

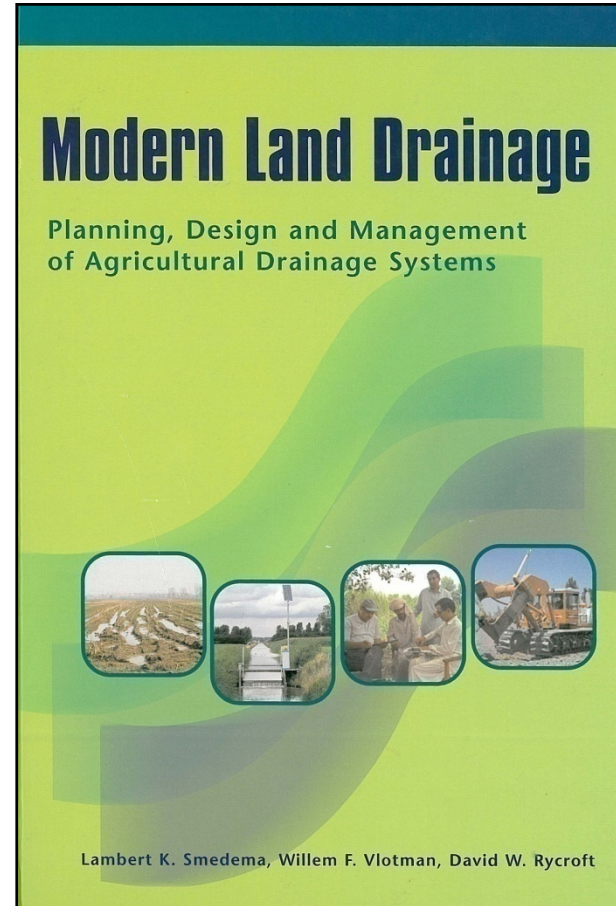
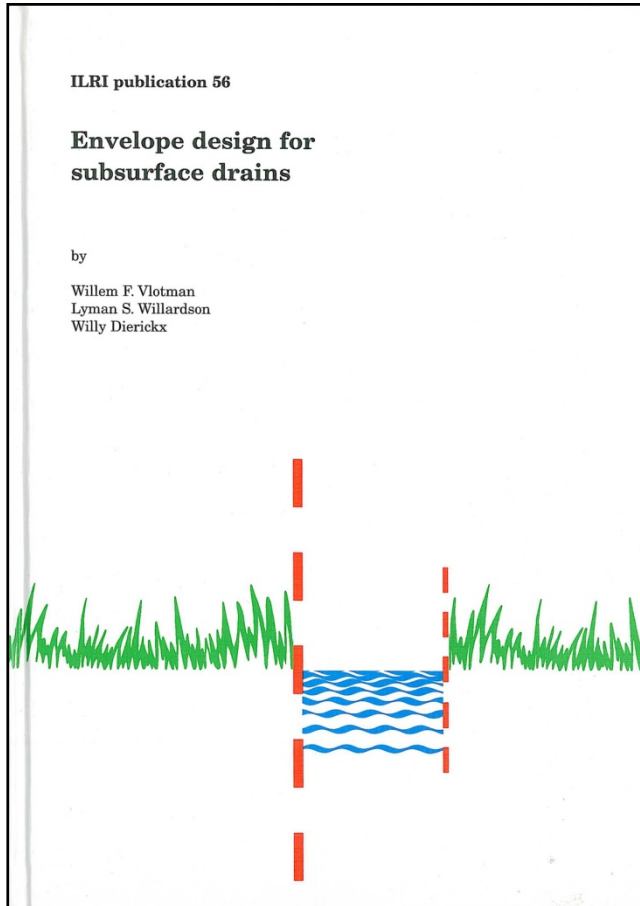
## Salaojateknikoiden neuvottelupäivät

4 - 6.12.2008

# Ojaväli ja ympärysaine

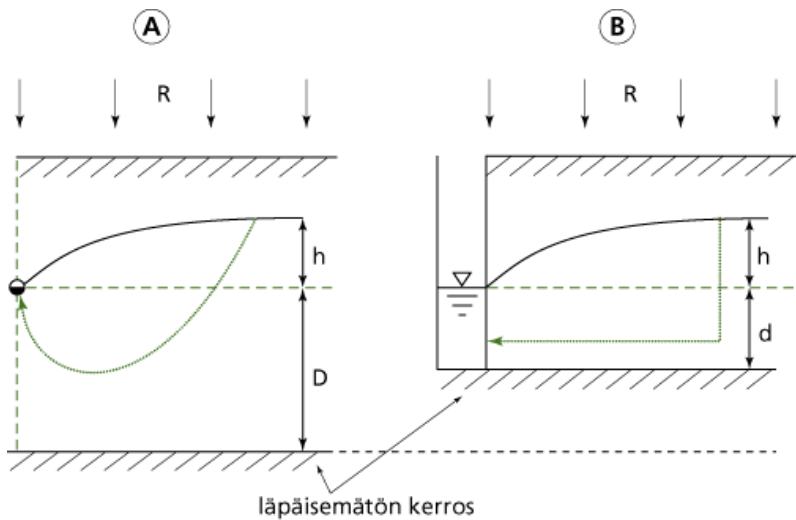
- teorian kertausta ja kansainvälistä tutkimustietoa

# Teorian kertauksen lähteinä uusimmat kansainväliset alan julkaisut



# Hooghoudtin peruskaava

$$q = \frac{8Kdh + 4Kh^2}{L^2}$$



Jossa:

