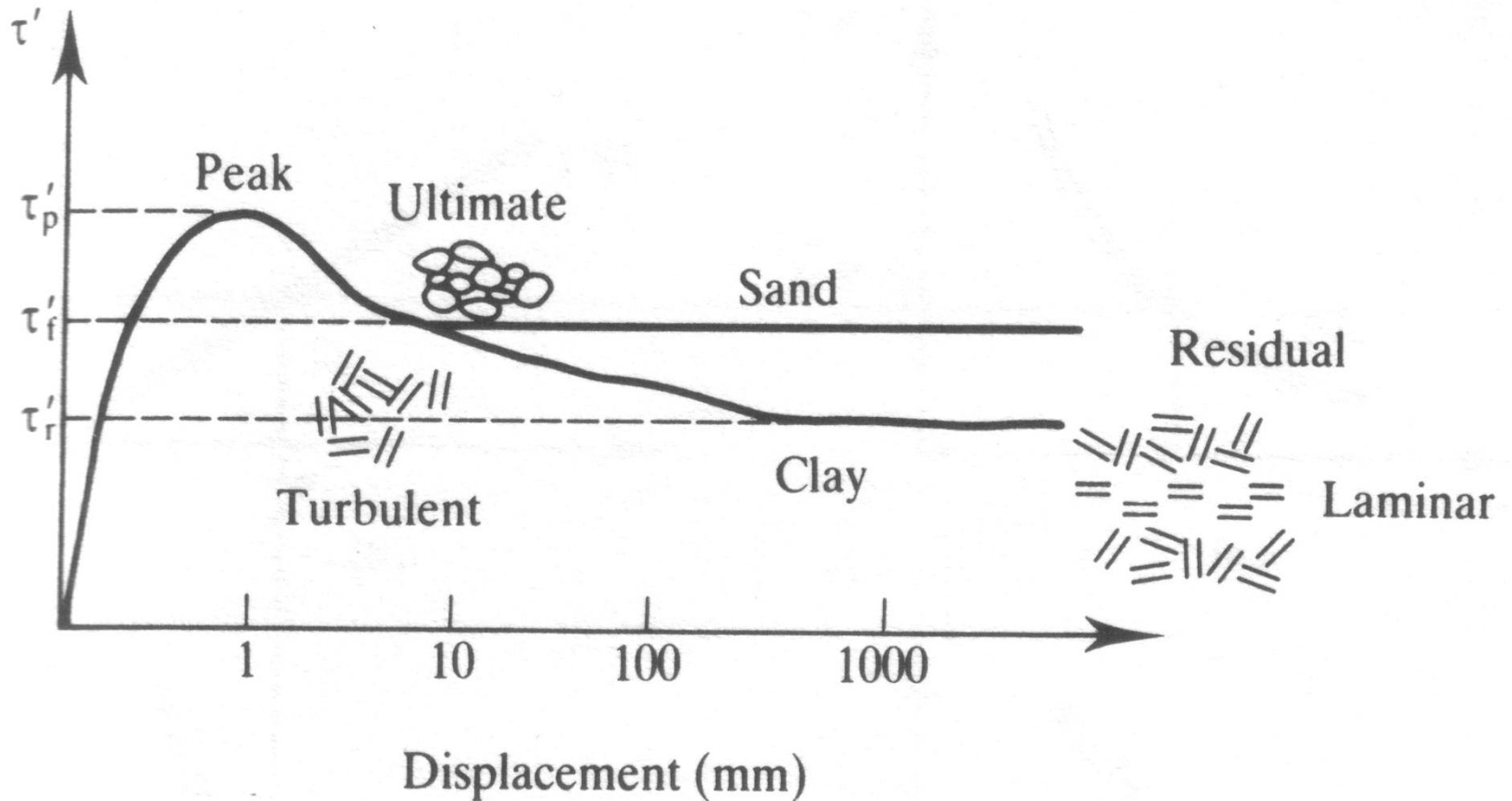

Mechanika zemin II

1 – Kritické stavy – CSSM

1. Kritický stav
2. Zobrazení smykových trojosých zkoušek
3. Mezní plocha stavu „SBS“

Definice kritického stavu

...při smykové deformaci se zemina nakonec dostane do jednoznačně definovaného stavu...



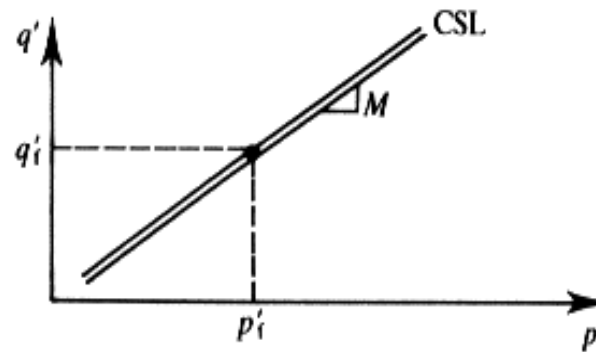
Atkinson (1993)

Definice kritického stavu

KRITICKÝ STAV (critical state = ultimate state = steady state = dokonalá/é plasticita/zplastizování)

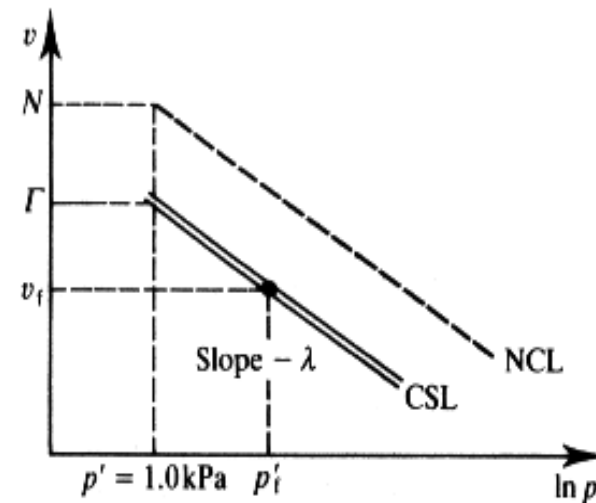
CS je popsán jednoznačně 2 rovnicemi

a) $q = Mp'$



(a)

b) $\Gamma = v + \lambda \ln p'$

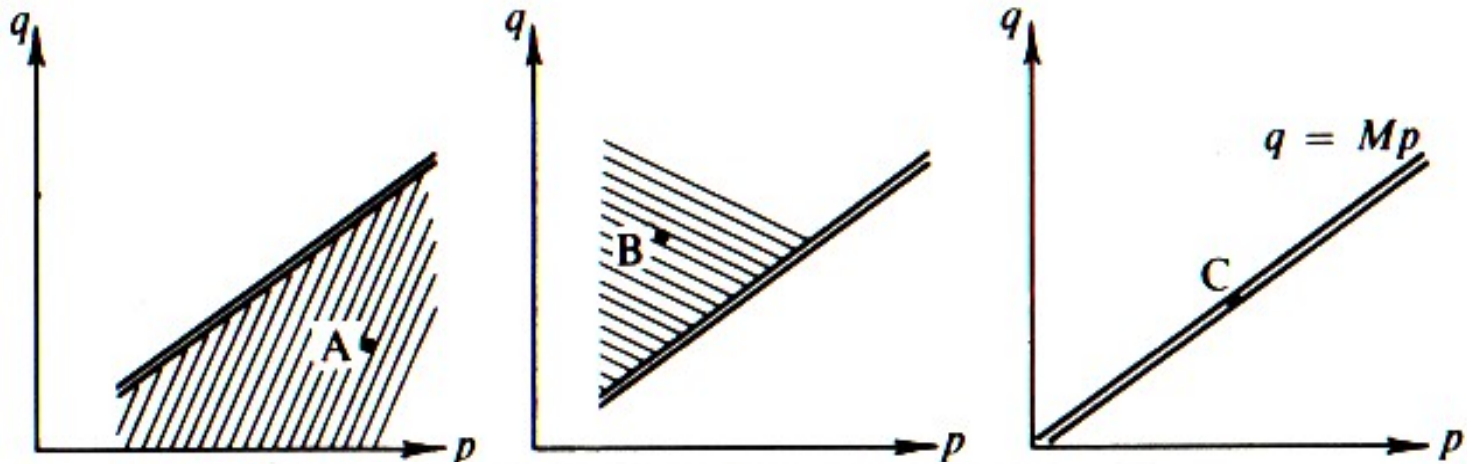


(b)

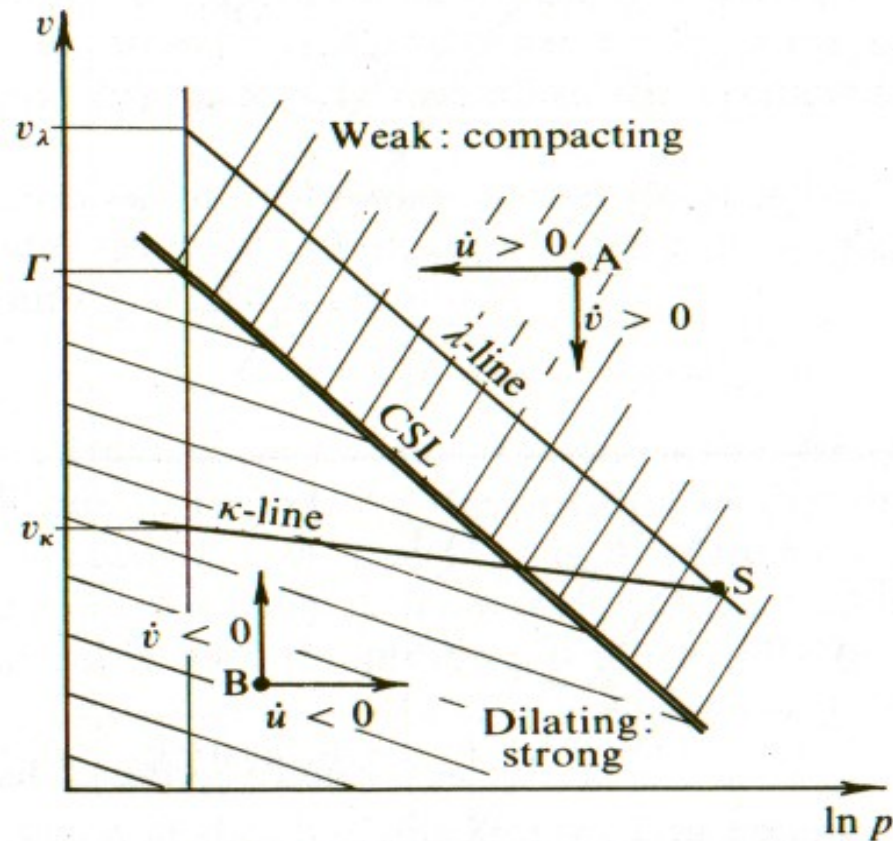
obr: Atkinson (1993)

Definice kritického stavu

$$q = Mp'$$



$$\Gamma = v + \lambda \ln p'$$



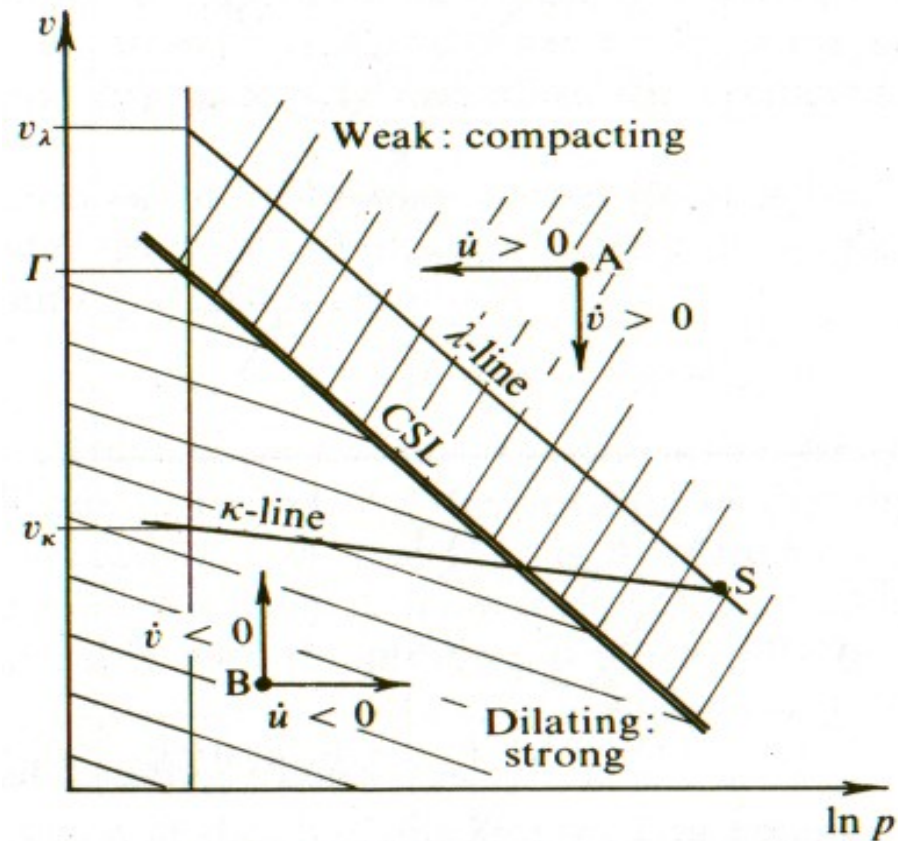
[2]

Definice kritického stavu

Proces dosažení CS závisí na POČÁTEČNÍM STAVU

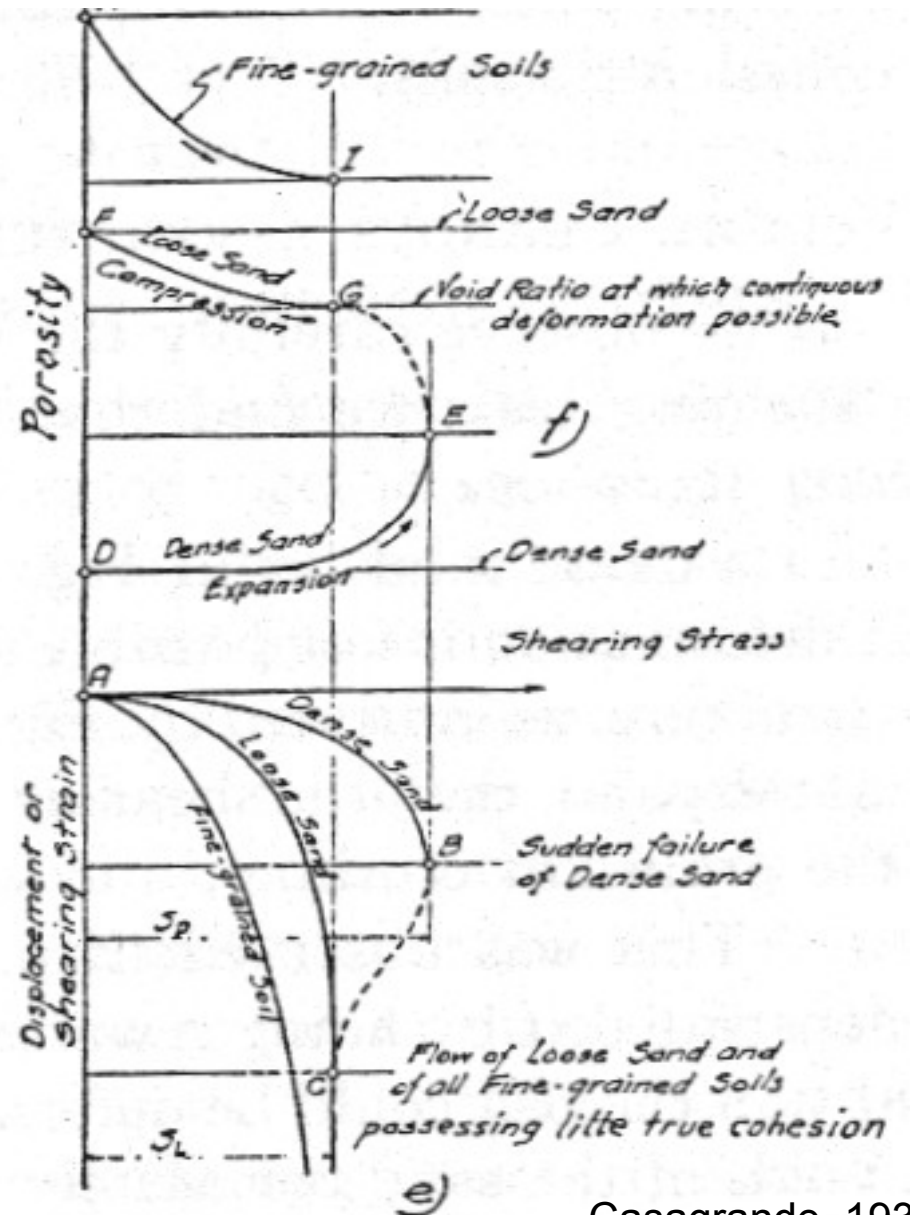
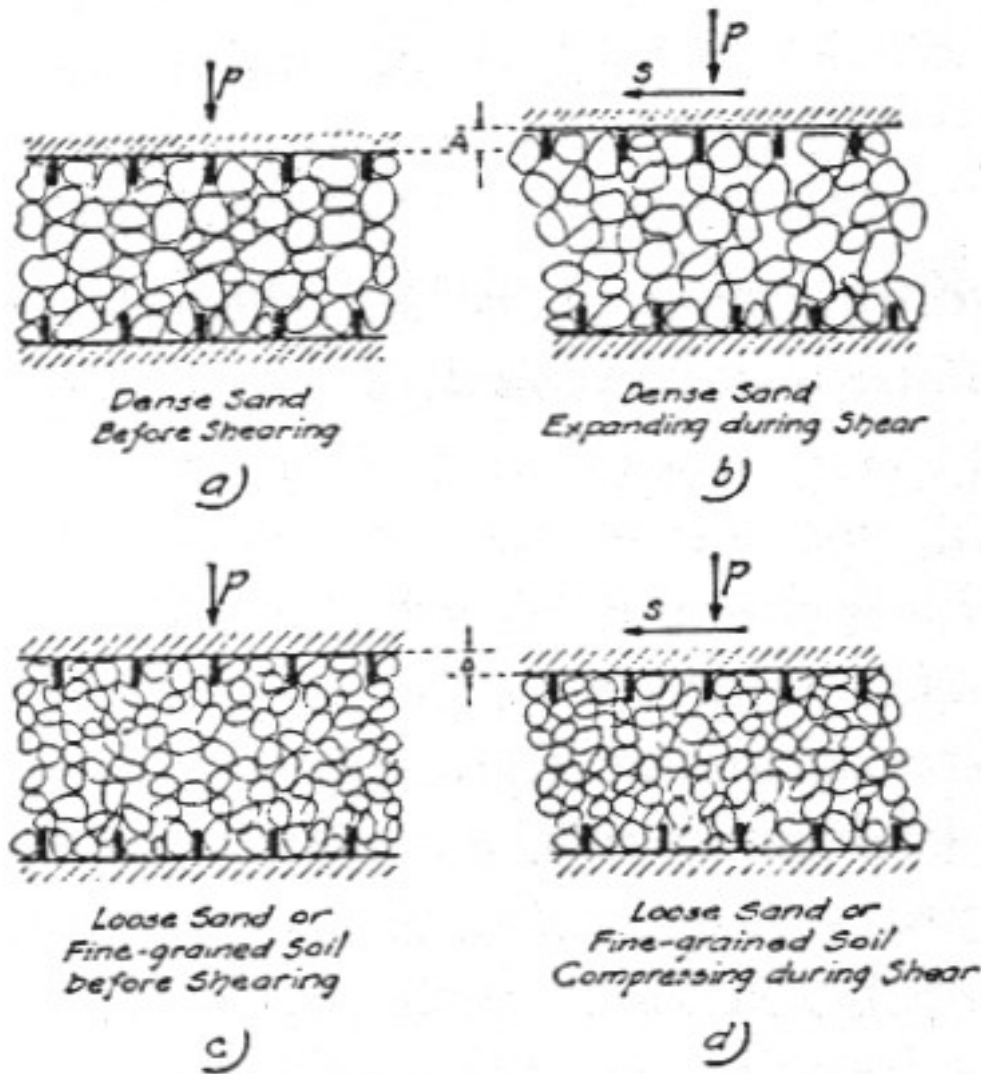
„vlhká strana CSL“

„suchá strana CSL“



Smyk zeminy

kritická pórovitosť

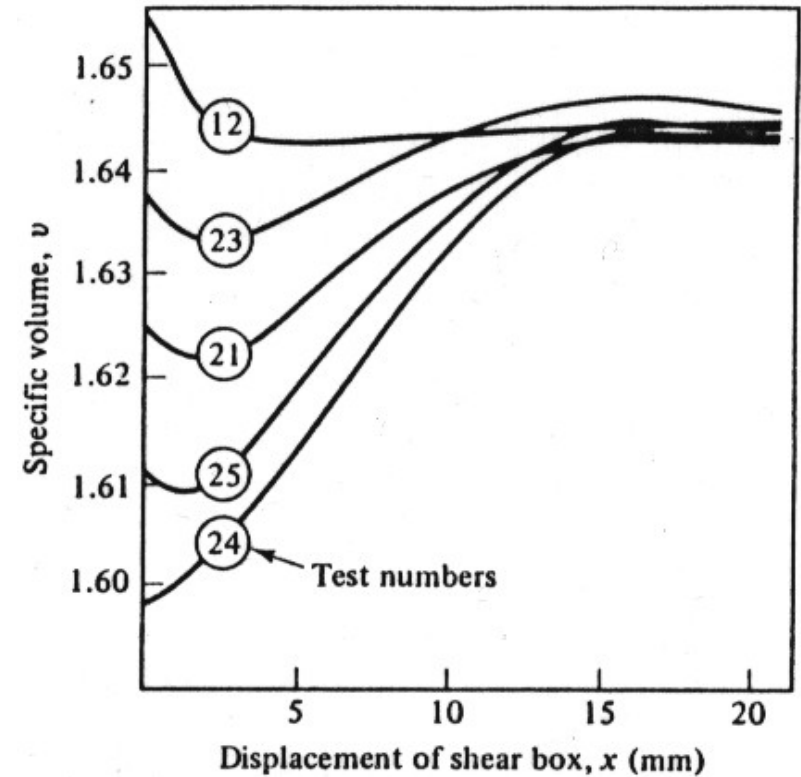
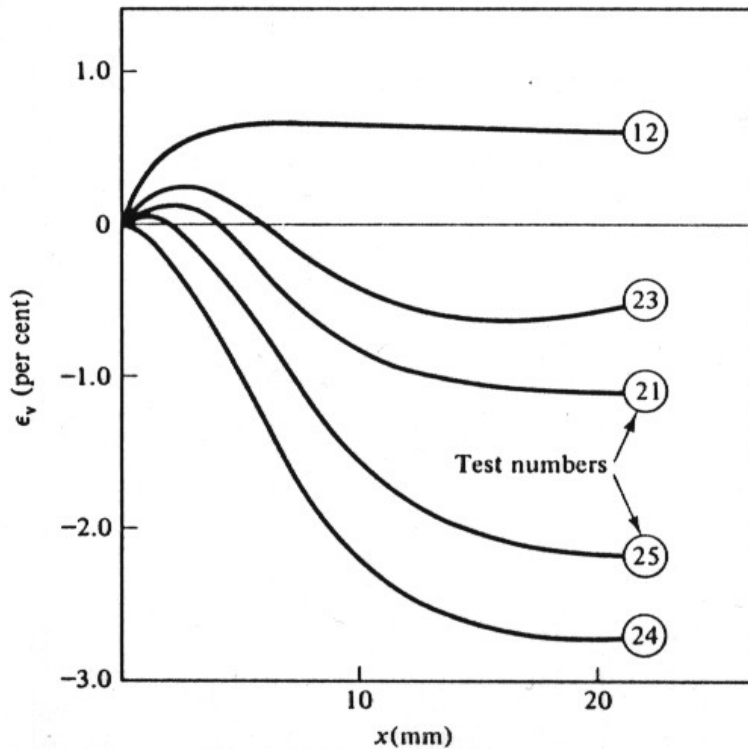


Casagrande, 1936

Smyk zeminy

Série krabicových smykových zkoušek modelu sypké zeminy (ocelové kuličky)

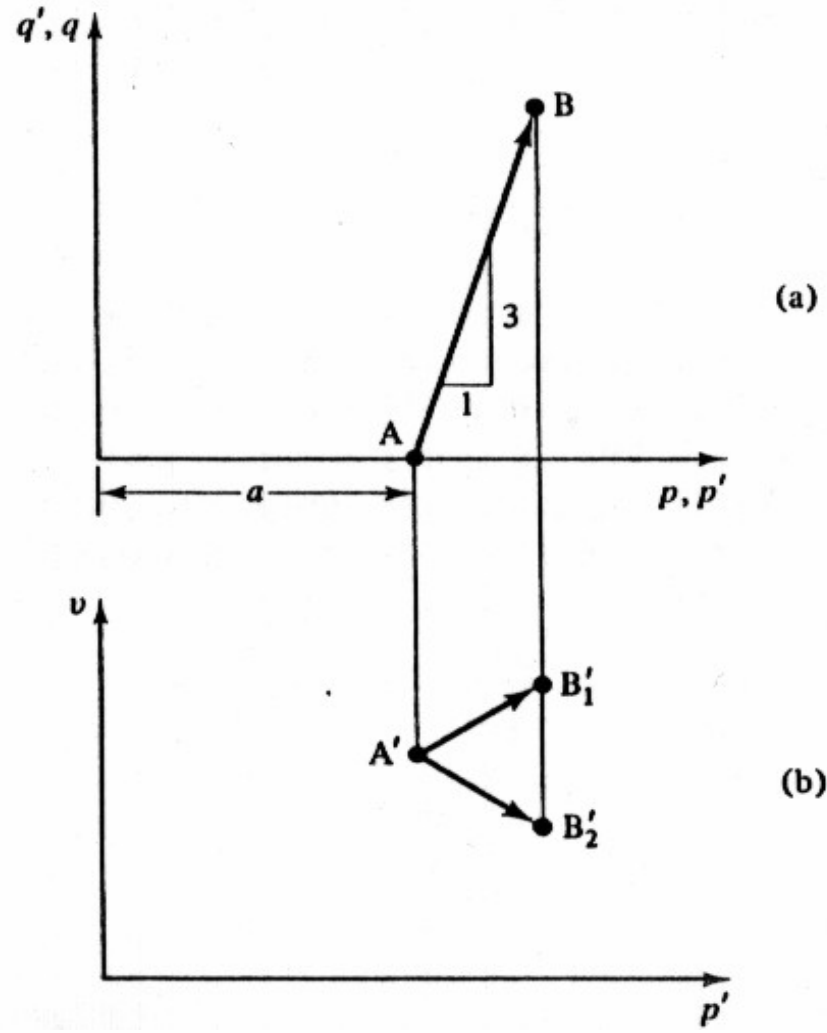
kritická pórovitost



[1]

