

HYDROLOGIDAG DEN 29. OKTOBER 2015

GRUNDVANDSSTIGNING OG BETYDNING
FOR INFRASTRUKTUR

PETER ALFRED, SWECO

Introduktion

Præsentation

Temaer

- Grundvand
- Veje
- Jernbaner
- Vandforsyning og spildevand

Tilpasning til fremtidens klima

Klimaændringer

- Ændrede nedbørsmønstre
- Hyppigere ekstreme (hedebølger, storme, skybrud og stormflod)
- Stigende vandstande (grundvand og hav)

Følger af klimaændringer

- Stigende grundvandsniveau
- Hyppigere oversvømmelser – skadesomkostninger, gener, værditab
- Pres på arealanvendelse, særligt i "deltaer"
- Flere vådområder, vandløb tilpasser sig (bredde)
- Hyppigere oversvømmelser, underminering, reduceret bæreevne, brud på belægninger, sætninger mm.
- Væsentlig reduceret levetid (reinvestering) og øget vedligehold
- Forringet fremkommelighed, aquaplaning osv.

Investeringer i klimatilpasning frem mod 2050

- Håndtering af regnvand – ca. 40-50 mia.
- Kystsikring og stormflodssikring – 10-20 mia.
- Skybrudssikring – 10 mia.?
- Efterslæb 20-50 mia. jfr. FRI
- Dertil kommer veje (ca. 15. mia.), byområder, broer etc.
- I alt: 145 mia. på 35 år – dvs. + 4 mia./år!!