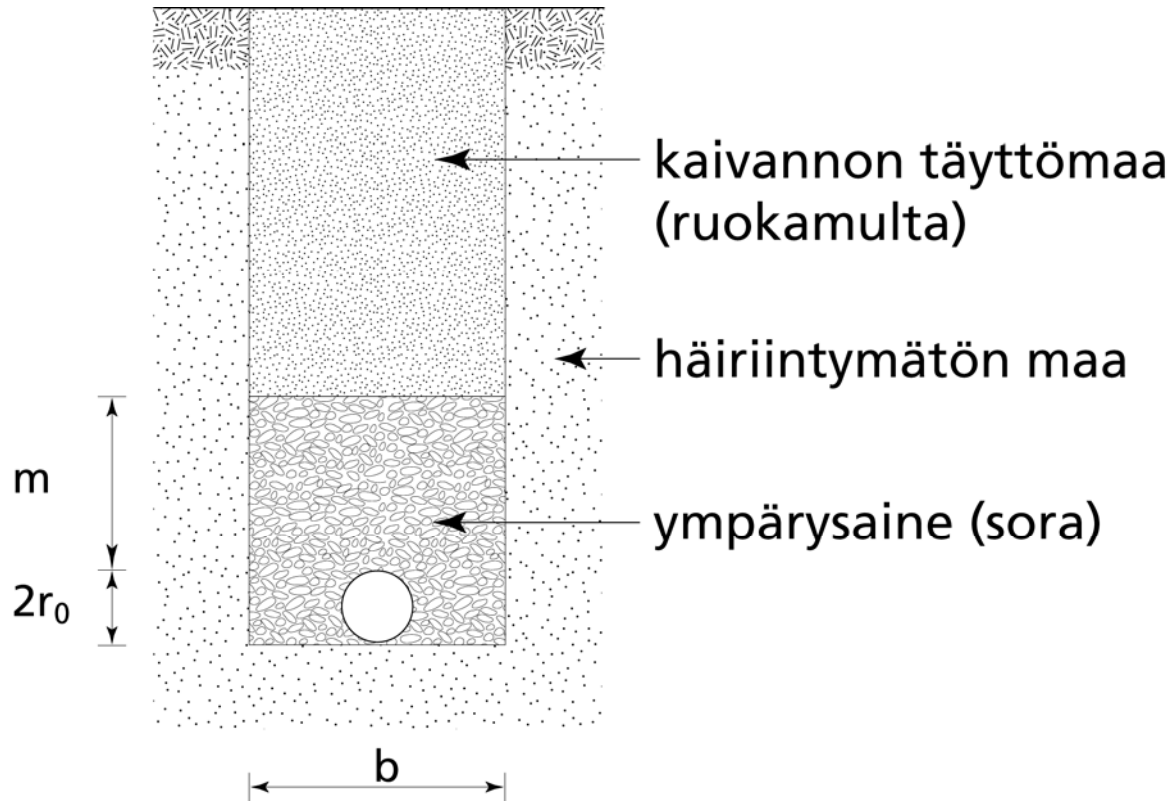
$q$  = mitoitusvirtaama

$K$  = maaperän hydraulinen johtavuus

$D$  = läpäisevän kerroksen ekvivalentti syvyys, johon vaikuttaa myös putken tehollinen halkaisija eli putki ja sen ympärysaine