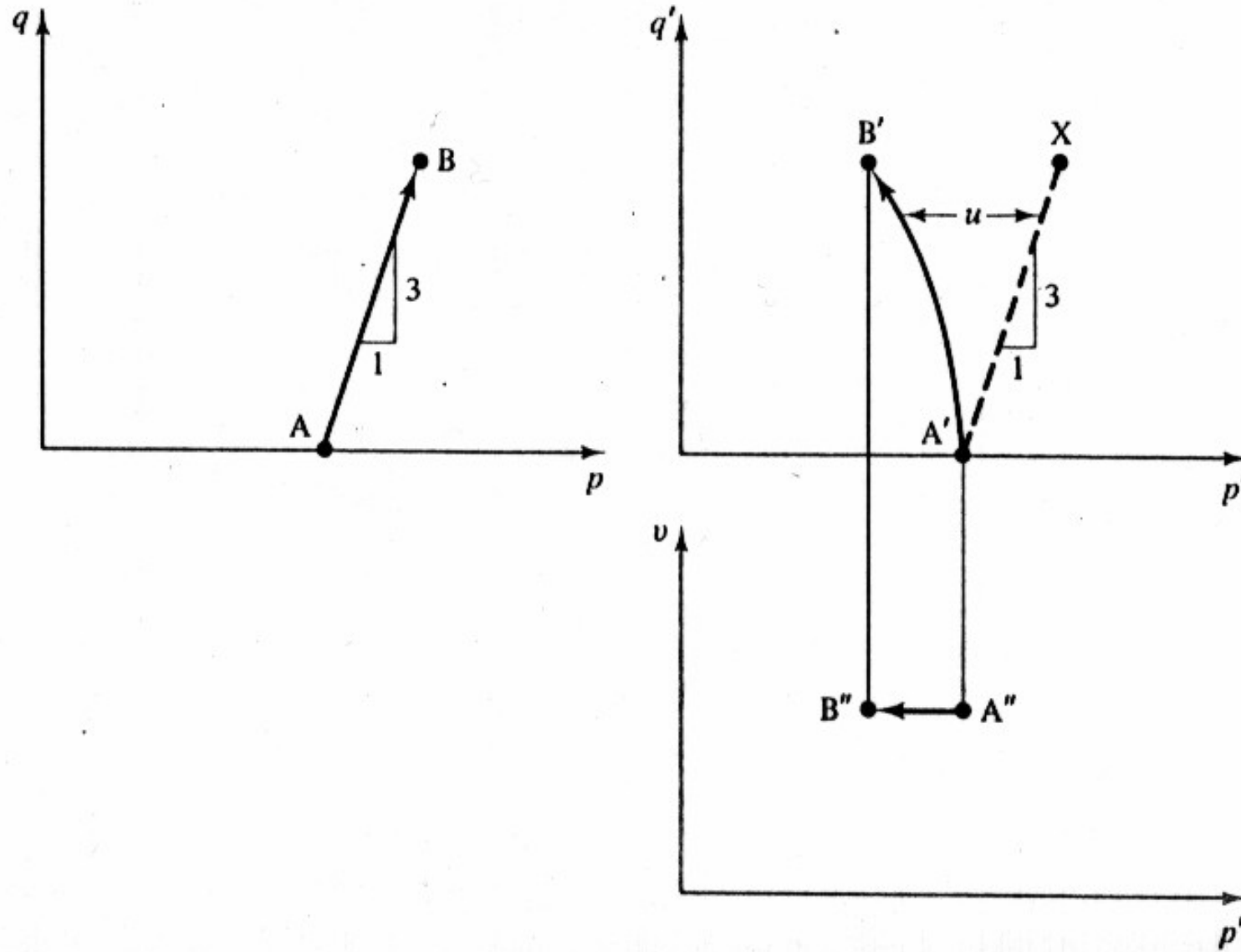
Smyk zeminy – dráhy v $q:p'$ a $v:p'$

Drénovaná 3ax zkouška – vztah mezi $q:p'$ a $v:p'$



Smyk zeminy – dráhy v $q:p'$ a $v:p'$

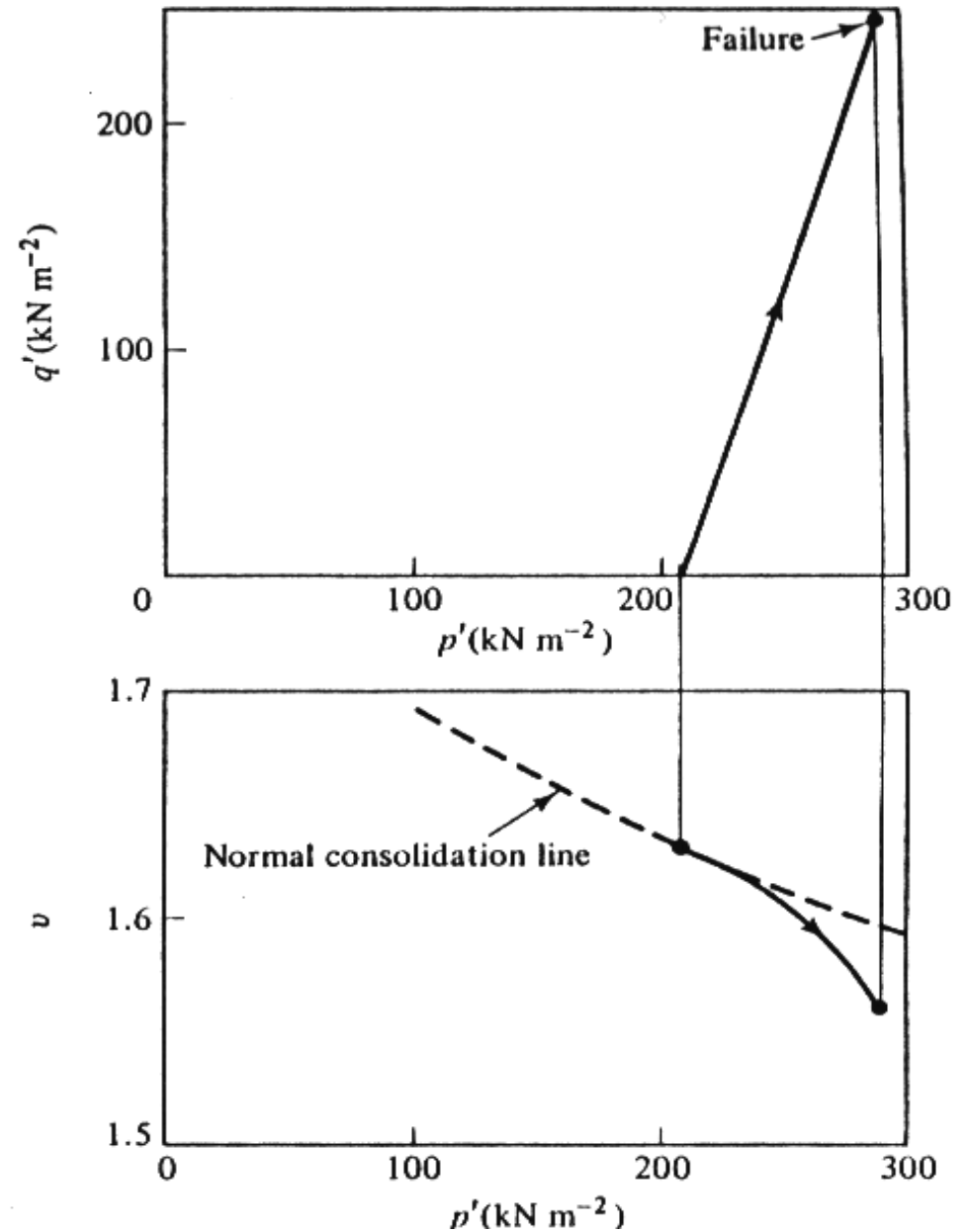
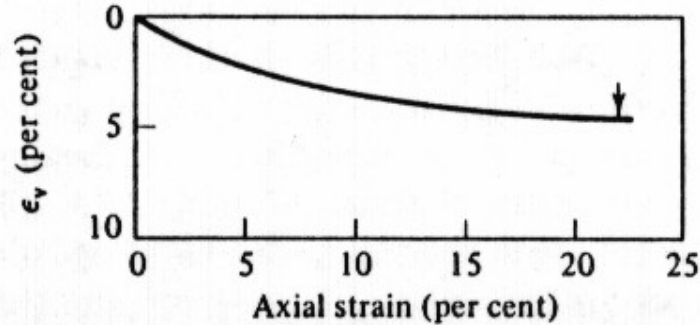
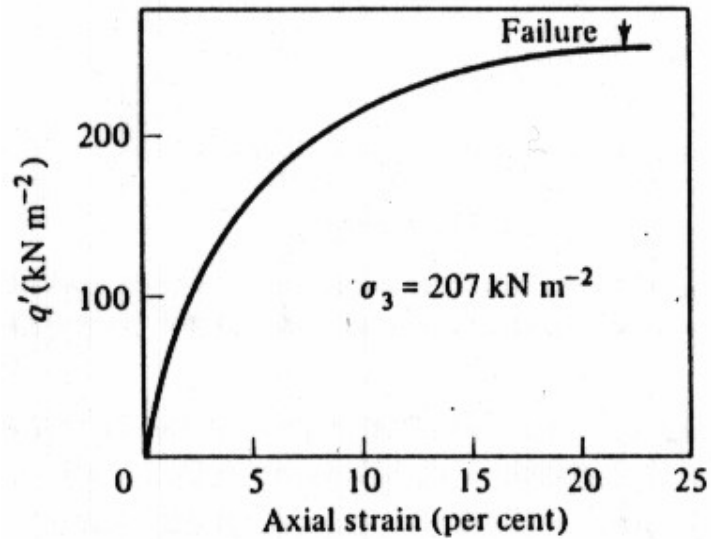
Nedrénovaná 3ax zkouška – vztah mezi $q:p'$ a $v:p'$



[1]

Smyk zeminy – dráhy v $q:p'$ a $v:p'$

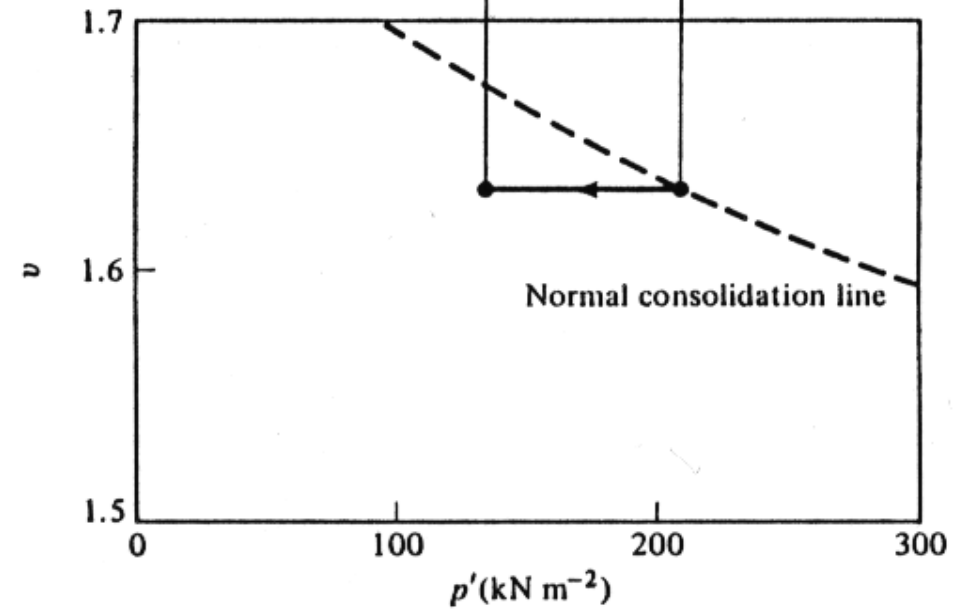
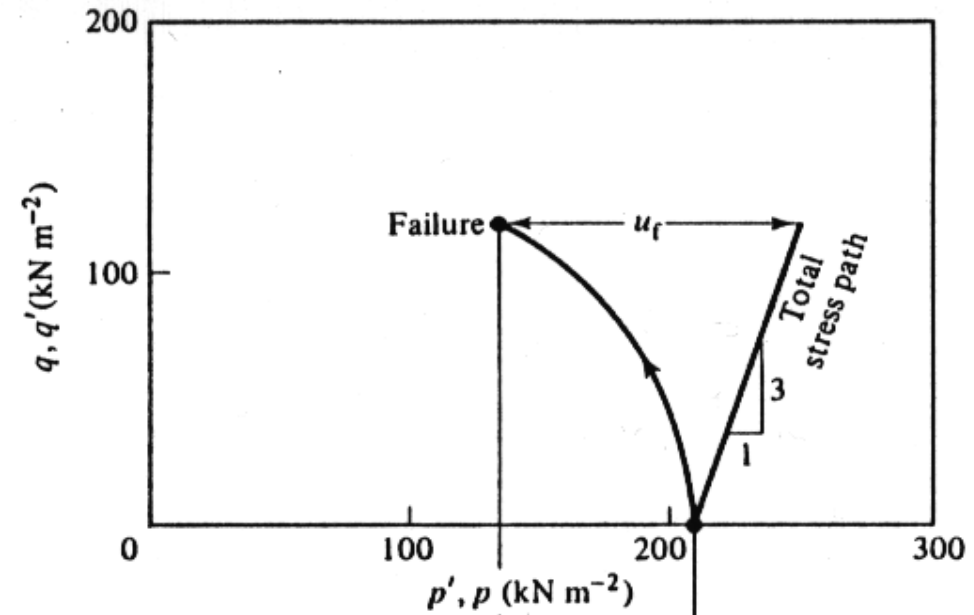
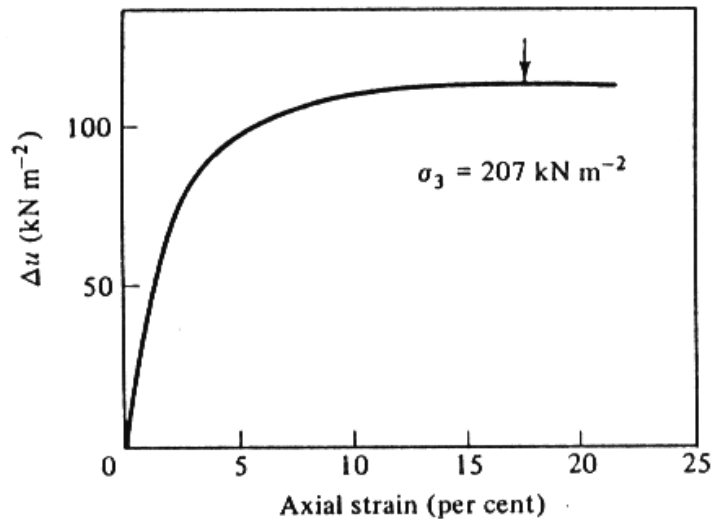
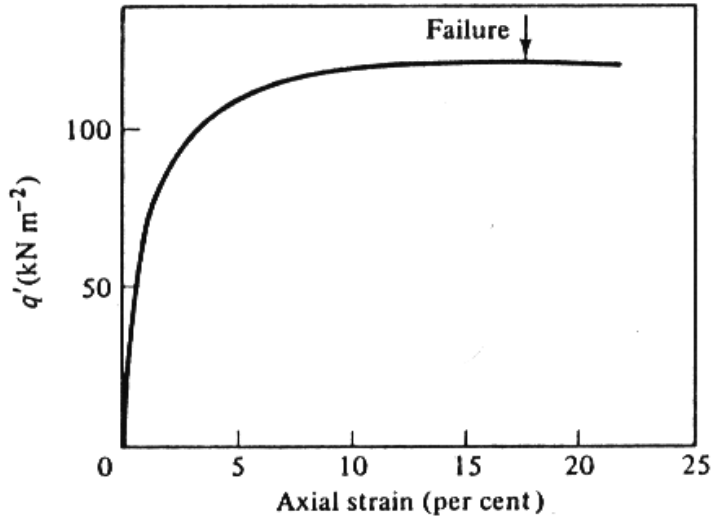
Drénovaná 3ax zk NC jílu (Weald Clay)



[1]

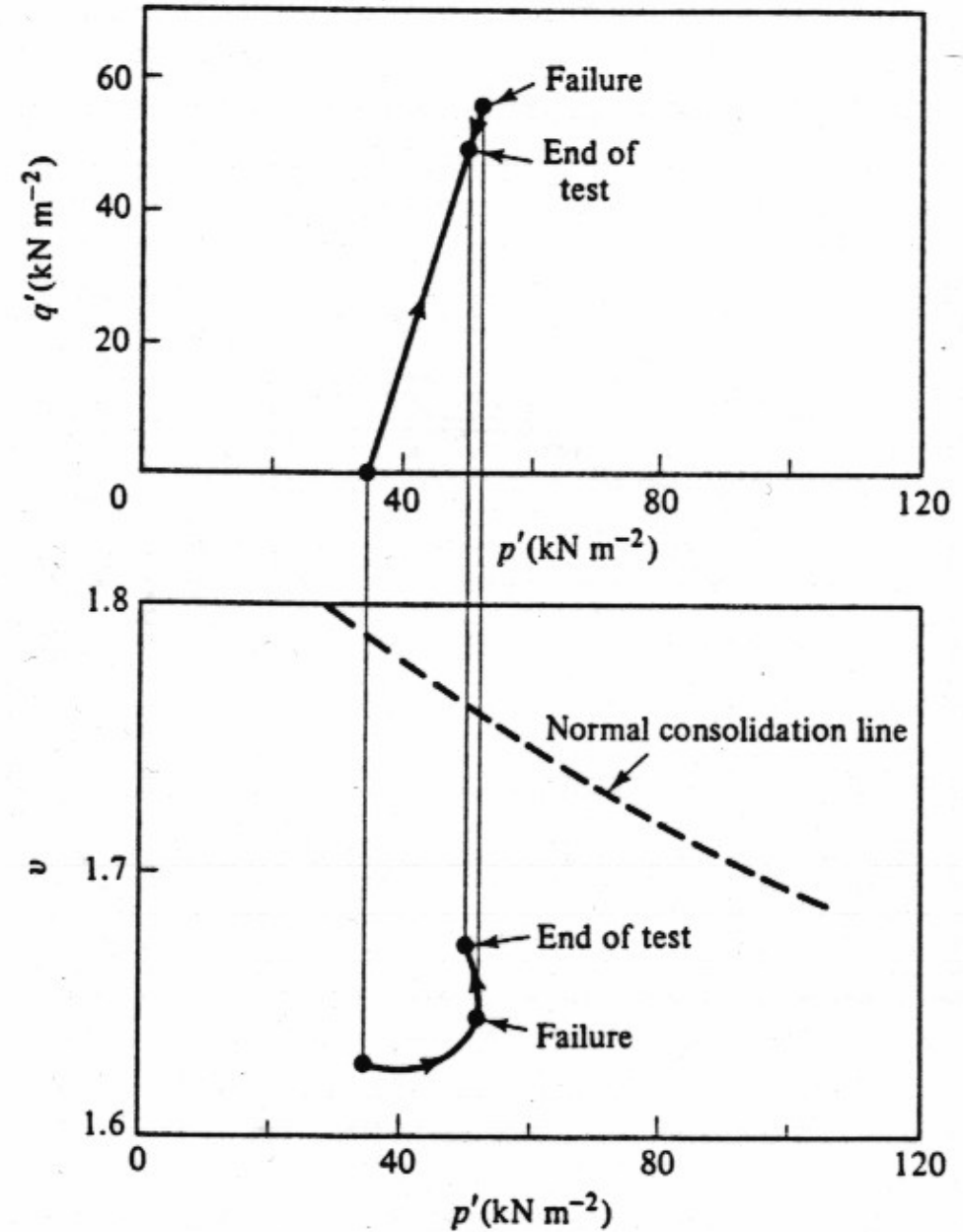
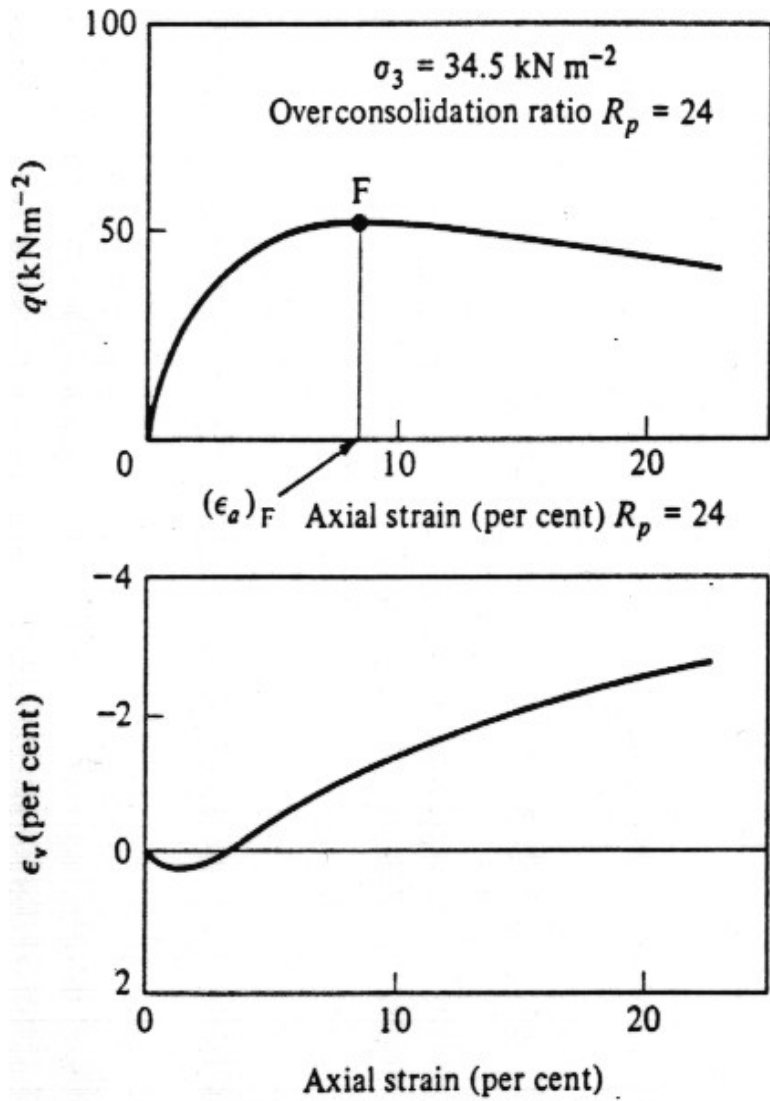
Smyk zeminy – dráhy v $q:p'$ a $v:p'$

Nedrénovaná 3ax zk NC jílu (Weald Clay)



[1]

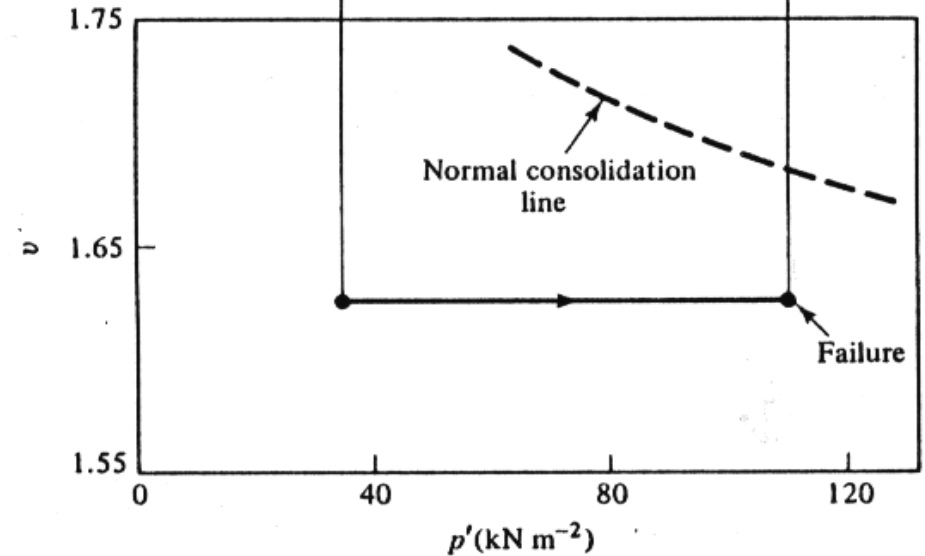
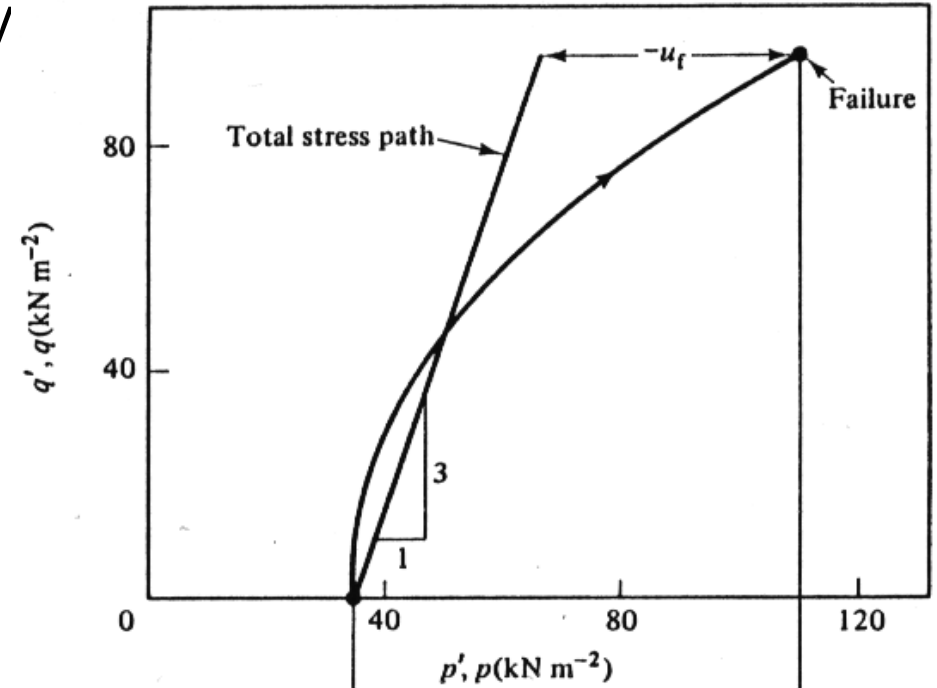
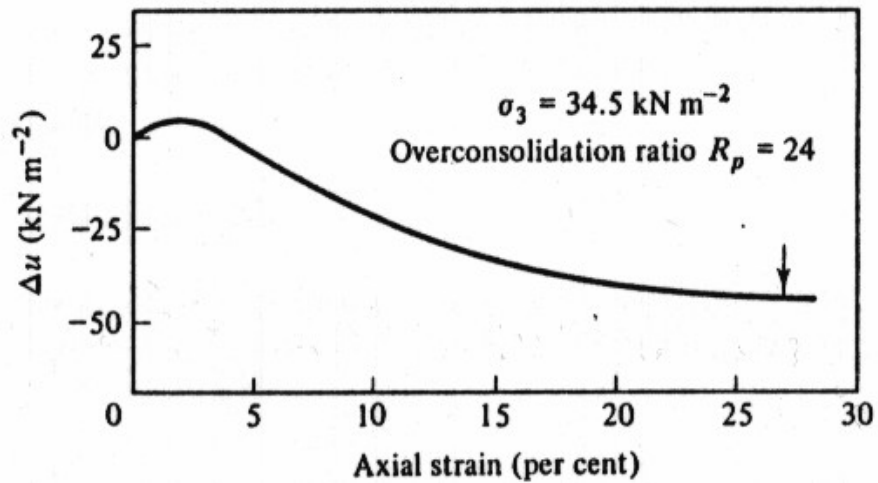
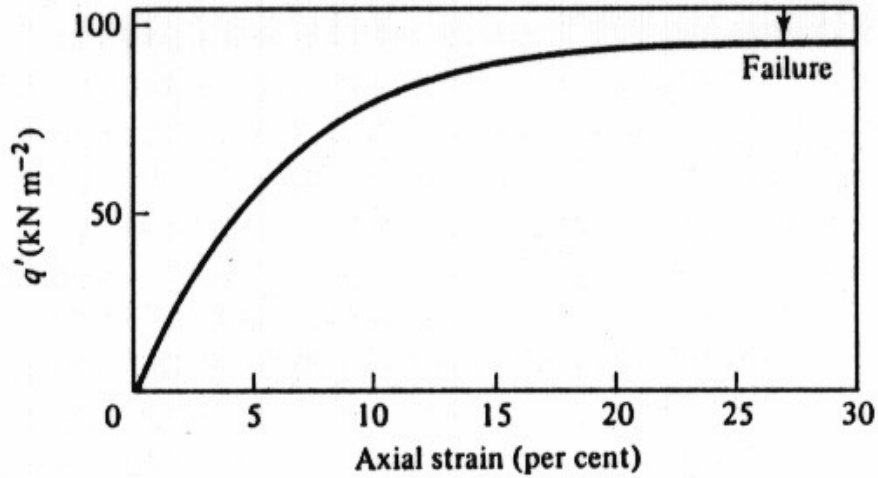
Drénovaná 3ax zk OC jílu (Weald Clay)



