

Dansk Kystkonference 2009, 21-22 september

Geoteknik og kystnære konstruktioner



Jørgen S. Steenfelt,
COWI A/S

1 | Sep. 21 | Dansk Kystkonference 2009

COWI

Introduktion - oversigt

- Geoteknik: Hvad og hvorfor?
- Hvad er specielt i kystnære områder?
- Eksempler på udfordringer vanskeligheder/muligheder
- Fokus i praksis / afslutning



2 | Sep. 21 | Dansk Kystkonference 2009

COWI

Kystnær geoteknik - og jord?



3 | Sep. 21 | Dansk Kystkonference 2009

COWI

Kystnær geoteknik - og jord?



Grovkornede materialer

4 | Sep. 21 | Dansk Kystkonference 2009

COWI

Kystnær geoteknik - og jord?



Finkornede materialer

5 | Sep. 21 | Dansk Kystkonference 2009

COWI

Intuitiv geoteknik



Tørt sand - friktionsvinkel

6 | Sep. 21 | Dansk Kystkonference 2009

COWI

Intuitiv geoteknik



Sug (kapillarkræfter) - fugtigt sand

7
Sep. 21 | Dansk Kystkonference 2009

COWI

Intuitiv geoteknik

Jordforstærkning



8
Sep. 21 | Dansk Kystkonference 2009

COWI

Hvad omfatter kystnær geoteknik?

- Bygninger
- Havne- og dokanlæg
- Kystbeskyttelse / kunstige øer
- Udvikling og vedligehold af miljø/vådområder
- Rørledninger og tunneler på og i havbunden
- Anlæg for olie- og gasindvinding
- Anlæg for alternativ energi

Journal of Maritime Engineering

9
Sep. 21 | Dansk Kystkonference 2009

COWI

Geoteknik - jord?

- Geoteknik, vandbygning, hydraulik
- Jord - Vand - Samspil med konstruktion



10
Sep. 21 | Dansk Kystkonference 2009

COWI

Hvad er specielt for kystnære områder?

- Livsnerve for kommuner/lande
- Praxis er nødvendigvis
 - Interdisciplinær - politisk drevet
- Nye udfordringer
 - Udvikling i mere eksponerede områder
 - Renovering - ændring af havne & industri til beboelse etc.
 - ekstreme påvirkninger

11
Sep. 21 | Dansk Kystkonference 2009

COWI

Udfordringer for geoteknisk praksis

- ..i modsætning til teori/det ideale/rationelle
 - er værktøjerne vi benytter i praksis forældede?
 - mangel på kyndige firmaer?
- Jordbundsundersøgelser "ude af synk."
 - ikke i tilstrækkelig kvalitet og kvantitet og for sent
- "Ejerskab" af jorden
 - "fordøjede data" eller "kun til information" for bydende
 - risiko bæres af entreprenør eller ejer?
 - basis for syn og skøn
- Udfordrende arkitektur og jordbundsforhold
 - projekter og placeringer lader hånt om "moder natur"
 - "signatur-projekter" økonomisk urentable?

12
Sep. 21 | Dansk Kystkonference 2009

COWI

Renovering / nye funktioner i ældre havne

13 | Sep. 21 | Dansk Kystkonference 2009

Skuespilhuset

14 | Sep. 21 | Dansk Kystkonference 2009

Skuespilhuset

- Arkitektens drøm - Ingeniørens hovedpine
- Dimensionering af pæle for foyer og promenade
- Islaster?
- Skibsstød?

15 | Sep. 21 | Dansk Kystkonference 2009

Skuespilhuset

- geometri: nul kunstig ø
- konsensus mellem forsk. myndigheder
- probabilistisk tilgang:
 - fordeling af risici
 - promenaden ofres
 - beskyt foyer & tilskuere ved 4 celler

16 | Sep. 21 | Dansk Kystkonference 2009

Skuespilhuset

Løsning på skibsstød

Venetianske pæle?
Store udfordringer pga. islaster
Ø800 mm borede pæle - med skrå ståltoppe

17 | Sep. 21 | Dansk Kystkonference 2009

Skuespilhuset

Ø800 mm borede pæle - med skrå ståltoppe

18 | Sep. 21 | Dansk Kystkonference 2009

Skuespilhuset




- Arkitekten fik sin vilje
- Vi håber på milde vintre?
- da islasterne er usikkert bestemt



19 | Sep. 21 | Dansk Kystkonference 2009

COWI

Islaster i Københavns havn?



Kilde (knusning Ø813 mm pæl)	kN
DS 410 (1998)	1775 - 2773
Malmö indre havn	200
Sveriges vejdirektorat (1987)	317 - 414
Draft IEC - Wind turbines (2005)	347
Anbefaling for Skuespilhuset	488

20 | Sep. 21 | Dansk Kystkonference 2009

COWI

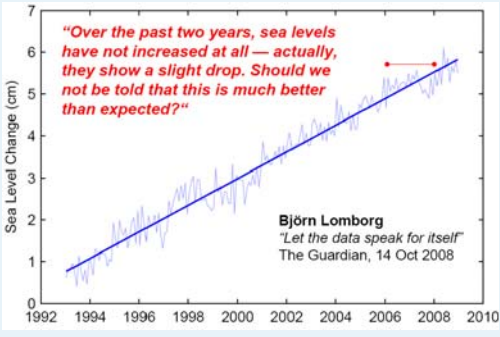
Udfordring pga. klimaændringer? Statistik eller realitet?



21 | Sep. 21 | Dansk Kystkonference 2009

COWI

Klimaændringer, IPCC



22 | Sep. 21 | Dansk Kystkonference 2009

COWI

Kystbeskyttelse - bygning af diger

- Stormflodsscenerier
- DDH ®



23 | Sep. 21 | Dansk Kystkonference 2009

COWI

Kystbeskyttelse - bygning af diger



24 | Sep. 21 | Dansk Kystkonference 2009

COWI

Kystbeskyttelse - erosionsbeskyttelse strandfodring

Før - 1999

Efter - 2004

25 | Sep. 21 | Dansk Kystkonference 2009

Fokus i praksis?

26 | Sep. 21 | Dansk Kystkonference 2009

Fokus i praksis?

- Opdrift på kældre/"infrastruktur i jord"
 - Forstærkning af fundamenter?
 - bygninger på stylder?
- Ændring i jordtryk
 - jordbunds- & poretryksforhold
- Hastige vandstandsbevægelser
 - umættet jord får væsentlig betydning!
 - ændrede brudmekanismer?
- Hollandske erfaringer med 1735 digebrud:
 - 67% erosion af indre skråning og digetop
 - 11% islast
 - oftest en kombination af årsager
- Konstruktion af "vandreservoarer"

27 | Sep. 21 | Dansk Kystkonference 2009

Afslutning

"..as we know,
there are known-knowns;
there are things we know we know
we also know
there are known-unknowns;
i.e. there are some things we do not know
but there are also
unknown-unknowns;
the ones we don't know we don't know"

Donald Rumsfeldt

28 | Sep. 21 | Dansk Kystkonference 2009

Fokus i praksis?

..the unknown-unknowns

29 | Sep. 21 | Dansk Kystkonference 2009