$H$  = pohjaveden korkeus salaojien välissä

$L$  = ojaväli



**Tehollinen putkikoko =**  $u = b + 2(2r_0 + m)$

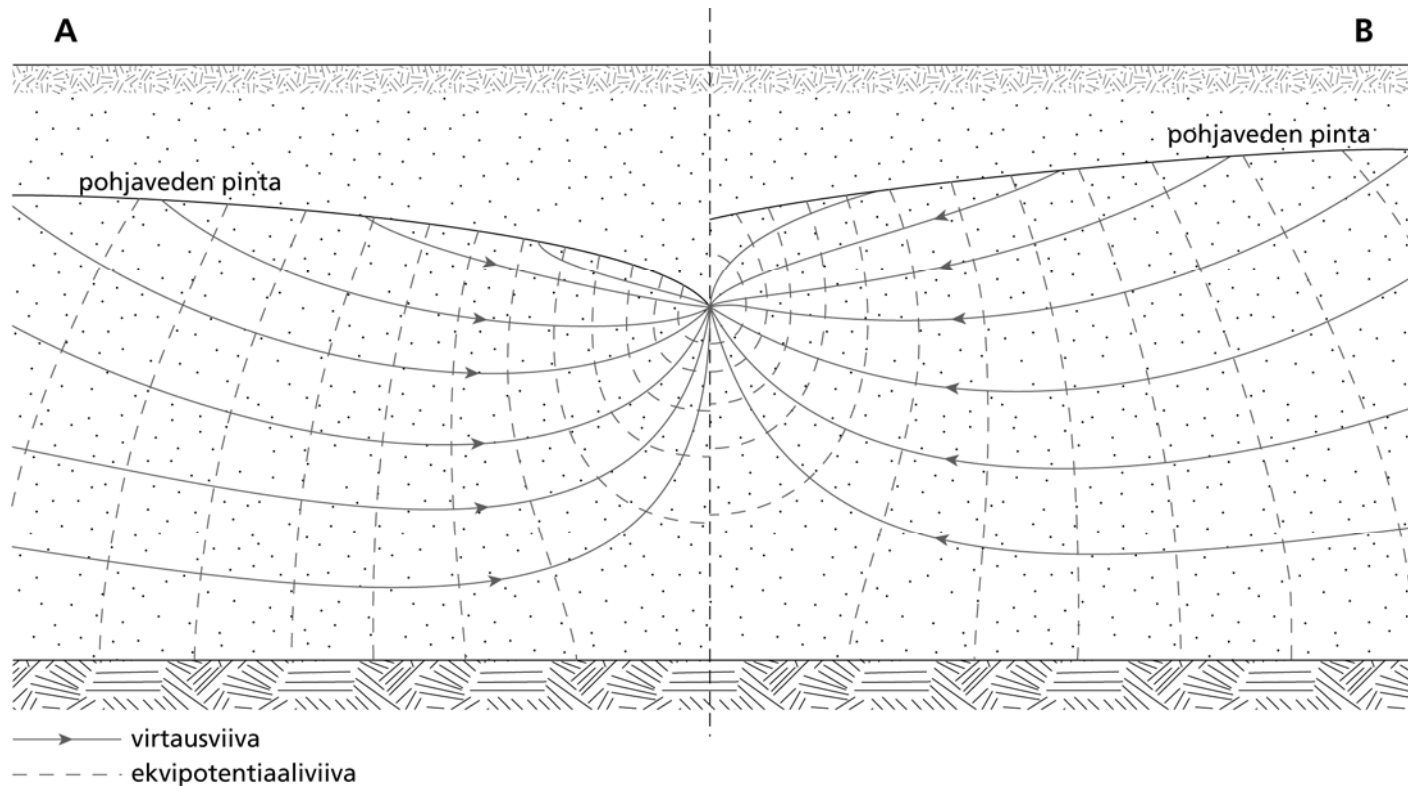
$$q = \frac{8Kdh + 4Kh^2}{L^2}$$

## Kaavan logiikka vaikuttaa siten, että jos

- mitoitusvalumaa ( $q$ ) suurennetaan, se pienentää ojaväliä ( $L$ )
- läpäisevän kerroksen ekvivalenttisyvyyttä ( $d$ ) pienennetään, pienenee myös ojaväli ( $L$ )
- kuivavaraa ( $h$ ) lisätään, ojaväli ( $L$ ) pienenee
- hydraulinen johtavuus ( $K$ ) pienenee, ojaväli ( $L$ ) pienenee

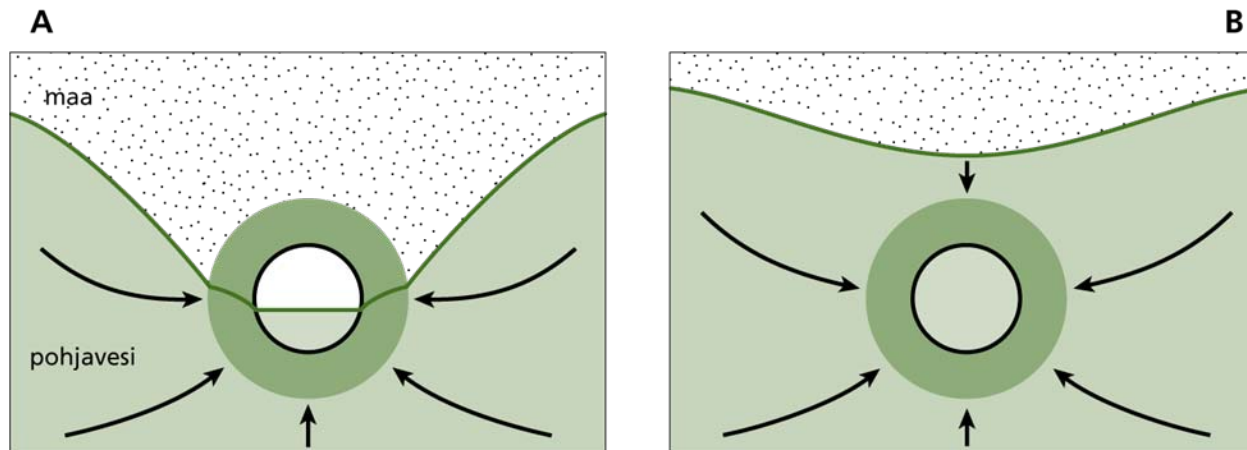
## Veden virtaus salaojaputkeen

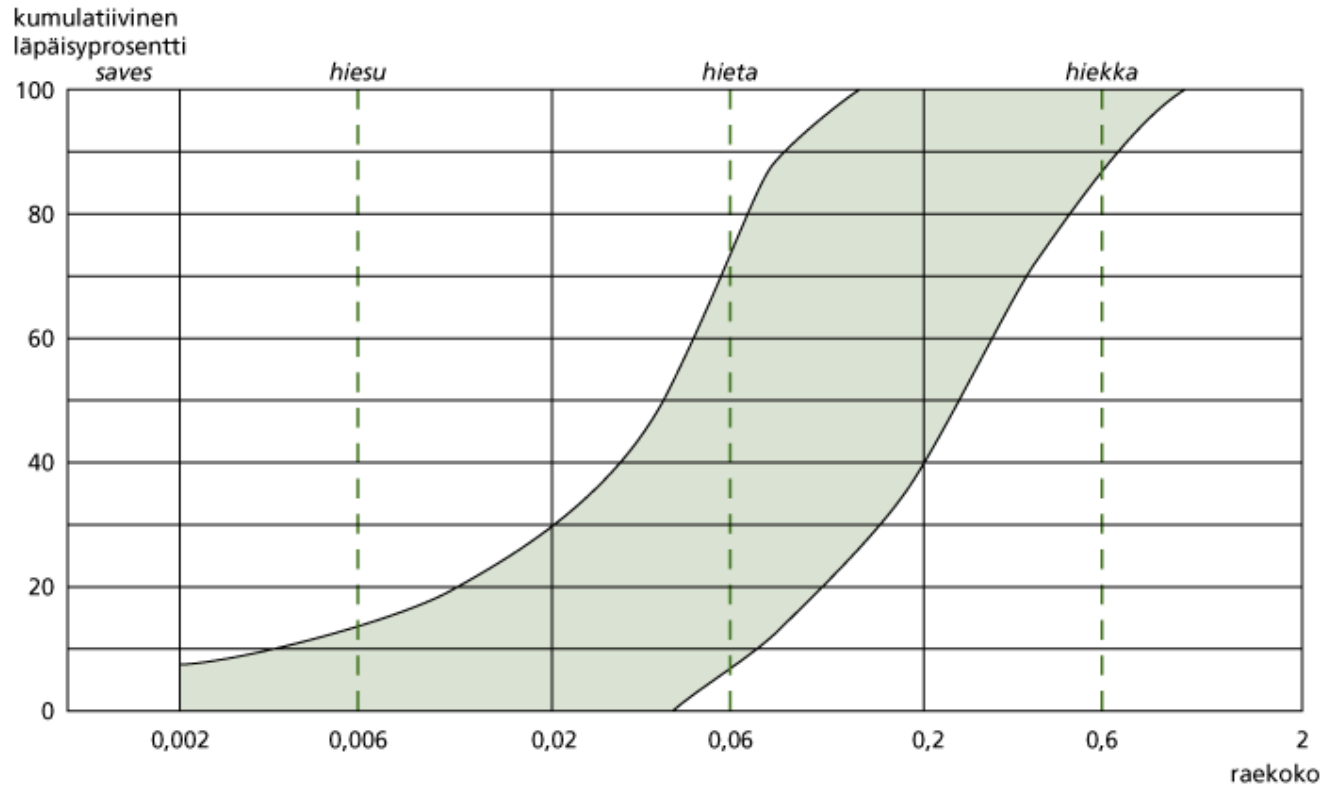
- Ekvipotentialiivat ilmaisevat veden energiataasoja putken suhteen.
- Kuvan vasen puoli (A) edustaa ideaalista tilannetta, jossa salaojaputkella ei ole sisääntulon virtausvastusta.
- Kuvan oikeapuoli (B) tilannetta, jossa putken reikien sijainnista syntyy sisääntulon virtausvastusta.



