DGF - Dimensioneringshåndbog

Jordtryk
Spunsvægge og støttemure

Torben Thorsen, GEO
trt@geo.dk

GEO
EKSPERTER I JORD OG VAND

DGF - Dimensioneringshåndbog

- Dimensioneringshåndbog bliver en håndbog for dimensionering af geotekniske konstruktioner efter Dansk praksis
- Planlagt at udkomme i 2010
- Behov for konstruktivt samarbejde på tværs af geotekniske firmaer – kapitlet om jordtryk bliver ikke det mindst kedelige at udarbejde…☺

GEO
EKSPERTER I JORD OG VAND

Jordtryk – Spunsvægge og støttemure

Hvad er vi nogenlunde enige om:

- Brinch-Hansen's Jordtryksteori (EPC) ved spunsvæg
- Brudgrænsetilstand / passiv og aktiv jordtryk (hviletryk ?)
- Anvendelsesgrænsetilstand ???

Emner, som skal diskuteres:

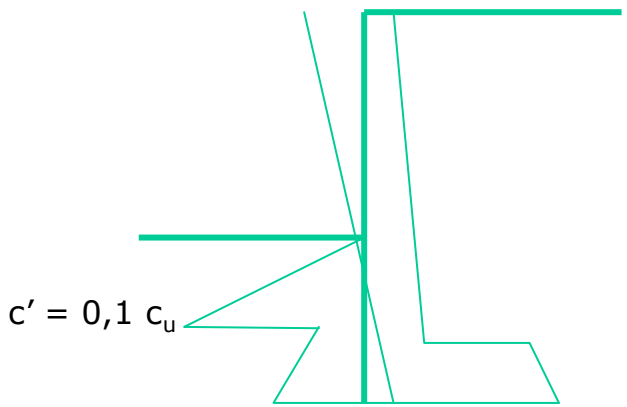
- c' ved passivt jordtryk
- c' ved aktivt jordtryk
- φ' ved passivt jordtryk i blød bund
- Differensvandtryk
- Betydning af trækrevner
- Tillægslast fra partielle overfladelaster
- Lodret ligevægt

GEO
EKSPERTER I JORD OG VAND

c’ ved passivt jordtryk:

EC7/NAD og DS415:1998: Ingen anvisning

DS415:1984:
Ved belastning (bæreevne og passivt jordtryk), kan der ofte skønnes c’ = 0,1 c_u

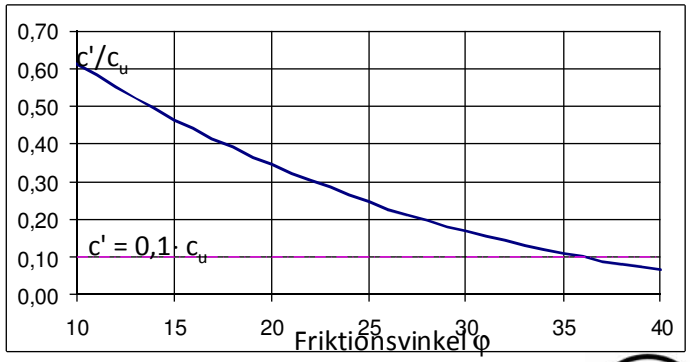


Moust Jacobsen, NGM 1975:
”korttidsbæreevnen er normalt af samme størrelsesorden som langtidsbæreevnens kohæsionsled”

$$c_u N_c^0 \approx c' N_c$$

$$\Updownarrow$$

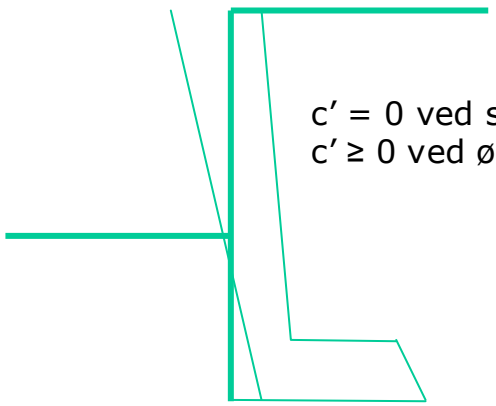
$$c' \approx c_u \frac{N_c^0}{N_c}$$



EKSPERTER I JORD OG VAND

c’ ved aktivt jordtryk:

EC7/NAD K4:
Ved aflastning (afgravning og aktivt jordtryk) skal man for sprækket ler og ler med spalteflader regne med c’ = 0



c’ = 0 ved sprækket ler (plastisk ler – morænerler ?)
c’ ≥ 0 ved øvrige lerarter ? (hvor meget reduceres c_u el. c’ ved aflastningen ?)

