

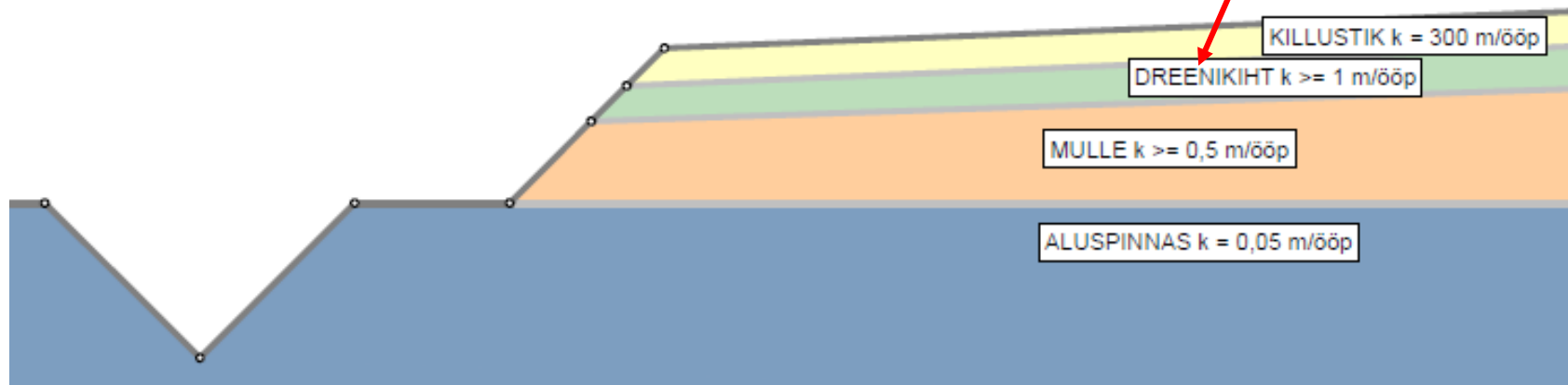
# Vee liikumine muldkeha veeküllastunud ja veeküllastama tsoonis

ASFALDILIIT

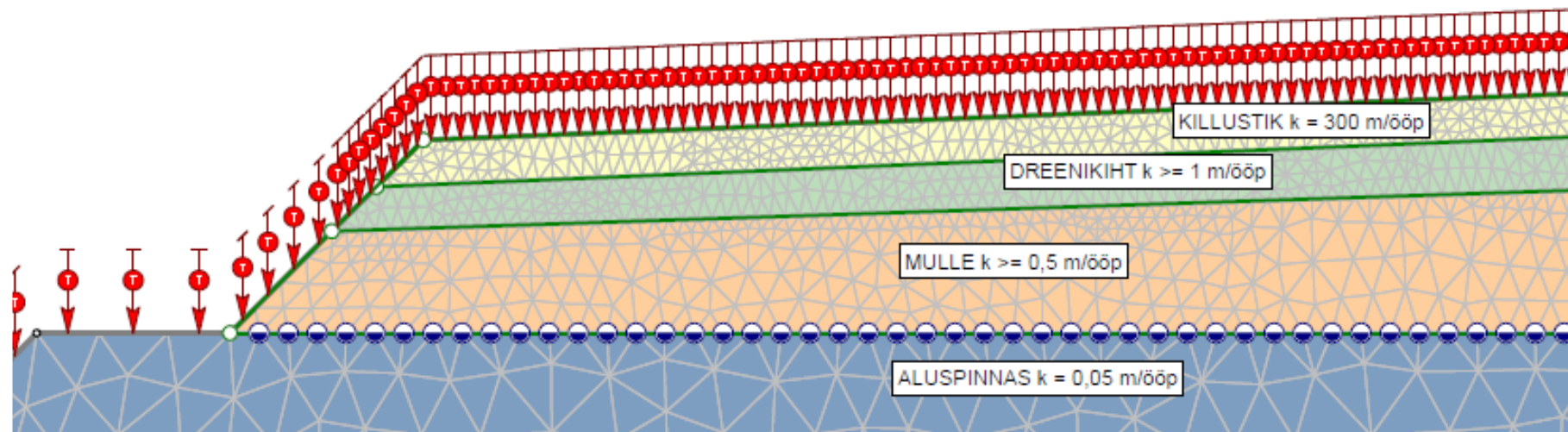
Tallinnas 05. novembril 2019.a.

