

## Forankringspladers optrækningsmodstand

Jacobsen, Moust ; Jørgensen, Mogens B.

*Published in:*  
DIA-årbog, 1973/74

*Publication date:*  
1973

*Document Version*  
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

*Citation for published version (APA):*  
Jacobsen, M., & Jørgensen, M. B. (1973). Forankringspladers optrækningsmodstand. I *DIA-årbog, 1973/74* (s. 54-58)

### General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

### Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at [vbn@aub.aau.dk](mailto:vbn@aub.aau.dk) providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

[14] DIA-årbog  
1973/74

## Forankringspladers optrækningsmodstand

En konstruktion, der er funderet under grundvandsspejlets niveau, er påvirket af opadrettede vandtryk. En let konstruktion, som fx et større svømmebassin uden vand i, må således i visse tilfælde forhindres i at blive løftet op af jorden og forsynes derfor med udkragede, vandrette plader, hvorved en vis del af den overlejrede jord må medregnes i konstruktionens egenvægt.

En opfyldning med sand over et blødbundsområde vil sætte sig meget i tidens løb. Sætningerne kan reduceres ved at anbringe opfyldningen på spredte pælefunderede plader, der da vil bære en del af den overliggende sandvægt.

I begge tilfælde er det grundlæggende problem at kunne beregne den lodrette optrækningsmodstand af en vandret plade af vilkårlig form, samt at kunne beregne den samlede virkning af en gruppe plader. Der har været angivet mange metoder til denne beregning, og der er udført relativt mange modelforsøg af forskellige laboratorier. Det er dog vanskeligt at udnytte disse forsøg, fordi jordens styrke ikke er bestemt ved samme spændingsniveau som det, modelforsøgene er udført ved (se fx Meyerhof og Adams 1968). Ved DIA-B, Å's funderingslaboratorium har der i forbindelse med et PP2-projekt (en vejdæmning) og et afgangprojekt (en svømmehal) været udført en række

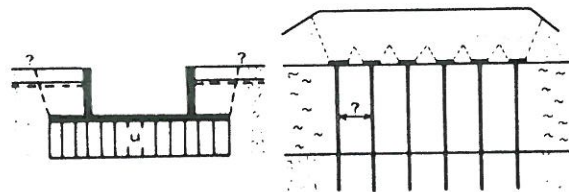
forsøg, der dels gentager og dels supplerer dette materiale. Forsøgene kan føre frem til en simpel og dermed praktisk anvendelig beregningsmåde for højtliggende plader.

Der betragtes altså en plade, der påvirkes af en opadrettet lodret kraft. Det viser sig, at bruddet kan foregå på to forskellige måder. Såfremt pladen er placeret i ringe dybde under overfladen observeres i brud en forhøjning på sandoverfladen over pladen, der svarer til, at sandet over pladen følger den opadgående bevægelse. Såfremt pladen er placeret i stor dybde, kan brudfiguren ikke observeres på overfladen, fordi sandet løber rundt om pladen. Grænsen mellem de to brudfigurer afhænger af sandets friktionsvinkel  $\varphi$ . På figur 2 ses grænsen mellem de to typer brudfigurer, således som angivet af Meyerhof.

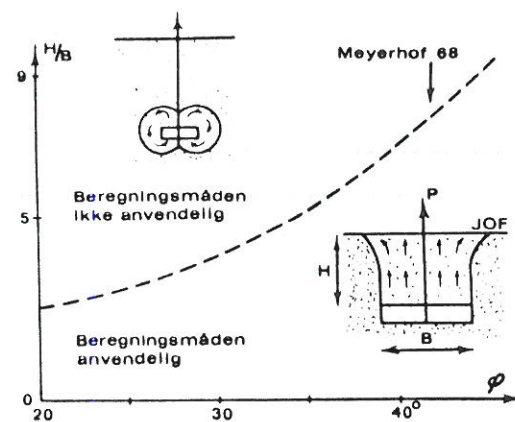
En højtliggende plades optrækningsmodstand  $P$  sættes i forhold til vægten  $V$  af den umiddelbart over pladen liggende jordvægt. Meyerhof angiver den på figur 3 viste beregningsmåde gældende for sand.  $K_{pm}$  er beregnet på basis af Caquot's og Kerisel's passive jordtryk og en antagelse om, at der i en skrå brudflade kan udvikles friktion svarende til

$$\delta = \frac{2\varphi}{3}, \text{ hvilket får teorien til at passe med forsøg.}$$

