

ENV-C2003 Vesi- ja ympäristö- tekniikka

Harjoitus 3: Hydraulikka ja veden laatu
20.10.2021



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

Tämän kierroksen tehtävät

- Sovelletaan hydrauliiikan kaavoja Vantaanjoen ja Vanhankaupunginkosken padon ympäristössä
- Virtaaman laskeminen
- Virtaustyyppin luokittelu
- Padon yli virtaava vesi
- Itämereen kohdistuvat ravinnekuormat

Manningin kaava (Avouomavirtaus)

- Manningin kaavalla voidaan arvioida virtausnopeutta joessa, kun virtaus on tasaista

$$v = \frac{1}{n} S^{1/2} R^{2/3}$$

v (m/s) Virtausnopeus

n (s/m^{1/3}) Manningin kerroin

R (m) Hydraulinen säde = Poikkileikkaus (m²) /Märkäpiiri(m)

S (-) Uoman pituuskaltevuus

Demotehtävä (Avouomavirtaus)

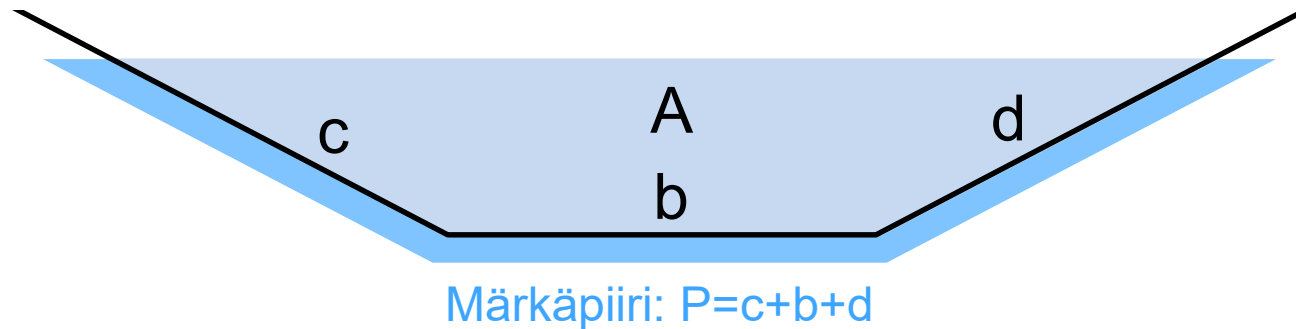
Tuusulanjoen peratun osuuden pohjan leveys on **5 m** ja luiskien kaltevuus **1:3**. Pohjan kaltevuus on **1:2000**. Manningin kerroin **$n=0,04$** . Virtaus oletetaan tasaiseksi.

Laske virtaama, kun vesisyvyys on **1,4 m**.

Demotehtävä, kaavoja

- Manningin yhtälö, avouoma: $v = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$
- Virtaama: $Q = Av$
- Hydraulinen säde: $R = \frac{A}{P}$
- Märkäpiiri: $P = c + b + d$

Uoman poikkileikkaus:



Demotehtävä, ratkaisu

Laske **virtaama (Q)**, kun vesisyvyys on 1,4 m.

Alkuarvot:

$$h = 1,4 \text{ m}$$

$$b = 5 \text{ m}$$

$$S = 1:2000 = 0,0005$$

$$n = 0,04 \text{ [s/m}^{1/3}\text{]}$$

Luiskien kaltevuus = 1:3 (pysty:vaaka)

Ratkaistaan geometria:

$$c = d = \sqrt{(1,4 \text{ m})^2 + (3 * 1,4 \text{ m})^2} = 4,4 \text{ m}$$

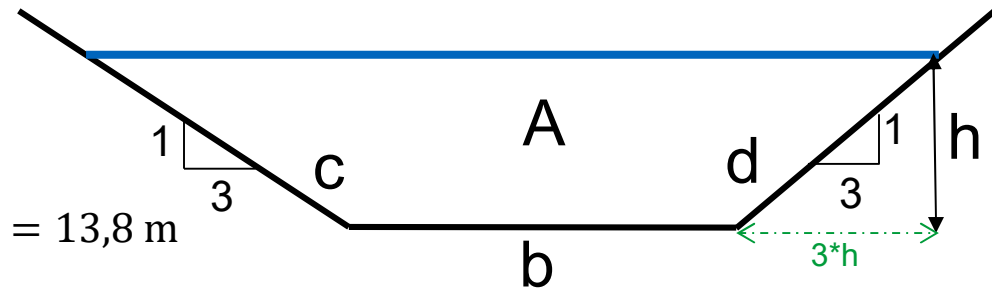
$$\text{Märkäpiiri: } P = c + b + d = 2 * 4,4 \text{ m} + 5 \text{ m} = 13,8 \text{ m}$$

$$A = 5 \text{ m} * 1,4 \text{ m} + 2 * \left(\frac{1}{2} * 1,4 \text{ m} * 3 * 1,4 \text{ m} \right) = 12,9 \text{ m}^2$$

$$\text{Hydraulinen säde: } R = \frac{A}{P} = \frac{12,9 \text{ m}^2}{13,8 \text{ m}} = 0,93 \text{ m}$$

$$\text{Ratkaistaan virtausnopeus (Manning): } v = \frac{R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n} = \frac{0,93^{\frac{2}{3}} * 0,0005^{\frac{1}{2}}}{0,04} = 0,53 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{Ja virtaama: } Q = v * A = 0,53 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 12,9 \text{ m}^2 = 6,8 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$