**Table 2.2. AASHTO drainage recommendations for time to drain from 100 to 50 percent of the drainable water (FHWA, 1994; AASHTO, 1985).**

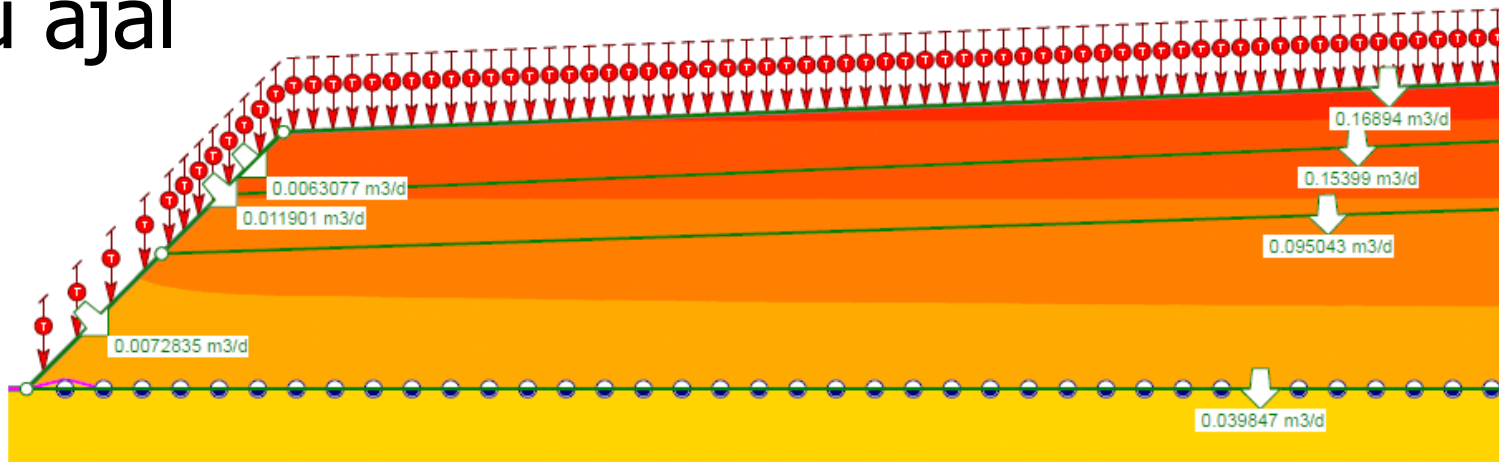
| Quality of Drainage | Time-to-Drain  |
|---------------------|----------------|
| Excellent           | 2 hours        |
| Good                | 1 day          |
| Fair                | 7 days         |
| Poor                | 1 month        |
| Very Poor           | Does not drain |



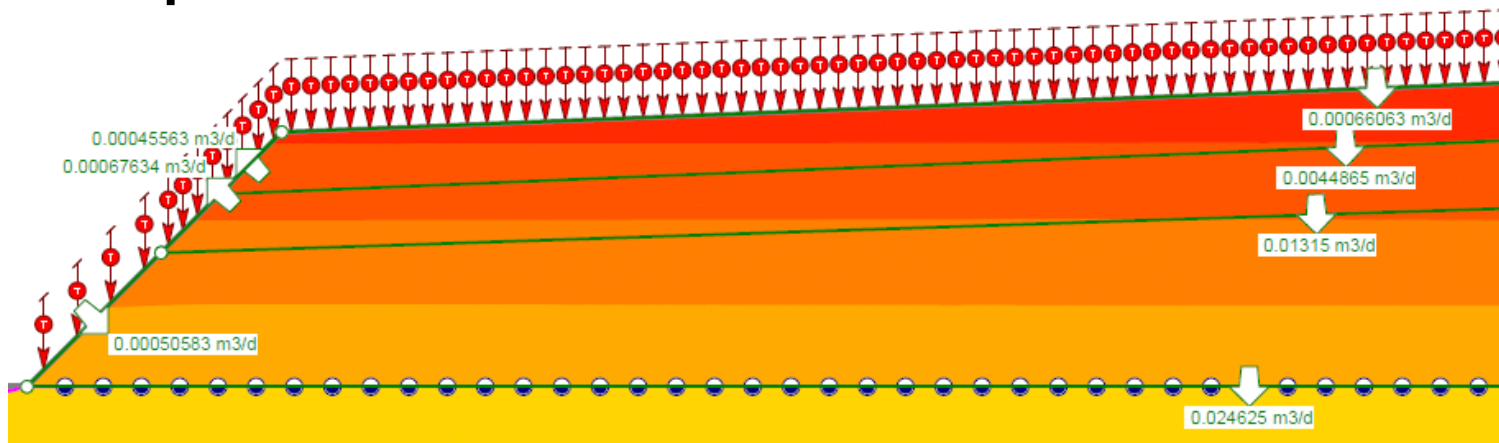
# Tavaline keskmine vihmaseadu Eestis, 2 tundi, intensiivsusega 20 mm/ööp