## Pohjaveden gradientti ja sen virtaus salaojaputkeen

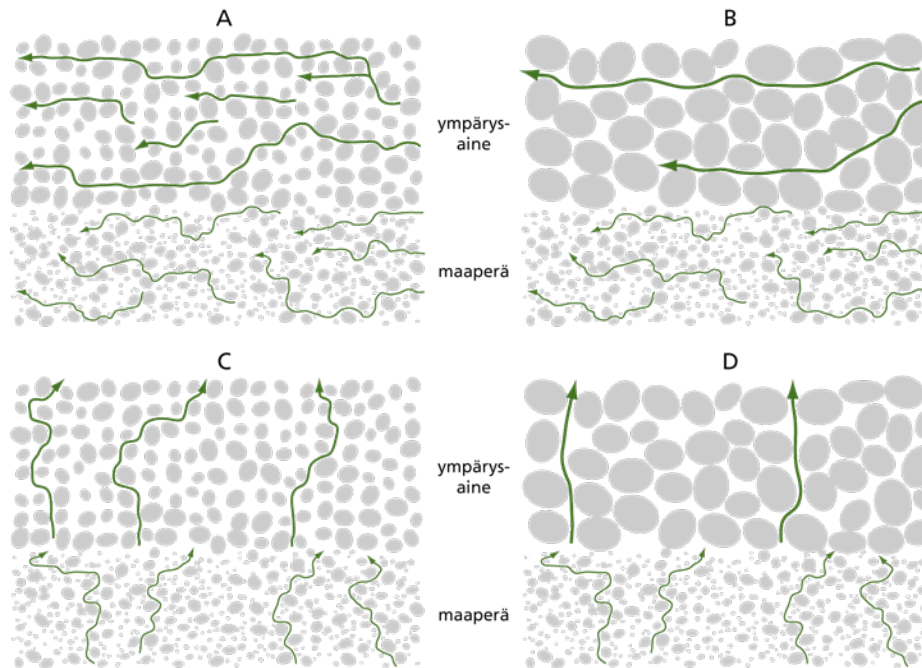
- Vasen kuva (A) edustaa tilannetta, jossa pohjaveden pinta on salaojasyvyudessa.
- Oikealla (B) oleva kuva tilannetta, jossa laskuaukko on veden alla tai putken kapasiteetti ei ole riittävä.





Kuvassa on tummennettuna esitetty niiden maalajien rakeisuuskäyrien alue, joilla ympärysaineen suodatinominaisuuden tarve on suurin.

Saveksen osuuden lisääntyminen vähentää suodatintarvetta. Kun sen osuus kasvaa yli 30 %, tarve on hyvin vähäinen.



Veden vaaka- ja pystyvirtausta perusmaan päällä olevien hienon ja karkean suodattimien rajapinnoissa.