GEO EKSPERTER I JORD OG VAND

φ' ved passivt jordtryk i blød bund

EC7/NAD K4:
Ved belastning (bæreevne eller passivt tryk) kan fuldt udviklet brud, specielt i normalkonsoliderede aflejringer, være forbundet med så store deformationer, at de tilsvarende styrkeparametre kun lader sig definere ved anvendelse af deformationsafhængige brudkriterier

CD forsøg konsolideret ved σ_3

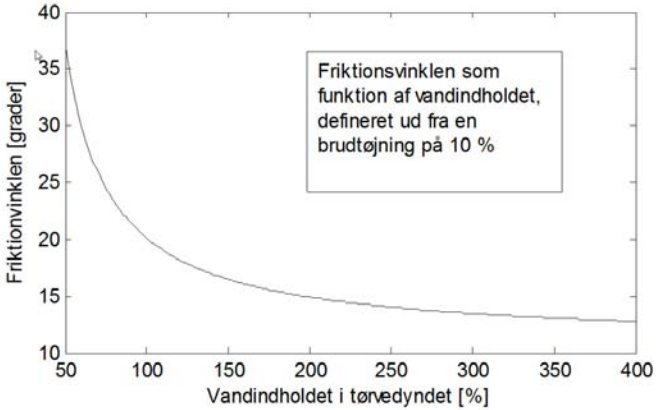
$$\varepsilon = Q \log\left(\frac{\sigma_1}{\sigma_3}\right)$$

$$\Updownarrow$$

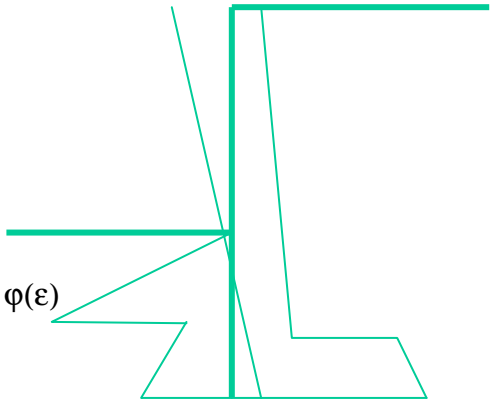
$$\varepsilon = Q(w) \log\left(\frac{1-\sin(\varphi)}{1+\sin(\varphi)}\right)$$

$$\Updownarrow$$

$$\varphi(\varepsilon, w)$$



$\varphi = \varphi(\varepsilon)$



EKSPERTER I JORD OG VAND

Jordtryk – Spunsvægge og støttemure

Differensvandtryk

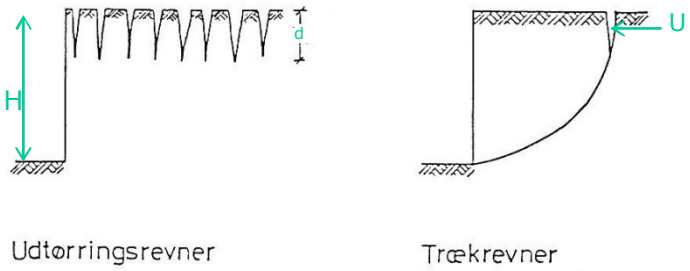
EC7 2.4.6.1(6)P
Ved grundvandstryk for grænsetilstande med alvorlige konsekvenser (generelt brudgrænsetilstand) skal de regningsmæssige værdier afspejle de mest ugunstige værdier, der kan forekommer i konstruktionens regningsmæssige levetid.

2.4.6.1(7)
I overensstemmelse med EN1990 kan ekstreme vandtryk behandles som ulykkeslast

9.6(3)P
For konstruktioner, der støtter jord med middel eller lav permeabilitet (silt eller ler), skal det antages, at der er vandtryk bag væggen. Der skal forudsættes et vandspejl i oversiden af det støttede materiale, med mindre der er etableret et pålideligt drænsystem eller infiltration er forhindret

GEO EKSPERTER I JORD OG VAND

Betydning af trækrevner



EC7 9.6(5)P: Når der ikke er truffet særlige foranstaltninger til dræning eller forhindring af tilløb, skal de mulige virkninger af vandfyldte træk- eller svindrevner tages i betragtning

Dybde af trækrevne jf. DS415:1984

$$d = \frac{2c}{\gamma'} \frac{\cos\varphi}{1-\sin\varphi} \qquad \left(\frac{2c_u}{\gamma'}\right)$$

c = 5 kPa, φ = 25°, γ′ = 9 kN/m³ => d = 1,7 m (c$_u$ = 50 kPa => d = 5,3 m !)

