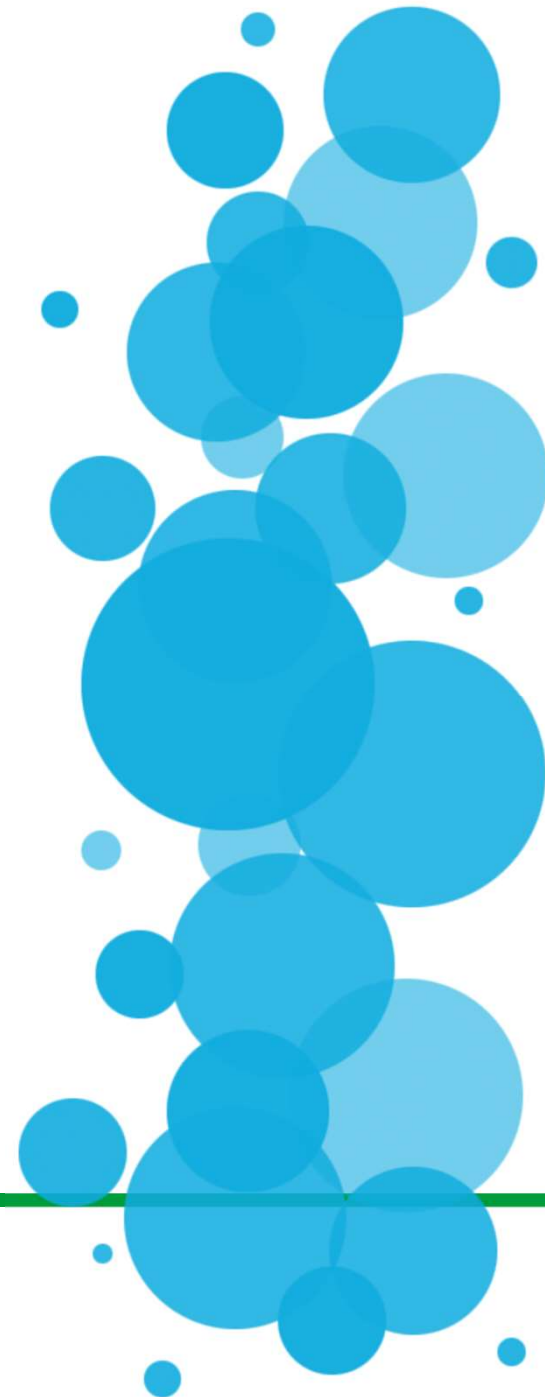


ENV-C2003

Vesi- ja ympäristö- tekniikka

Harjoitus 2: Hydrologinen kierto

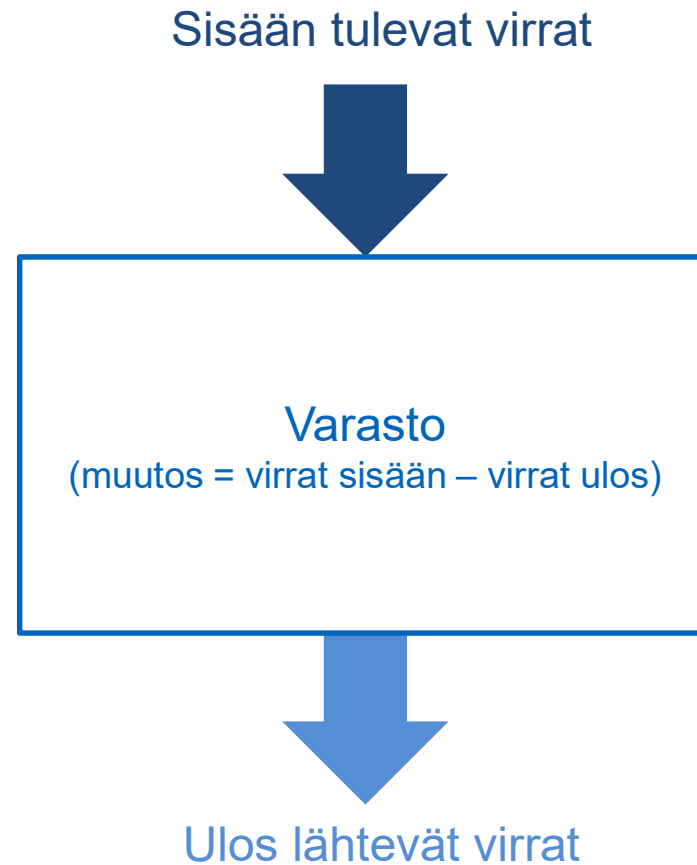
6.10.2021



Harjoitusten aikataulu

Aika	Paikka	Teema
Ke 22.9. klo 10.15-12	Teams	1) Globaalit vesikysymykset
<i>Ke 29.9. klo 10.15-12</i>	<i>Teams</i>	<i>1. harjoituksen laskutupa</i>
Ke 6.10 klo 10.15-12	Teams	2) Hydrologinen kierto (+ H1 DL klo 10)
<i>Ke 13.10 klo 10.15-12</i>	<i>Teams</i>	<i>2. harjoituksen laskutupa</i>
Ke 20.10. klo 10.15-12	Teams	3) Hydraulikka ja veden laatu (+ H2 DL klo 10)
<i>Ke 27.10. klo 10.15-12</i>	<i>Teams</i>	<i>3. harjoituksen laskutupa</i>
Ke 3.11. klo 10.15-12	Teams	4) Vesihuoltotekniikka (Talousvesi) (+ H3 DL klo 10)
<i>Ke 10.11. klo 10.15-12</i>	<i>Teams</i>	<i>4. harjoituksen laskutupa</i>
Ke 17.11. klo 10.15-12	Teams	5) Vesihuoltotekniikka (Jätevesi) (+ H4 DL klo 10)
<i>Ke 24.11. klo 10.15-12</i>	<i>Teams</i>	<i>5. harjoituksen laskutupa</i>
Ke 1.12. klo 10.15-12	Teams	6) Kestävä kehitys (+ H5 DL klo 10)
<i>Ke 8.12. klo 10.15-12</i>	<i>Teams</i>	<i>(6. harjoituksen laskutupa tarvittaessa)</i>