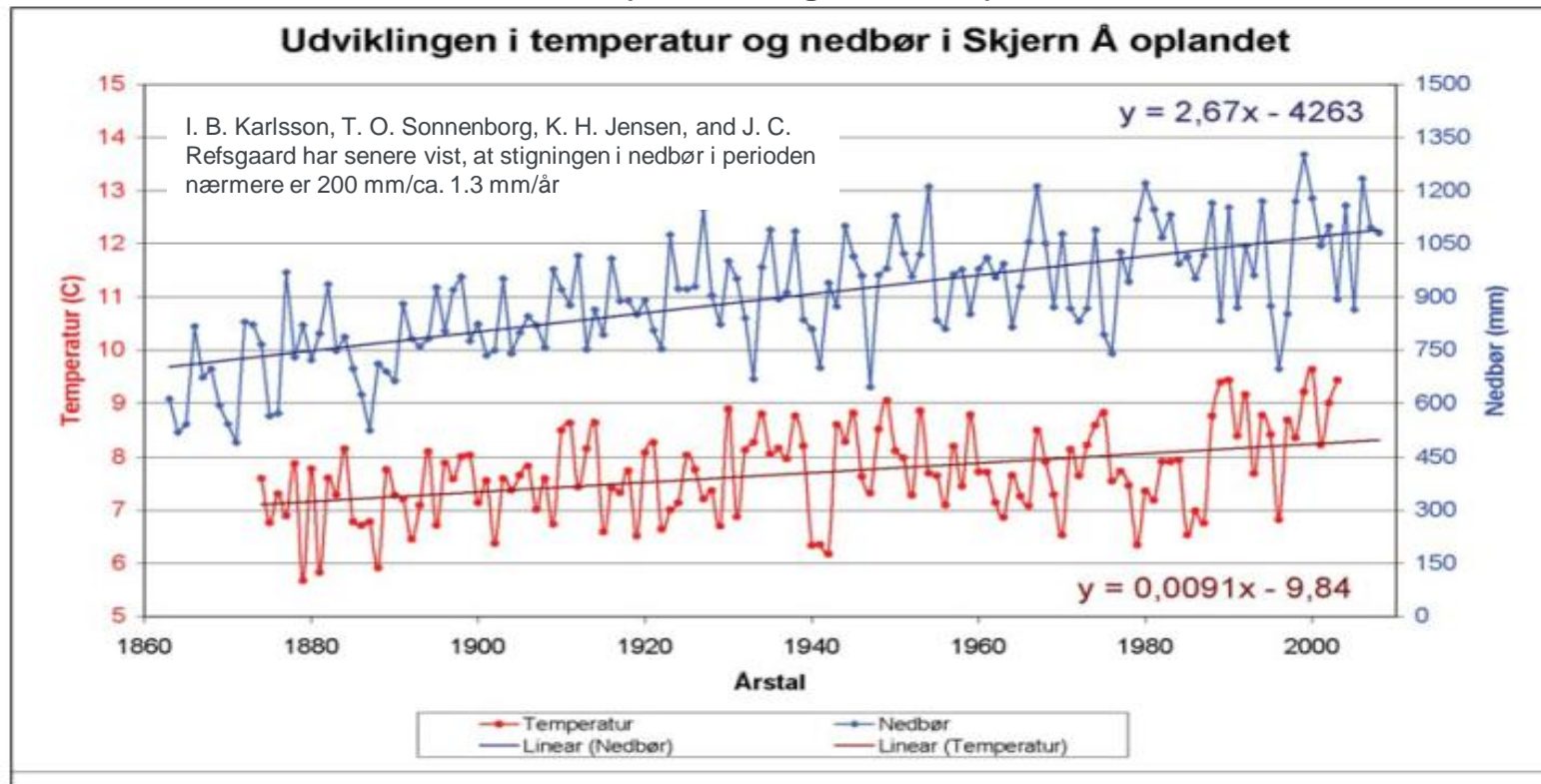
Teknologier og besparelser

- Tilbageholdelse, forsinkelse og langsom afledning
- LAR og terrænbaserede løsninger
- Kontrollerede oversvømmelser
- Infrastruktur som stormflodsbarrierer
- Vand som værdiskaber

