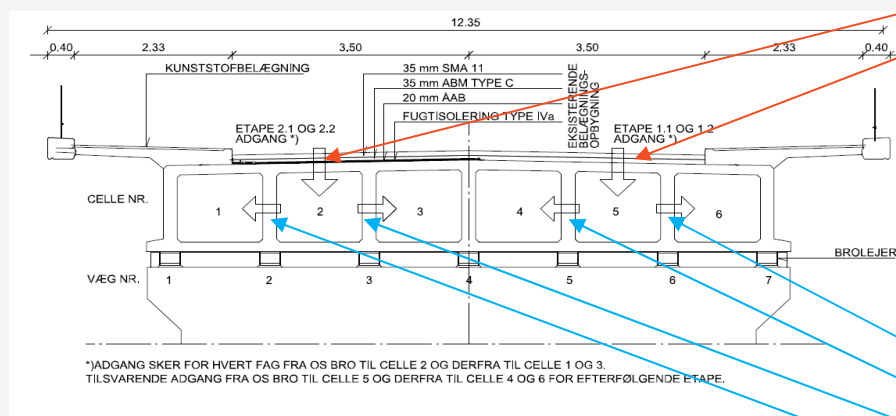
Erfaringer fra projektering

- › Arbejdsmiljø og adgangsforhold sætter store begrænsninger for hvad der kan udføres.
- › Indvendig højde i kassedrager er 1,4 m på Svendborgsund, og Langelandsbroen. Siø Sundbroen kun 1,2 m.
- › Må kun arbejde 2 gange 2 timer om dagen i kassedrager
- › Trafikale restriktioner, spærring af vognbane må nu kun udføres som natarbejde



Adgang til kassedrageren

- › Adgangs- og flugtveje
- › Dæksler etableret i hvert brofag



Erfaringer fra udførelsen

- › Samarbejde mellem hovedentreprenør og KB entreprenør
- › Sprøjtebeton, vigtigt med ordentlig afrensning og støbning
- › Kontrol af omstøbning af anoder
- › Når flere systemer kobles sammen, kan det give udfordringer med nøjagtige målinger



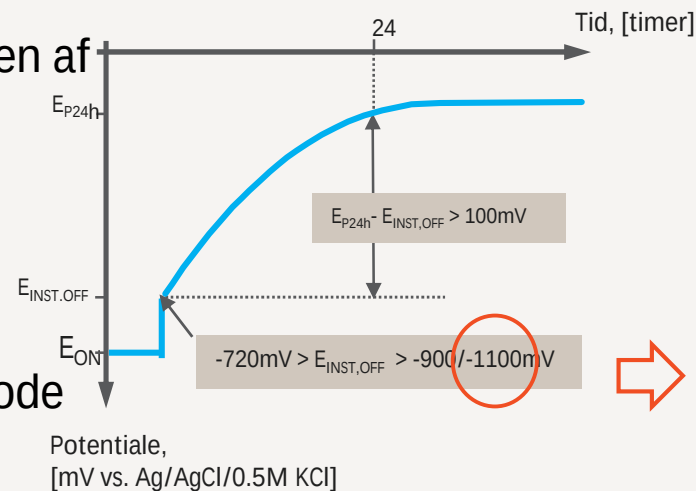
Anodebånd i søjler

- › Anodebånd pr. 30 cm imellem vandret armering.
- › Omstøbning kontrolleret vha. kerner.



Drift og vedligehold

- › D&V er nødvendigt for at garantere funktionen af katodisk beskyttelse
- › Min. 1 årlig kontrol af anlæg
- › Min. kontrol af:
 - › Beskyttelsesniveau, baseret på potentialemålinger vha. reference elektrode
 - › Strøm og spænding fra ensretter/anoder



Ved et potentiale mere negativt end -1100 mV er der risiko for brintskørhed på spændkabler

- › Ingen tilfælde af brintskørhed pga. katodisk beskyttelse

Levetid af komponenter

Komponent	Levetid
Anoder	20-50 år
Kabler	20 år (garanteret, i virkeligheden længere)
Ensretter	10-20 år
Computer til ekstern adgang og kontrol	10 år
Reference elektroder	25 år
Software	?

Levetiden kan variere afhængig af kvaliteten af de installerede komponenter, installationen, og drift og vedligehold af dem.



Forvaltningssystem

De enkelte anlægs styrecomputere sender data til forvaltningssystemet.