Ke 15.12. klo 10		H6 DL klo 10

Taseajattelu



Vesitaseyhtälön perusmuoto

Sadanta

Valunta

$$P = E + Q + \Delta S$$

Haihdunta

Varaston
muutos

Huomioitavaa:

- Yksiköt
- Tarkasteluajanjakso
- Tarkastelualue
- Varaston muutoksen etumerkki

Mitä kierroksen tehtävissä tehdään?

- Tässä kierroksessa tutustutaan hydrologisiin laskentakaavoihin ja vesitaseen käyttämiseen
- Tavoitteena on laskea kuinka paljon erään järven vedenkorkeus muuttuu tarkasteltavan viikon aikana
- Huomaa, että kierroksen tehtävät käyttävät kuvitteellista tilannetta vaikka tarkastelun pohjaksi otetaan todellinen järvi
- Seuraavat kalvot esittävät tehtävien ratkaisemiseen tarvittavia kaavoja ja konsepteja

Aluesadannan arviointi

- Aluesadanta kuvaa tietyn alueen keskimääräistä sadantaa
- Voidaan arvioida mm. alueen sadeasemamittausten painotettuna keskiarvona

$$P = \sum k_i P_i$$

P	<i>Aluesadanta</i>
k_i	<i>Aseman i painoarvo</i>
P_i	<i>Aseman i sadanta</i>

- Lisää aluesadannan arvioinnista ja painoarvojen laskemisesta voit lukea lukupiirin 2 lisämateriaalista