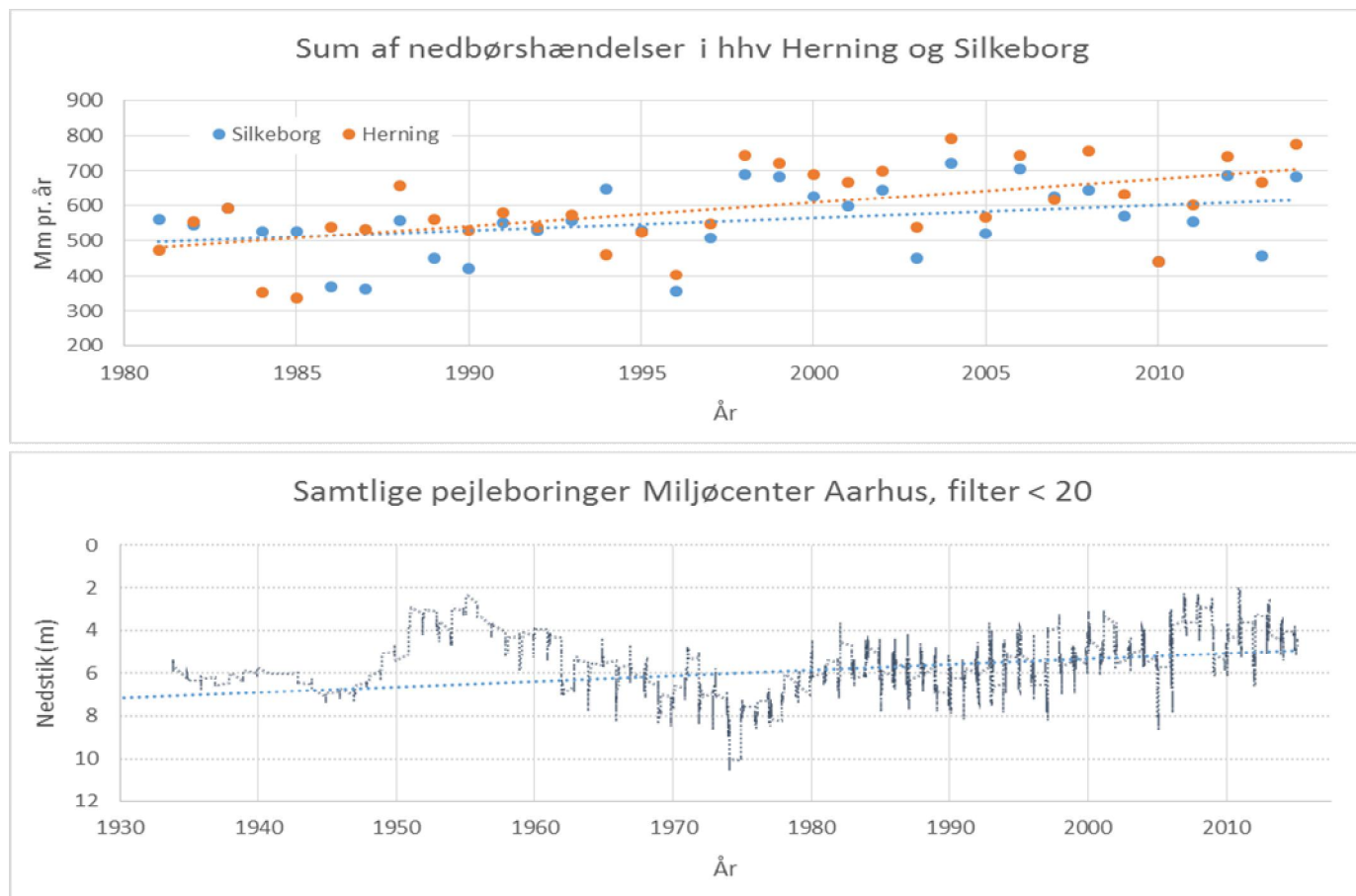


Ændringer i Skjern Å's opland

149 år nedbør 387 mm/2,67 mm/år – temperatur 1,2 grader C/0,009 grader C/år
(Sonnenborg et al. 2010)



Stigende grundvand



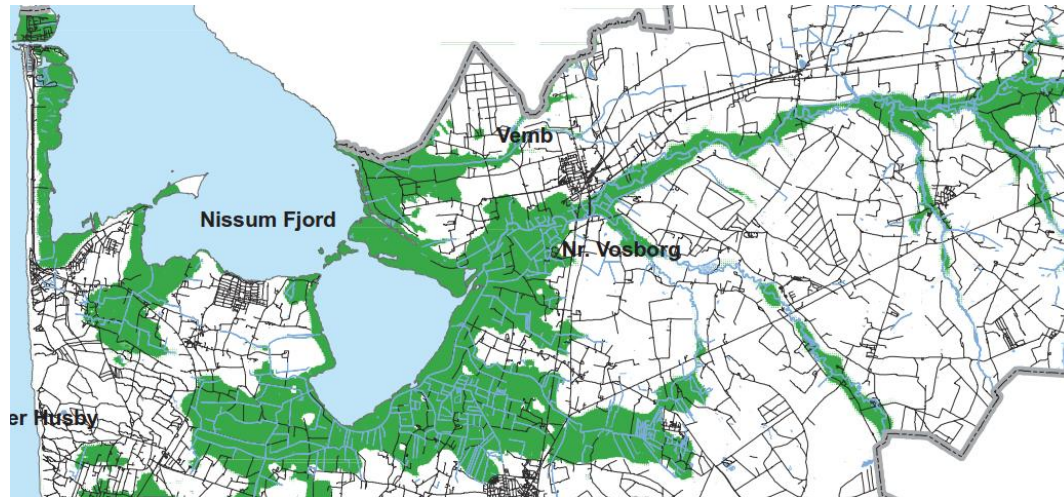
Kortlægning af klimaudfordring

- Kommunale Klimatilpasningsplaner – kommuneplan til sektorplaner
- Grundvand er ikke overrepræsenteret i klimaplanerne
- Handleplaner – kun få kommuner ønsker tilsyneladende at kortlægge klimakonsekvenser for infrastrukturen i denne planperiode
- Sweco's analyse (2009): 10 % af de kommunale vejstrækninger vil blive klimapåvirkede – 15 mia. kr. for tilpasning til fremtidens klima
- Udviklet koncept for detaljeret kortlægning af arealer i kommuner, herunder udpegning af kritiske strækninger, risikoberegning, prioritering og anlægsprogram for tilpasning
- Forvaltningen kan herefter med fordel aktivt indgå i langsigtet tæt samarbejde med kommune og forsyning om fx helheds- og samarbejdsprojekter og udføre egen klimatilpasning af infrastruktur