# Saju ajal

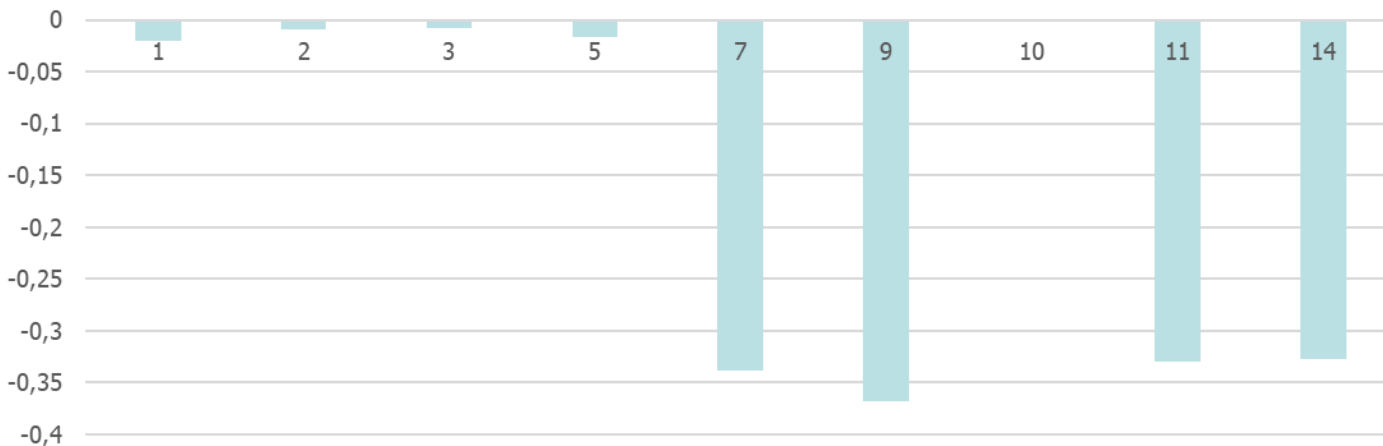


# 7 tundi peale sadu



## Vee väljavool :

horisontaalselt nõlvast      vertikaalselt läbi kihtide



Tavaliste sadude ajal vesi läbib mulde vertikaalselt, nõlvadelt horisontaalset väljavoolu praktiliselt ei ole



## Intensiivne sadu 25.-27.10.2019 – kokku 100...150 mm







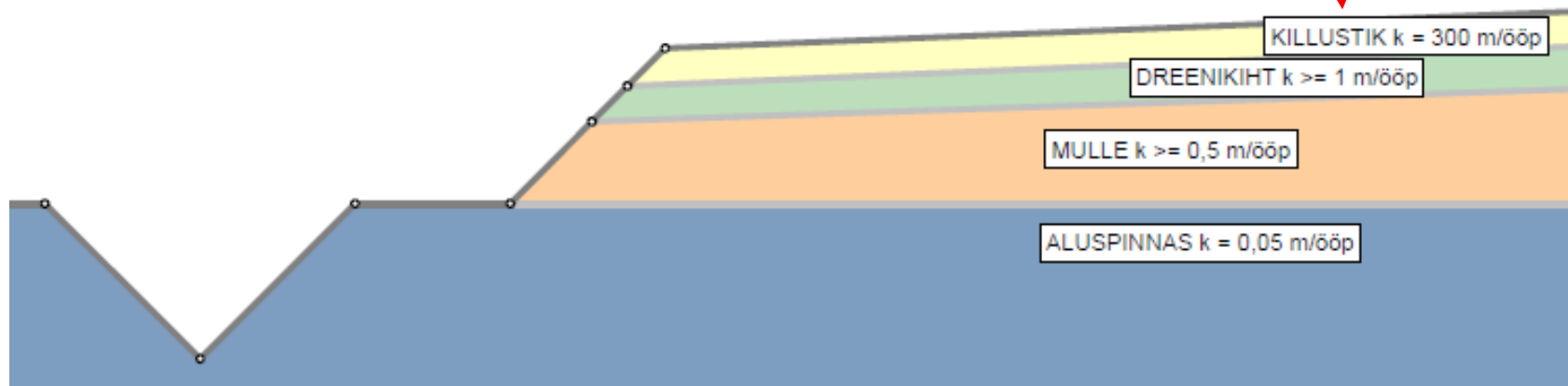
Foto 30.10

Sadu  
25-27.10

Intensiivsete sadude ajal vesi voolab nõlvadelt horisontaalset väljavoolu killustikust