Maavesi – hydraulinen korkeus

Hydraulinen korkeus

Painovoimapotentiaali

$$H = h + z$$

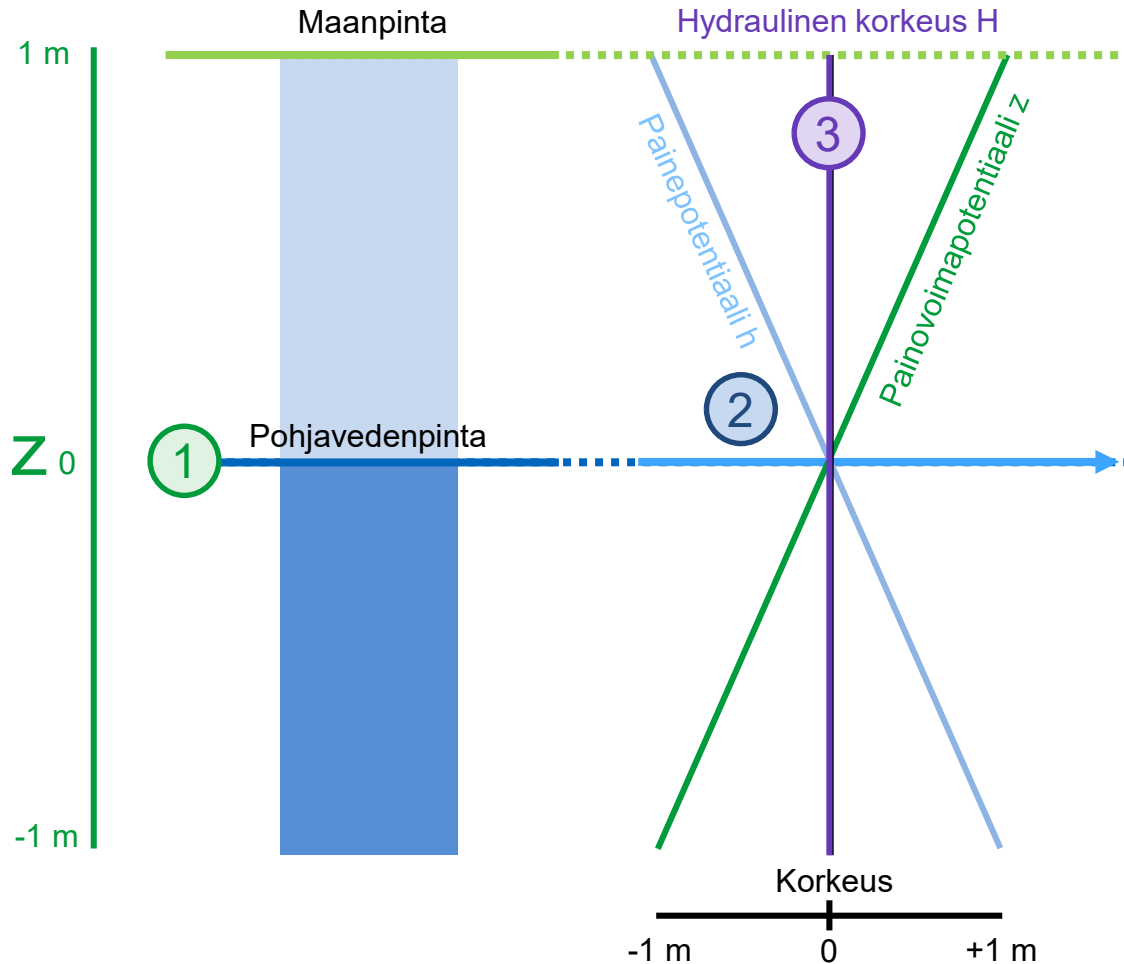
Painepotentiaali

- Hydraulinen korkeus kuvaa veden energiamäärää (kuvataan tässä korkeuksina ja potentiaalina)
 - Koostuu useista komponenteista, joista merkittävimmät maavedelle ovat paine- ja painovoimapotentiaali
- Kuivatustasapainotilanteessa hydraulinen korkeus on sama kaikkialla