A = Hieno ympärysaaine ja vaakavirtaus

B = Karkea ympärysaaine ja vaakavirtaus

C = Hieno ympärysaaine ja kohtisuora virtaus

D = Karkea ympärysaaine ja kohtisuora virtaus

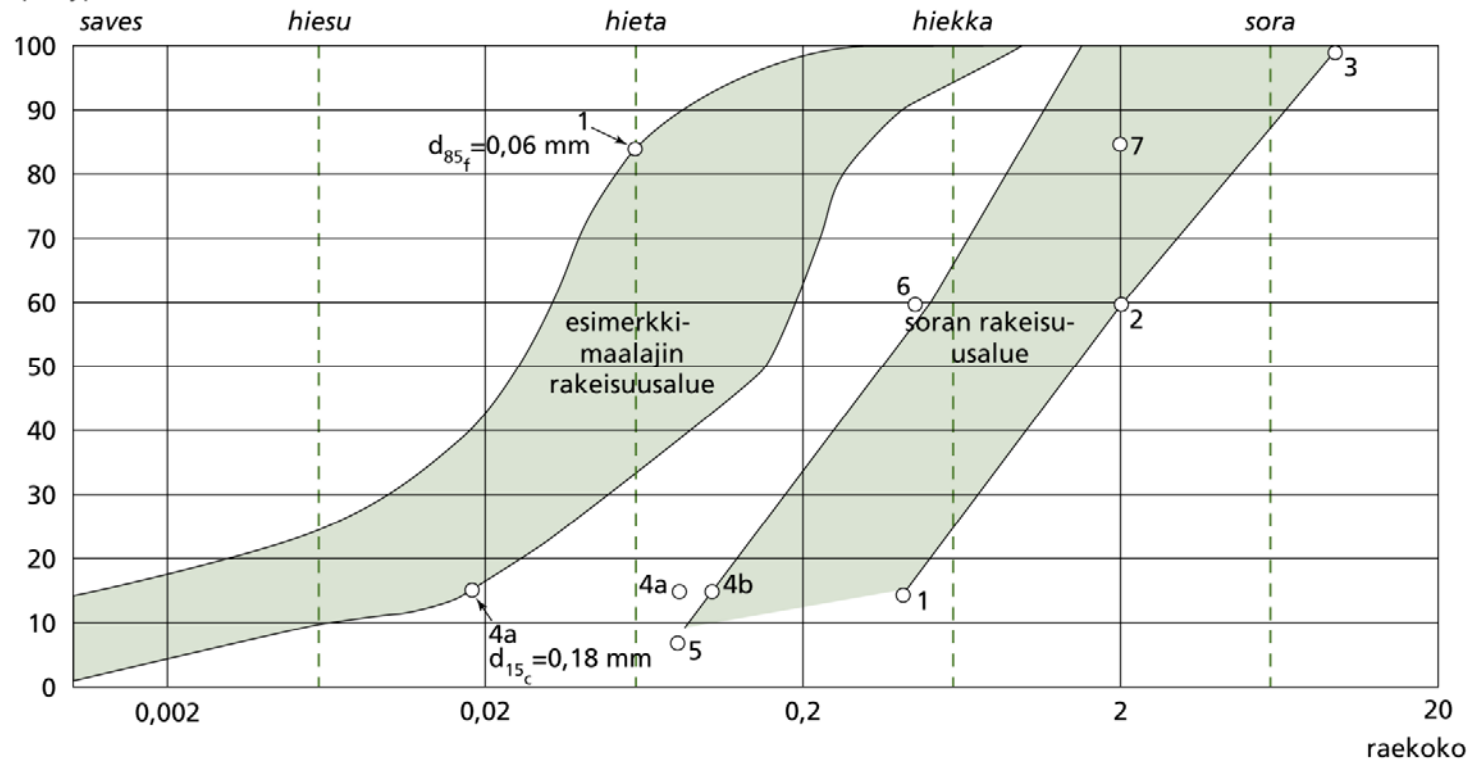
Kohtisuorassa on syytä huomata, että veden liikkuesssa alhaalta ylöspäin, se liikkuu painovoimaa vastaan. Sen liikkuesssa ylhäältä alaspäin, siihen kohdistuva voima on eri suuruusluokkaa.

## Salaojasoran raekokorajauksen määrittäminen esimerkkimaalajille

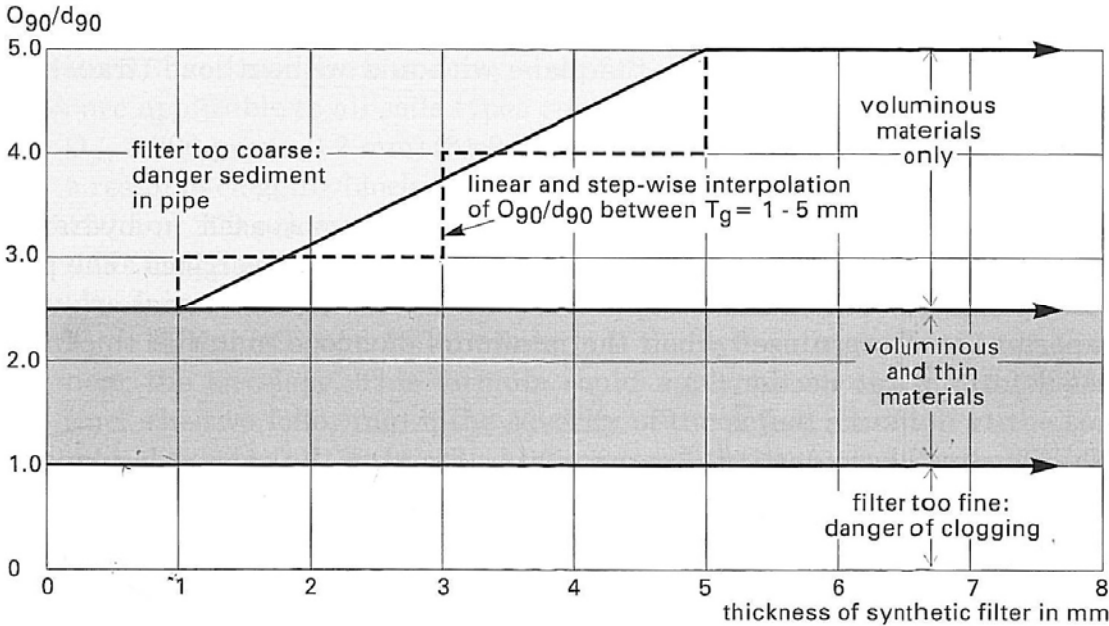
Tarkistuspisteinä on käytetty:

- |                           |                                    |                               |
|---------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| 1. $D_{15c} < 7 d_{85f}$  | 2. $D_{60c} = 5 D_{15c}$           | 3. $D_{100} < 9,5 \text{ mm}$ |
| 4a. $D_{15f} > 4 d_{15c}$ | 4b. $D_{15f} = D_{15c}/5$          | 5. $D_{5f} > 0,0074$          |
| 6. $D_{60f} = D_{60c}/5$  | 7. $D_{85} > D_{\text{reikäkoko}}$ |                               |

kumulatiivinen  
läpäisyprosentti



Esipäällysteen **suodatinominaisuuksien** soveltuvuus maalajeille määritellään esipäällysteen  $O_{90}$  huokoskoon ja maaperän  $d_{90}$  raekoon perusteella