Udpegning af risici

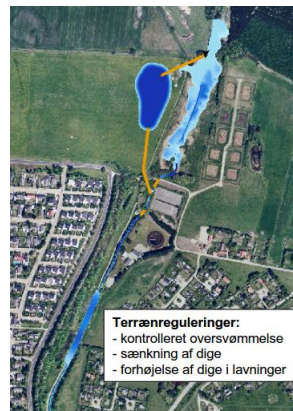
Screening

- DTM
- Jupiter
- Vådområder



Model (detail)

- Kan vise effekt af tiltag
- Hændelsesforløb



Hvad siger fx vej-ingeniørerne?

- "Vejene kan holde evigt, hvis det ikke var for vandet."
- "Noget af problemet med vand er indregnet i beregningsforudsætningerne, fx en våd underbund."
- "Vi forventer dog, at frostsikringslaget dræner vandet væk til afvandingssystemet."
- "Vand i underbund og gruslag fører på sigt til svækkelse, dvs. en forstærkning er nødvendig, ellers må man leve med kortere levetid."
- "Tung trafik på gennemvåd vej er katastrofalt!"



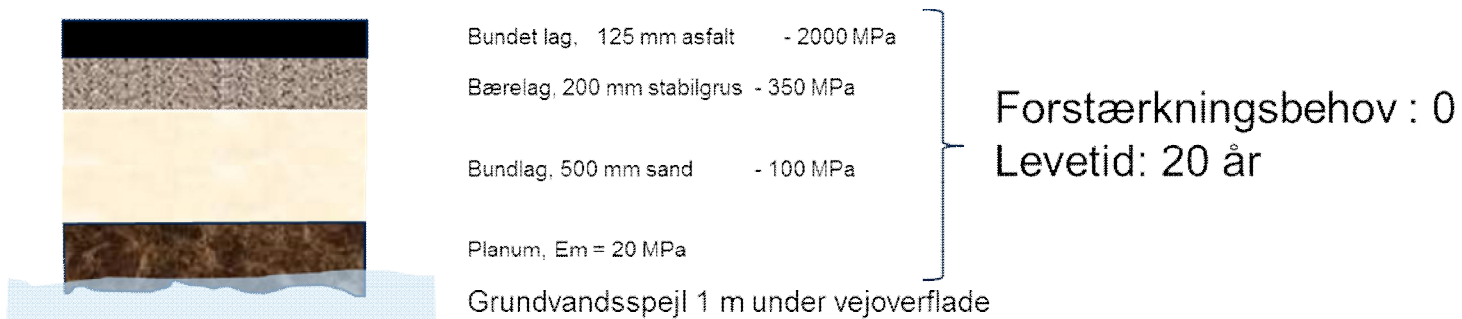
Bæreevne - vej

Grundvandsspejl: **1 m** under vejoverflade

Standardvejopbygning

Designperiode: 20 år

Belastning: 20.000 $\text{Æ}10/\text{pr. år}$ svarende til trafikklasse T3



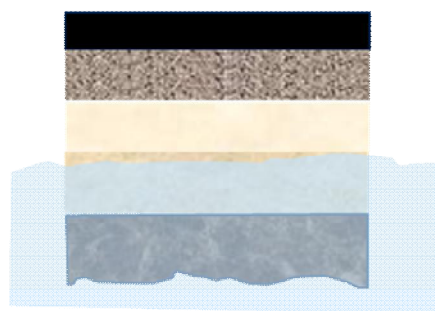
Bæreevne - vej

Grundvandsspejl: **0,6 m** under vejoverflade

Standardvejopbygning

Designperiode: 20 år

Belastning: 20.000 Æ10/pr. år svarende til trafikklasse T3



Bundet lag, 125 mm asfalt - 2000 MPa

Bærelag, 200 mm stabilgrus - 350 MPa

Bundlag, øvre, 200 mm sand - 100 MPa

Bundlag, nedre, 300 mm sand - 40 MPa

Planum, $E_m = 15 \text{ MPa}$

Grundvandsspejl stiger yderligere til 20 cm op i bundlaget

Forstærkningsbehov : 0
Levetid: 20 år



Ingen ændring i bæreevnen selvom E_m for planum falder fra 20 til 15 MPa og fra 50 til 40 MPa for nederste bundlag

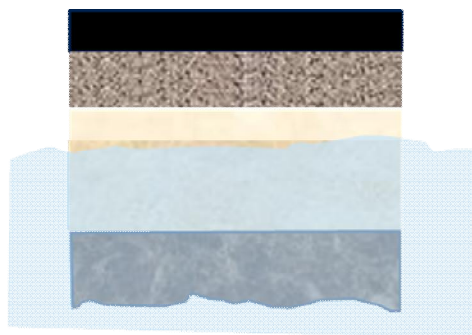
Bæreevne vej – nu koster det penge

Grundvandsspejl: **0,5 m** under vejoverflade