Maavesi – laskujen periaate

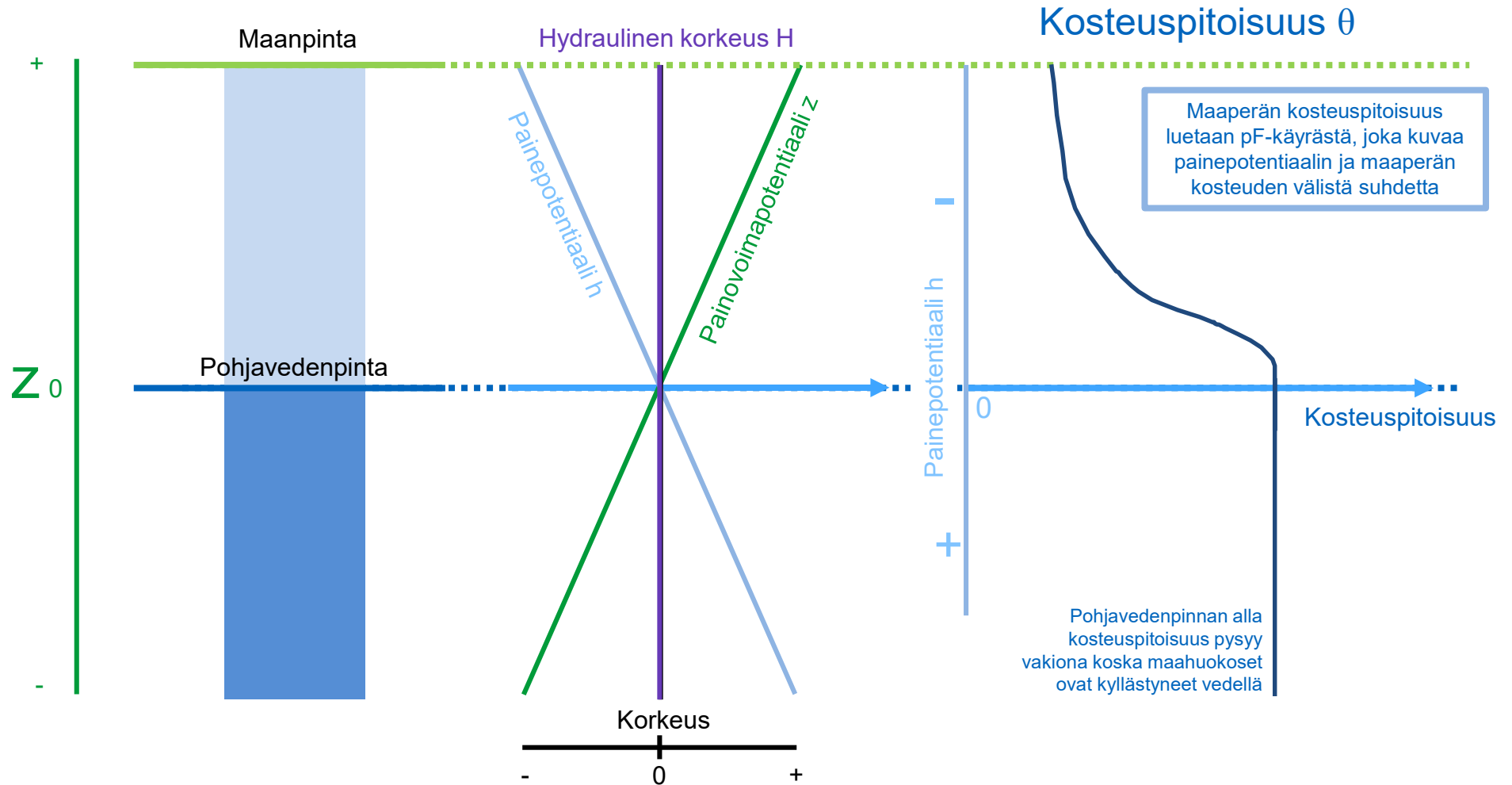
Hydraulinen korkeus $H = h + z$ Painovoima potentiaali