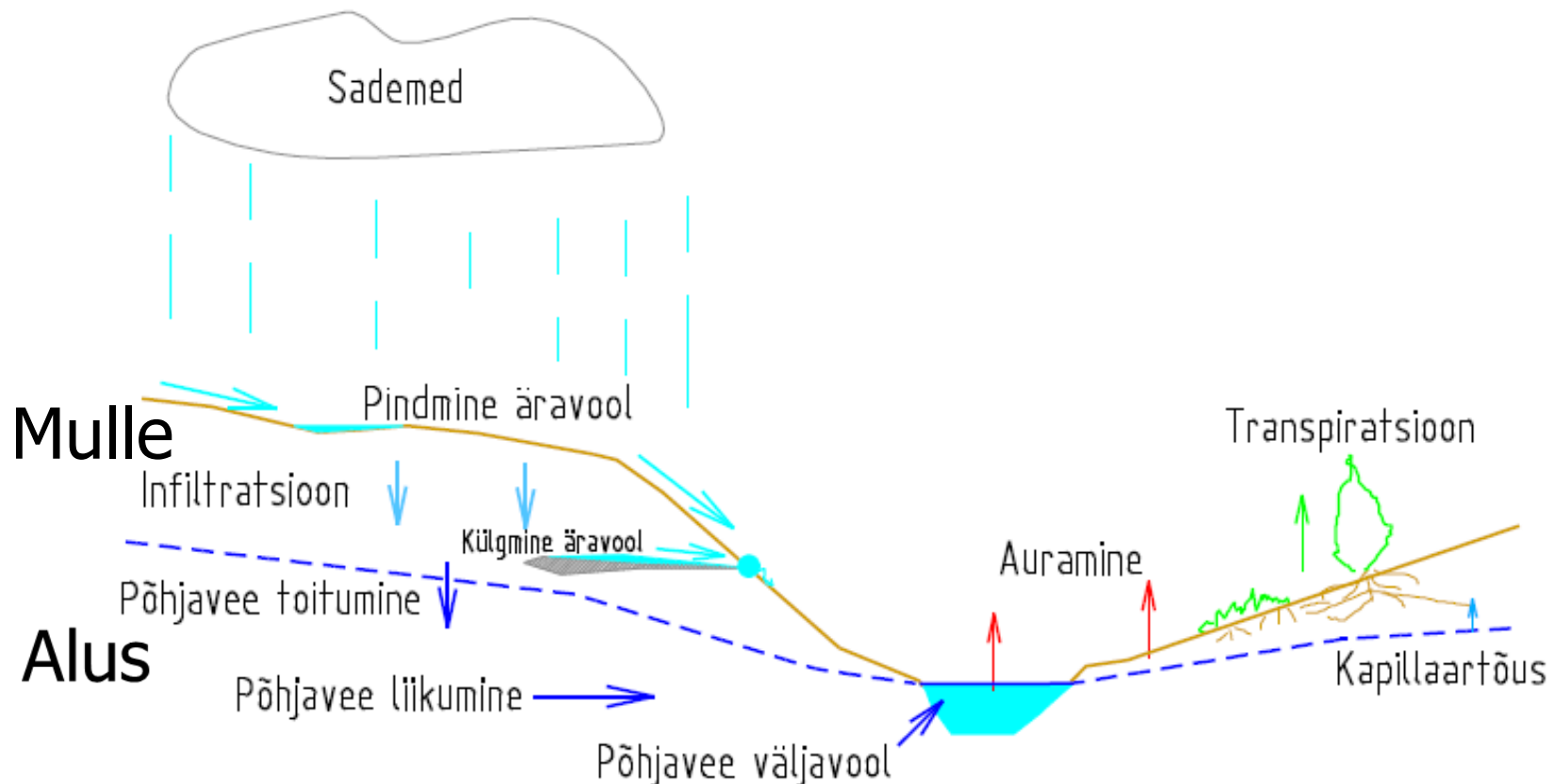
**Table 2.2. AASHTO drainage recommendations for time to drain from 100 to 50 percent of the drainable water (FHWA, 1994; AASHTO, 1985).**

| Quality of Drainage | Time-to-Drain  |
|---------------------|----------------|
| Excellent           | 2 hours        |
| Good                | 1 day          |
| Fair                | 7 days         |
| Poor                | 1 month        |
| Very Poor           | Does not drain |