[1]

Smyk zeminy – dráhy v $q:p'$ a $v:p'$

Nedrénovaná 3ax zk OC jílu (Weald Clay)

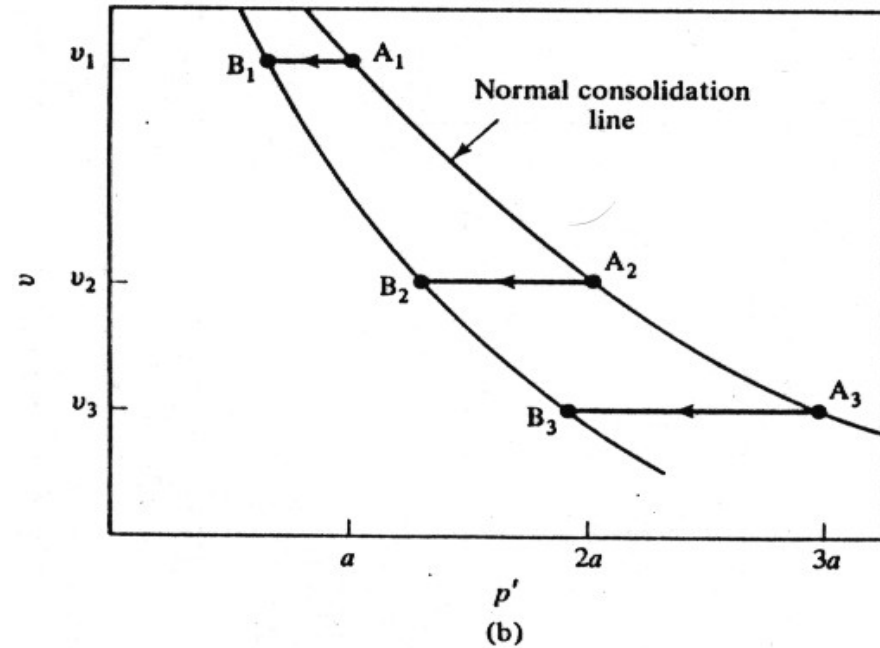
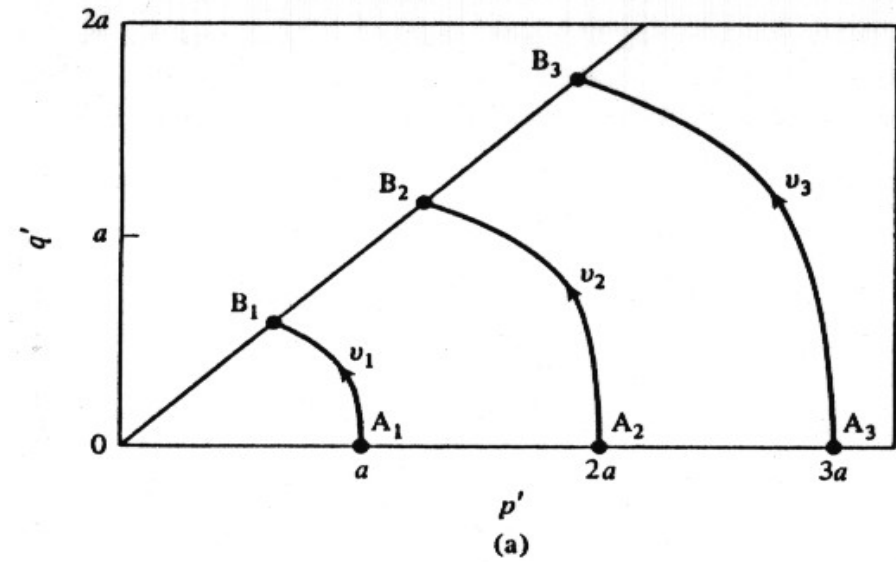
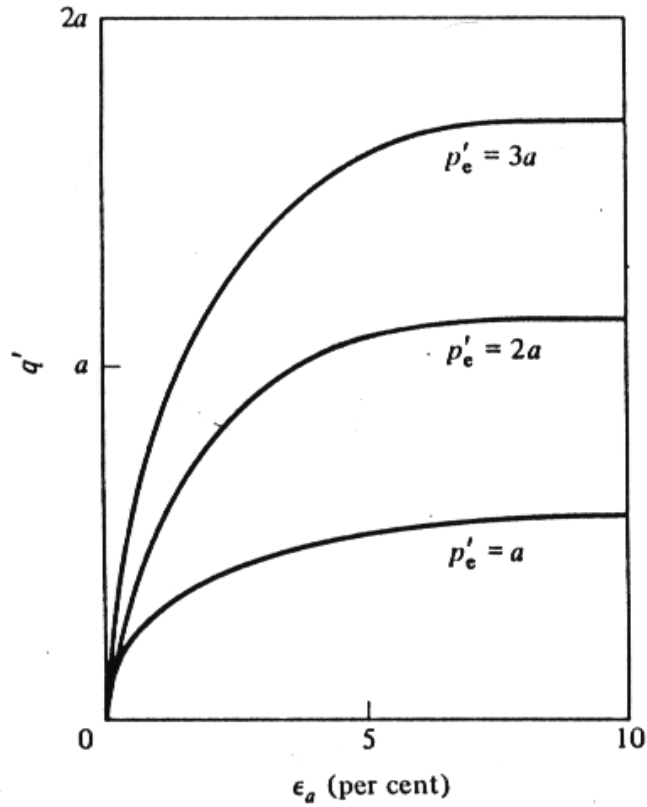


[1]

NC rekonstituovaná zemina (jíl)

Série nedrénovaných zkoušek

NC při $p'_e = a$; $2a$; $3a$

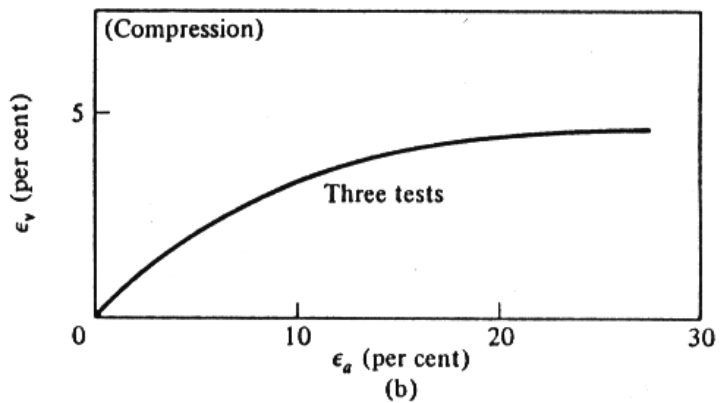
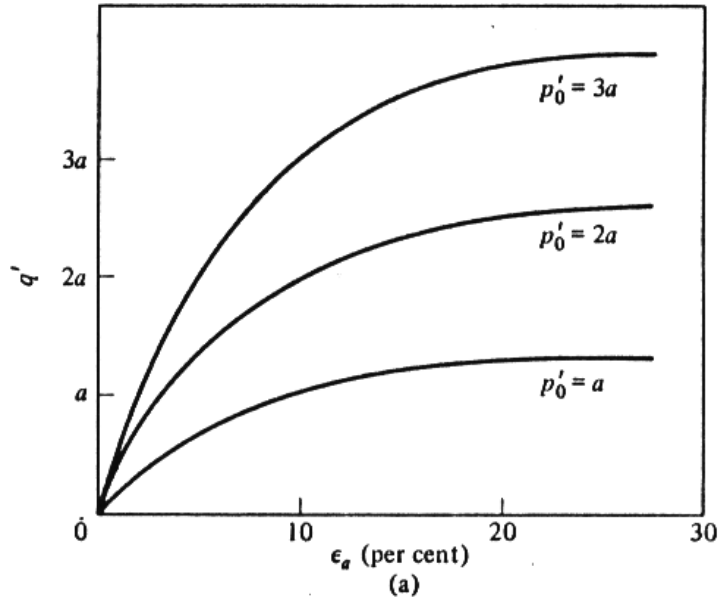


[1]

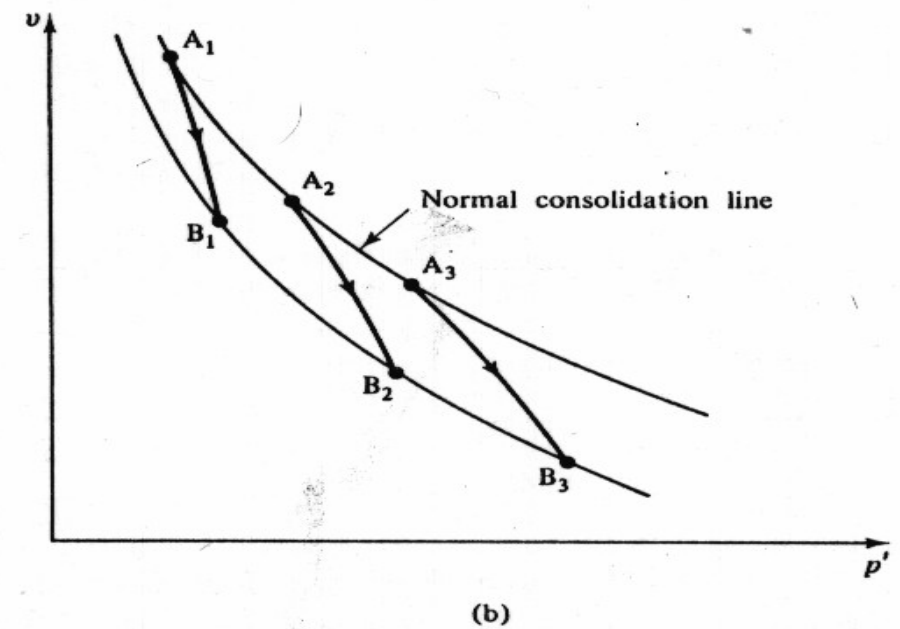
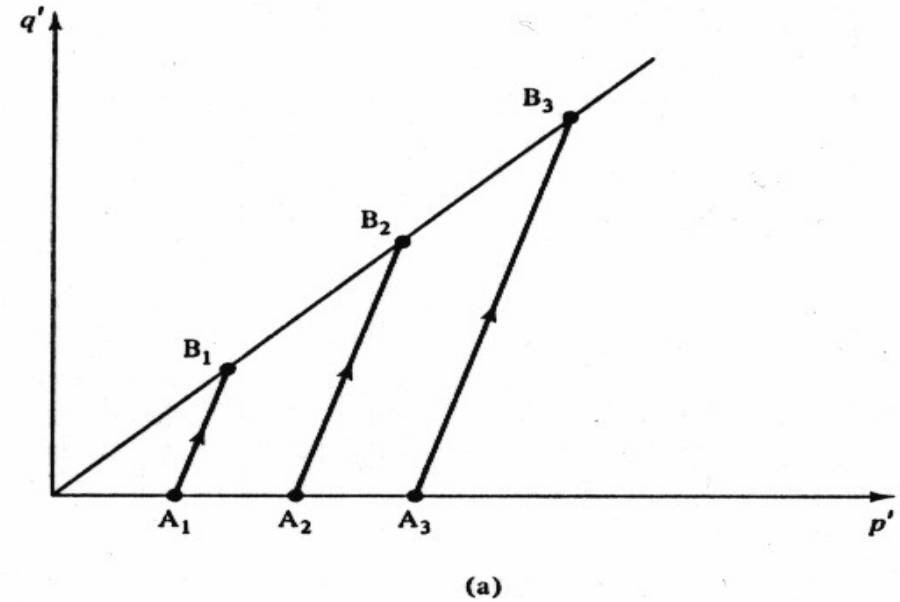
NC rekonstituovaná zemina (jíl)

Série drénovaných zkoušek

NC při $p'_0 = a$; $2a$; $3a$

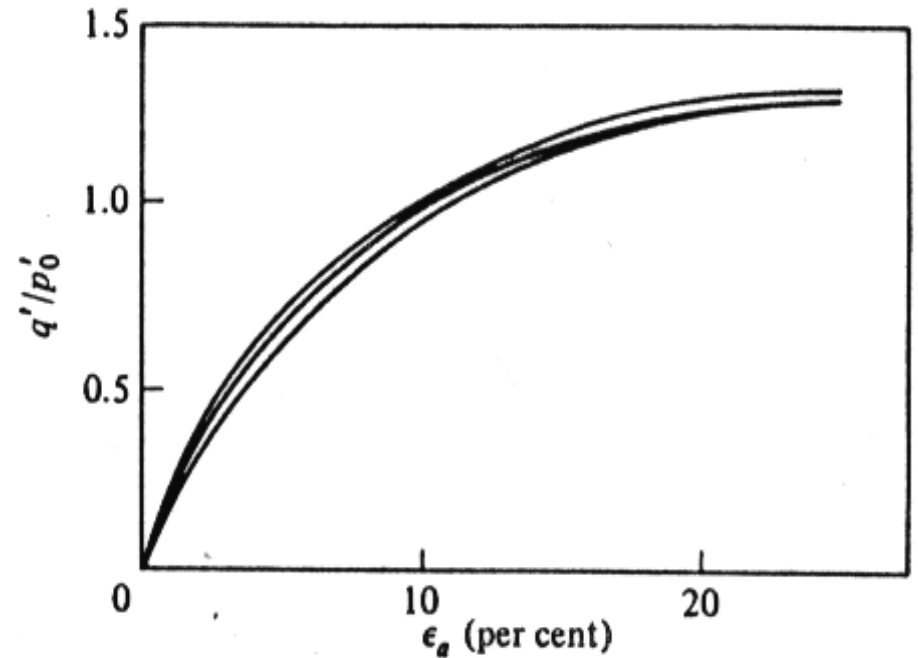
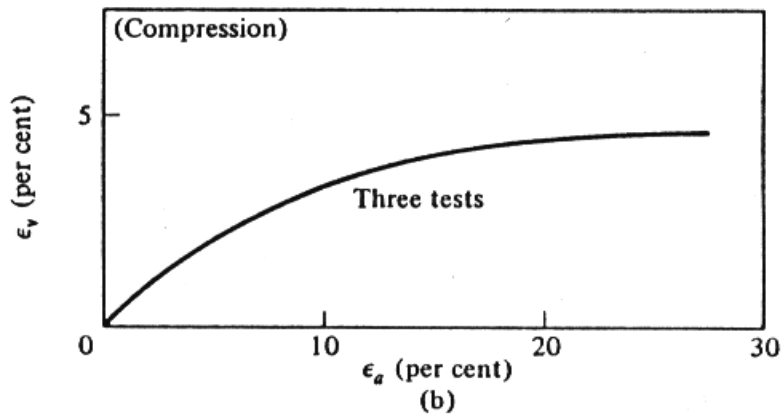
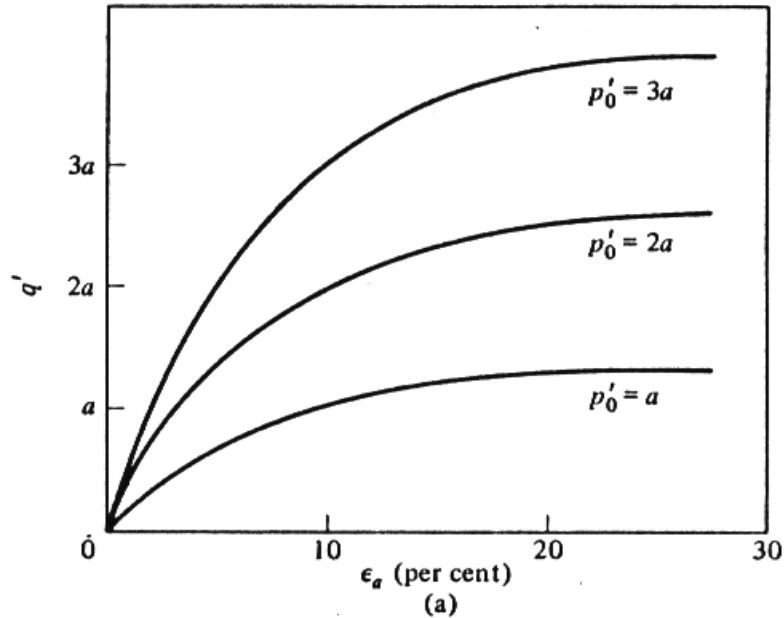


ϵ_v podobné pro všechny 3 zkoušky



Série drénovaných zkoušek

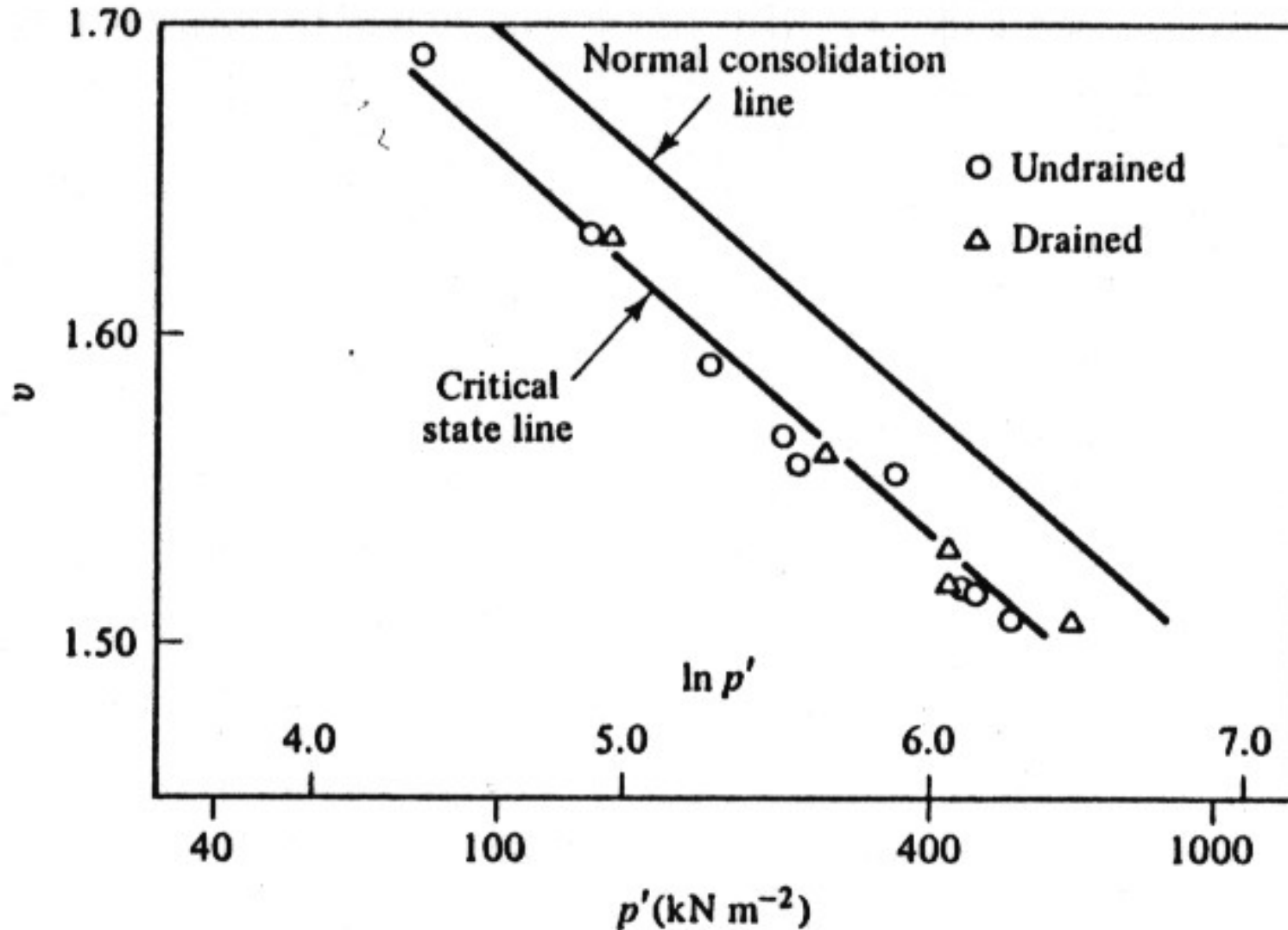
NC při $p'_0 = a$; $2a$; $3a$



...opět: čáry q vs ϵ_a lze normalizovat napětím p'

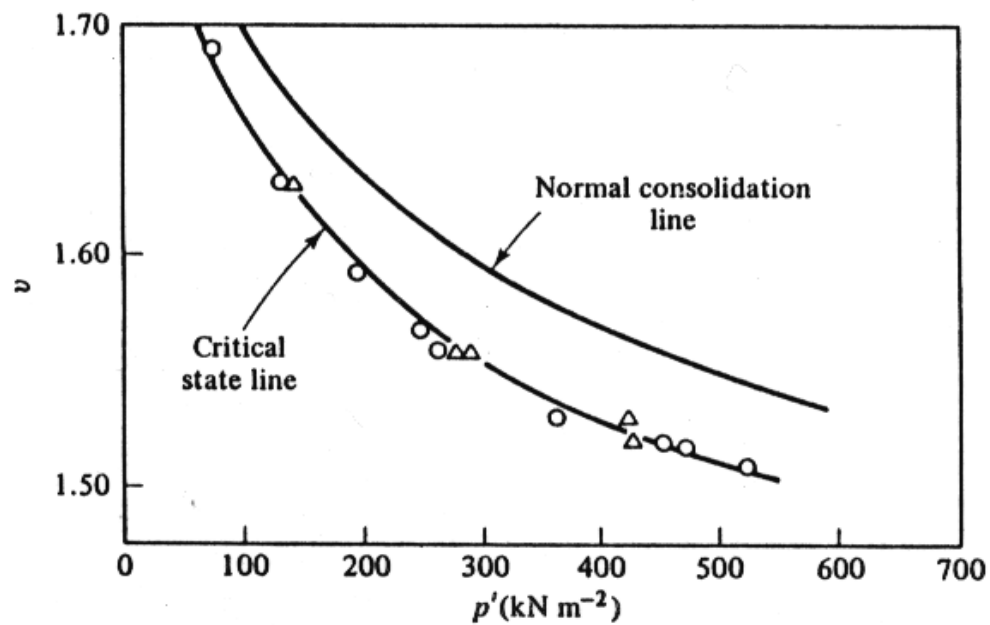
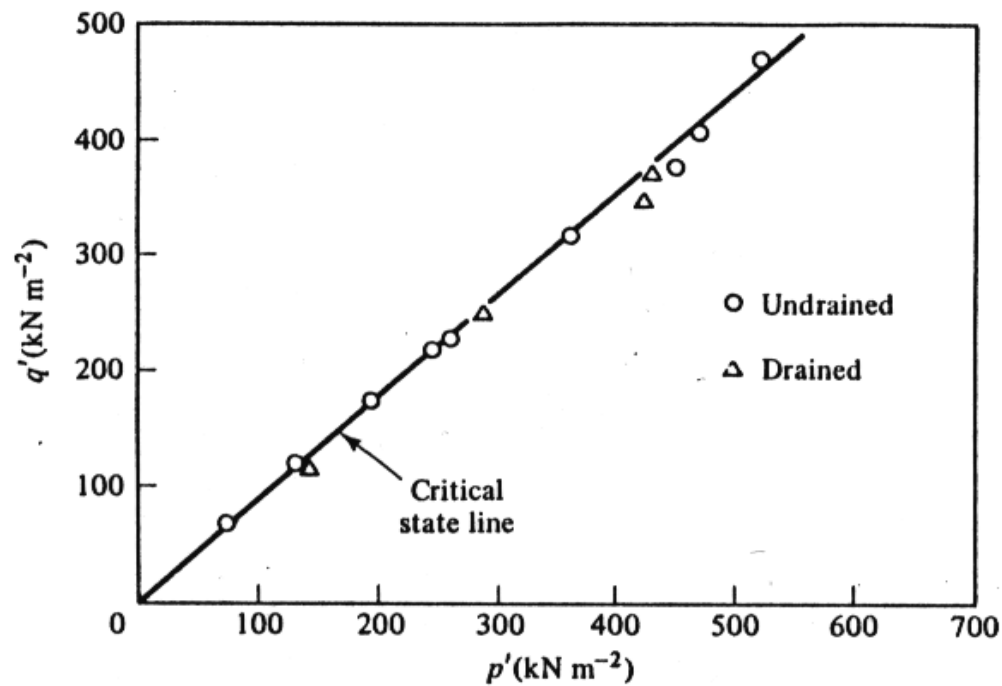
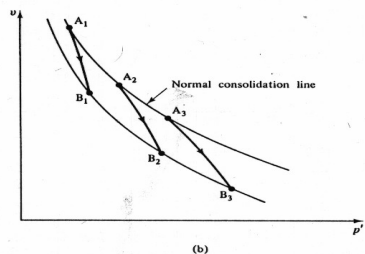
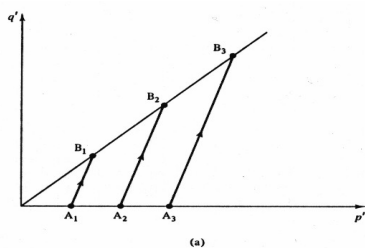
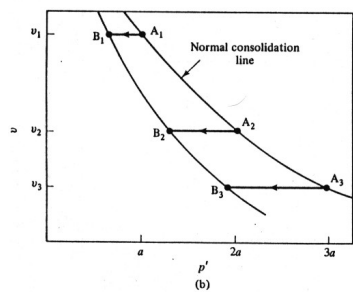
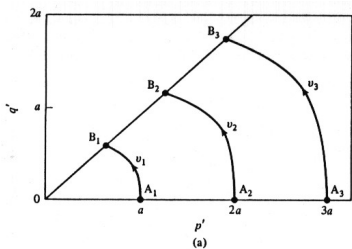
NC rekonstituovaná zemina (jíl)

Body porušení na stejné čáře CSL pro DRÉNOVANÉ i NEDRÉNOVANÉ zatížení



[1]