Painepotentiaali



- 1 Asetetaan painovoimapotentiaalिन nollataso pohjaveden pinnalle eli $z=0$ pohjaveden pinnalla.
- 2 Pohjavedenpinnalla vedessä vallitsee ilmanpaine (maahuokokset ovat täysin kyllästyneet vedellä) eli merkitään painepotentiaalिन nollataso pohjaveden pinnalle ($h=0$)
 - Vedenpaine kasvaa lineaarisesti syvemmälle mentäessä ja laskee lineaarisesti pintaa kohti
- 3 Tiedetään, että kuivatustasa-painotilassa hydraulinen korkeus, H , on sama kaikkialla. Eli pohjaveden pinnalla $H = 0 (h) + 0 (z) = 0$
 - Näin ollen $H = h + z = 0$ kaikilla syvyyksillä

Maavesi – kosteuspitoisuus



Demotehtävä

Aurinkolahden taajamaan rakennetaan kellarikerroksella varustettuja omakotitaloja. Perustusten kuivattamiseksi pohjaveden pintaa lasketaan salaojituksen avulla 2 metristä 3 metriin. Kuinka paljon maaprofiilista poistuu vettä kuivatustasapainotilan muuttuessa, kun maalajin painepotentiaalin ja kosteuspitoisuuden (til. %) välinen riippuvuus on seuraavanlainen?

Painepotentiaali (cm)	Maankosteus (til.-%)
0	49
-50	44
-100	30
-150	11
-200	6
-250	5
-300	4
-350	4
-500	3
-1000	3

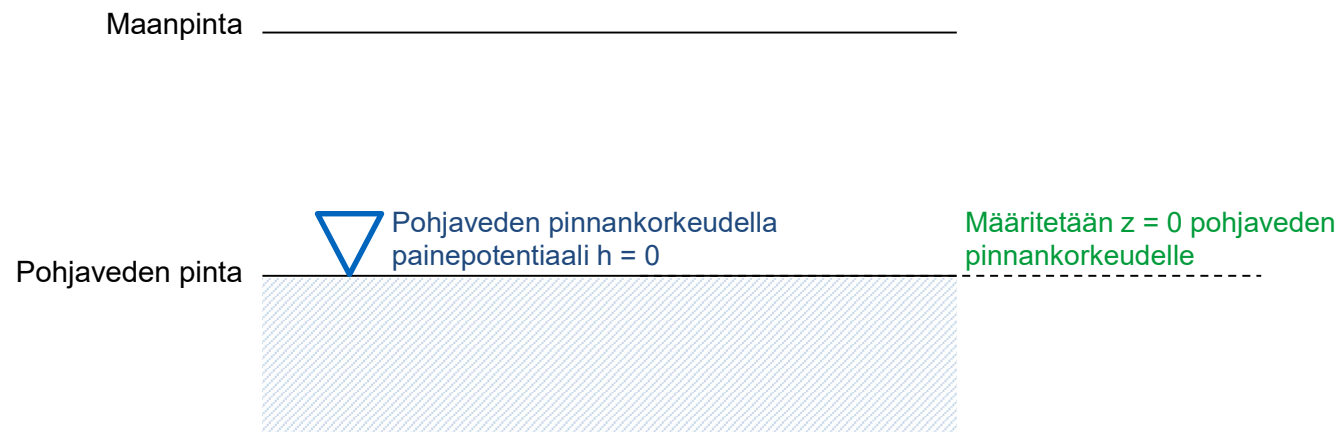
Demotehtävä, ratkaisu

Kuivatustasapainotilassa hydraulinen korkeus, H , on sama kaikkialla.