# Vee liikumine pinnases (ja muldes)



# HÜDROGEOLOOGILISED VÖÖNDID

- Aeratsioonivöönd (vadoze zone)

maakoore osa, mis paikneb püsivast veetasemest kõrgemal

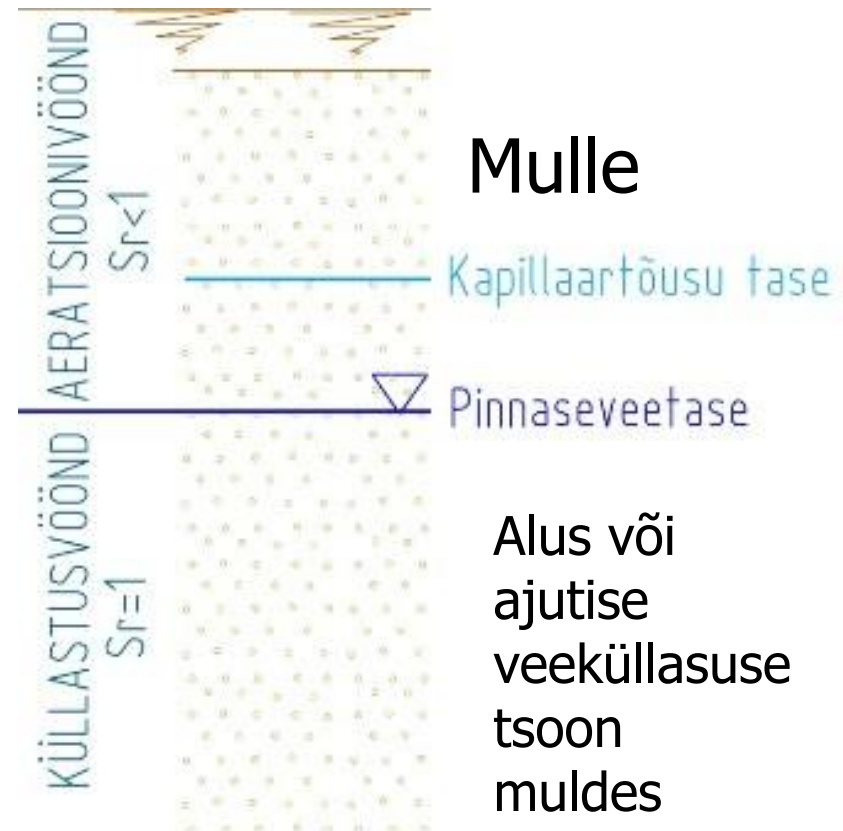
$S_r$  – küllastusaste, näitab pinnase pooride veega täidetust

–kapillaartõusu vöönd  $S_r \sim 1$

–Aeratsioonivööndis  $S_r < 1$

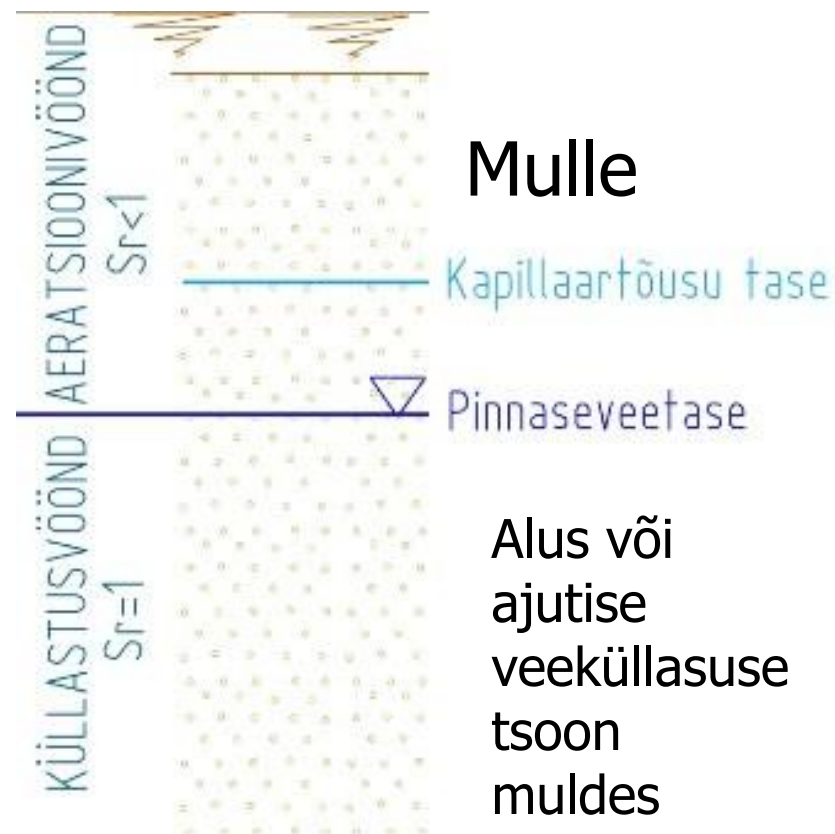
- Küllastusvöönd

püsivast veetasemest allpool paiknev maakoore osa, pinnasepoorid on veega täidetud  $S_r = 1$