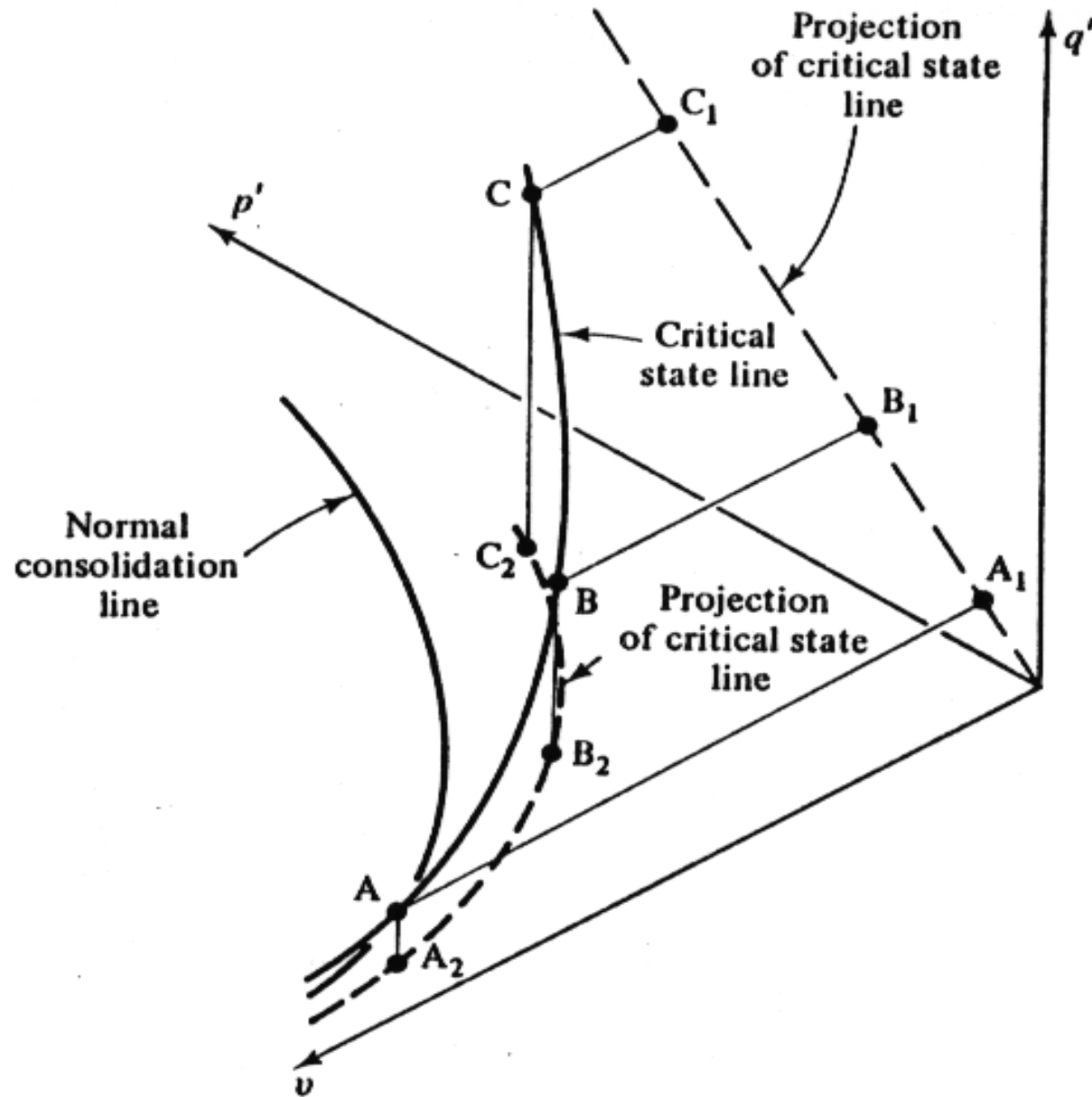
Čára kritických stavů CSL



[1]

NC rekonstituovaná zemina (jíl)

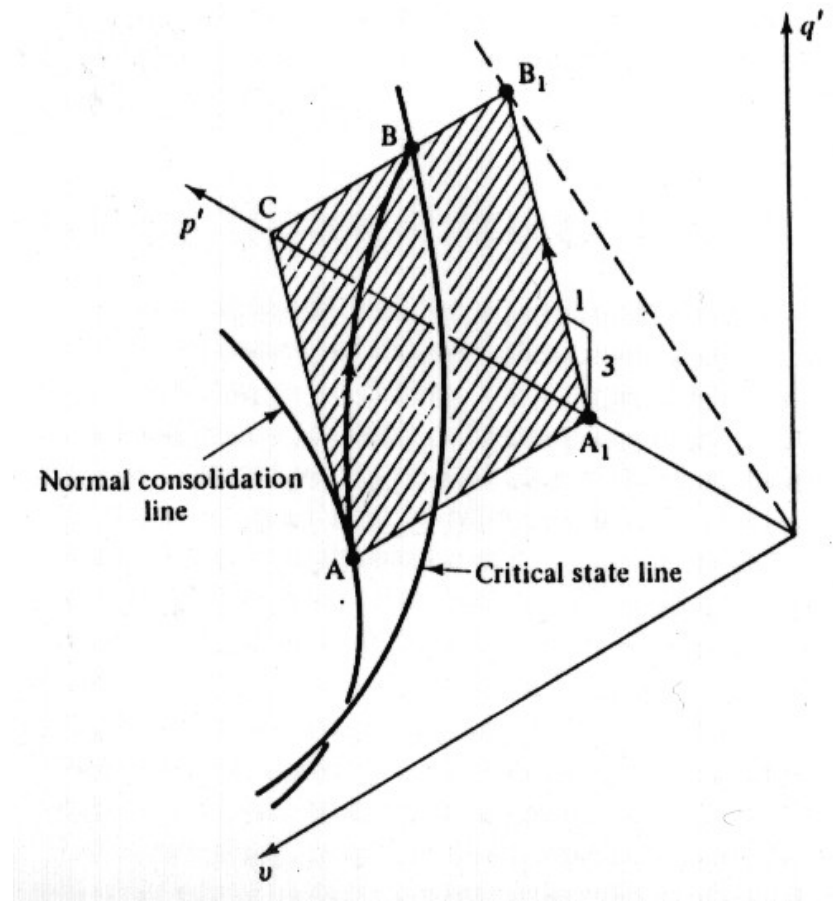
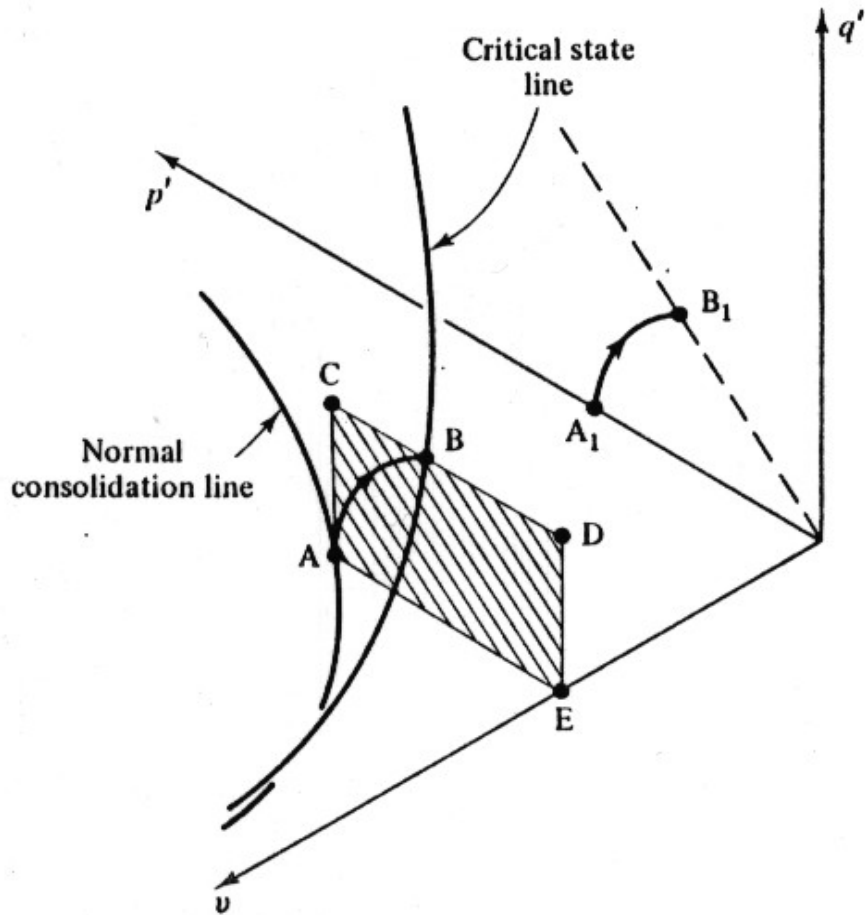
CSL v 3D prostoru $v:q:p'$



[1]

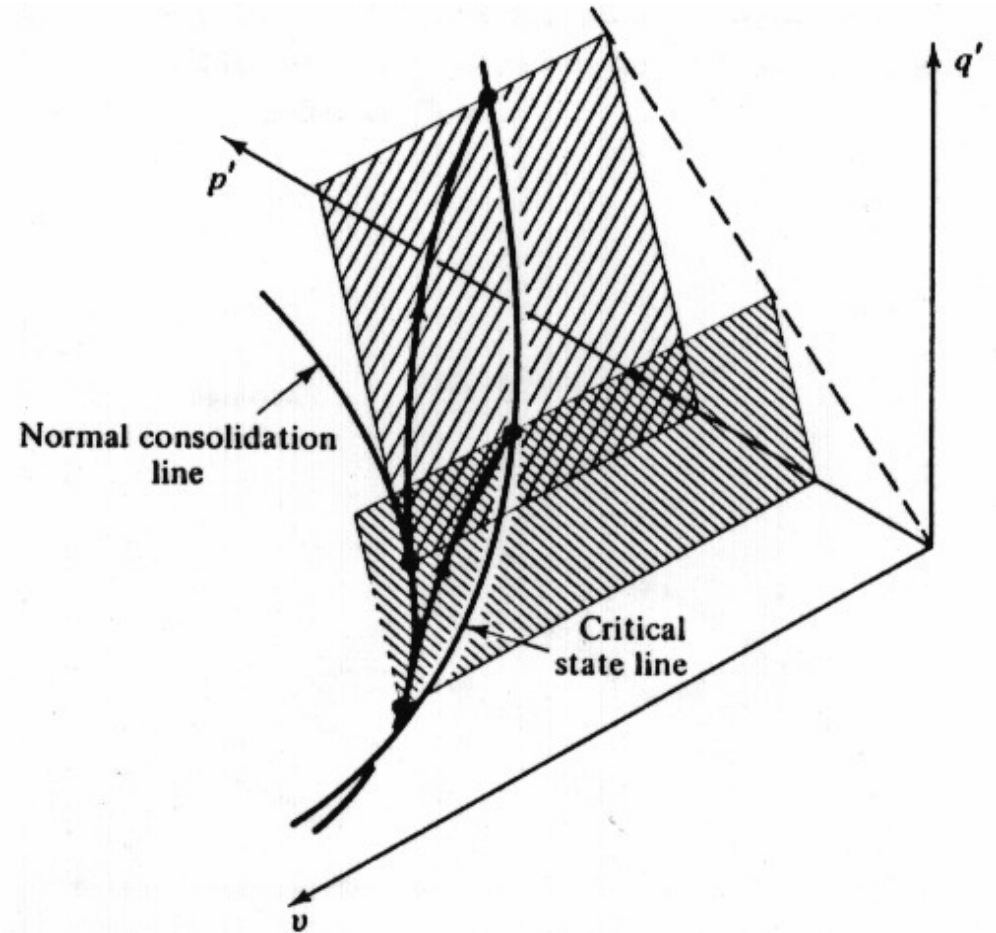
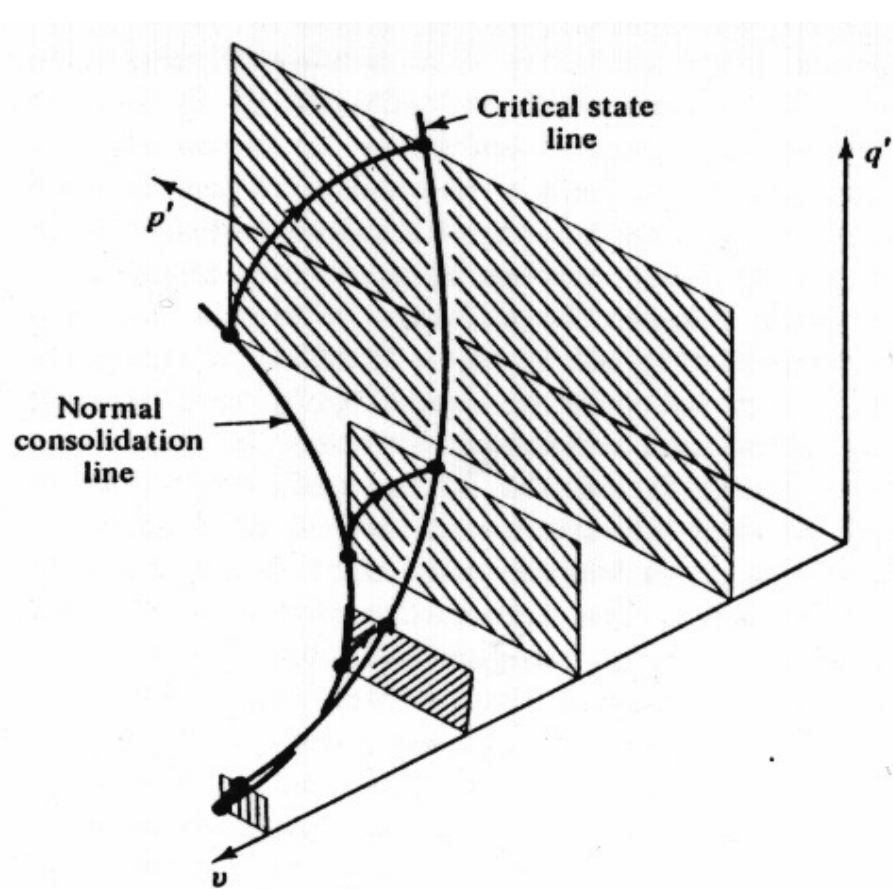
NC rekonstituovaná zemina (jíl)

„Drénované“ a „nedrénované“ („trojosé“) roviny

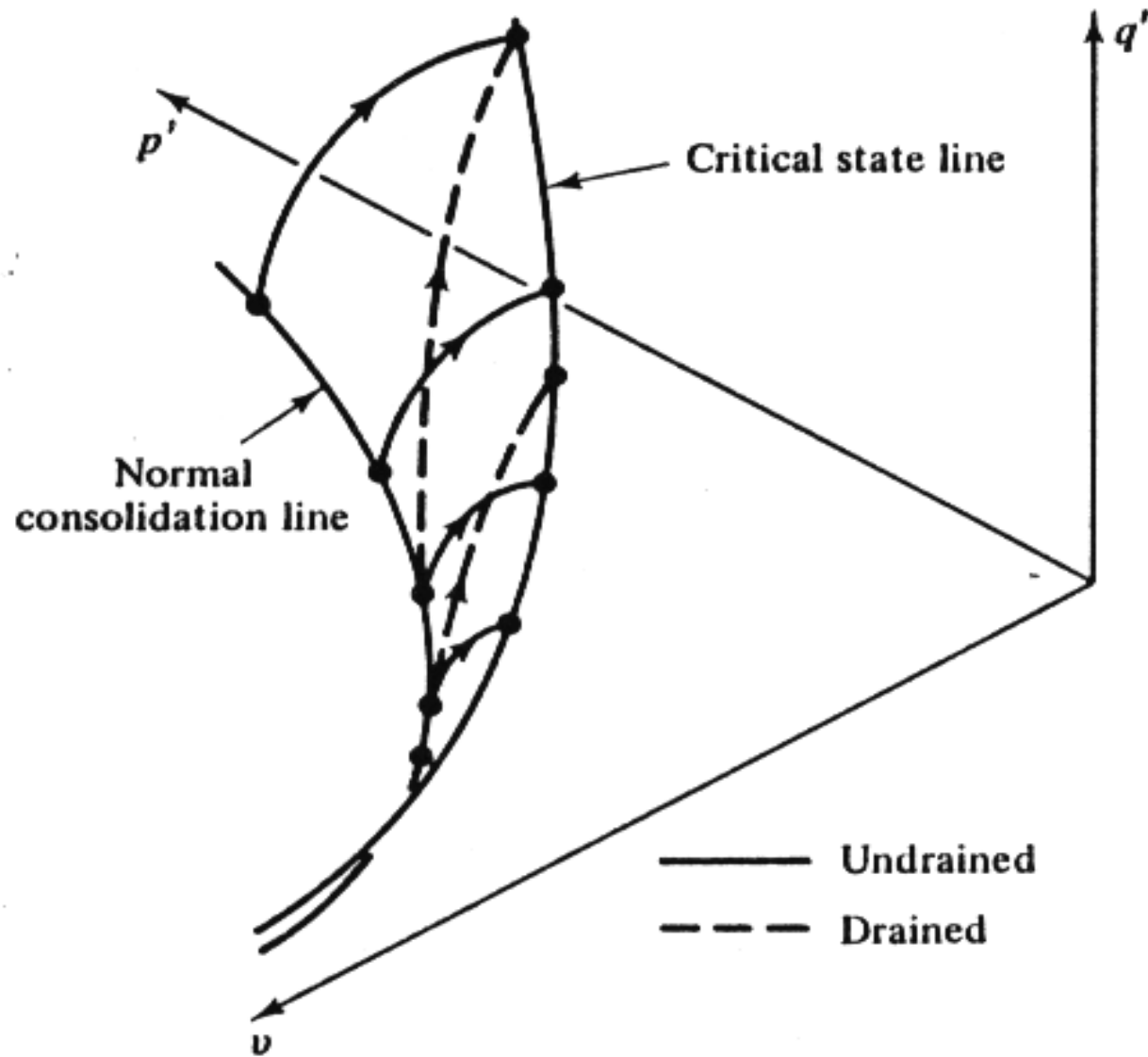


[1]

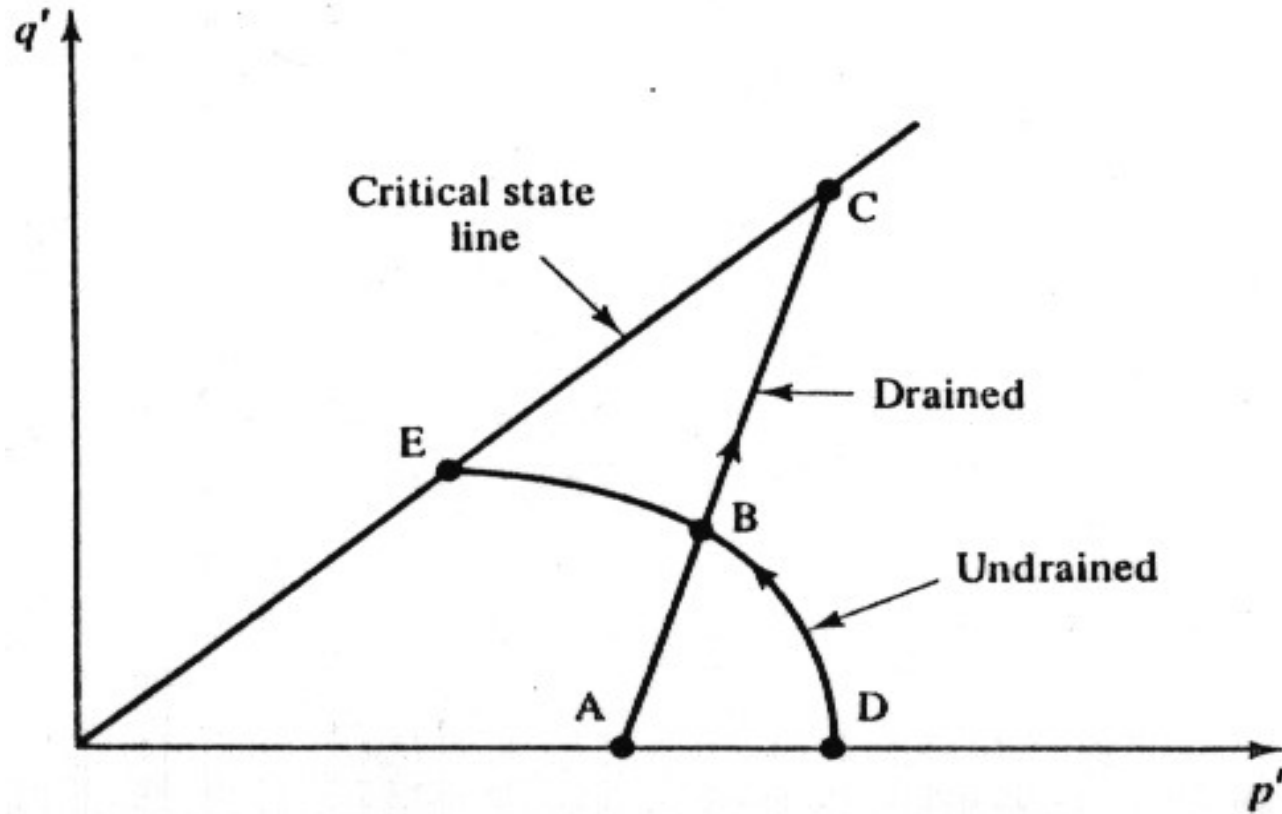
Roscoe-ova plocha



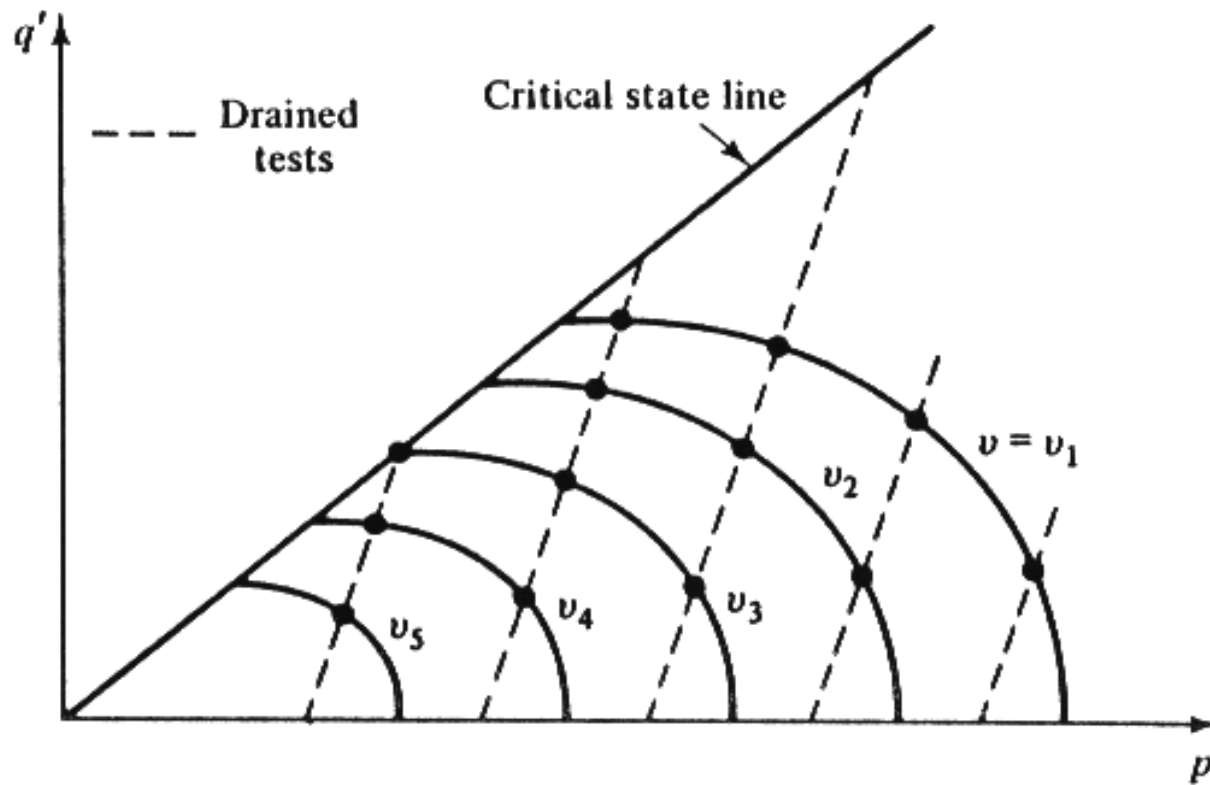
Roscoeova plocha



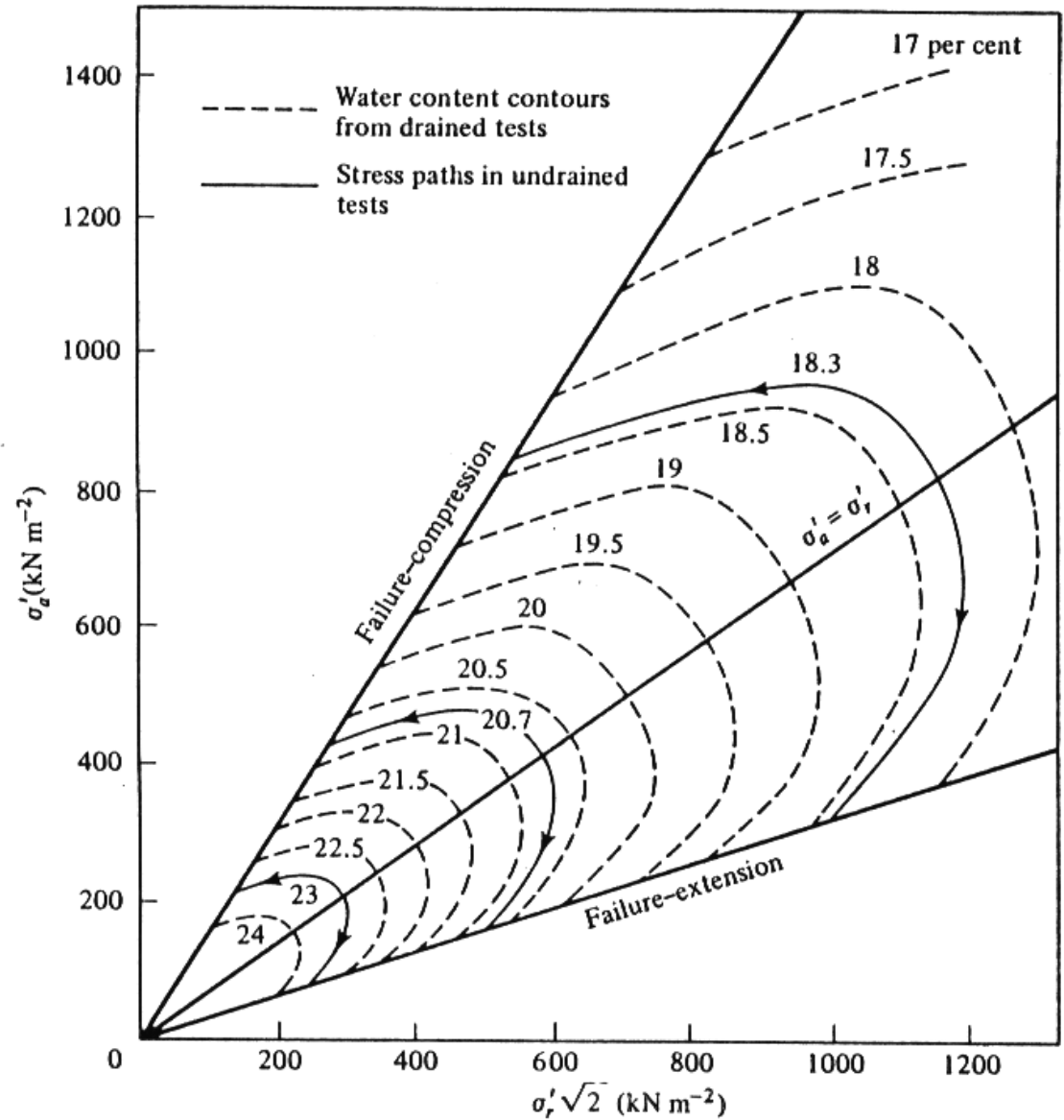
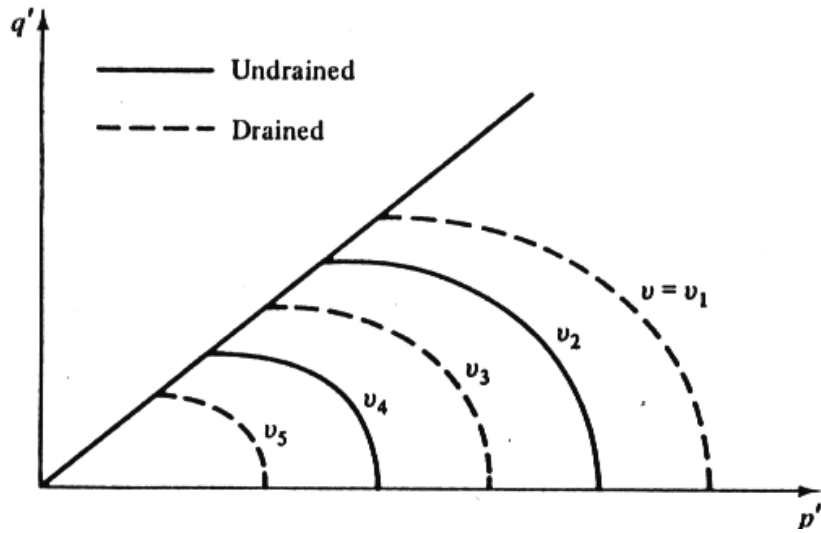
Roscoeova plocha



