

Betydningen af dræning ved udførelse af CPT i siltet jord

Dansk Geoteknisk Forening - Undersøgelsesmetoder
31. marts 2011

Rikke Poulsen
Institut for Byggeri og anlæg
Aalborg Universitet

Agenda



Hvem er jeg?



Introduktion



Litteratur studie:

- Klassifikation af silt ud fra CPT resultater
- Betydning af dræning for spidsmodstanden
- Betydning af setup stop under CPT



Forsøgsprogram i Dronninglund

Hvem er jeg?

- Rikke Poulsen
- Ph.D. studerende ved Aalborg Universitet
- Forskningsgruppen for geoteknik
- Vejledere: Lars Bo Ibsen & Benjaminn Nordahl Nielsen
- Ph.D. projekt
 - Varighed: 01.10.2010 – 30.09.2013
 - Titel: Physical and numerical modelling of silt with focus on offshore wind turbines
 - Formål: At opnå en fysisk forståelse for silt
 - Metode: Sammenligne mark- og laboratorieforsøg på silt, samt evt. kalibrere en numerisk model op imod de fundne resultater

Introduktion

Hvad er silt?

- “Mellemliggende” jordart med en kornstørrelse beliggende mellem sand og ler
- Kornstørrelse på 0,002 – 0,06 mm
- Forholdsvis svært at definere.

Sandet silt vs. siltet sand

Leret silt vs. siltet ler



Film: Hvad er silt?

Introduktion

Udførelse af CPT

- Normalt anvendes en CPT hastighed på 20 mm/s
 - Sand → drænet
 - Ler → udrænet
 - Silt → delvis drænet ?
- Fortolkning af CPT er udviklet for drænedede og udrænedede situationer
- Silt bliver ofte fortolket som enten sand eller ler
- Drænet belastning og udrænet CPT → svært at finde jordparametre

Litteratur studie

Litteraturstudie af:

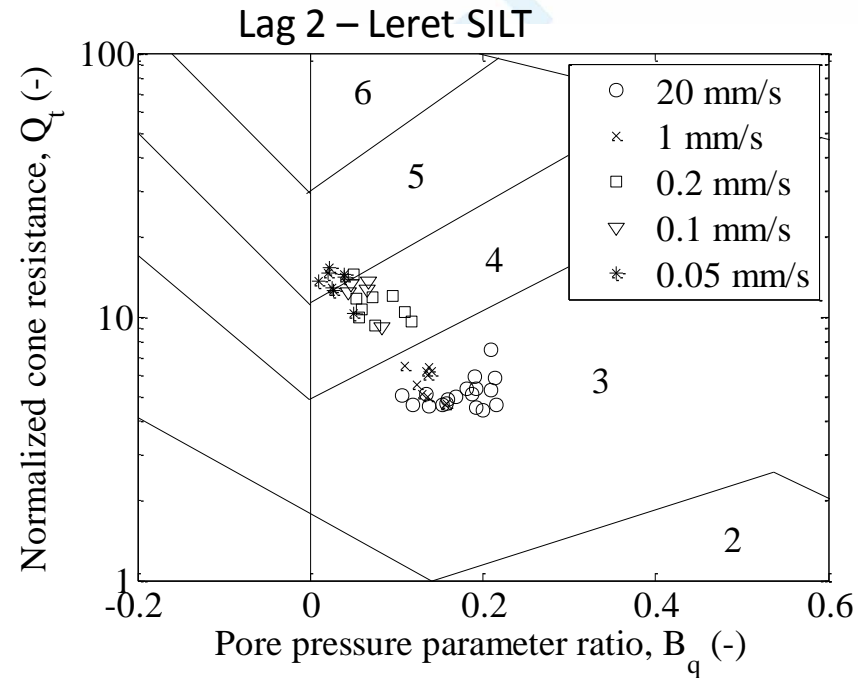
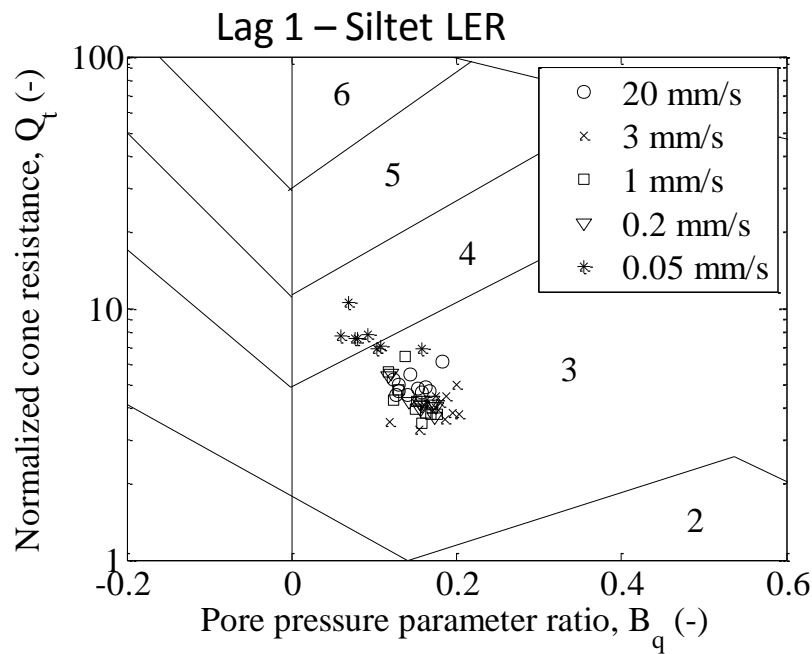
Betydningen af dræning ved udførelse af CPT i siltet jord