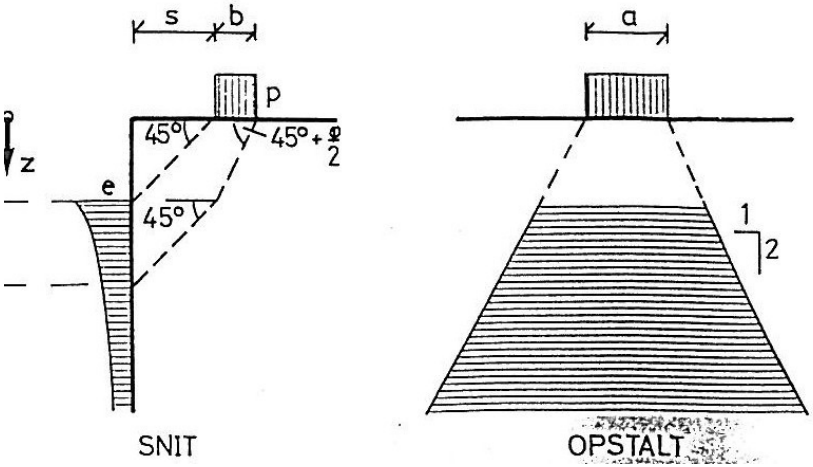
Nedre værdier / γ_M eller Øvre værdier x γ_M eller karakteristiske værdier ? (ved c = 0 er d = 0 ☺)

Terzaghi (1943): d ≤ H/2

GEO EKSPERTER I JORD OG VAND

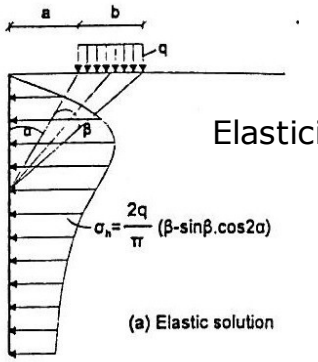
Tillægslast fra partielle overfladelaster

KM 1982



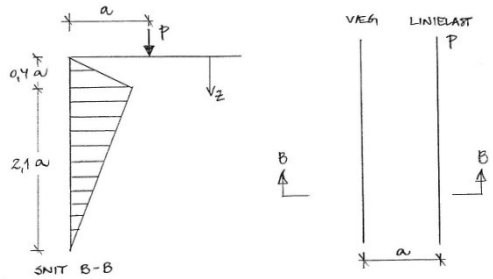
Vandret terræn
Lodret væg
Kohæsionsløs jord
Glat væg
Rette brudlinjer
JBH's 45° princip

Boussinesq:



Elasticitetsteori

"Flagermusen":

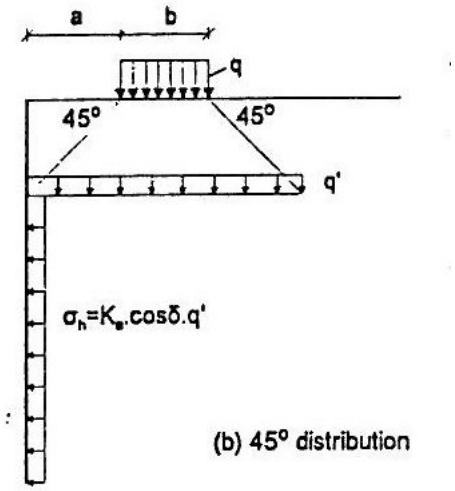


Maksimaljordtrykket er: $e_{max} = 0{,}45 \times p/a$ (kN/m²)

GEO EKSPERTER I JORD OG VAND

Jordtryk – Spunsvægge og støttemure

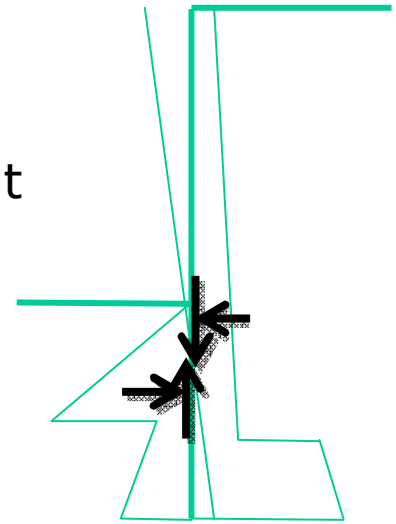
Tillægslast fra partielle overfladelaster



Der er nok at vælge mellem…
Mon ikke PLAXIS kan bruges til at finde en rimelig model ?

GEO EKSPERTER I JORD OG VAND

Lodret ligevægt



Lodret ligevægt er en betingelse for, at de vandrette jordtryk kan udvikles som forudsat

EC7 9.4.1(2)P:
Det skal vises, at der kan opnås lodret ligevægt for de forventlige fordelinger af tryk og laster på væggen

EC7 9.5.1(6):
En stålspunsvæg, som understøtter sand eller grus, kan antages at have en regningsmæssig vægfriktionsvinkel $\delta = k\varphi_d$. k bør ikke overstige værdien 2/3 for en stålspunsvæg

…men hvad med væg i ler: $\delta = k\varphi_d$ k = ??? i drænet tilfælde