Roscoeova plocha



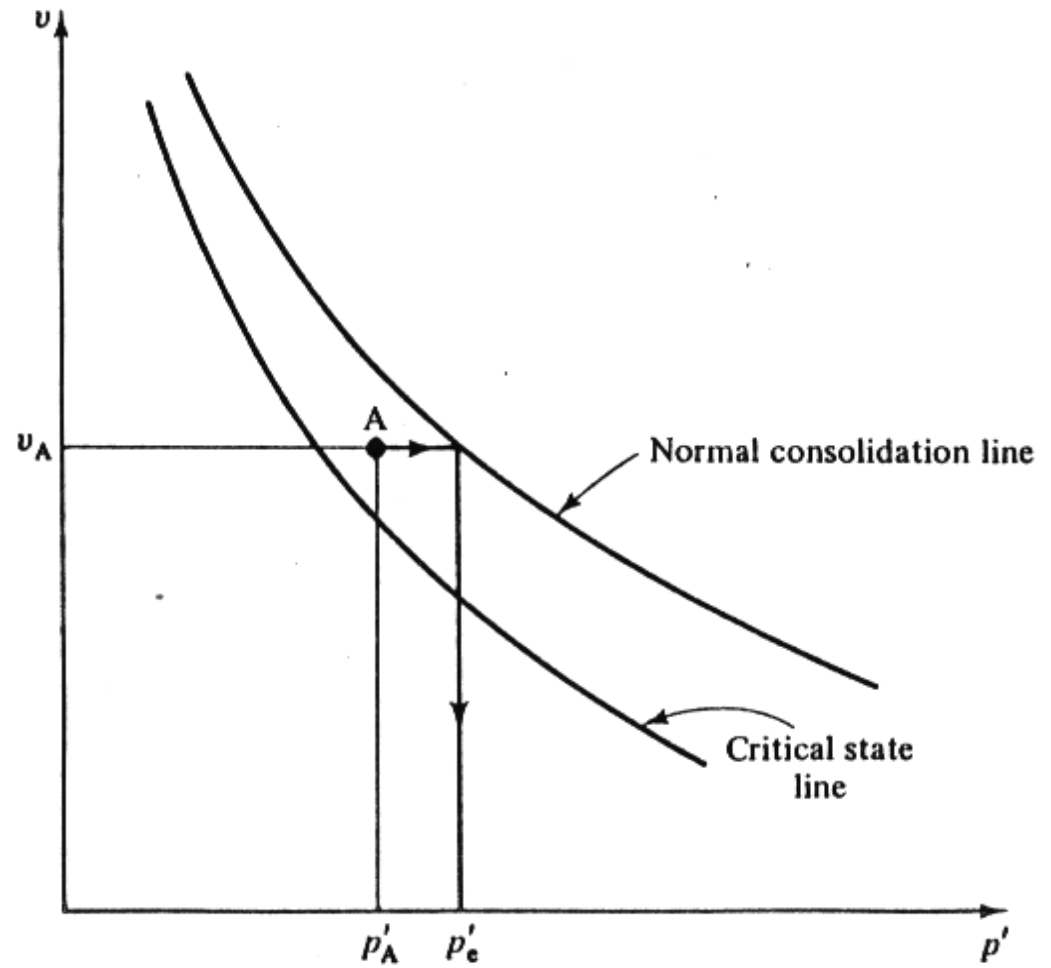
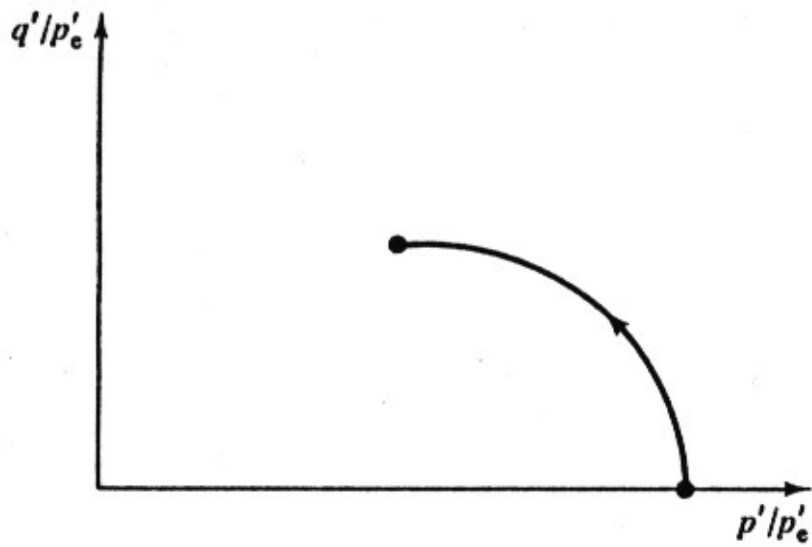
Roscoeova plocha



[1]

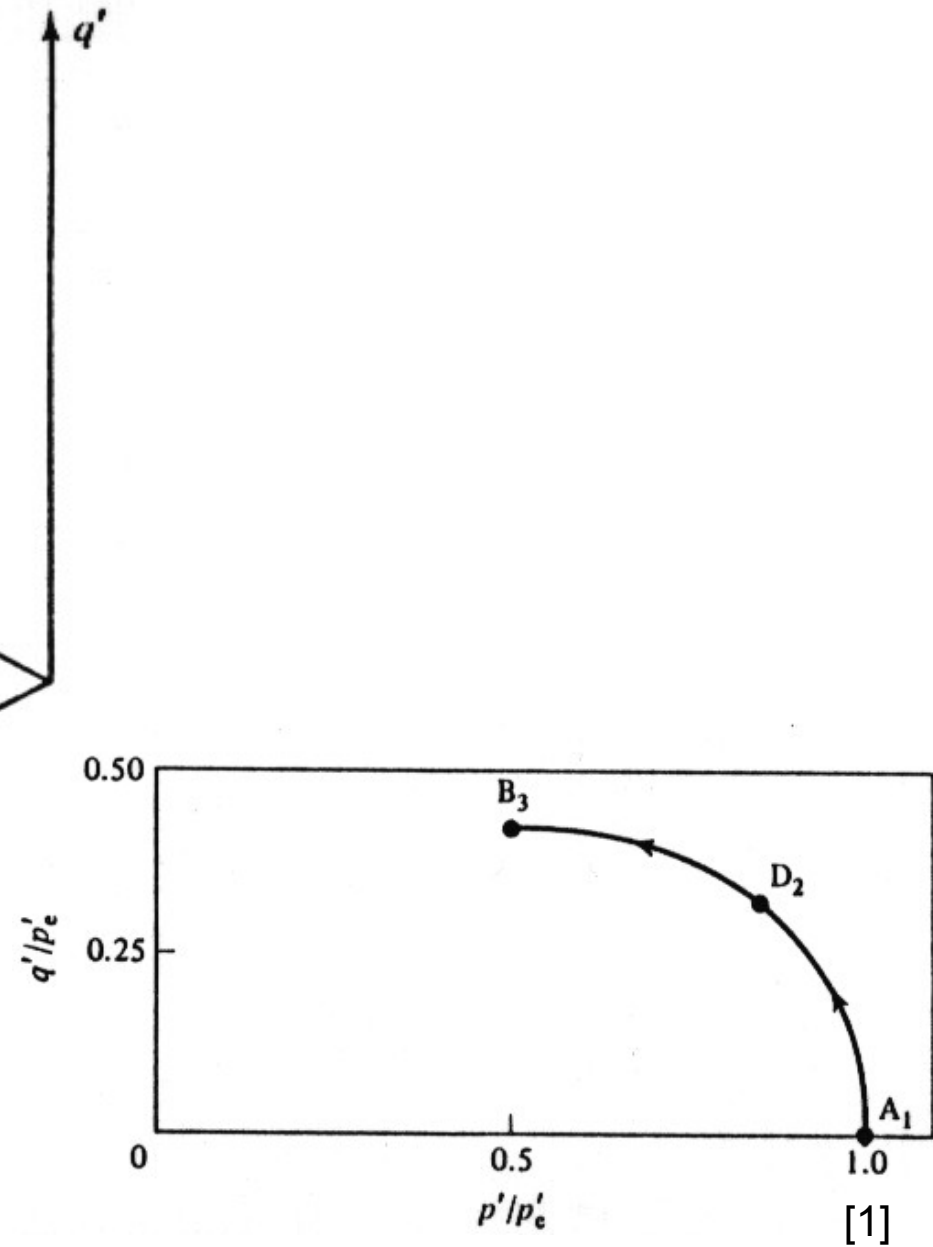
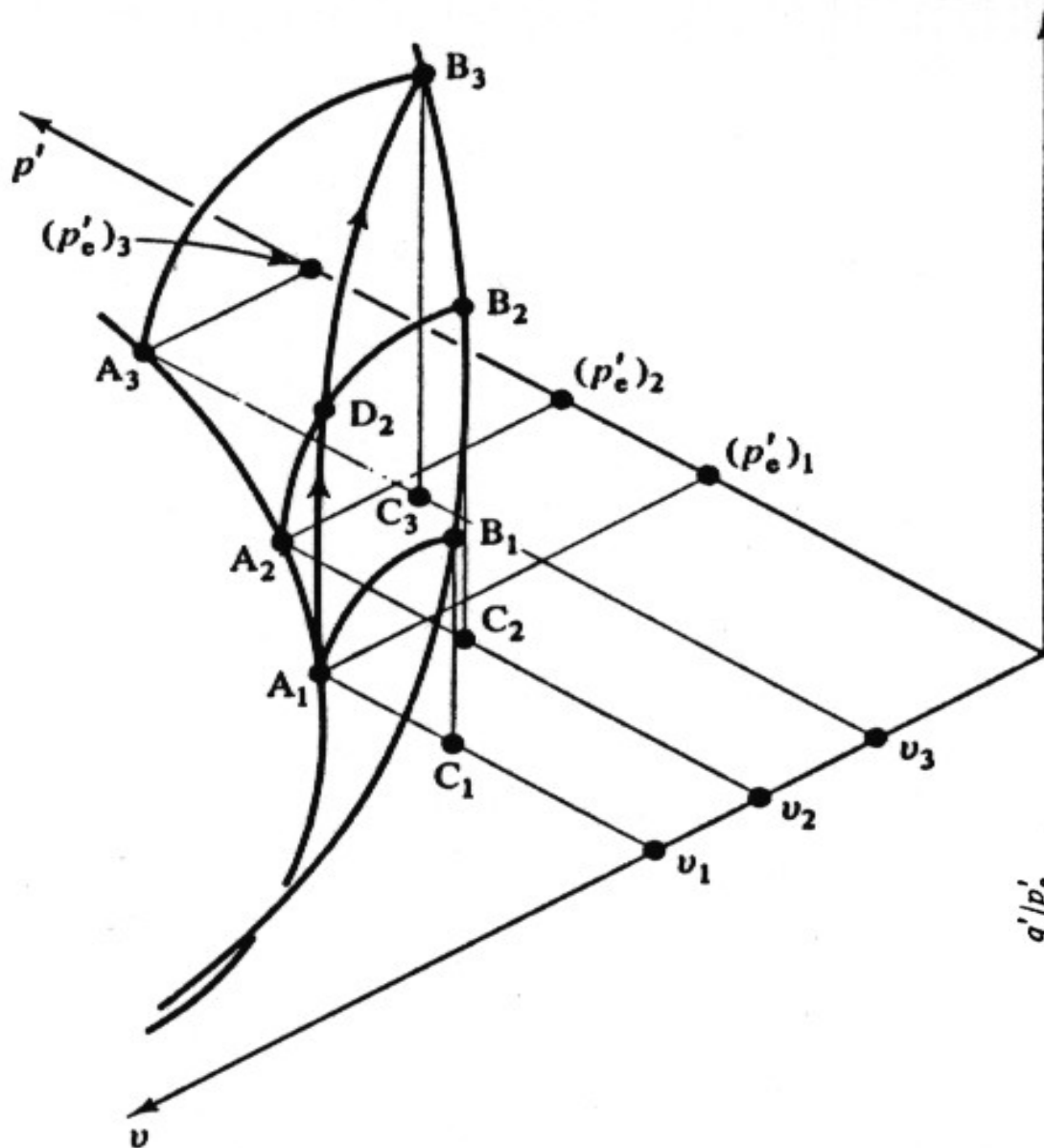
NC rekonstituovaná zemina (jíl)

Normalizace „ekvivalentním napětím“ na NCL (Ize také napětím na CSL)



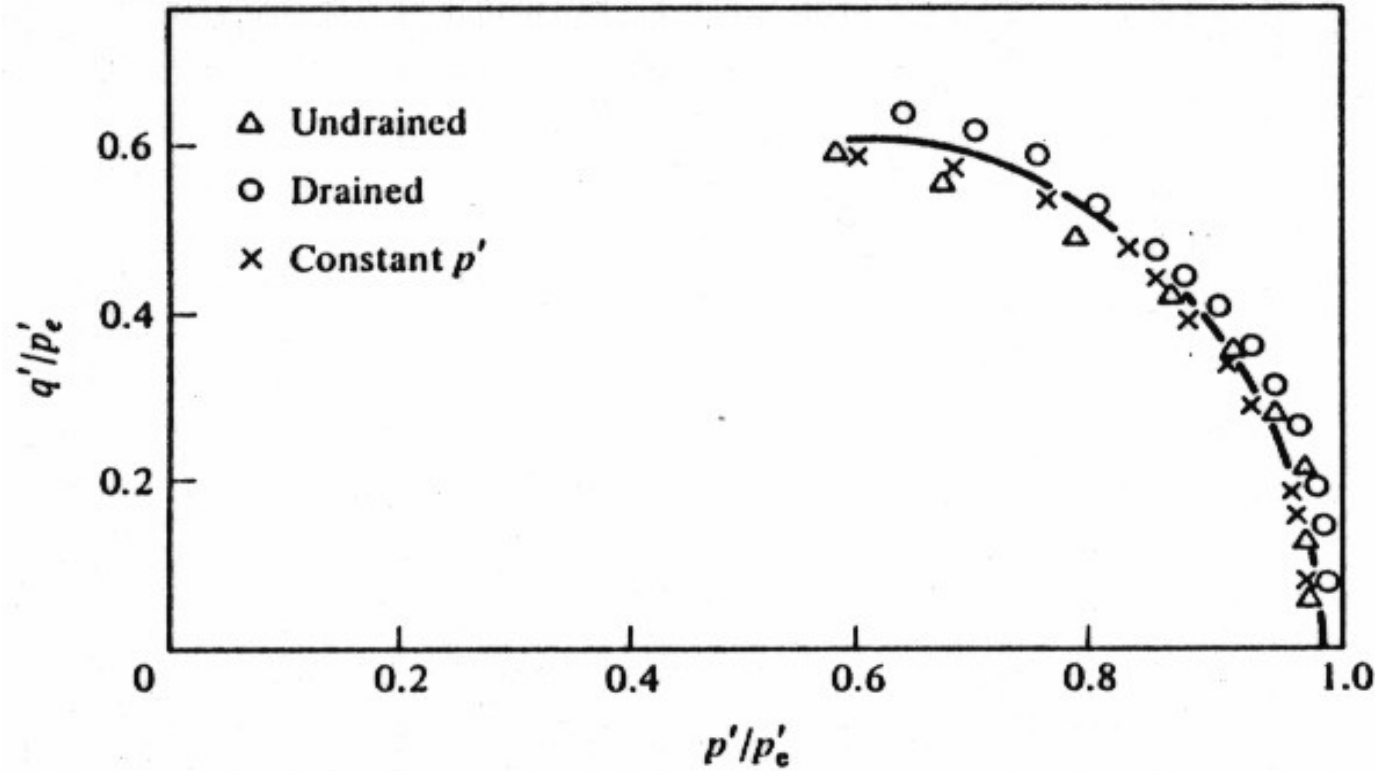
[1]

Normalizace - NC drénovaná dráha

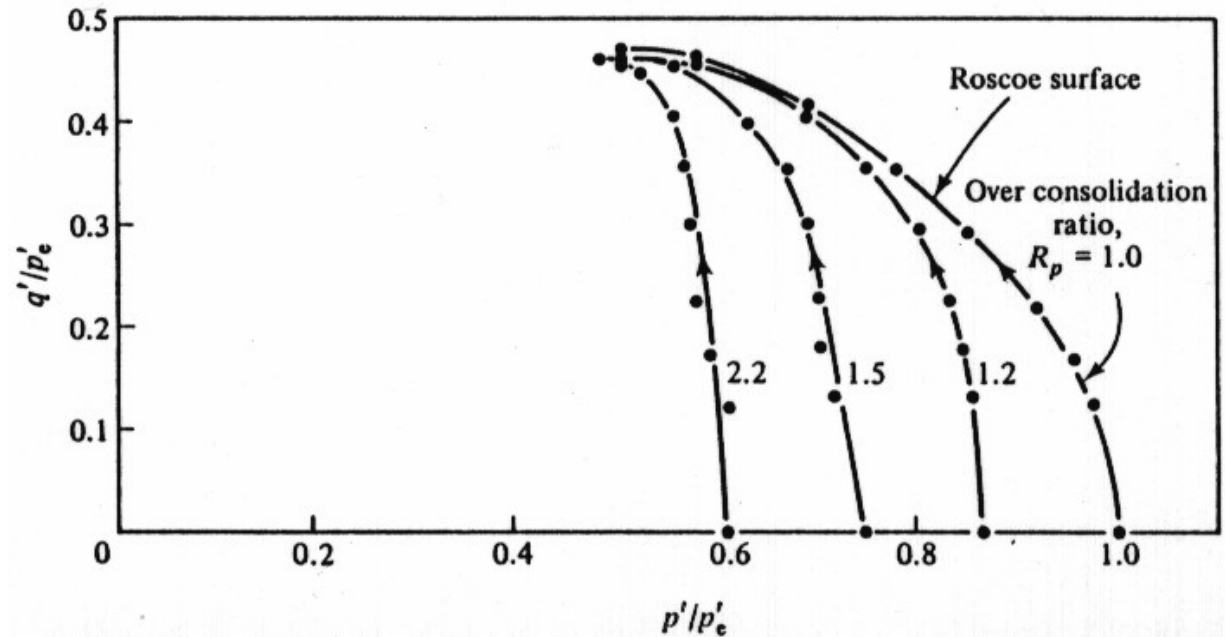
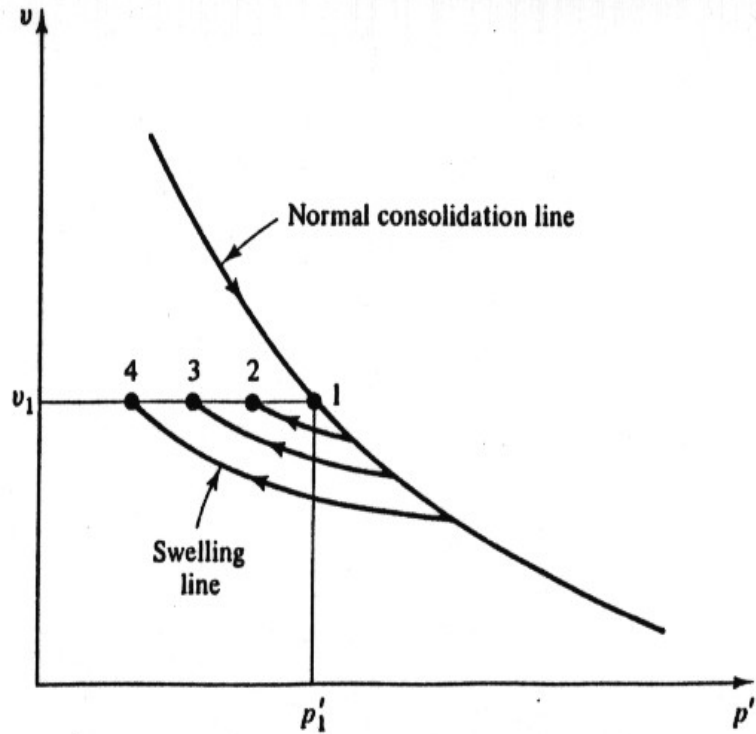


NC rekonstituovaná zemina (jíl)

Různé normalizované dráhy NC vzorků – Roscoeova plocha

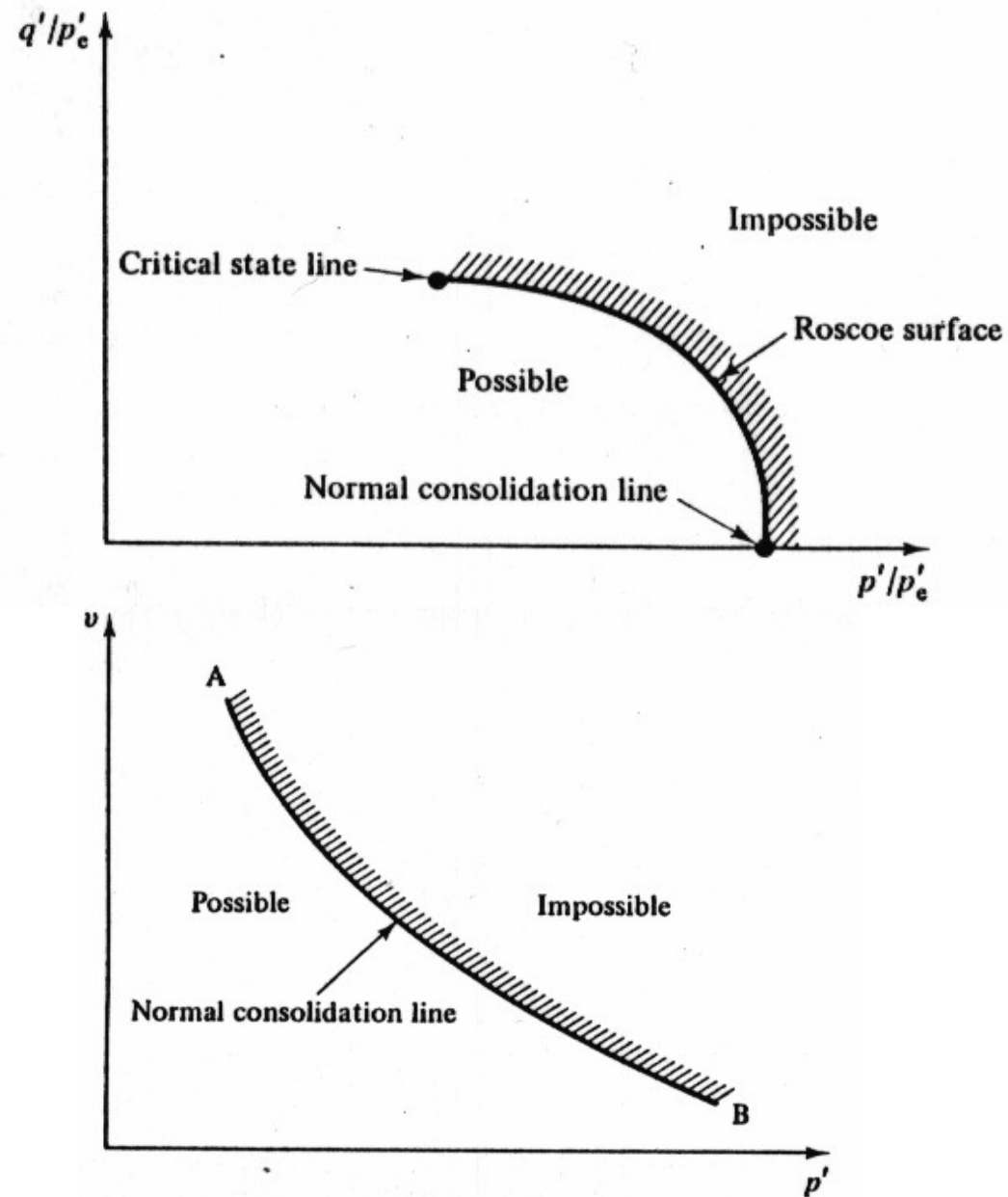


Roscoeova plocha jako MEZNÍ PLOCHA STAVŮ SBS (zeminy)