- Mest undersøgt i ler
- Mest laboratorie test
- Enkelte markforsøg fra:

Kim, K., Prezzi, M., Salgado, R., and Lee, W. (2008). Effect of Penetration Rate on Cone Penetration Resistance in Saturated Clayey Soils, *Journal Geotechnical Geoenvironmental Engineering*, 134(8), 1142-1153.

McNeilan, T. W., and Bugno, W.T. (1985). Cone Penetration Test Results in Offshore California Silts, *Strength Testing of Marine Sediments: Laboratory and In-Situ Measurements*, ASTM, San Diego, CA, USA, 55-71.

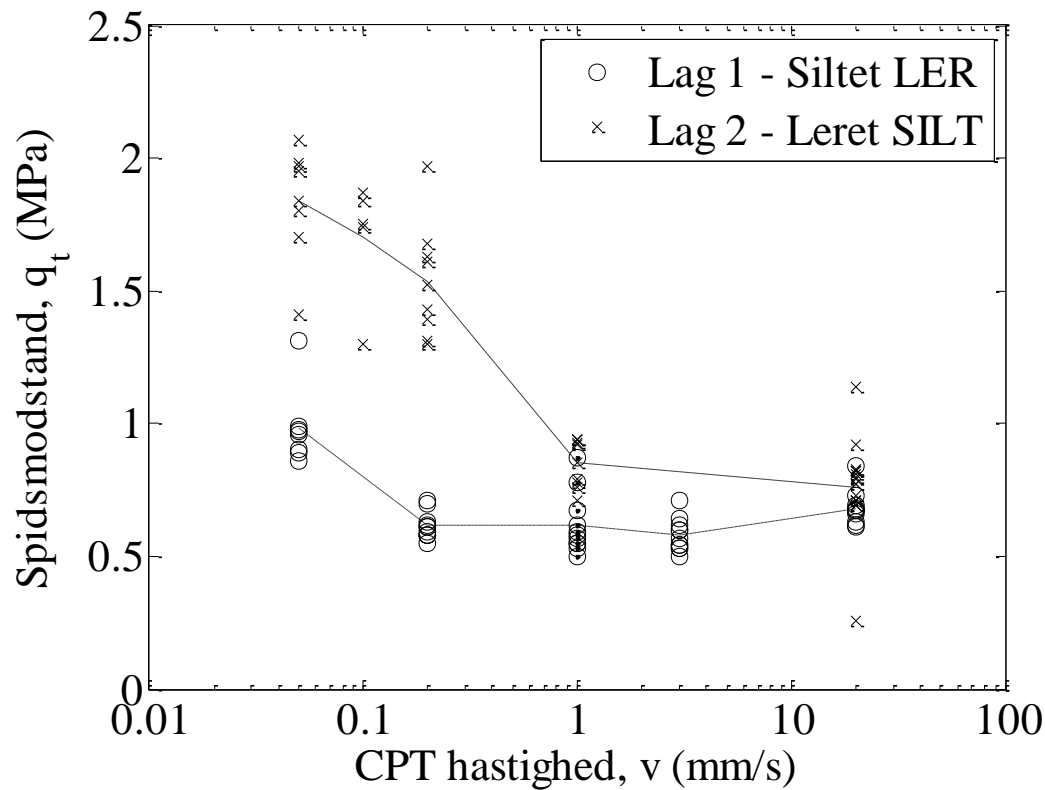
Litteratur studie



Zone	Soil behaviour type
2	Organic soils-peats
3	Clays-clay to silty clay
4	Silt mixtures; clayey silt to silty clay
5	Sand mixtures; silty sand to sandy silt
6	Sands; clean sands to silty sands