Purkautuminen padon yli

- Virtaamaa padon yli voidaan arvioida seuraavalla kaavalla

$$Q = \frac{2}{3} C_d b (2g)^{1/2} \left(\left(\frac{v_1^2}{2g} + H \right)^{3/2} - \left(\frac{v_1^2}{2g} \right)^{3/2} \right)$$

Q (m³/s) Virtaama padon yli

C_d (-) Purkautumiskerroin

b (m) Padon leveys

v_1 (m/s) Veden lähestymisnopeus

H (m) Veden korkeus padon harjan yllä (Huom. Mitataan ylävirran puolella noin 4-5*H etäisyydellä padon harjasta kiihtyvistä nopeudesta johtuvan vedenpinnan kaareutumisen takia)

Purkautuminen padon yli

- Mikäli lähestymisnopeutta ei tiedetä, kaavaa käytetään iteratiivisesti
 - Iterointi on helpointa tehdä **Excelillä tai symbolisella laskimella**
 - Iterointi aloitetaan olettamalla, että lähestymisnopeus on nolla
 - Arvio lähestymisnopeudelle lasketaan saadun virtaaman avulla ($v=Q/A$)
 - Uudella arvioidulla lähestymisnopeudella lasketaan uusi arvio virtaamalle
 - Prosessia jatketaan kunnes kahden iteroinnin välinen ero on tarpeeksi pieni
- Kun lähestymisnopeus on pieni (ts. nopeudella ei ole merkittävää vaikutusta virtaamaan), kaava voidaan yksinkertaistaa muotoon

$$Q = \frac{2}{3} C_d b (2g)^{1/2} H^{3/2}$$

HELCOMin datapalvelu (Q14-Q15)

The screenshot displays the HELCOM MAP AND DATA SERVICE interface. The top navigation bar includes the HELCOM logo, the title "MAP AND DATA SERVICE", and links for "Metadata" and "About". On the left, a search bar is labeled "Search...". Below it is a list of data layers with expandable/collapsible icons:

- Indicators and assessments
- Monitoring
- Human activities
- Pressures
- Red listed species and habitats
- Biodiversity
- Shipping
- Background

At the bottom of the layer list are the options "Collapse layer list" and "Hide all layers". The main map area shows a topographic view of the Baltic Sea basin, with major cities like Oslo, Stockholm, Helsinki, Tallinn, Riga, and Moscow marked. The map includes a "Background maps" control with zoom in (+) and zoom out (-) buttons, and a "Full Screen" button. The bottom right corner of the map area shows the coordinates "X: 6331902.853514994, Y: 4705233.460830749", a scale of "1 : 10000000", and the "POWERED BY esri" logo.

HELCOMin datapalvelu (Q16-Q19)



HELCOM PLC-Water

Laatuparametrin
valinta

Vuosien valinta

Monitored areas: NTOT
 FINLAND
 All sub-basins
 1995 - 2016
 file name to get results in csv
 Get data
 Save as csv

Valtion valinta

Merialueen valinta

In the Convention on the Protection of the Marine Environment of the Baltic Sea Area, 1992 (Helsinki Convention), the Contracting Parties agreed to undertake measures to prevent and eliminate pollution of the marine environment of the Baltic and to provide pollution load data, as far as available. Compilations of pollution load data (PLC) have been an integral part of HELCOM assessment system since 1987, focusing on annual and periodical assessments of inputs of nutrients and selected hazardous substances.

Description of the data collected in the database is presented in the HELCOM Guidelines for the annual and periodical compilation and reporting of waterborne pollution inputs to the Baltic Sea.

Disclaimer: The data in the PLC waterborne database are based on the latest available information provided by HELCOM Contracting Parties and are subject to change.



Kotitehtävien palautus

- Tehtävät palautetaan MyCourses:n kautta
- 3. harjoituksen DL on 3.11. klo 10 (Huom! Palautus on siis jo toisen periodin ensimmäisellä viikolla). Muista tehdä tehtävät ajoissa!
- Myöhässä tai sähköpostilla palautettujen harjoitusten pistemäärä puolitetaan
- **Huom! Viikkoharjoituksissa ei ole taukoa arviointiviikolla. Myös ensi viikolla on laskutupa.**

Vihjeitä tehtäviin

- Neljännen viikon lukumateriaali "Hydrauliikka ja vesirakentaminen" on kattava teoriapaketti, josta on hyötyä tehtävissä!
- Tehtävissä käytetään putoamiskiihtyvyyden arvoa $9,81 \text{ m/s}^2$
- Kiinnittäkää huomiota kysyttyjen desimaalien määrään

- Lähestymisnopeus sekä padon harjan yläpuolinen vedenkorkeus lasketaan ylävirrassa hieman ennen itse patoa (Q7-Q13)
- Q8-9 suositellaan tekemään Excelissä (tai muussa vastaavassa), mistä se on tarvittaessa helppo jakaa assarille

- HELCOM: Suomessa oleviin jokiin lasketaan myös joet, jotka laskevat naapurimaihin Suomen lisäksi (esim. FI + SE; Q14-Q19)
- Haettavat parametrit HELCOMin tietokannasta (Q16-Q19)
 - Suositeltavaa ladata ravinnekuormatiedot Excel-muodossa "Save as csv"
 - Typpikuorma NTOT
 - Fosforikuorma PTOT