Lisäksi tiedetään, että $H = h + z$. Painepotentiaali $h = 0$ pohjaveden pinnankorkeudella.

Asetetaan painovoimapotentiaalin taso pohjaveden pinnankorkeudelle, eli pohjaveden pinnalla $z = 0$, näin ollen $H = 0$ kaikilla syvyyksillä.

Eli kaikilla syvyyksillä $z + h = 0$. Tästä saadaan painepotentiaalin ja painovoimapotentiaalin välille seuraava yhteys $h = -z$



Demotehtävä, ratkaisu

Lasketaan kosteuden muutokset 50 cm paksuisissa kerroksissa, ja kosteusprosenttina käytetään keskiarvoa kerroksen **ylä- ja alareunan** kosteusprosentista.

- Pohjavedenpinta?
- Maanpinta?

	Painepotentiaali, h (cm)	Maankosteus (til.-%)
Pohjavedenpinta →	0	49
	-50	44
	-100	30
	-150	11
Maanpinta, alku →	-200	6
	-250	5
Maanpinta, loppu →	-300	4
	-350	4
	-500	3
	-1000	3

Demotehtävä, ratkaisu

Syvyys maan pinnasta: 0 – 50cm:

Kosteus aluksi: $\frac{6\%+11\%}{2} = 8,5\%$

Vesimäärä kussakin kerroksessa saadaan kertomalla kosteuspitoisuus kerroksen paksuudella.

Eli välillä 0 – 50 cm maanpinnasta kosteutta on $0.085 \cdot 50\text{cm} = 4.25\text{ cm}$

Tehdään sama kaikille syvyyksille

Syvyys maan pinnasta (cm)	Kosteus aluksi (%)	Kosteus lopuksi (%)	Muutos (%)	Muutos (cm)
0...50	8.5	4.5	-4	-2
50...100	20.5	5.5	-15	-7.5
100...150	37	8.5	-28.5	-14.25
150...200	46.5	20.5	-26	-13
200...250	49	37	-12	-6
250...300	49	46.5	-2.5	-1.25
300...350	49	49	0	0
		yhteensä.		-44

Paine potentiaali, ht (cm)	Maankosteus (til.-%)
0	49
-50	44
-100	30
-150	11
-200	6
-250	5
-300	4
-350	4
-500	3
-1000	3

Maanpinta, alku

Neliometriä kohden vettä poistuu siis:

$1\text{ m} \cdot 1\text{ m} \cdot 0,44\text{ m} = 440\text{ litraa}$

Turcin kaava

- Turcin kaavalla voidaan arvioida potentiaalista haihduntaa
 - Avoimesta vesipinnasta tapahtuva haihdunta on aina potentiaalisella tasolla

- Jos $T < 0$, $PET = 0$

PET (mm/d) Potentiaalinen haihdunta
T (°C) Ilman lämpötila

- Jos $T > 0$,

RH (%) Ilman suhteellinen kosteus

- Jos $RH < 50$

R_S (MJ/m²/d) Nettosäteilyenergia

$$PET = 0.31 \frac{T}{T + 15} (R_S + 2.094)$$

- Jos $RH \geq 50$

$$PET = 0.31 \frac{T}{T + 15} (R_S + 2.094) \left(1 + \frac{50 - RH}{70} \right)$$

Kotitehtävien palautus

- Tehtävät palautetaan MyCourses:n kautta
- 2. harjoituksen DL on 20.10. klo 10. Muista palauttaa!
- Myöhässä tai sähköpostilla palautettujen harjoitusten pistemäärä puolitetaan

Vihjeitä tehtäviin

- Tee tehtävät kysytyssä järjestyksessä
- Ole tarkkana kysytyn ajanjakson ja taserajojen kanssa
 - Tarkista mihin pinta-alaan suhteutat vesitilavuuden
- Ole tarkkana yksikkömuutosten kanssa