Standardvejopbygning

Designperiode: 20 år

Belastning: 20.000 $\text{Æ}10/\text{pr. år}$ svarende til trafikklasse T3



Bundet lag, 125 mm asfalt - 2000 MPa

Bærelag, 200 mm stabilgrus - 350 MPa

Bundlag, øvre, 100 mm sand - 100 MPa

Bundlag, nedre, 400 mm sand - 40 MPa

Planum, $E_m = 15 \text{ MPa}$

Grundvandsspejl stiger med yderligere 10 cm til 30 cm i bundlag

Forstærkningsbehov :

35 mm

Levetid: **9 år**



Ændring i bæreevnen, halvering af restlevetiden til 9 år

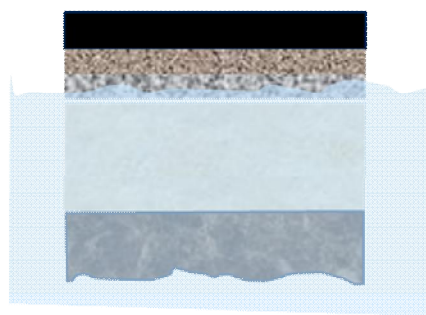
Bæreevne på vej – og det bliver dyrere

Grundvandsspejl: **0,3 m** under vejoverflade

Standardvejobbygning

Designperiode: 20 år

Belastning: 20.000 Æ10/pr. år svarende til trafikklasse T3



Bundet lag, 125 mm asfalt	- 2000 MPa
Bærelag, øvre, 100 mm stabilgrus	- 350 MPa
Bærelag, nedre, 100 mm stabilgrus	- 100 MPa
Bundlag, øvre, 300 mm sand	- 40 MPa
Bundlag, nedre, 200 mm sand	- 40 MPa
Planum, Em =	15 MPa

Grundvandsspejl stiger med 70 cm til underkant bærelag

Forstærkningsbehov :
90 mm
 Levetid: **2½ år**



Stor ændring i bæreevnen: bundlagsstyrken reduceret til 40 MPa, og styrken i nedre del af bærelaget reduceret fra 350 MPa til 100 MPa, da bærelaget er meget vandfølsomt

Årsag og virkning, veje



SCENARIET:

Højere vandstand i havene
Kraftig og øget nedbør

KONSEKVENNS:

Højere grundvandsspejl

Risiko for oversvømmelse
af kystnære veje

Risiko for oversvømmelse
af veje inde i landet

Nedbrydning af
vejbelægning/fundering

Øget pres på eksisterende
afvandingsystemer

Øget risiko for aqua
planing

Fremkommelighedsrisiko

Årsag og virkning, jernbaner



SCENARIET:

Højere vandstand i havene
Kraftig og øget nedbør

KONSEKVENNS:

Højere grundvandsspejl

Risiko for oversvømmelse
af kystnære banestræk-
ninger

Risiko for oversvømmelse
af strækninger inde i landet

Erosion og undermini-
mering

Øget pres på eksisterende
afvandingsystemer

Fremkommelighedsrisiko

Årsag og virkning, spildevand



SCENARIET:

Højere vandstand i havene
Kraftig og øget nedbør

KONSEKVENS:

Højere grundvandsspejl

Uvedkommende vand
Forurening af vandmiljøet
Konsekvenser for ledningssystemer
Tryksatte systemer

Årsag og virkning, vand



SCENARIET:

Højere vandstand i
havene
Kraftig og øget nedbør

KONSEKVENNS:

Højere grundvandsspejl

Ødelagte kildefelter
Forringet vandkvalitet
Konsekvenser for
ledningssystemer

Samfundsøkonomisk effekt

- Ved behov af nyanlæg af 2.500 km vej
- Ved ekstra vedligehold – forudsætning
Om halvering af levetid
(ny belægning m.v.)
- Samfundsøkonomisk effekt ved mindre
Fremkommelighed
- Nyt kildefelt
- Nyt/reoveret renseanlæg
- Nye/reoverede ledningsanlæg

DKK 15 – 21 mia.

DKK 75 mio./p.a.

DKK 20 mio.

DKK 40-? mio.

DKK ?



Infrastruktur i Holland



Blød Bund

3-5 m sand i, 1-2 år før vejbygning
Behov for genetablering af veje med mellemrum (op til 0,3 m's sætning)

Højere Vejprofiler

Højere vejdæmninger ved brug af polytyren/Leca
Hele områder "der flyder"



Dige i Zeeland, Holland

CTIIS DE
ELLECU LLUPTIIST

Diger

Anlæggelse af infrastruktur på/i diger

Hvad kan der gøres?

- Lokal risikovurdering (hyppighed og konsekvens)
- Tværfagligt samarbejde i kommunerne og med forsyningsselskaberne
- Fremtidssikring af nye veje og andet anlæg
- Nødplaner (i tilfælde af vejlukning – stop for vandforsyning)
- Revisioner af normer
- Økonomiske overvejelser (Asset Management principper)
- Behov for samarbejde mellem forvaltninger, kommuner og Forsyningssektoren



”Nye” samarbejdsmuligheder

Medfinansieringsbekendtgørelsen

- Forsyningen kan finansiere et kommunalt klimatilpasningsprojekt i park, vandløb eller vej
- SKAL være omkostningseffektivt for forsyningsselskabet
- Eksempelvis etablering af permeable belægninger kontra opgravning og ny kloak
- Vejforvaltningen kan opnå reducerede driftsomkostninger og få finansieret reinvesteringer i fx ny belægning
- Private fællesveje kan også indgå

Sammentænke investeringer ved langsigtet planlægning

- Samfundsøkonomisk optimalt at udføre helhedsprojekter for fx kvarterer inkl. alt
- Vej og ledningsejere skal i videst muligt omfang arbejde samtidig, massiv besparelse!
- Indgå som aktiv part i byudviklingsprojekter og udstykninger – driftsbesparelser til fx slamsuger

Tænke klimatilpasning og skybrud aktivt ind i design og vedligehold

- Sikre vejens funktionelle levealder, fornuftige driftsomkostninger og vejens funktion
- 3 strengs system, separat vejvandssystem (rensekraft)
- Skybrudsanalyser og hvad kan vejen gøre? Hæve kantstene, ændre fald etc.
- Reducere befæstelsen, fx etablering af grøfter, permeable belægninger, smallere veje etc.

Vandet i byrummet og oplandet som værdiskaber



Tak for opmærksomheden