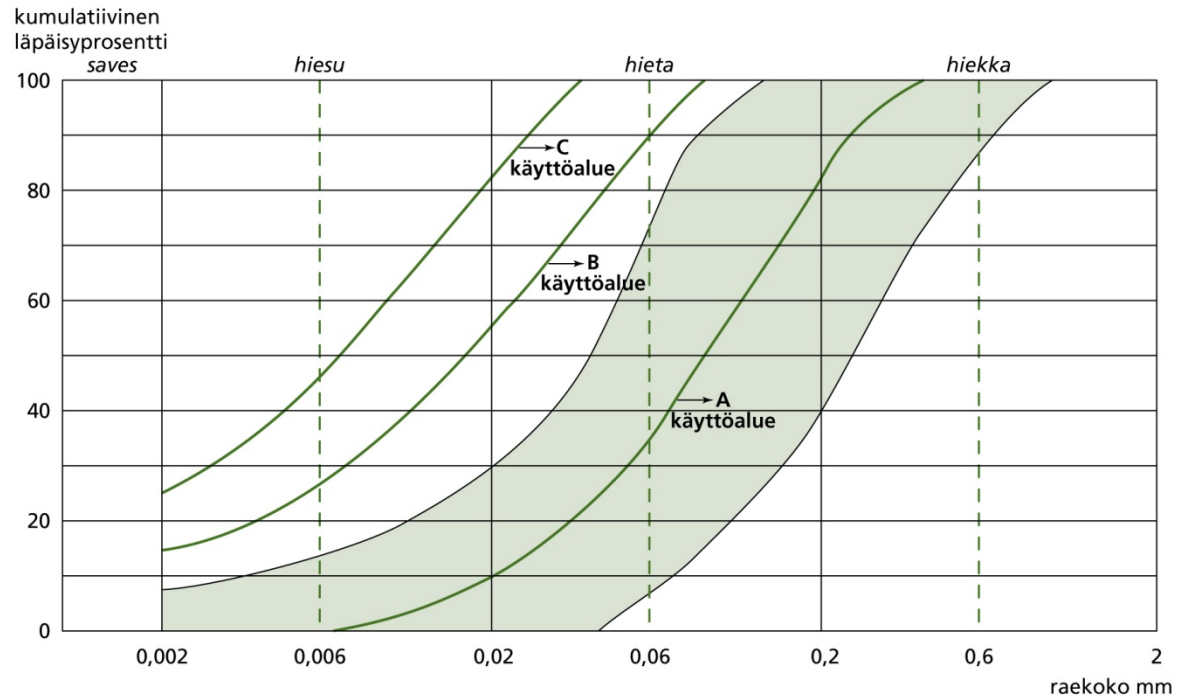


Esipäällysteen  $O_{90}$ -arvo ja sen ilmaisema **suodatinominaisuuden** riittävyys maaperän raekokojakautumalle.

A = Kookoskuitu  $O_{90}$  arvo 1,0 mm ja paksuus vähintään 3 mm

B = Kookoskuitu,  $O_{90}$  arvo 0,3 mm ja paksuus vähintään 3 mm

C = Osittain synteettinen ohut esipäällyste,  $O_{90}$  arvo 0,08 mm ja paksuus 0,3 mm



## Esipäällysteen **hydrauliset** ominaisuudet

- Keskeisin vedenläpäisevyyteen vaikuttava tekijä on huokoskokojakautuma
- $O_{90}$  huokoskoko tulisi olla vähintään 0,2 mm, vain hyvin rajatuissa olosuhteissa se saa olla 0,1 – 0,2 mm
- Esipäällysteen vedenjohtavuus tulisi olla vähintään kymmenkertainen maan vedenjohtavuuteen
- Pieni huokoskoko lisää esipäällysteen tukkeutumisriskiä ruostesaostumilla

## Esipäällysteen **paksuus**

- Esipäällysteiden standardeissa minimipaksuus on 3 mm

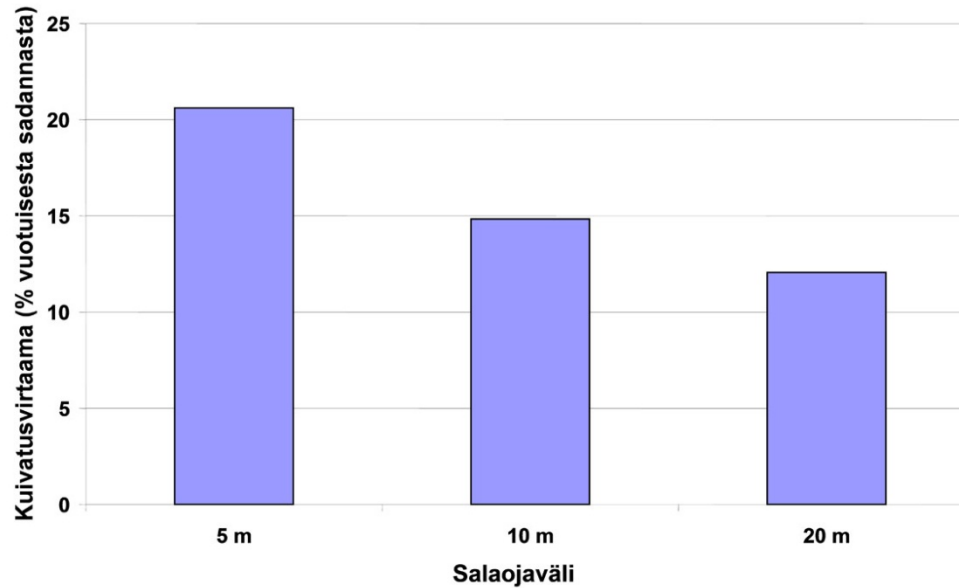
# IDW2008

*10<sup>th</sup> International Drainage Workshop of ICID  
Helsinki Finland - Tallinn Estonia  
6.-11. July 2008*



# Ojavälin vaikutus salaojavaluntaan Indianassa jaksolla 1985-1999

Koekentän maalaji on hienoa hietaa ja vuosisadanta seurantajaksolla keskimäärin 1120 mm