Liste med anlæg tilknyttet bruger (her alle pga. administrator login)

Status lamper.
Rød ikke nødvendigvis fejl, enkelte er anlæg uden data.

Systemet sender alarmer for bl.a. manglende strøm på anlæg

D&V af katodisk beskyttelse

- › Konstruktion
- › Modul, strøm eller reference elektrode
- › Moduldetaljer
- › Data

Katodisk Beskyttelse

Detaljer

Sensor ID: P15.1
Alias: Pille 15, anodezone 1, søjle V
Zone: 1
Vis i træ: ☒

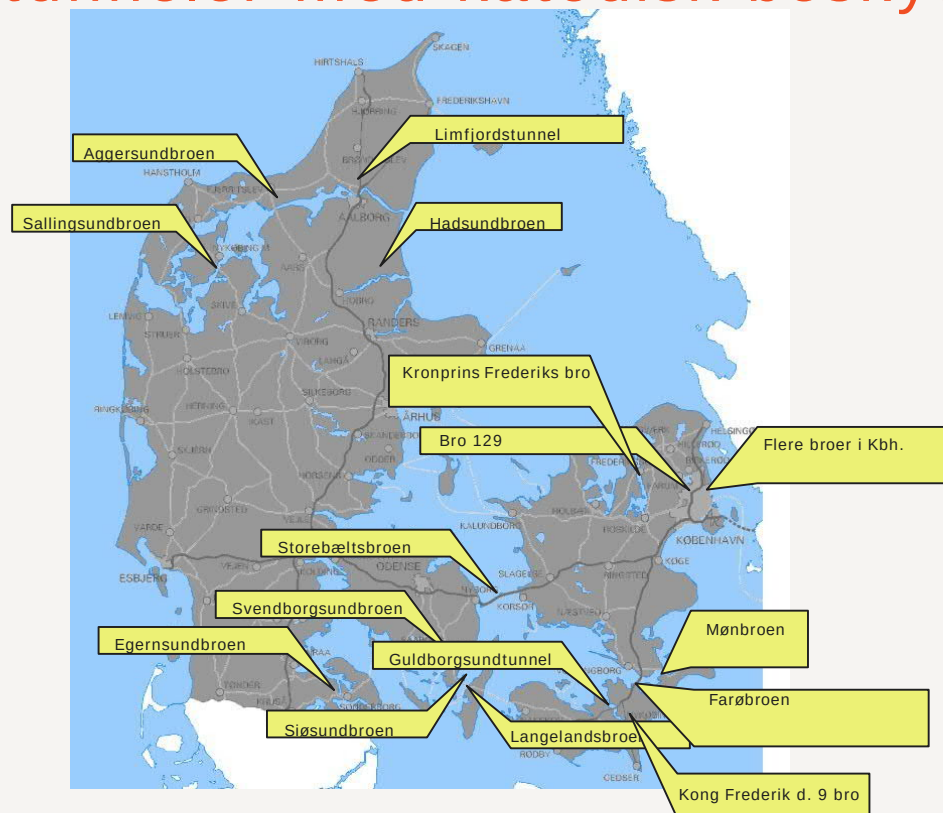
Konstruktionsdel: Piller på land
Konstruktionsnavn: Power 15.1
Anode type: Beton – Anodebånd 5,3 mA/m
Anode indstøbingsmateriale: Marlon FT

Min. mA: 250
Max. mA: 543
Min. mV: 0
Max. mV: 5400
Note:

Data

Måletidspun	Måletidspun	Datatype	Konstruktion	Zone	Alias	Sensortype	Spænding (V)	Strøm (mA)	On, mV vs. /	Off, mV vs. /	Impedans, k
21-06-2018 14:00	21-06-2018 14:00	CP	Power 15.1	1	Pille 15, anodezone 1, søjle V	Powermodul	3346	260			
21-06-2018 05:00	21-06-2018 05:00	CP	Power 15.1	1	Pille 15, anodezone 1, søjle V	Powermodul	3302	260			
20-06-2018 14:00	20-06-2018 14:00	CP	Power 15.1	1	Pille 15, anodezone 1, søjle V	Powermodul	3054	260			
20-06-2018 05:00	20-06-2018 05:00	CP	Power 15.1	1	Pille 15, anodezone 1, søjle V	Powermodul	3308	260			

Større broer/tunneler med katodisk beskyttelse i DK



Tak for jeres opmærksomhed.
Spørgsmål?