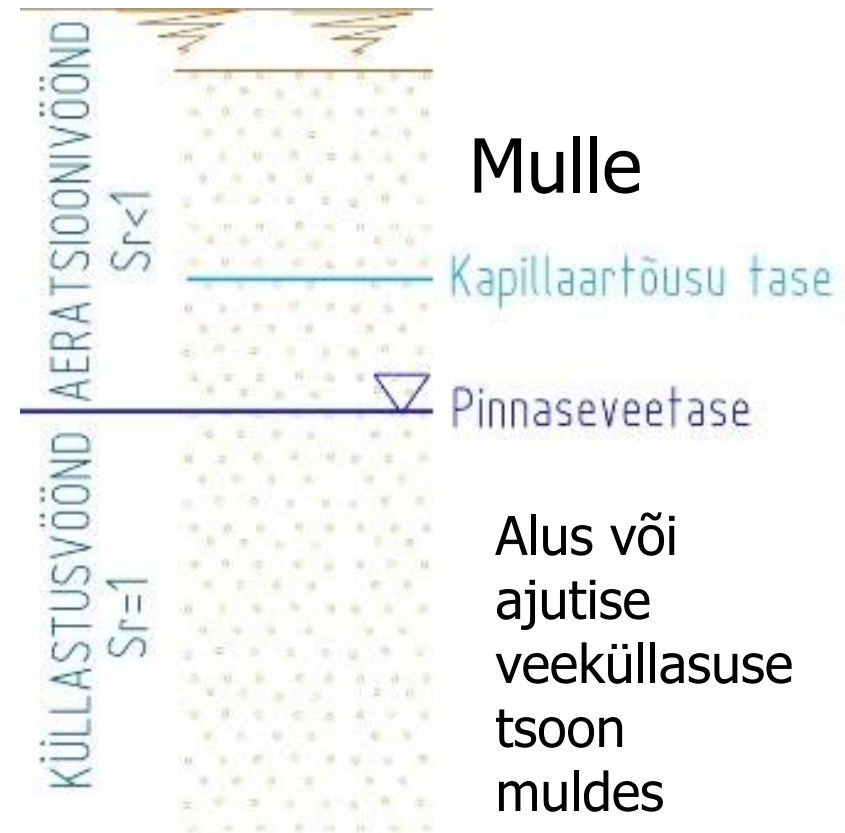
## VOOLU SUUND JA GRADIENT

- Aeratsioonivööndis toimub vee liikumine gravitatsioonijõu mõjul vertikaalsuunas ülalt alla gradiendiga  $i = 1$  (infiltratsioon) ja/või kapillaarjõudude toimel alt üles
- Vee liikumine küllastusvööndis toimub ainult kogurõhke erinevuse tõttu eri punktides, gradient tee kihtides ca  $i = 0,04...0,05$



# VOOLU RISTLÕIKE PINDALA VERTIKAALSEL JA HORISONTAALSEL VOOLAMISEL

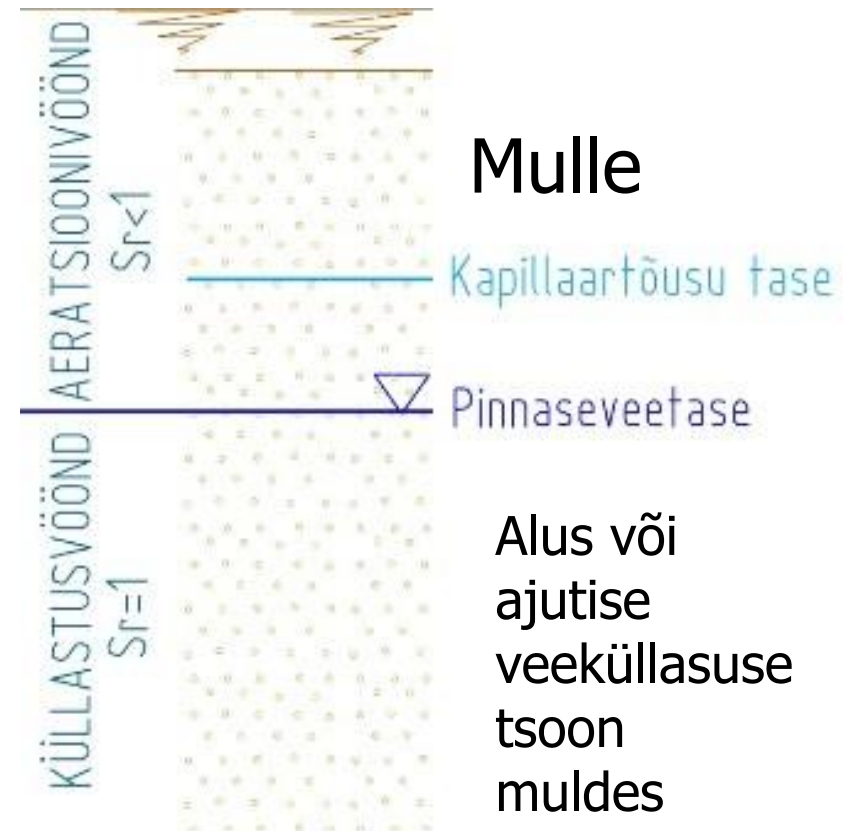
- Vee vertikaalse liikumise ristlõike pindala on muldes tee laius korda teelõigu pikkus, näiteks 10 m laiuse tee korral **10 m<sup>2</sup>** 1 m pikkuse lõigu kohta
- Vee horisontaalse liikumise ristlõike pindala on muldes **maksimaalselt** kihi paksus korda teelõigu pikkus, näiteks drenikihi puhul **0,2 m<sup>2</sup>** 1 m pikkuse lõigu kohta