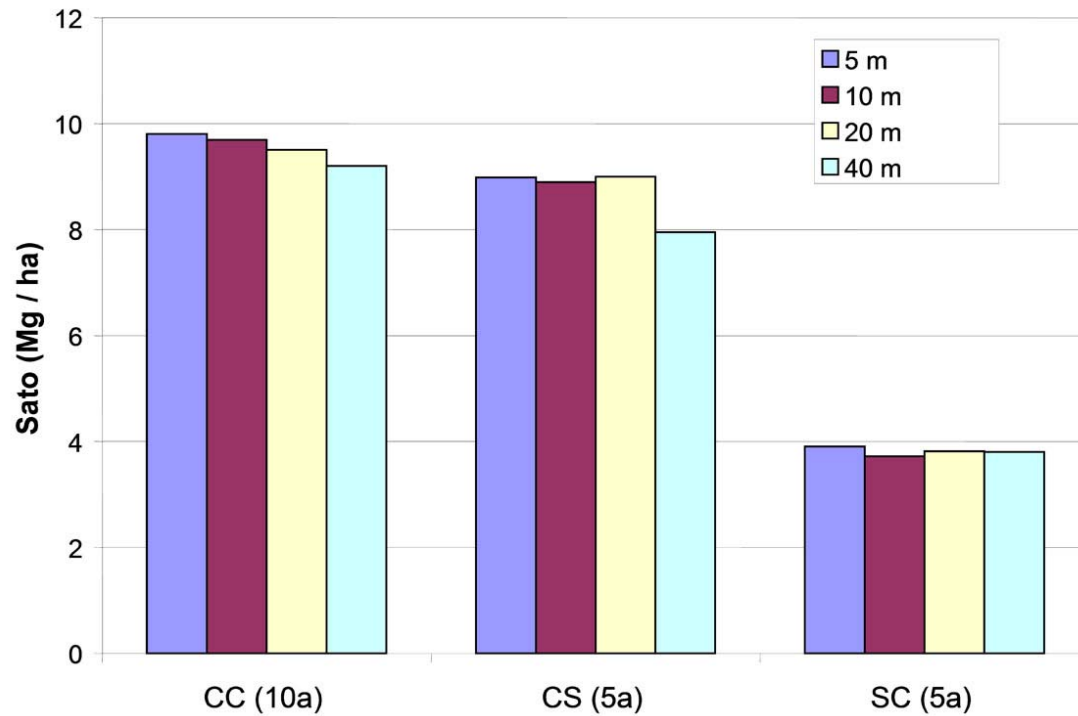


## Keskimääräiset sadot eri ojaväleillä

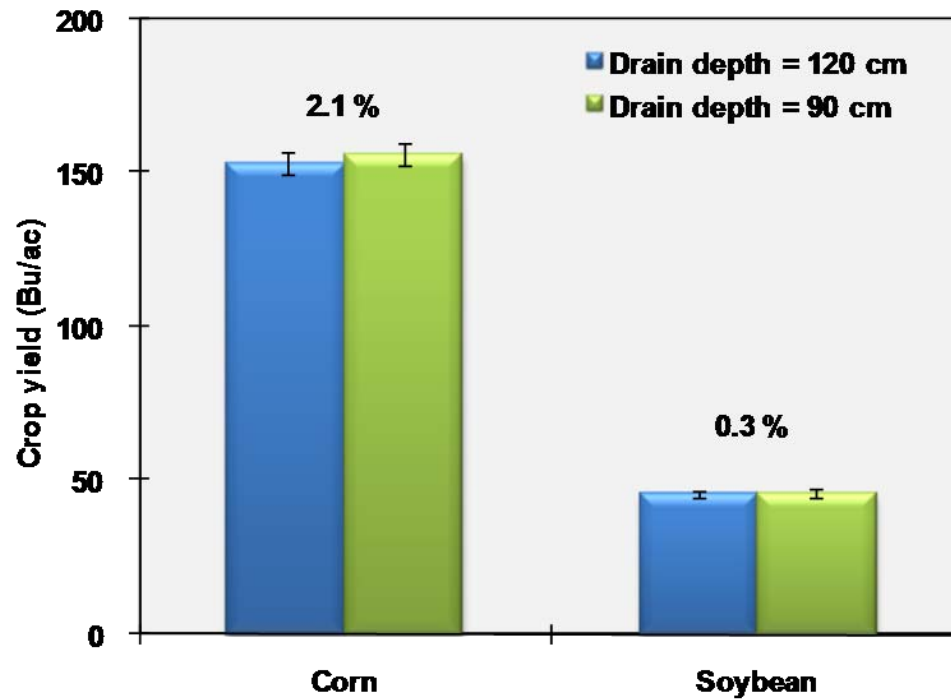
Vasemmalla (CC) on maissisadot pelkästään maissikierrolla

Keskellä (CS) maissin sadot soijapapu kierrolla

Oikealla (SC) soijapavun sadot maissikierrolla.