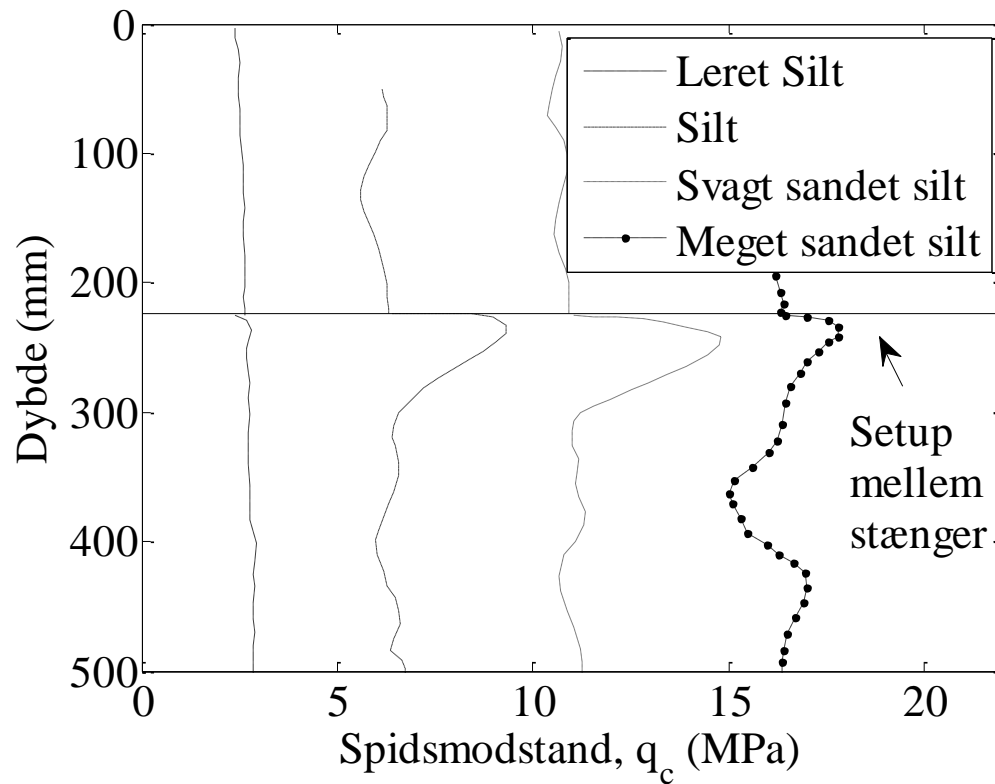
Data fra Kim et al. (2008)

Litteratur studie



Data fra Kim et al. (2008)

Litteratur studie



Figur fra McNeilan and Bugno (1985)

Forsøgsprogram i Dronninglund

Formål er at undersøge:

- Betydningen af en hastighedsændring i siltet jord

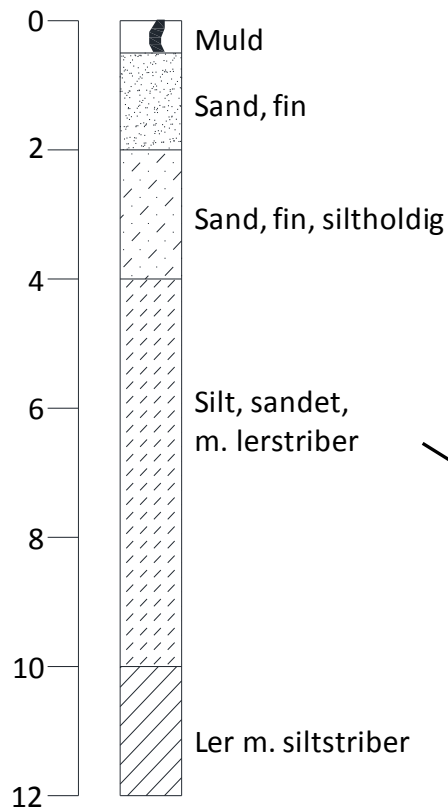


Forsøgsprogram i Dronninglund

Krav til lokalitet

- Flere meter med homogen siltet jord
- Silt i de øverste jordlag
- Stort areal
- Let tilgængelighed
- Højt beliggende vandspejl
- Gerne hele silt-spektret