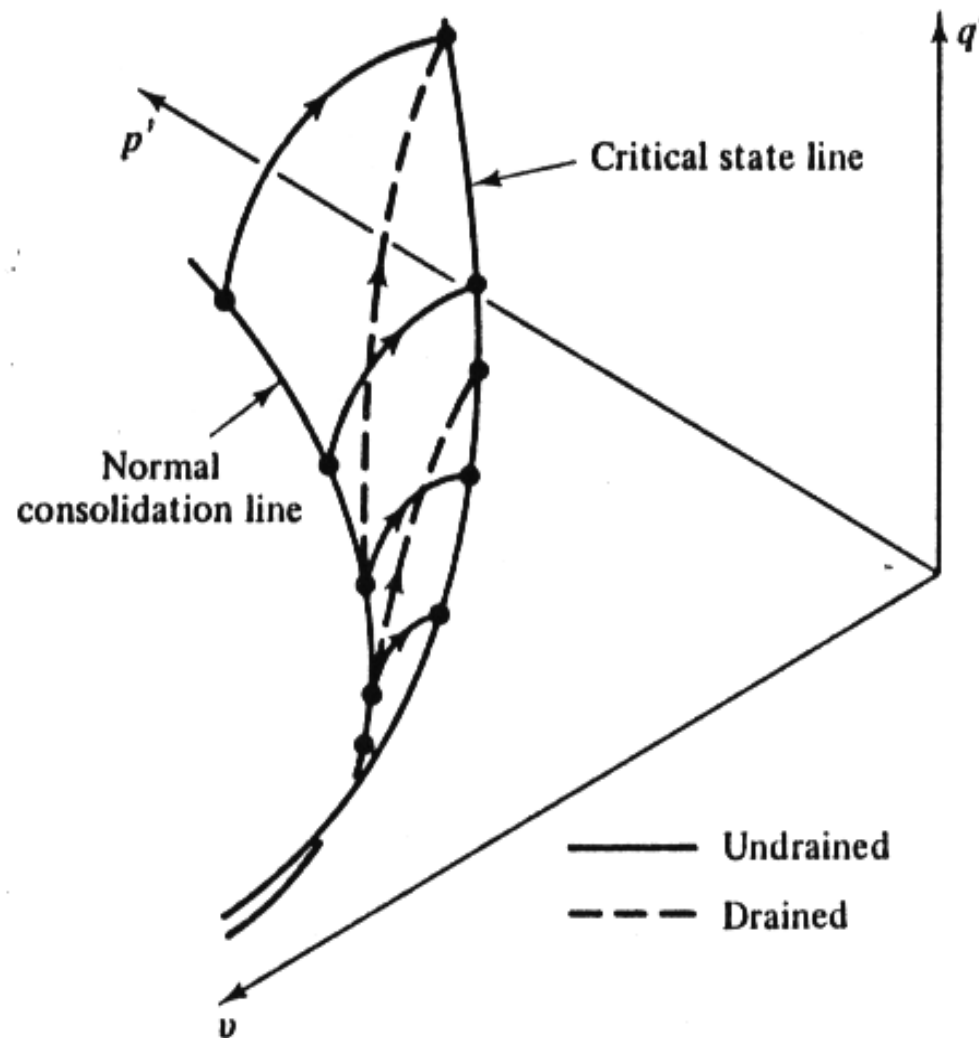
NC rekonstituovaná zemina (jíl)

Roscoeova plocha jako MEZNÍ PLOCHA STAVŮ (SBS) resp. její část pro NC zeminu

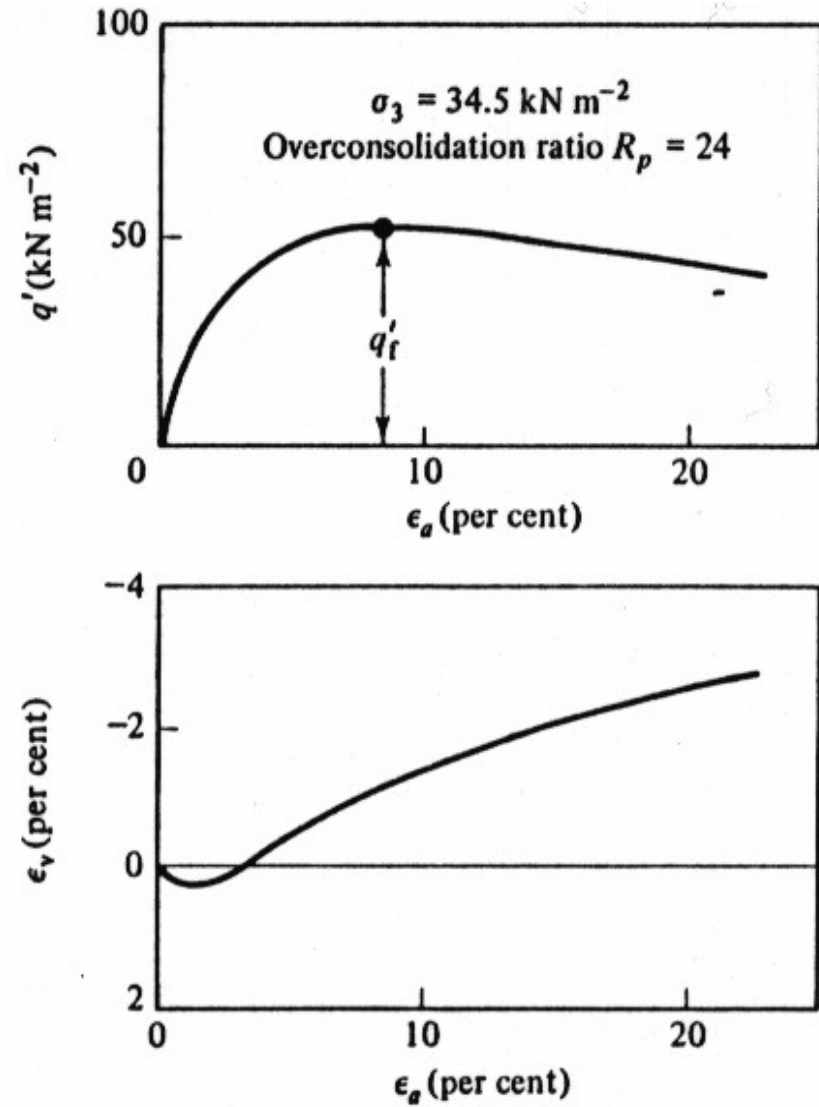
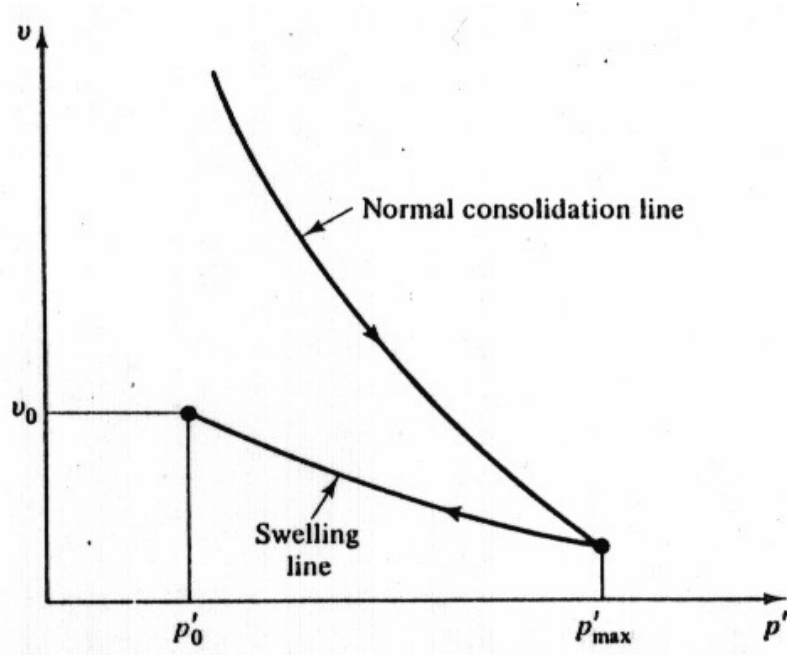


[1]

Roscoeova plocha jako MEZNÍ PLOCHA STAVŮ SBS (zeminy)

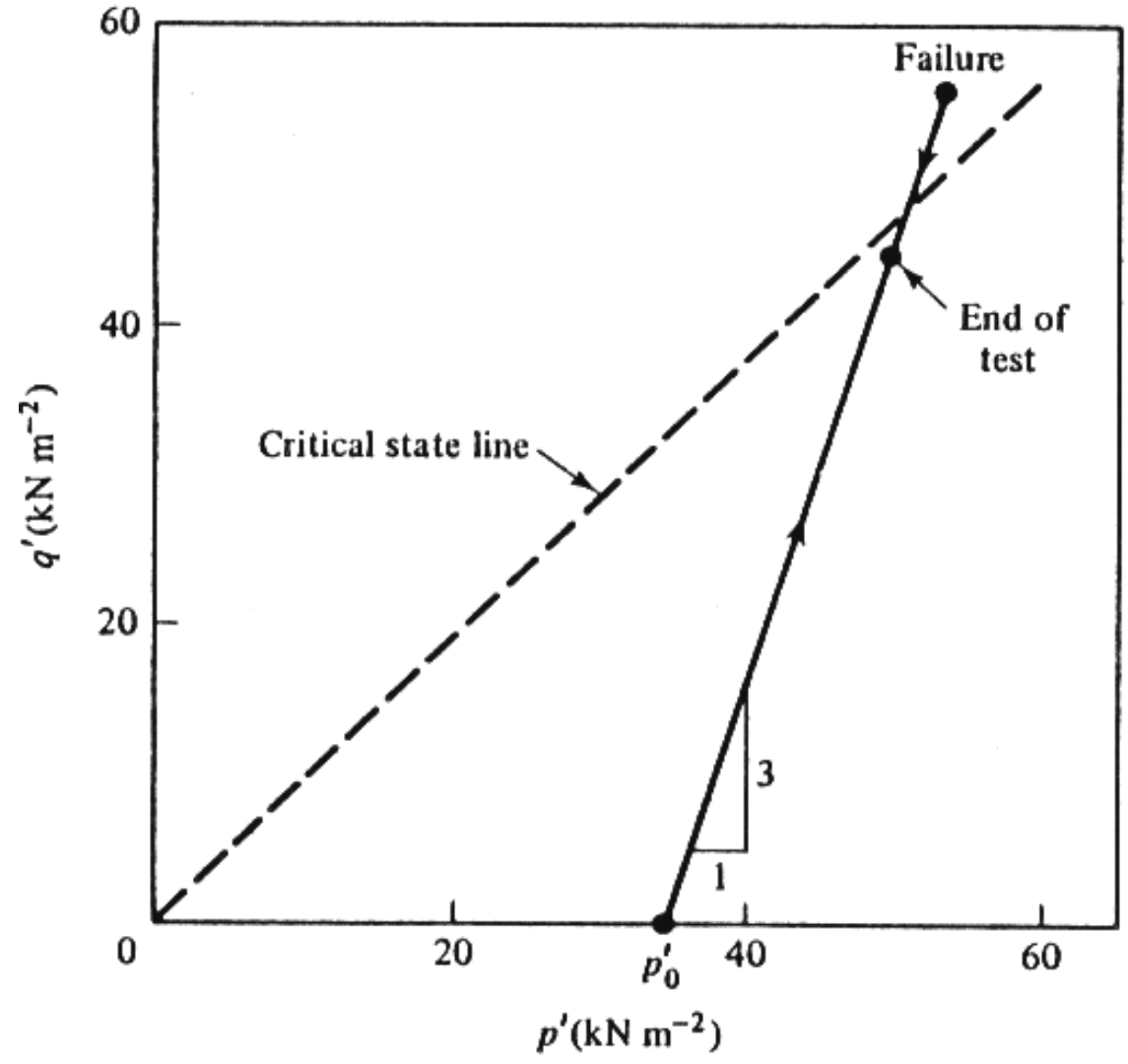
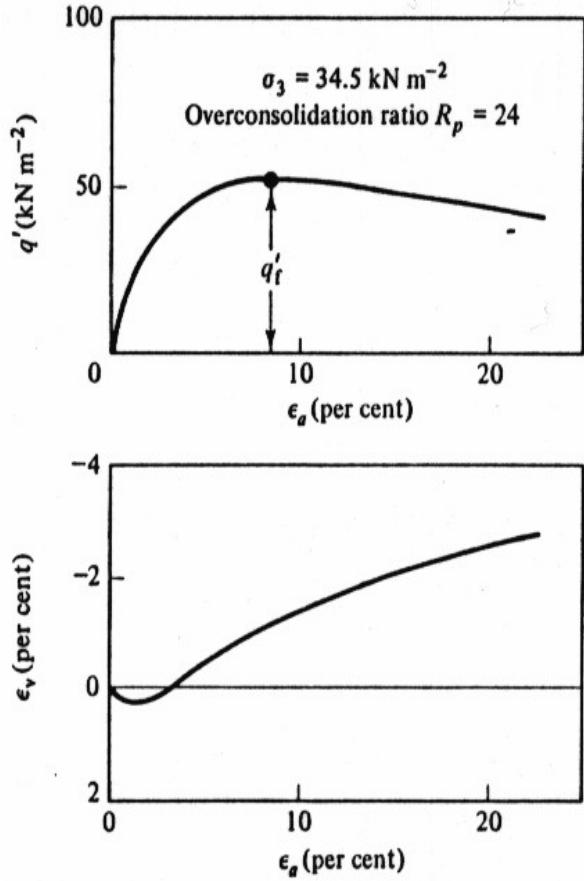


OC rekonstituovaná zemina (jíl)



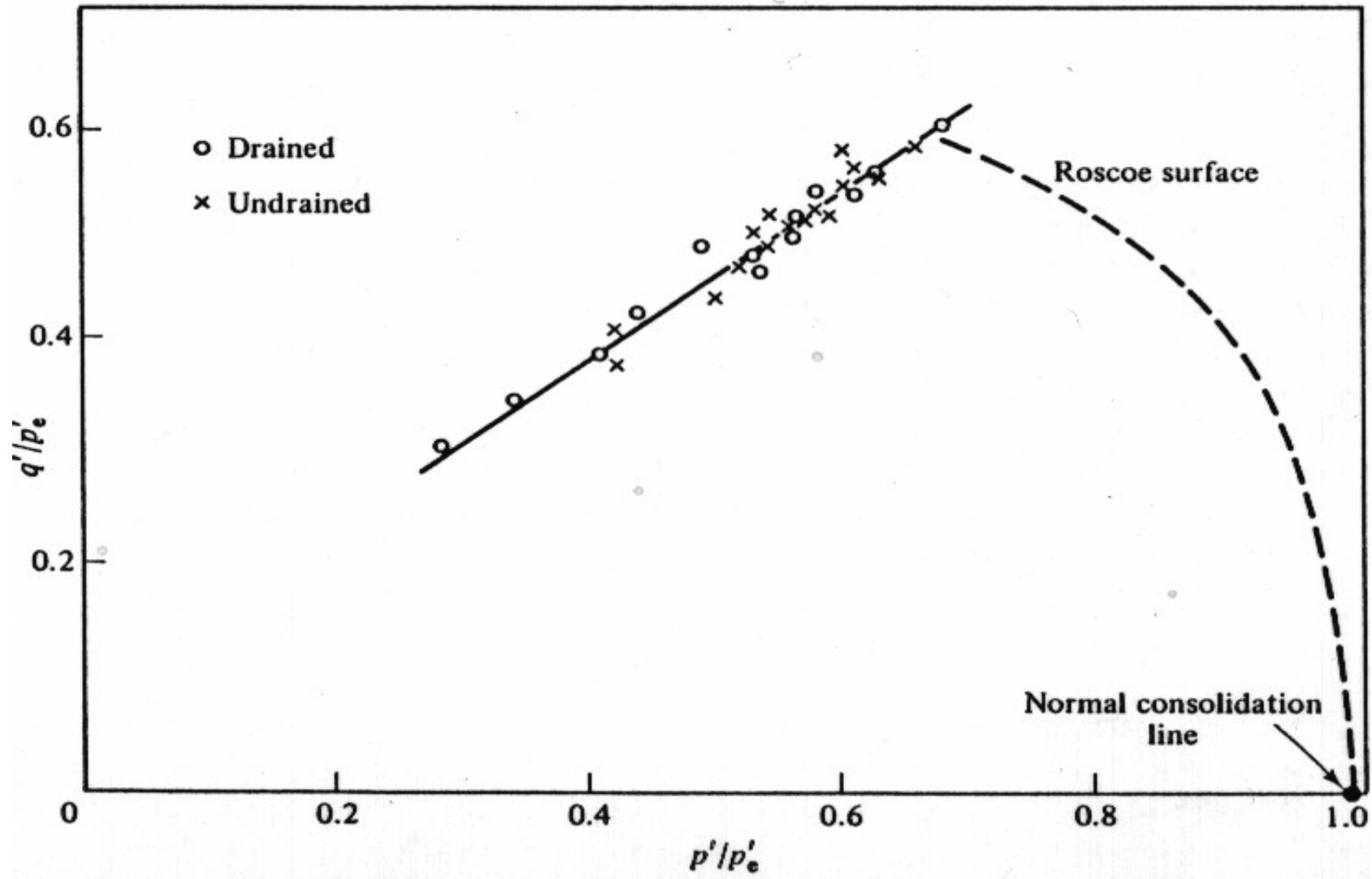
[1]

Drénovaná dráha



OC rekonstituovaná zemina (jíl)

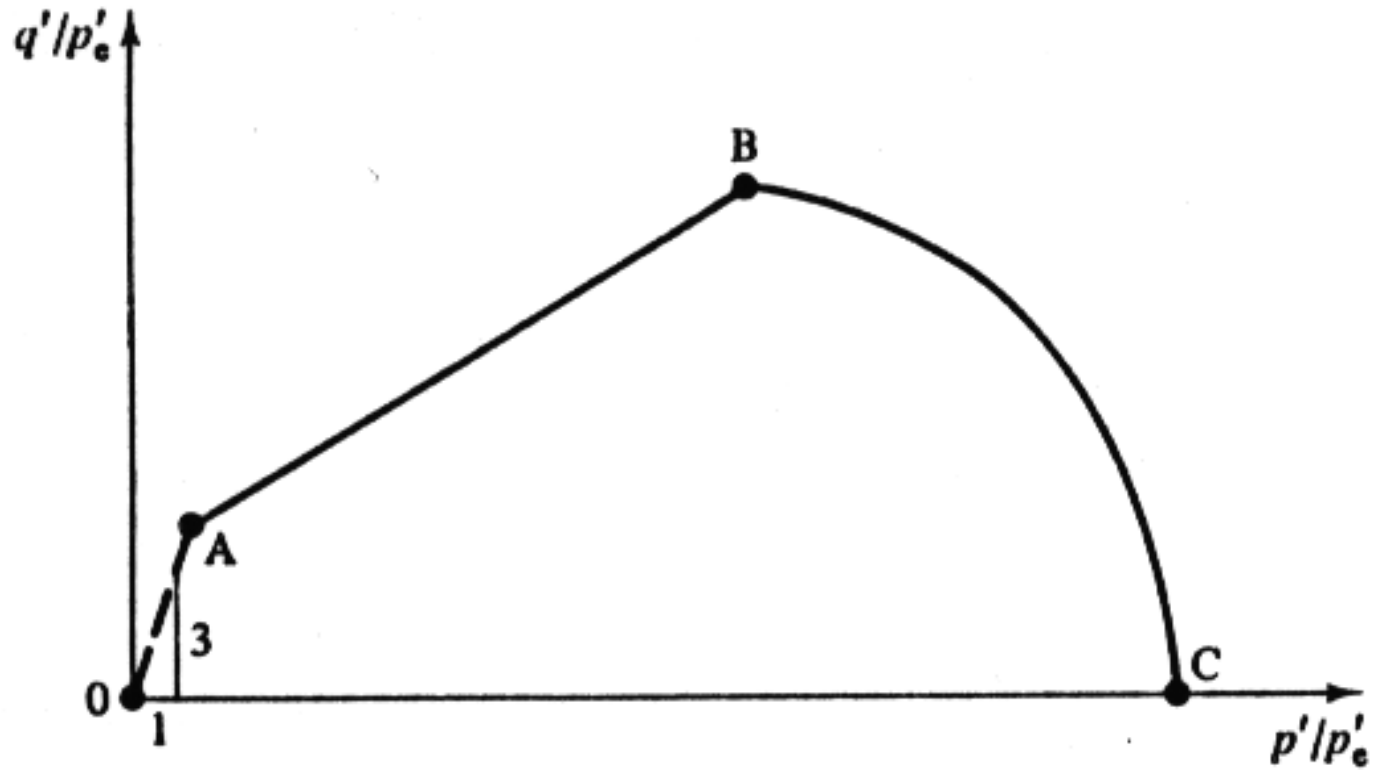
Hvorslevova (Renduličova) plocha



[1]

OC rekonstituovaná zemina (jíl)

normalizovaná SBS v rovině $q/p_e':p'/p_e'$



OC rekonstituovaná zemina (jíl)

normalizovaná SBS v rovině $q/p_e' : p'/p_e'$

$$q/p_e' = g + h(p'/p_e')$$

$$q = gp_e' + hp'$$

$$p_e' = e^{(N-v)/\lambda}$$

$$q = ge^{(N-v)/\lambda} + hp'$$

průsečík CSL s Hvorslevovou plochou:

$$q_f = Mp_f' ; v_f = \Gamma - \lambda \ln p_f'$$

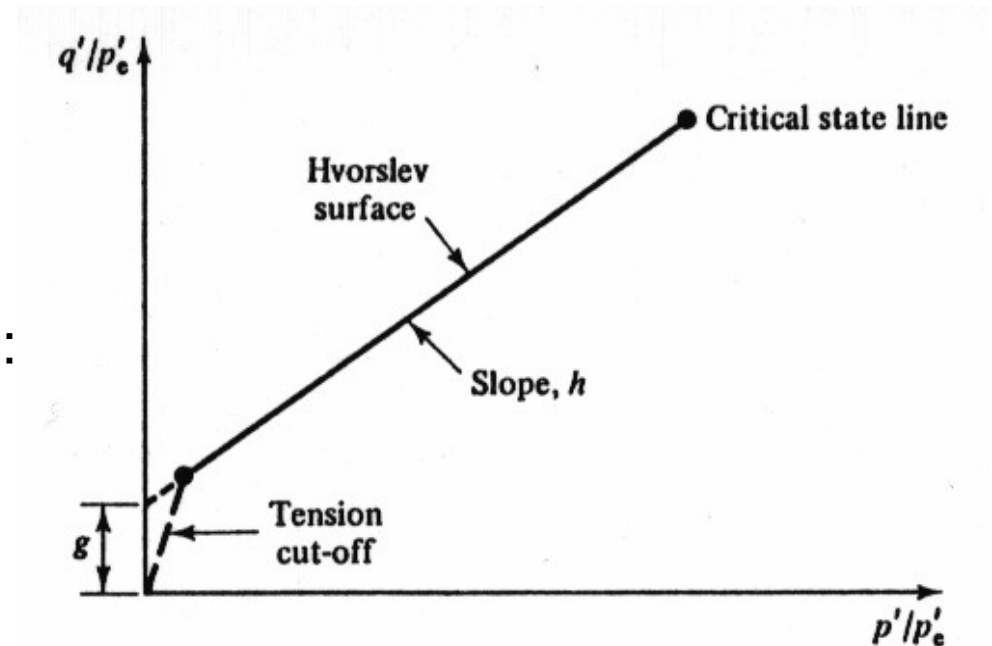
$$Mp_f' = ge^{(N-v)/\lambda} + hp_f'$$

$$p_f' = e^{(\Gamma-v)/\lambda}$$

$$(M-h)e^{(\Gamma-v)/\lambda} = ge^{(N-v)/\lambda} = q - hp'$$

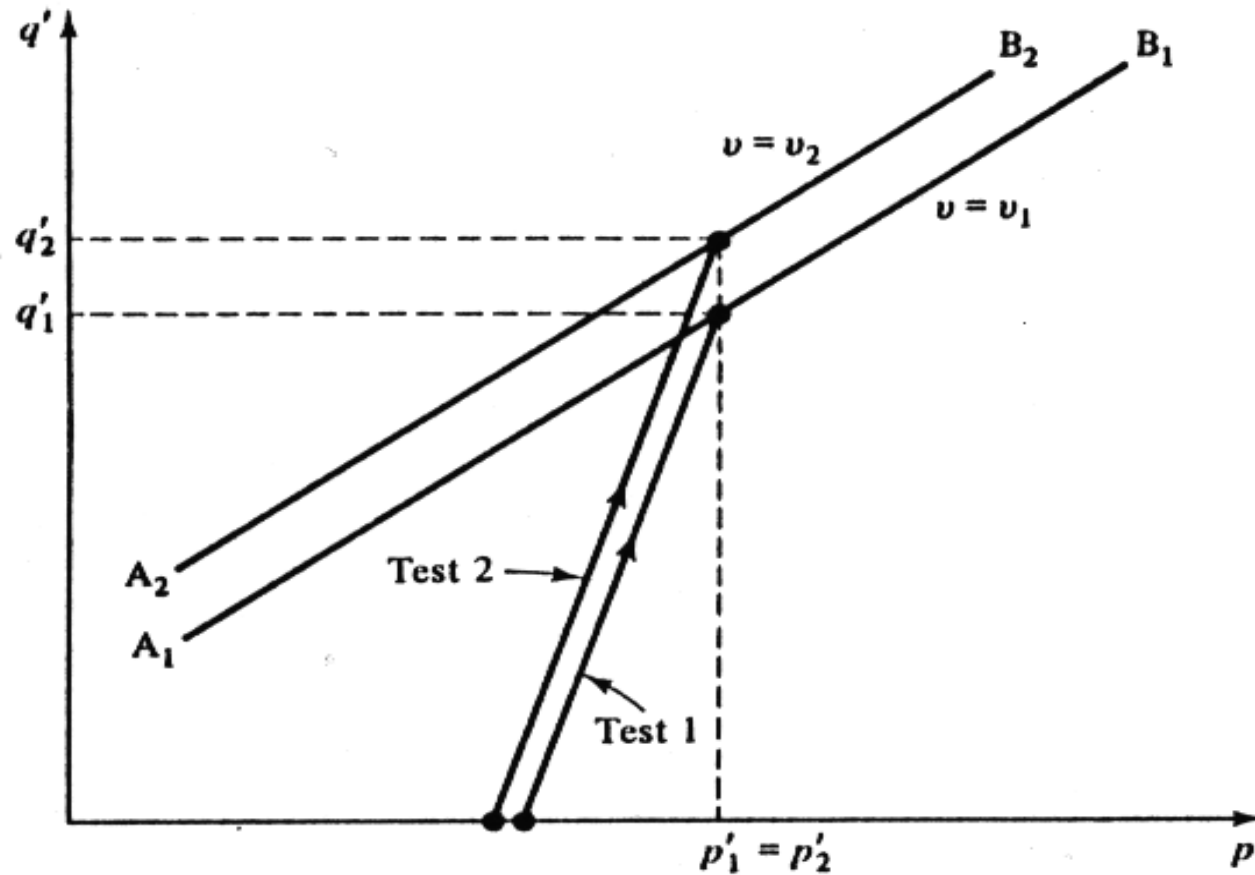
$$q = (M-h)e^{(\Gamma-v)/\lambda} + hp',$$

tj. deviátorové napětí při porušení OC zeminy sestává z tření (hp') a vlivu aktuální pórovitosti ($\langle v \rangle$ v prvním sčítanci).