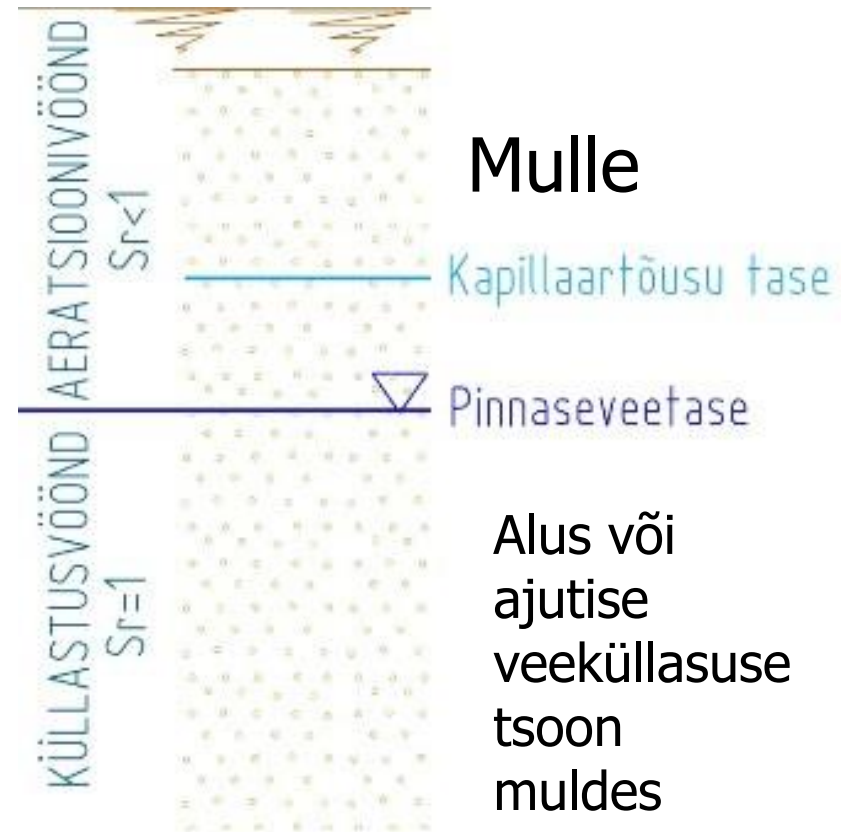
# VOOLUHULGAD VERTIKAALSEL JA HORISONTAALSEL VOOLAMISEL

- Vee kogus ajaühikus vertikaalsel voolamisel on  $Q = i * A * k = 1,0 * 10 \text{ m}^2 * k = 10 * k \text{ m/ööp}$
- Vee kogus ajaühikus horisontaalsel voolamisel on  $Q = i * A * k = 0,05 * 0,2 \text{ m}^2 * k = 0,01 * k \text{ m/ööp}$



# VERTIKAALSE VOOLAMISE TINGIMUSTE TEKKIMINE TEEMULDKEHAS

- Muldes peab tekkima (ajutine) veeküllastunud tsoon
- Tekkib kui alumine kiht ei suuda vertikaalselt nii palju vett ära juhtida, kui ülemine läbi laseb
- Sel juhul peab vertikaalne voolamine tagama võimalikult kiire vee välja voolamise
- Piisavalt kiire välja voolamise tagab vaid killustiku kiht ( **$k = 300 \text{ m/ööp}$** ) **NB**
- Mida kiiremini vertikaalne voolamine killustikus tekib, seda vähem vett infiltreerub muldesse