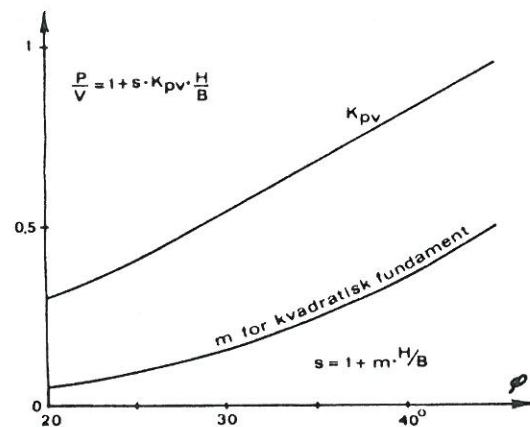




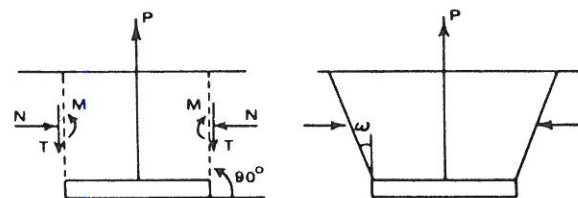
Figur 1. Optrækningsproblem ved tomt bassin og ved vejdamning.



Figur 2. Metodens begrænsning.



Figur 3. Konstanter i Meyerhofs metode.



Figur 4. Andre beregningsmuligheder.



Det er imidlertid også muligt at gennemføre en beregning ved at anvende en simpel brudfigur, der for volumenkonstant brud er kinematisk mulig, og i dette tilfælde formentlig giver resultater der kun afviger lidt fra en beregning, der hviler på en korrekt brudfigur. Såfremt jorden udvider sig i brud, altså for store friktionsvinkler, er beregningen formentlig på den sikre side. Brudfiguren antages simpelthen i det plane tilfælde at være to lodrette linier gennem fundamentskant. (Se figur 4). I brudlinien virker en resulterende normalkraft  $N$  og en resulterende forskydningskraft  $T$ . Ved beregning fås

$$N = \frac{1}{2} \gamma H^2 \cos^2 \rho \quad \text{og} \quad T = \frac{1}{2} \gamma H^2 \sin \rho \cos \rho$$

hvilket giver

$$\frac{P}{V} = 1 + \frac{1}{2} \frac{H}{B} \sin 2\rho \quad (x)$$

Kraften  $T$  kan ækvivaleres med et jordvolumen, der ligger mellem den lodrette linie og en skrå linie, der hælder vinklen  $\omega$  med lodret.  $\omega$  er således  $\arctan(\frac{1}{2} \sin 2\rho)$ .

Resultaterne fra vore forsøgsserier, der er udført med en finkornet strandsand fra Blokhuse samt en grovkornet filtersand, er vist på figur 5, hvorpå der også er indtegnet kurver for vægten af en pyramidestub eller keglestub med sidehældningen  $\omega$ . Det ses af kurverne, at beregningsmåden er så god for de betragtede værdier af  $H/B$ , at  $\omega$  kan bestemmes med en præcision på  $1^\circ$ . Det ses endvidere af de to nederste kurver, at beregningsmåden er mindst lige så god ved et andet længde-bredde forhold.

De fundne værdier af  $\omega$  er sammenlignet med den teoretiske beregning (x) på figur 6. Som forventet beregnes  $\omega$  for lille, når  $\rho$  bliver stor nok, men formentlig passer (x)

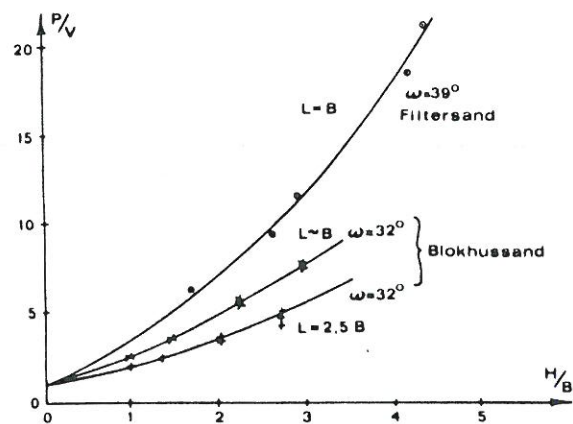
for mindre  $\rho$ -værdier. Idet det umiddelbart kan indses, at  $K_{pr} = \tan \omega$ , kan Meyerhofs resultater også angives i figur 6. Vore forsøg tyder på, at Meyerhofs resultater er på den usikre side, formentlig fordi der ikke er taget hensyn til spændingsniveauets indflydelse på modelforsøgene.