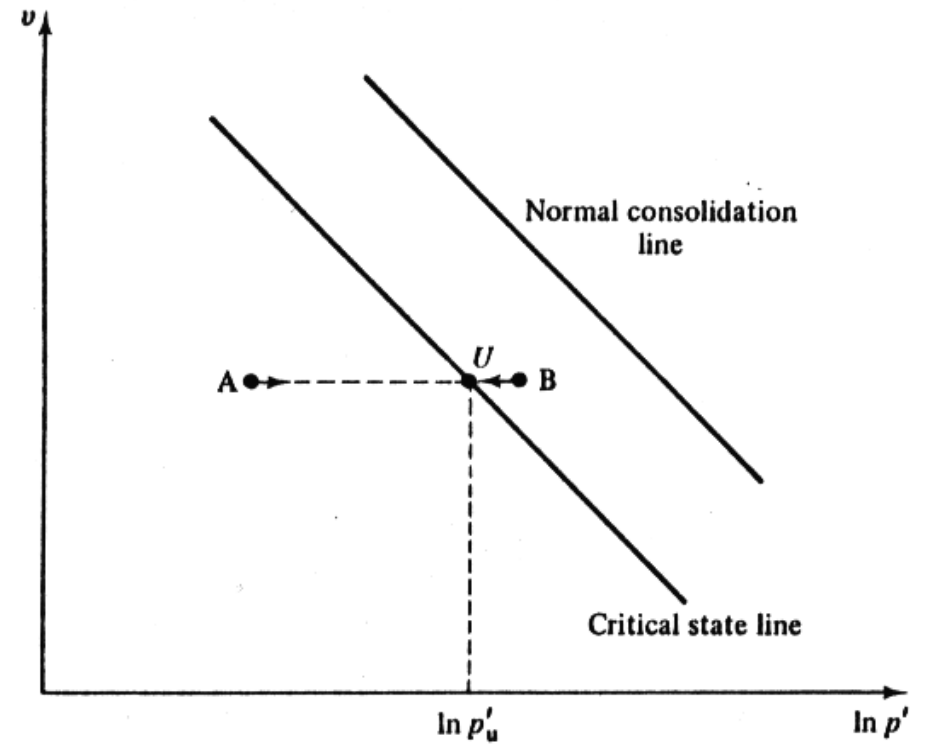
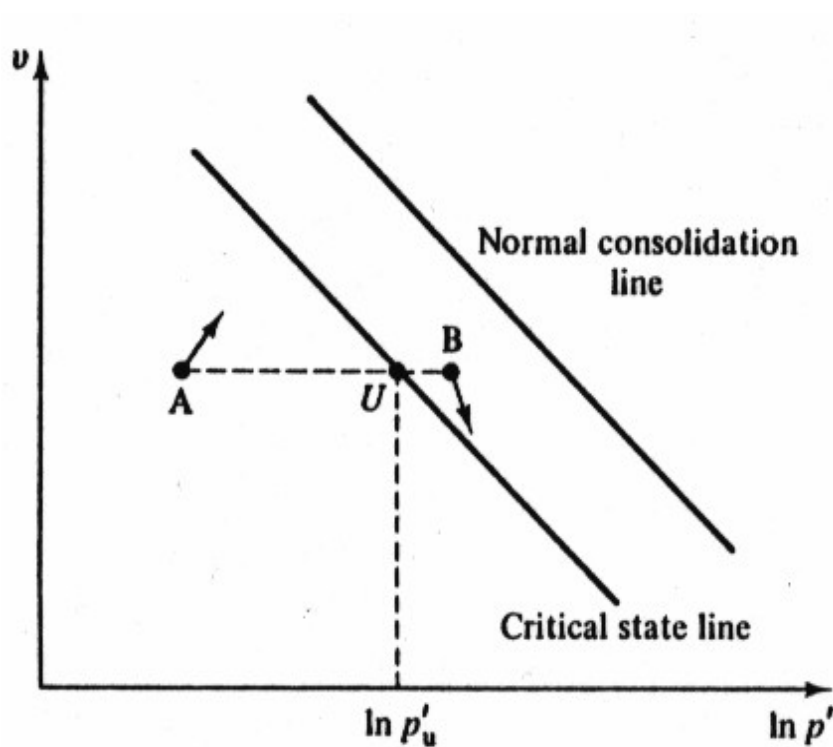
OC rekonstituovaná zemina (jíl)

Porušení (vrcholová pevnost) dvou vzorků při stejných p' ale různých počátečních pórovitostech (resp. v z předchozího obrázku):



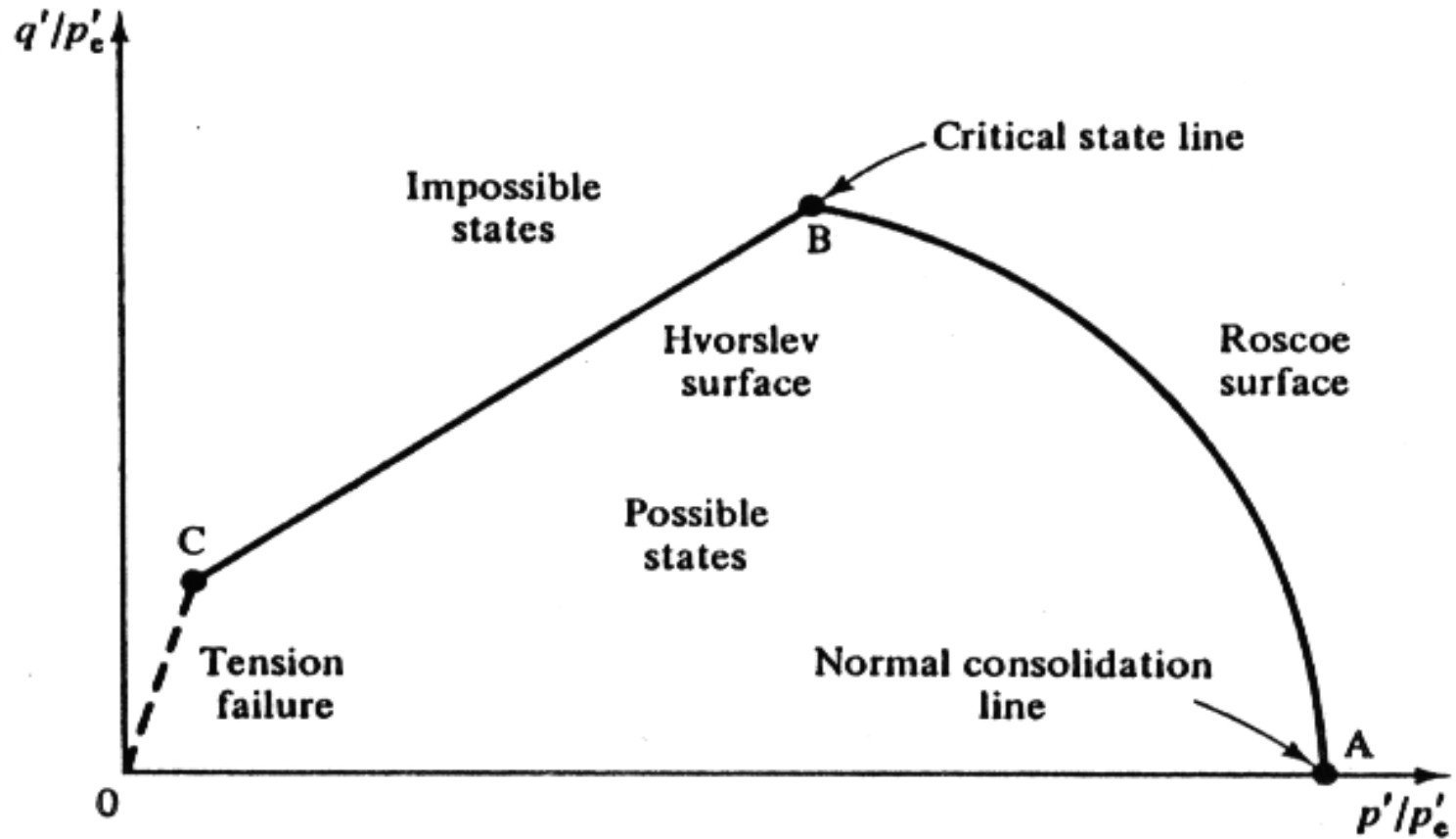
CSL OC zeminy – obtíže se stanovením

Zejména při silnější překonsolidaci lokalizace deformace - dosáhne vzorek kritického stavu?



Rekonstituovaná zemina (jíl)

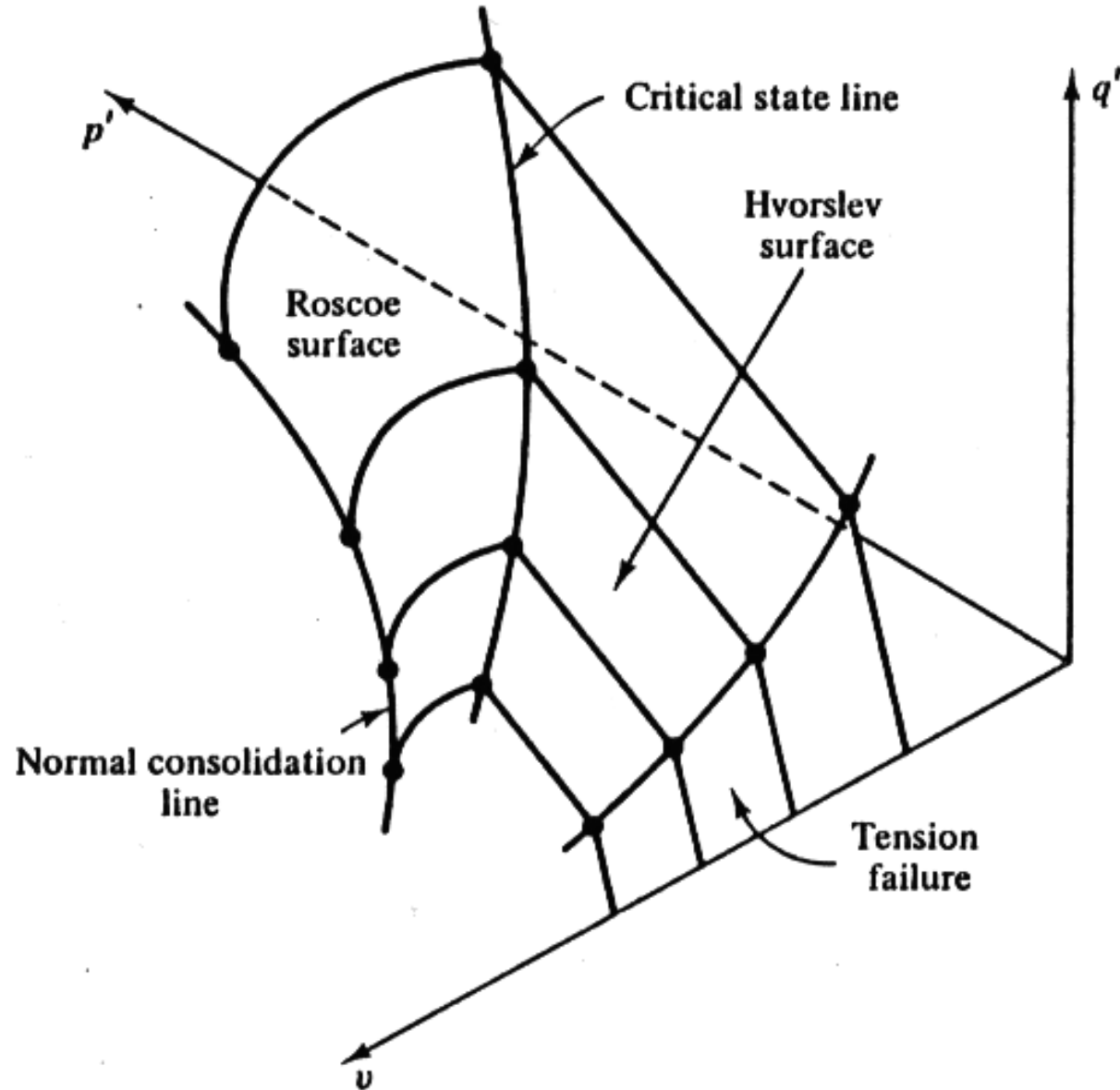
Kompletní SBS (NC a OC stavy)



[1]

Rekonstituovaná zemina (jíl)

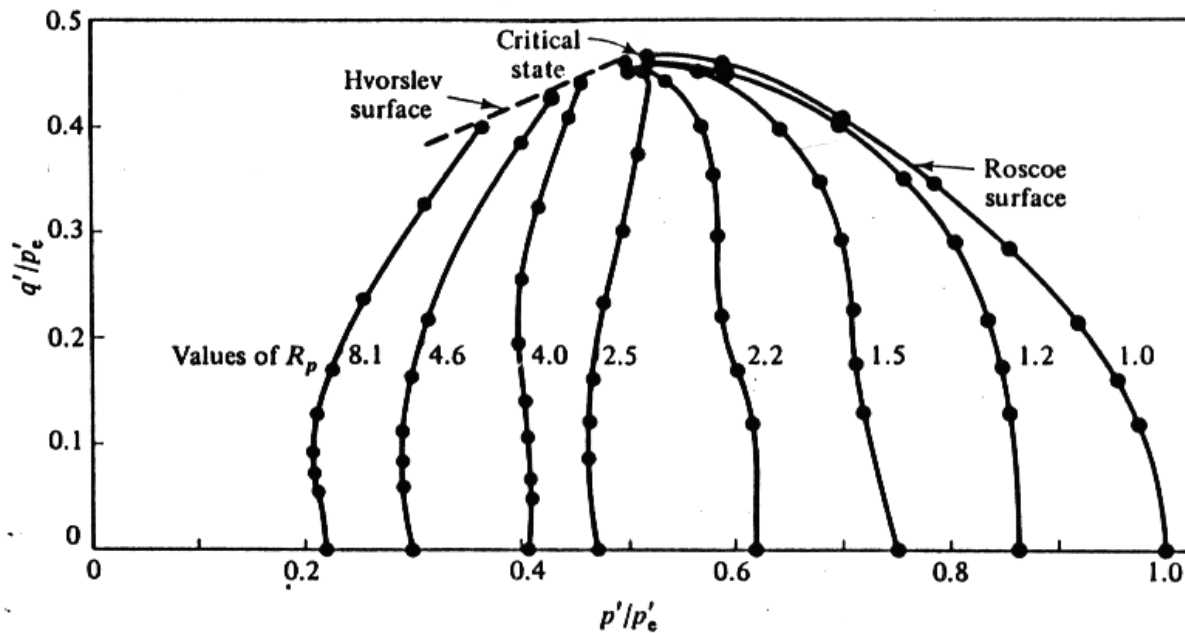
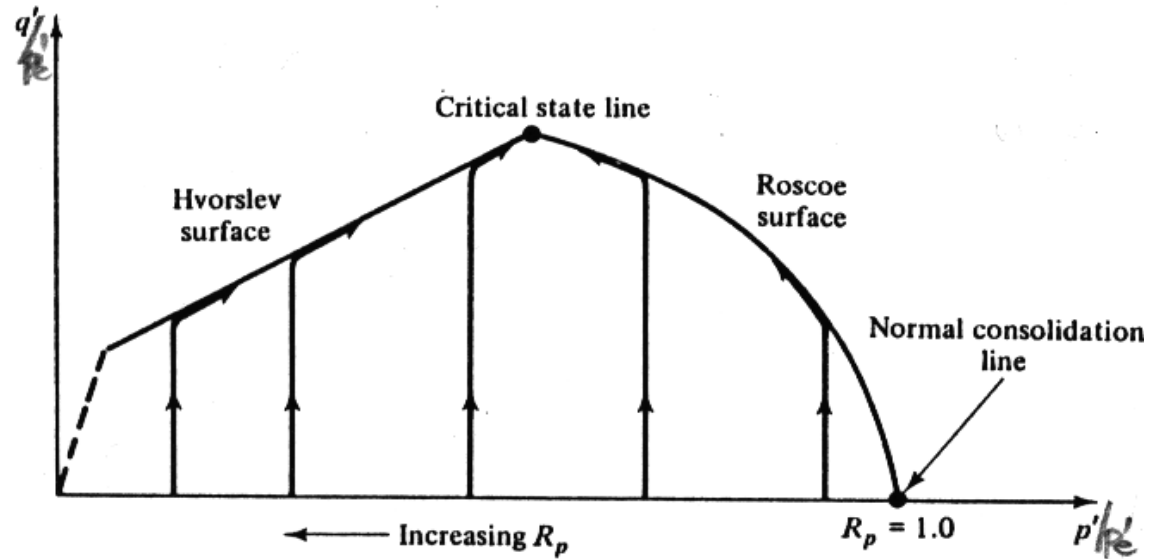
Kompletní SBS (NC a OC stavy)



[1]

OC rekonstituovaná zemina (jíl)

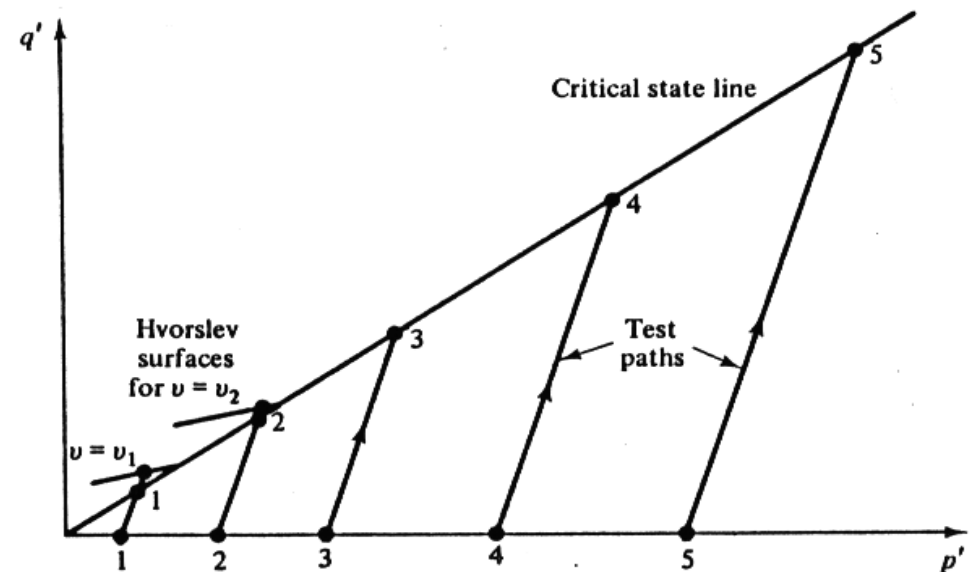
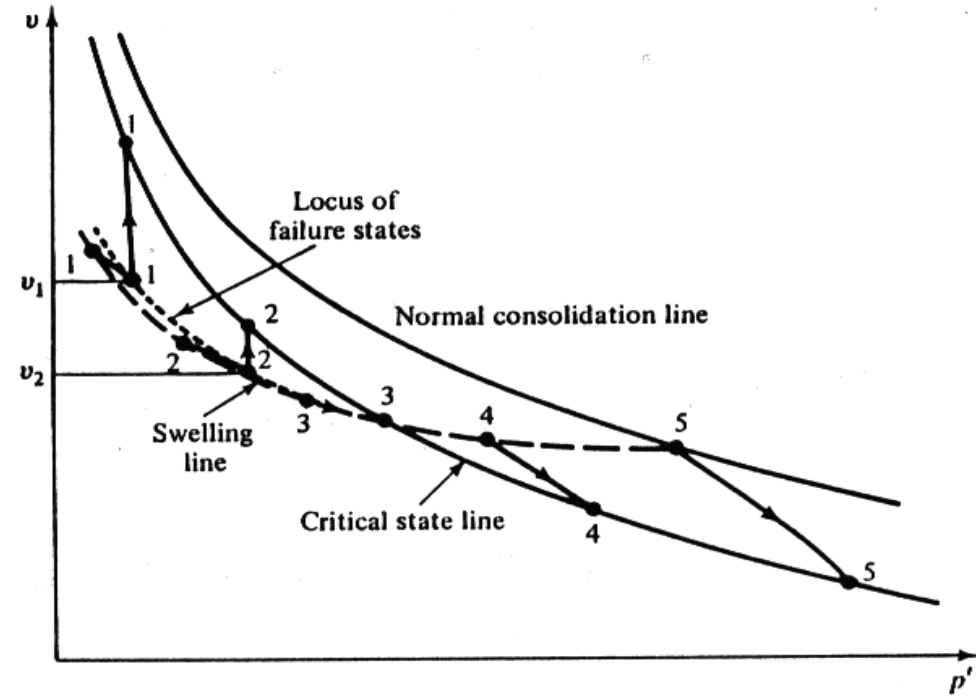
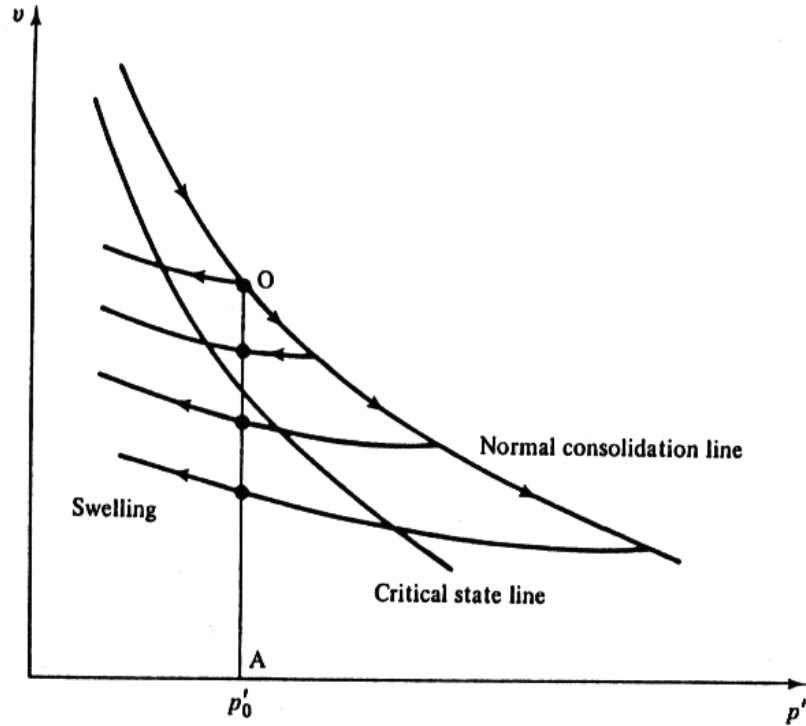
Nedrénované dráhy (průsečnice nedrénované roviny a SBS)



[1]

OC rekonstituovaná zemina (jíl)

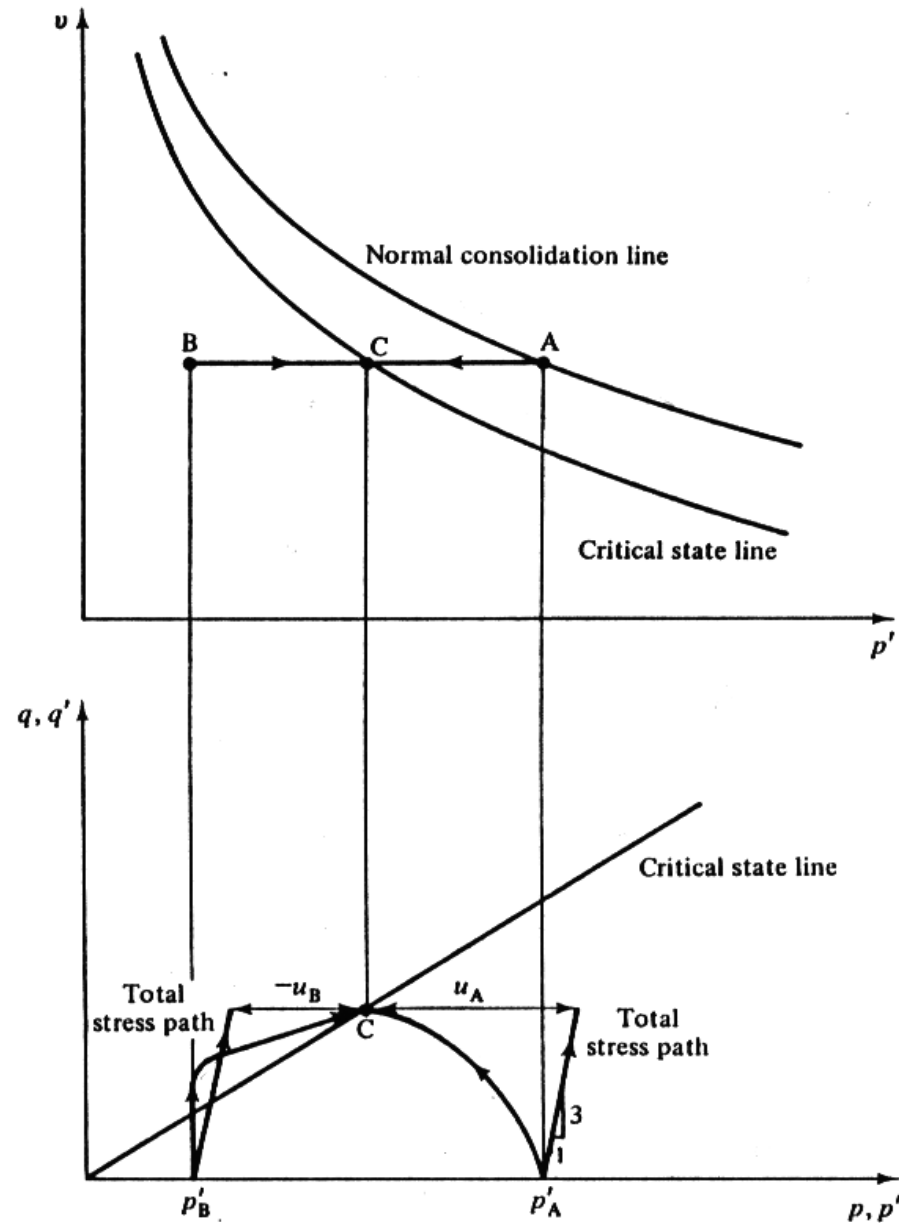
Drénované dráhy a porušení
vzorků o různém OCR



[1]

OC rekonstituovaná zemina (jíl)

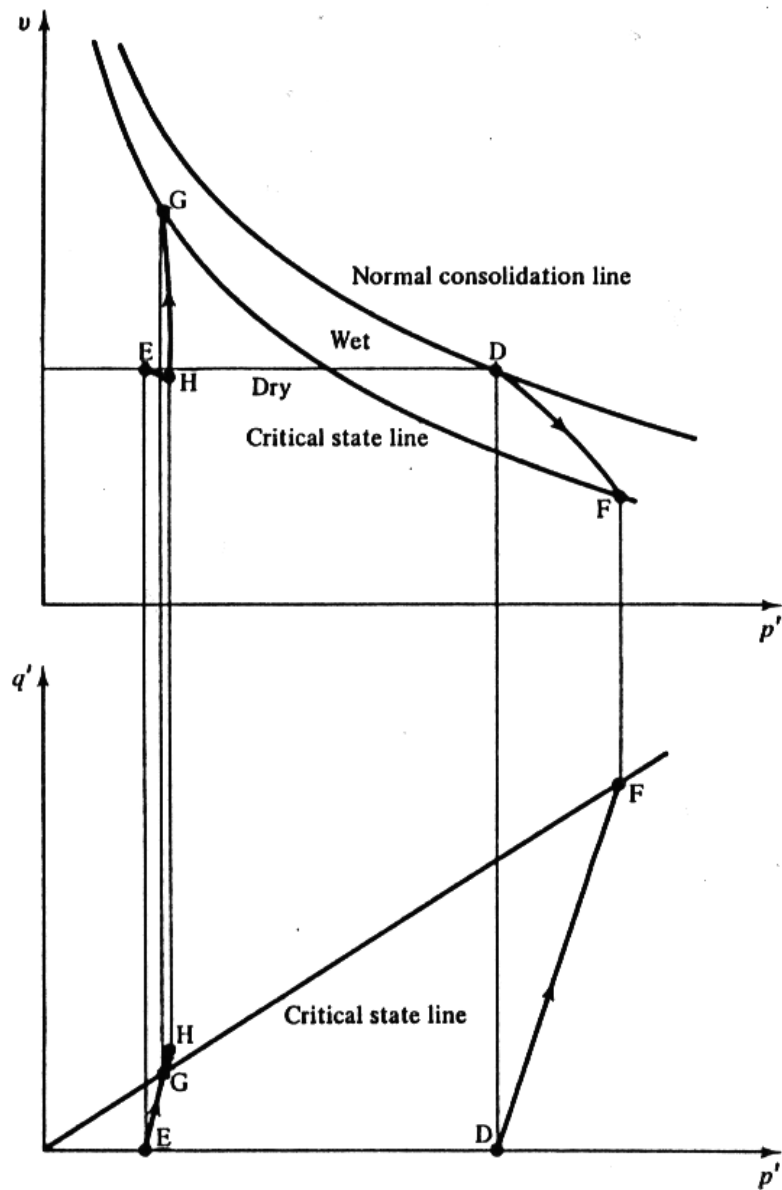
Nedrénované dráhy NC a OC zeminy (o stejné počáteční pórovitosti)