# Ojasyvyyden 120 ja 90 cm vaikutus maissin (corn) ja soijapavun (soybean) satotasoon Minnesotassa



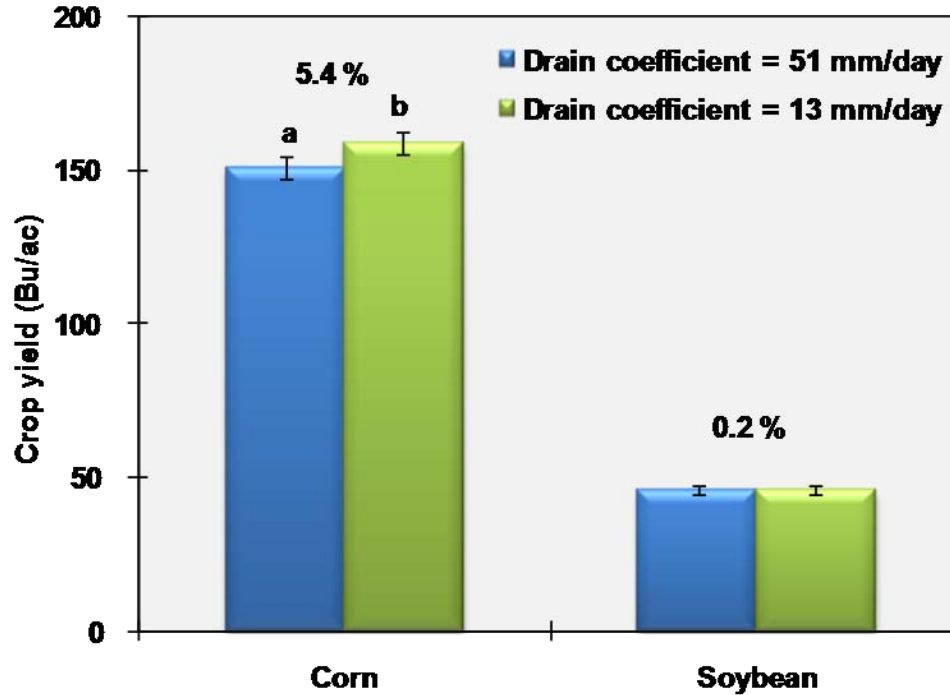
Sininen = ojasyvyys 120 cm ja vihreä = ojasyvyys 90 cm.

Maalajit hiuesavea ja hietasavea

Vuotuisen sadannan pitkänajan keskiarvo 880 mm, josta 60 % satoi huhti-elokuussa

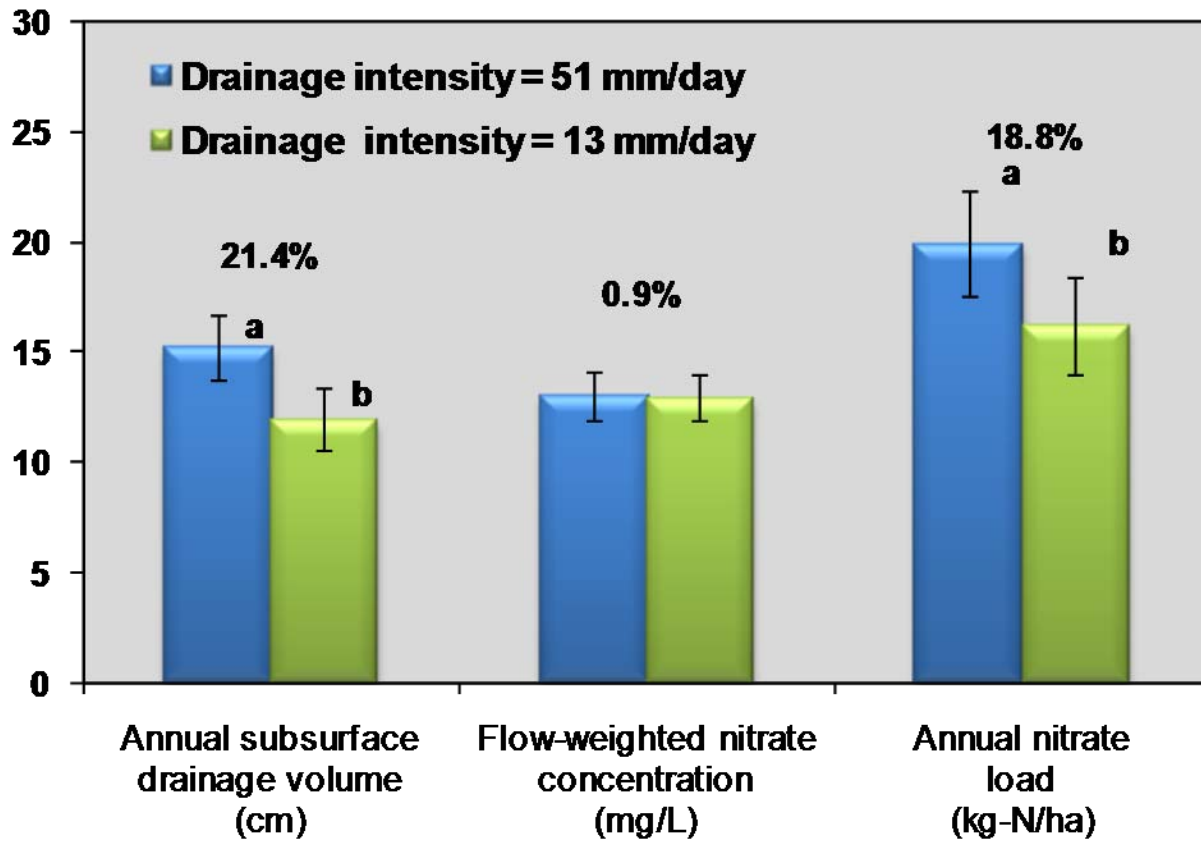
Koekenttä on perustettu 2001

## Ojavälin vaikutus satotasoon



Mitoitusvaluma 51mm/vrk (sininen) = ojavälit 9 ja 12 m

Vastaavasti 13 mm/vrk (vihreä) = ojavälit 18 ja 24 m



Ojavälin suhteellinen vaikutus (%) vuosittaiseen salaojavaluntaan (vasemmalla)

Valunnan nitraattitypen pitoisuuteen (keskellä) ja sen huuhtoumaan (oikealla).

Mitoitusvaluma 51mm/vrk = ojavälit 9 ja 12 m ja vastaavasti 13 mm/vrk = ojavälit 18 ja 24 m



Amerikkalainen ohje kuivatustehokkuuden ja  
vesiensuojelun yhteensovittamiseksi:

***Kuivata vain sen verran, kun on tarpeen  
kantavuuden ja sadon varmistamiseksi,  
ei tippaakaan enempää.***