Forsøgsprogram i Dronninglund



Forsøgsprogram i Dronninglund

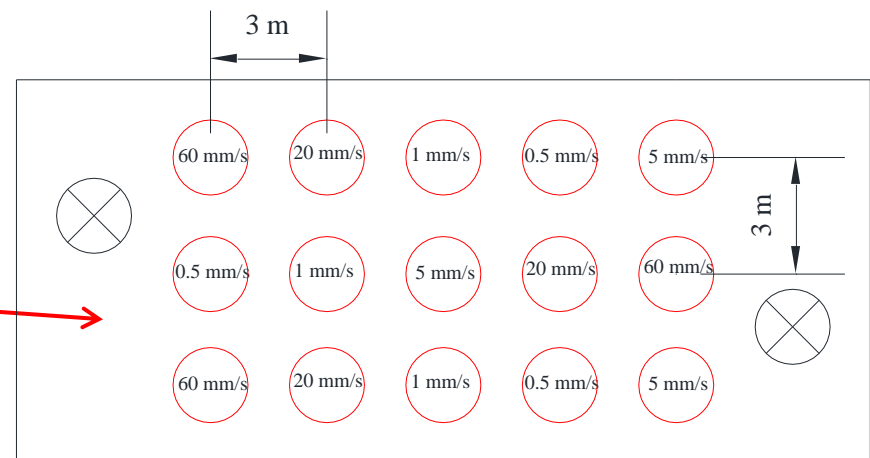
Krav til CPT "hastighedstest"

- CPT'erne skal udføres til en dybde på 12 meter
- Spidsmodstanden, overflademodstanden, poretrykket og hastigheden måles.
- Hastigheden skal holdes konstant
- Alle former for stop skal så vidt mulig undgås
- Der skal så vidt mulig anvendes 3 stænger ad gangen
- Hver gang et stop opstår skal den pågældende dybde det er sket i noteres
- Der skal anvendes en hastighed på hhv. 60, 20, 5, 1, og 0,5 mm/s

Forsøgsprogram i Dronninglund

Én serie består af:

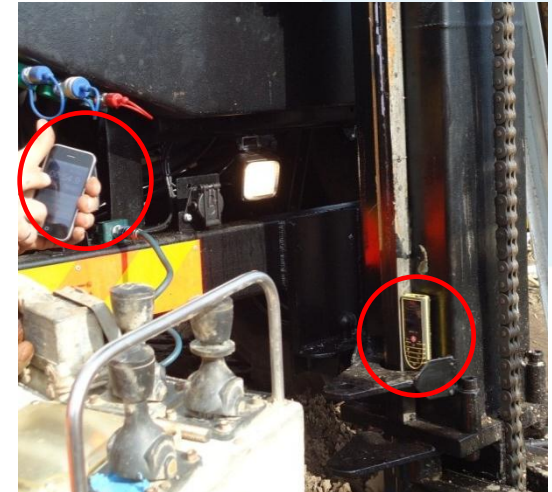
- 15 stk. CPT hastighedstest
- 2 lagfølgeboringer med store poseprøver og intaktrør



Forsøgsprogram i Dronninglund

Udførelse

- Borebilen kan trykke med 5,5tons og har automatisk tryk- og tilspænding
- Hastigheden holdes konstant ved at for-bore
- Hastigheden indstilles og kontrolleres undervejs vha. en afstandsmåler
- Alle uundgåelige stop noteres



Forsøgsprogram i Dronninglund

Markforsøget er vanskeligt pga.

- Jorden er ikke homogen
- Overgangen mellem laggrænserne er flydende
- Svært at holde CPT hastigheden konstant
- Svært at udføre CPT med meget hurtige og langsomme hastigheder
- Svært at klassificere jorden i laboratoriet pga. lerstriber
- Svært at optage intaktrør i silten

Opsummering

- Udførelse af CPT i silt kan være delvis drænet → fortolkning er svært
- Litteraturstudie:
 - Spidsmodstanden forøges ved dræning. (ler og leret silt)
 - Siltet jord er følsom overfor stop
- Ved udførelse af CPT hastighedstest er det forhåbentlig muligt at angive hvor stor en forøgelse af spidsmodstanden der kan forventes i siltet jord.

Artikler

Litteraturstudie:

Poulsen, R., Nielsen, B. N., Ibsen, L. B. (2011). *Effect of Drainage Conditions on Cone Penetration Testing in Silty Soils.*

Abstract:

This paper discusses the challenges that occur when performing Cone Penetration Tests (CPT) in silty soil due to changes in drainage conditions. In this paper, CPT results from various papers and researchers are collected and interpreted. Results from cone penetrations tests with various penetration rates is analysed, and it is shown how the changes in drainage condition, caused by the change in penetration rate, affects the plot in the soil classification charts. In addition, the effect on changes in penetration rate is compared for clay and silt, respectively, where the silty soil is more susceptible towards change in penetration rate. A normalized penetration rate is implemented in order to compare various cone resistance results, and hence investigate the changes from undrained to partially drained and from partially drained to fully drained.

Flere artikler om emnet forventes udgivet på baggrund af forsøgsprogrammet i Dronninglund

Kontaktoplysninger

Rikke Poulsen

Ph.d.-stipendiat
Forskningsgruppen for Geoteknik

Aalborg Universitet
Institut for Byggeri og anlæg
Sohngårdsholmsvej 57
9000 Aalborg

lokale L-142b
tlf.: 99409333
e-mail: rp@civil.aau.dk
mobil: 40 93 99 94