[1]

OC rekonstituovaná zemina (jíl)

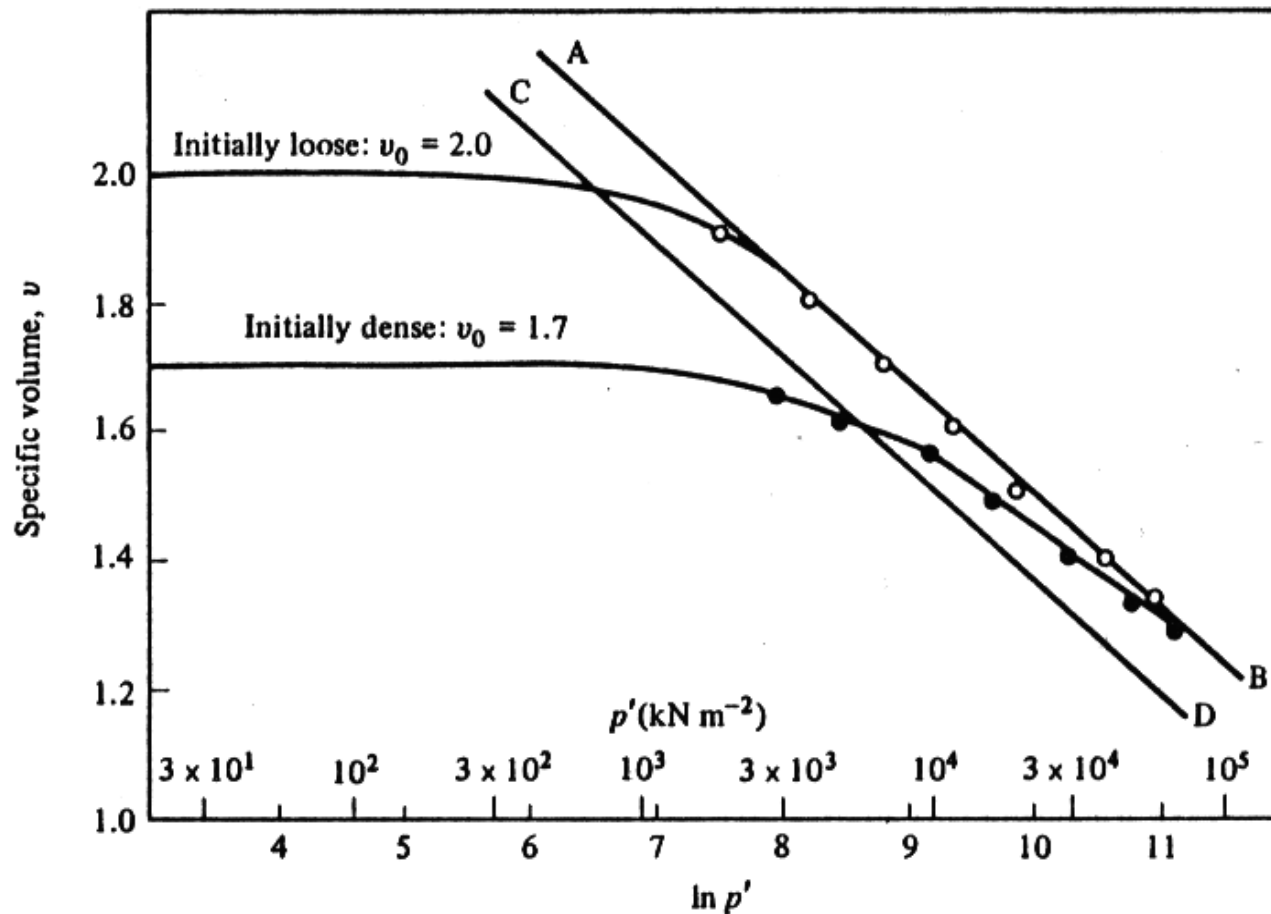
Drénované dráhy NC a OC zeminy (o stejné počáteční pórovitosti)



[1]

Hrubozrnná zemina

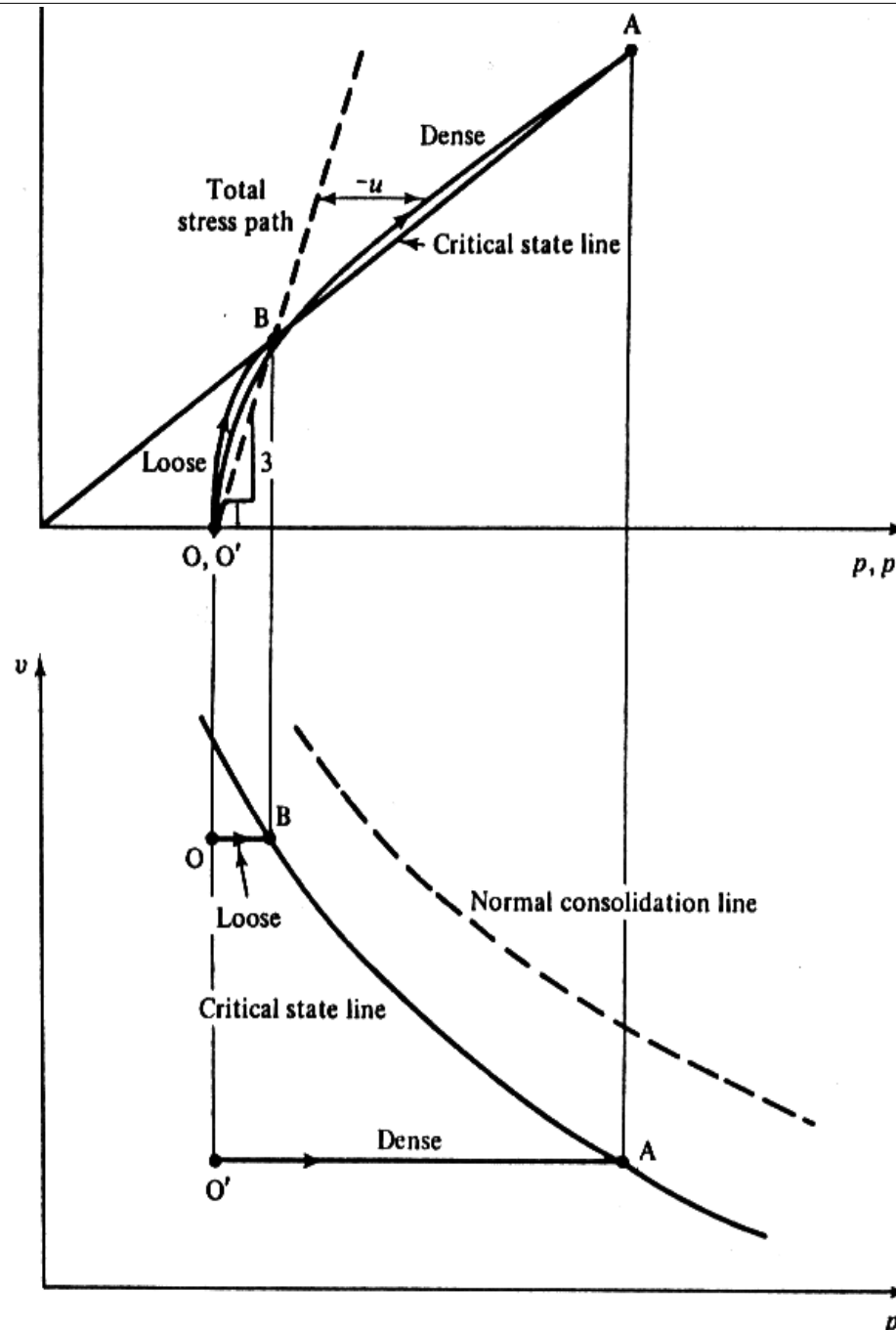
Písek zpravidla na „suché“ straně – chová se jako ulehlý, dilatuje
→ problémy se stanovením CSL (nehomogenita zeminy, vzorků)



Hrubozrnná zemina

Neodvodněné dráhy
kyprého a ulehlého písku

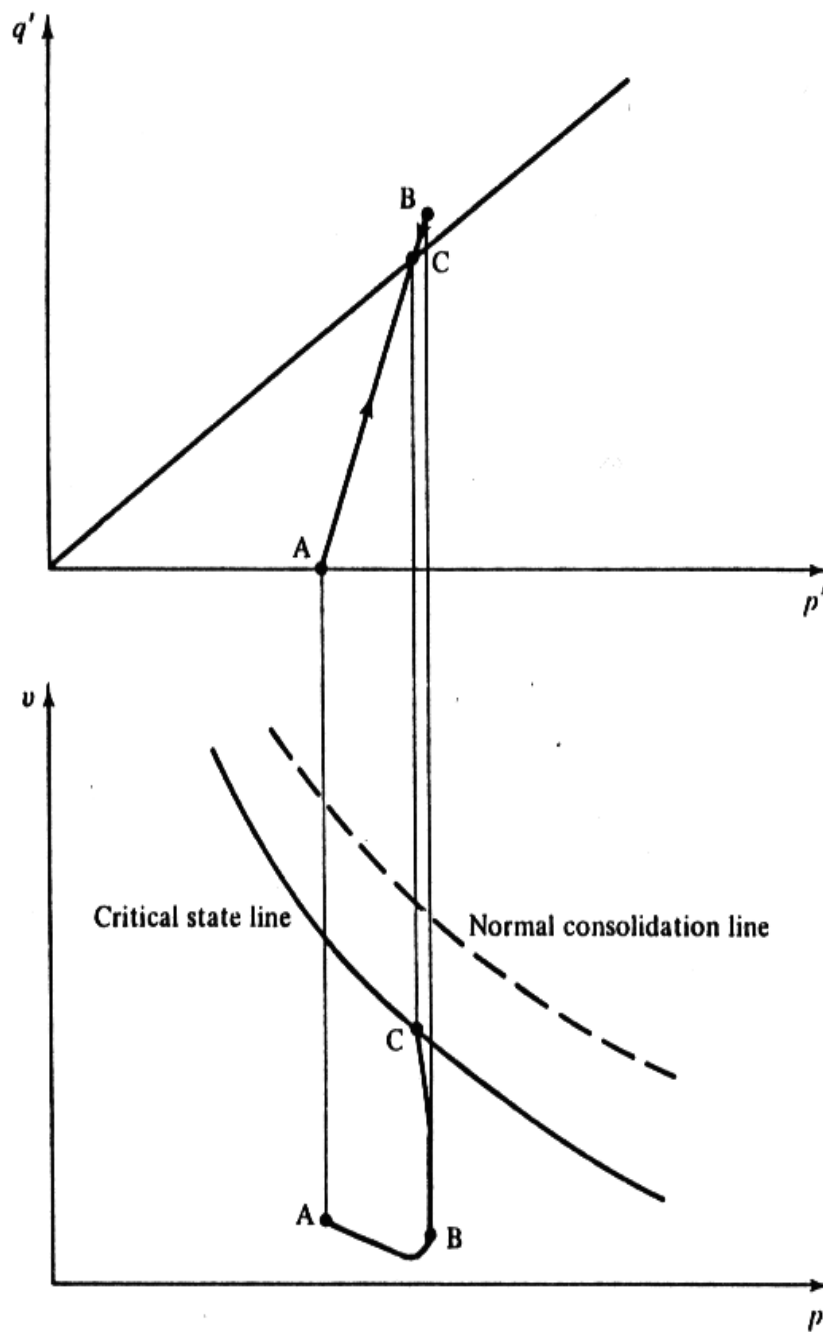
potlačená dilatance
→ pórové podtlaky



[1]

Hrubozrnná zemina

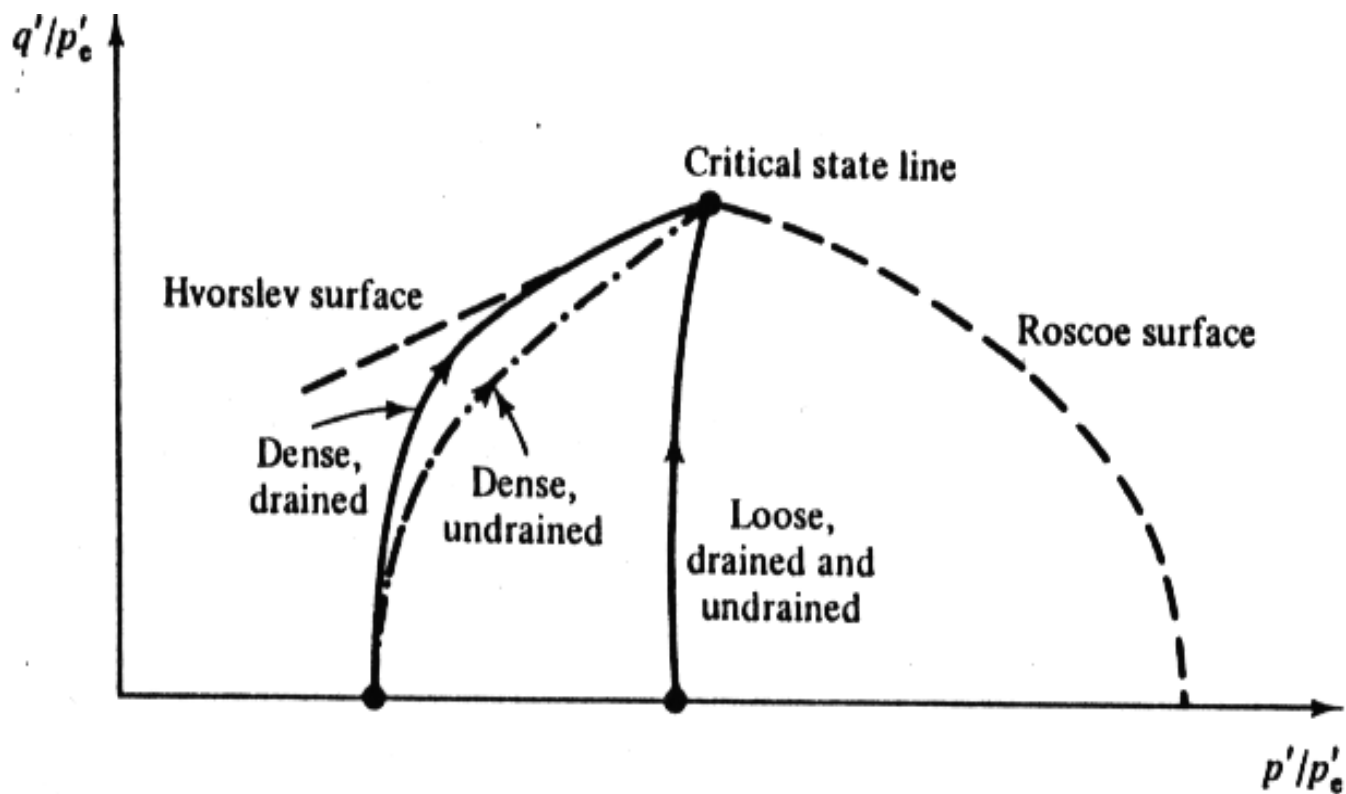
Drénovaná dráha
ulehlého písku



[1]

Hrubozrnná zemina

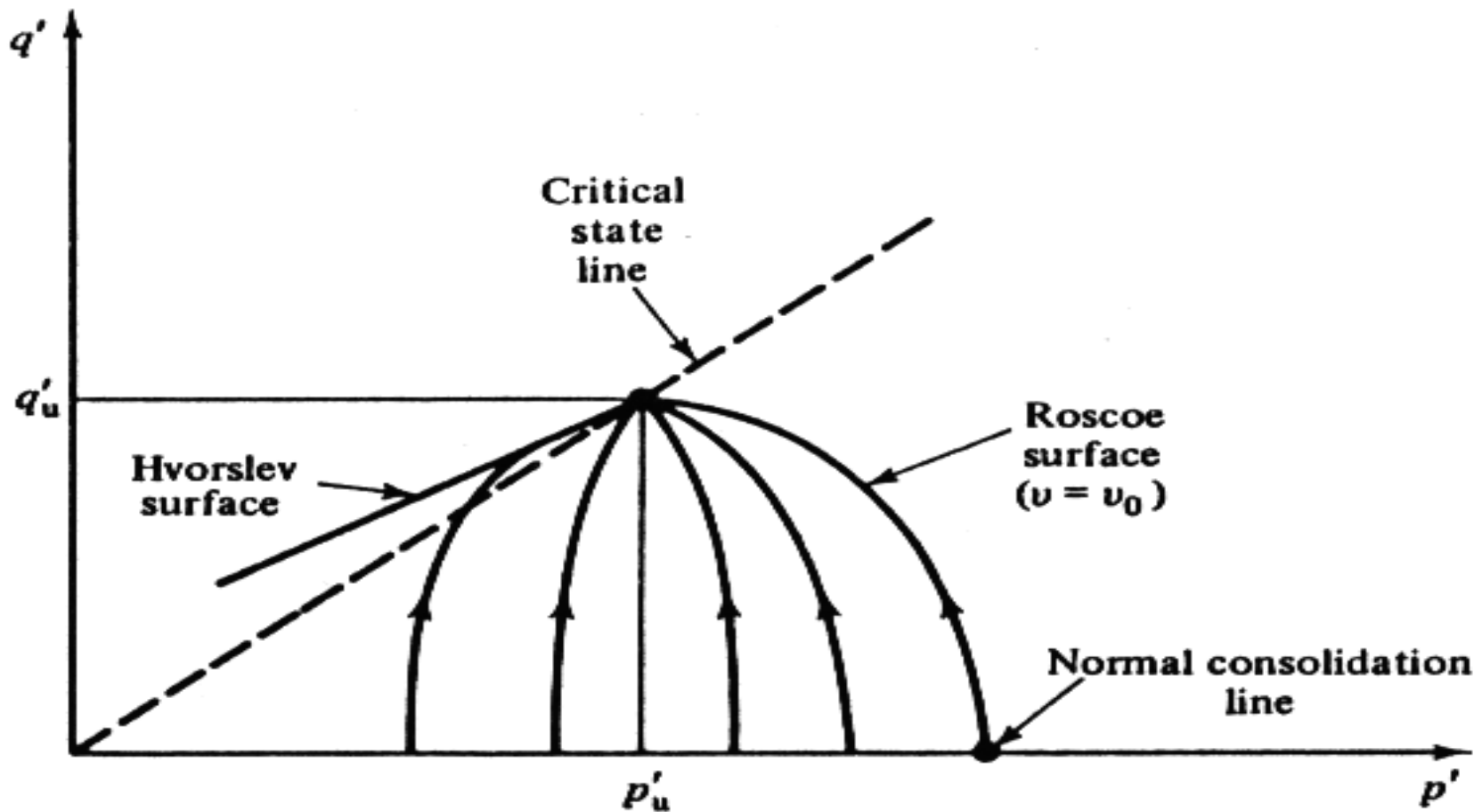
SBS písku (obtížná normalizace – plochá čára stlačitelnosti – malé λ ; C_c)



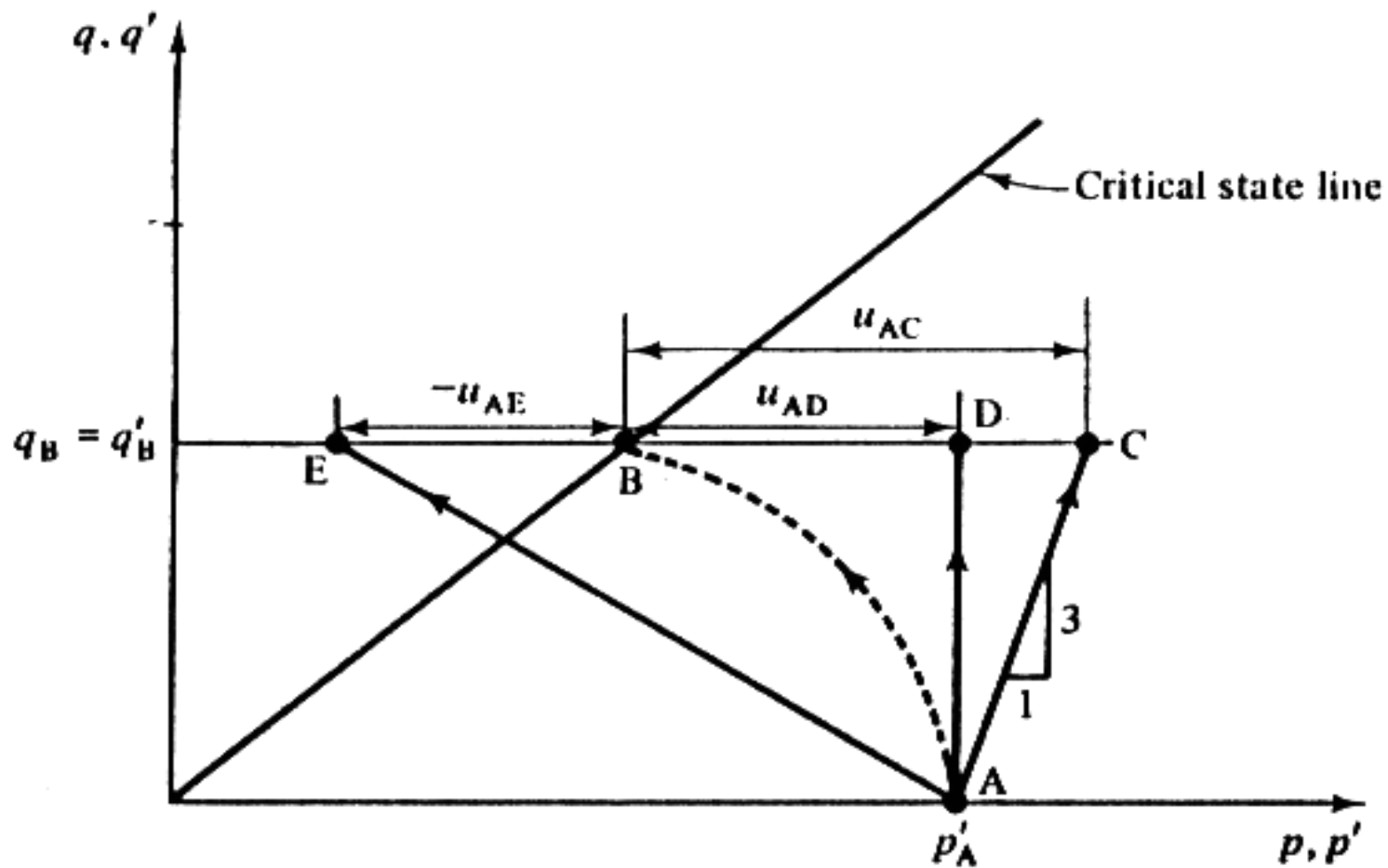
[1]

CSSM a neodvodněná pevnost

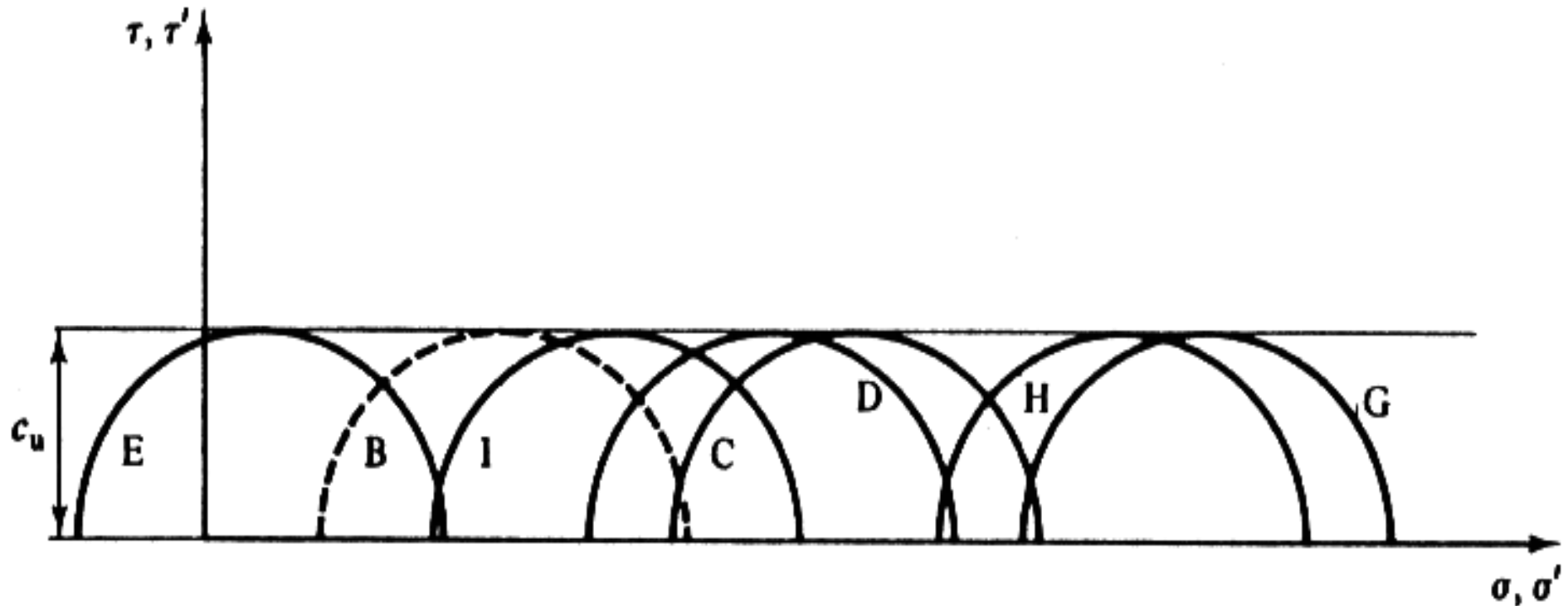
nezávislost s_u (tj. q_u') na dráze \leftarrow identické e (v, w)



nezávislost s_u (tj. q_u') na dráze
 různé pórové tlaky při porušení identických vzorků



nezávislost s_u (tj. q_u') na dráze
různé pórové tlaky při porušení identických vzorků
identické Mohrovy kružnice



Literatura použitá v prezentaci k tématu 1 (odkazy u obrázků)

- [1] Atkinson, J.H. and Bransby, P.L. (1978) The mechanics of soils. An introduction to critical state soil mechanics. McGraw-Hill, Maidenhead (UK).
- [2] Schofield, A. and Wroth, P. (1968) Critical state soil mechanics. McGraw-Hill, London.
- [3] Wood, D.M. (1990) Soil behaviour and critical state soil mechanics. Cambridge University Press.

Základní – povinná

- Atkinson, J. H. (2007) The mechanics of soils and foundations. 2nd ed. Taylor & Francis.
(několik výtisků je v knihovně geologické sekce; první vydání (1993) lze najít na i-netu)
Prezentace přednášek jsou na <http://natur.cuni.cz/~bohac/>

Rozšiřující (omezeně dostupná na oddělení IG)

- Terzaghi, K, Peck, R.B. and Mesri, G. (1996) Soil mechanics in engineering practice. J. Wiley & Sons.
- Tomlinson, M.J. (1995) Foundation design and construction. 6th ed, Longman/J. Wiley & Sons.
- Fleming W.G.K., Weltman A.J., Randolph, M.F. and Elson, W.K. (1994) Piling engineering. 2nd ed. Blackie A&P.