Såfremt der placeres flere plader i nærheden af hinanden må påregnes, at de enkelte pladers brudfigurer påvirker hinanden, således at gruppevirkningen nedsætter den samlede optrækningsmodstand. Vi har derfor indledningsvis udført forsøg med 4 og 9 plader i en kvadratisk gruppe med en relativ dybde  $H/B = 1,7$ . Problemets parametre er pladens optrækningsmodstand, når den virker alene  $P_0$  og i en gruppe  $P_{Gr}$ , samt arealdækningsforholdet  $A/A_0$ , hvor  $A_0$  er pladens areal og  $A$  det til rådighed værende areal. Forsøgsresultaterne er vist på figur 7 og der er indlagt linier, der antager en retlinet afhængighed af  $A/A_0$ . For  $A/A_0 = 1$  er pladerne sammenhængende, og  $P_{Gr}/P_0$  må da antage en værdi, der svarer til den reducerede relative dybde, således som det kan beregnes af figur 5. Specielt kan findes det punkt, der svarer til  $n = \infty$ . Derfor kan med nogen sikkerhed gættes den kurve, der svarer til  $n = \infty$ . De forsøg med 2 og 4 plader »i gruppe«, som Meyerhof refererer, passer med de her anførte resultater.

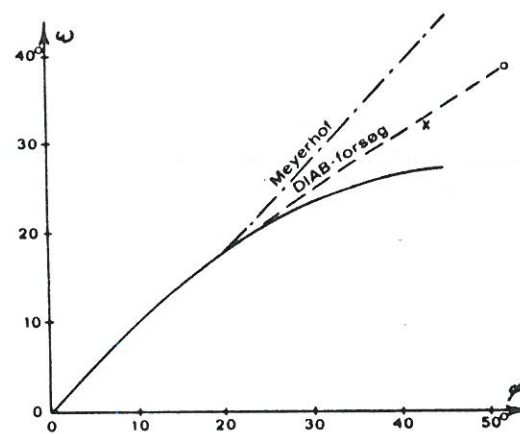
Traditionelt dimensioneres en vejdæmning på bærelplader uden hensyn til gruppevirkning. Hver plade antages at skulle kunne bære hele det til rådighed værende jordvolumen  $P = \gamma H A$ . Det ses altså, at  $P/V$  i figur 5 herved fremstiller arealdækningsforholdet

$$\frac{P}{V} = \frac{\gamma H A}{\gamma H A_0} = \frac{A}{A_0}$$

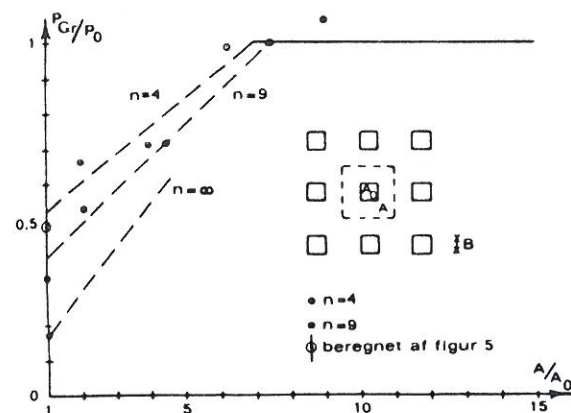




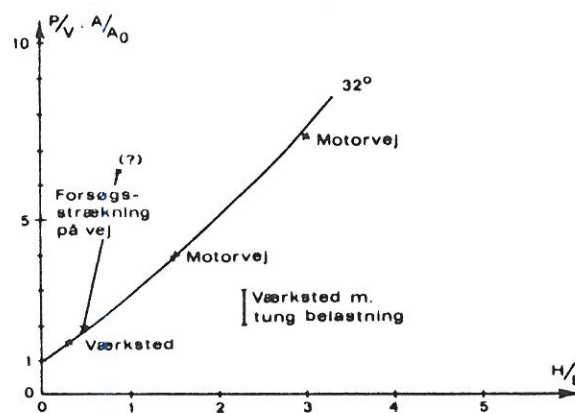
Figur 5. Forsøg med kvadratiske og rektangulære plader.



Figur 6.



Figur 7. Gruppevirkning for  $H/B = 1,7$ . Filtersand.



Figur 8. Konstruktionspraksis.



Kendes jordens styrke  $\varphi$ , pladebredden  $B$  og dæmningshøjden  $H$ , findes den største afstand mellem pladerne  $a = \sqrt{A}$ .

Denne metode bør kunne vurderes udfra undersøgelser af gruppevirkningen. Såfremt man således har en dæmning bestående af groft filtersand med  $H/B = 1,7$  fås af figur 5 at  $A/A_0$  kan sættes til 6. Tages der hensyn til gruppevirkningen ses det, at mindst 20 pct skal bæres af det bløde

dynd eller gennem dette overføres til pælene som negativ adhæsi on. Såfremt man nedsætter  $A/A_0$  til fx 2, skal mindst 10 pct bæres af det underliggende jord.

På figur 8 ses eksisterende bærepladeanlæg sammenlignet med teoretiske beregninger.

*Laboratoriet for Fundering, Bygningsafdelingen, Ålborg*