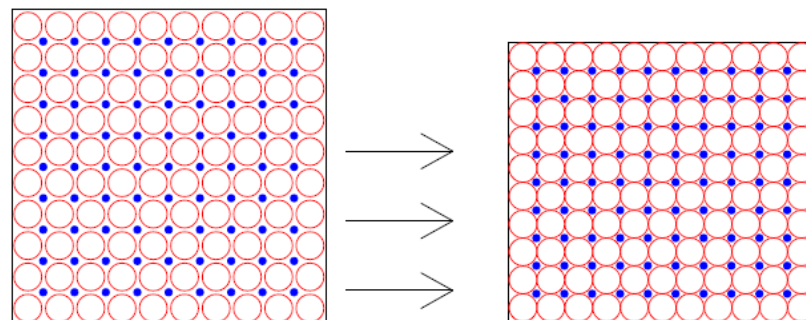
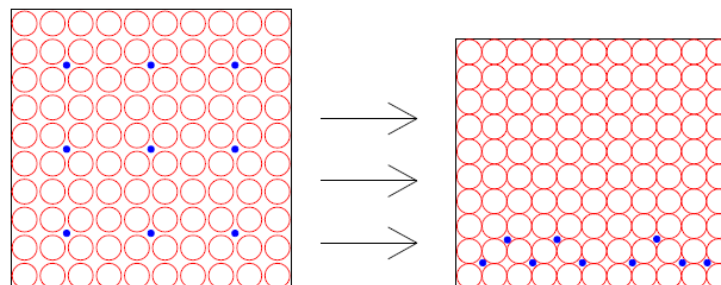


## VERTIKAALSE VOOLAMISE TINGIMUSTE TEKKIMINE TEEMULDKEHAS

- Mida kiiremini vertikaalne voolamine killustikus tekib, seda vähem vett infiltreerub muldesse
- Mida väiksem on filtratsioonimoodul vahetult killustiku all, seda kiiremini tekib killustikus vertikaalne vee välja voolamine.
- Seega peaks killustiku kihi all olema võimalikult väikese veejuhtivusega (filtratsioonimooduliga) külmakindlast materjalist või pinnasest kiht.

# VÄIKESE FILTRATSIOONIMOODULIGA KÜLMAKINDEL MATERJAL

- Suur poorsus ja filtratsioonimoodul
  - Väike elastsusmoodul suure poorsuse tõttu
  - Vett veeküllastuse korral poorides rohkem
- 
- Väike poorsus ja filtratsioonimoodul
  - Suur elastsusmoodul väikese poorsuse tõttu
  - Vett veeküllastuse korral poorides vähem



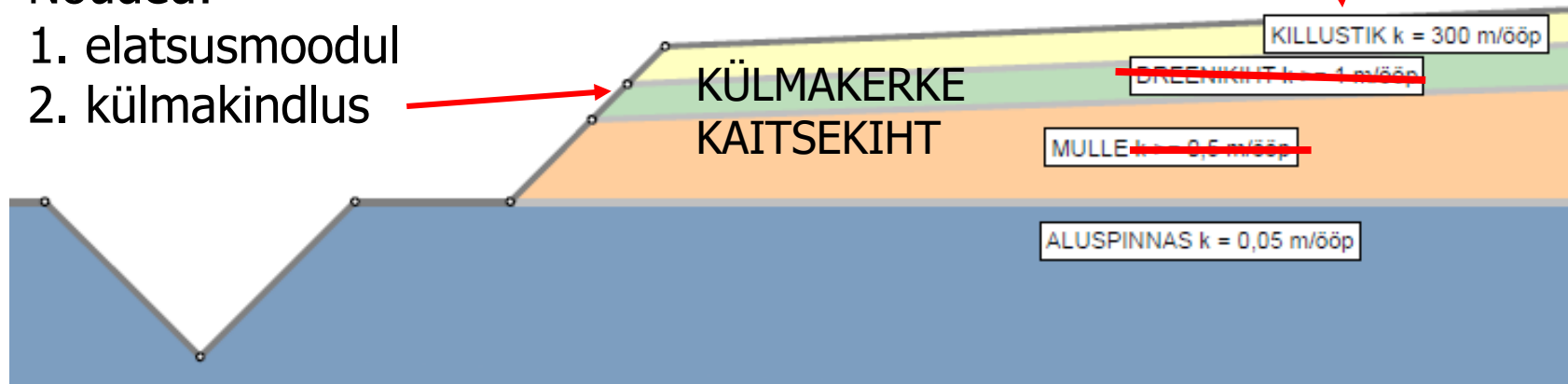


**Table 2.2. AASHTO drainage recommendations for time to drain from 100 to 50 percent of the drainable water (FHWA, 1994; AASHTO, 1985).**

| Quality of Drainage | Time-to-Drain  |
|---------------------|----------------|
| Excellent           | 2 hours        |
| Good                | 1 day          |
| Fair                | 7 days         |
| Poor                | 1 month        |
| Very Poor           | Does not drain |

Nõuded:

1. elatusmoodul
2. külmaskindlus





Loodusseadused ja inimeste seadused