

# EnviTori

## Reliability of environmental measurements

**Ossi Hahtela**

Centre for Metrology and Accreditation (MIKES)

13.10.2010

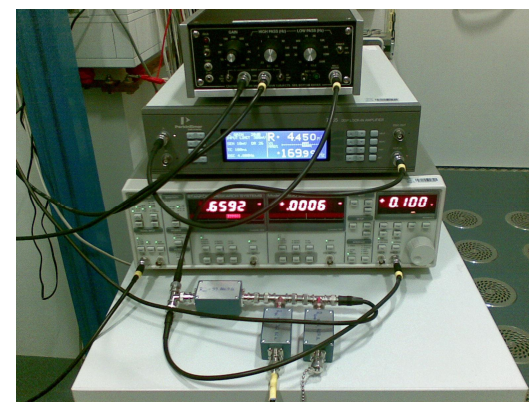
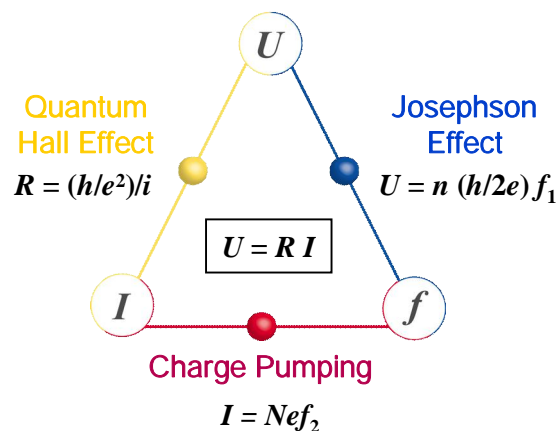
# OUTLINE

- MIKES - Metrology
- Reliability and uncertainty in environmental measurements
- CASE: Evaluation of measurement uncertainty in water level monitoring

# MIKES - Metrology

# MIKES - Metrology

- Realises the SI system measurement units in Finland
- Performs high-level metrological research
- Develops measuring applications in partnership with industry
- Provides high-class calibrations, expert services and training



# MIKES - Metrology

Works to ensure that the measurements, tests and inspections carried out in Finland are reliable, traceable and internationally comparable.





# Reliability and uncertainty in environmental measurements

# Reliability and uncertainty in environmental measurements

- EnviTori project and its services are closely related to performing environmental measurements and distributing environmental information for numerous parties and applications.
- The accuracy, quality and reliability of such environmental data are of great importance for ensuring and improving the well-being, health and safety of the citizens.
- Reliable measurements enhance the competitiveness of commercial services.

# Reliability and uncertainty in environmental measurements

- MIKES arranged a course on measurement uncertainty and reliability issues for the EnviTori project participants.
- The aim of the course was that the participants will be able to understand, evaluate and express measurement uncertainty in their own measurement applications.
- Benefits of the measurement uncertainty analysis:
  - One can show that the results are reliable and credible
  - Increases the understanding of the measurement process
  - Comparison of different measurement methods is easier.

CASE:  
Evaluation of measurement  
uncertainty in water level  
monitoring

# CASE: Evaluation of measurement uncertainty in water level monitoring

- In collaboration with the Freshwater Centre of Finnish Environment Institute (SYKE).
- The aim of this work:
  - Identify the possible error sources in water level measurements
  - Implement the spreadsheets for calculating the uncertainty in three different kind of water level measurement.



Photo courtesy of SYKE

# CASE: Evaluation of measurement uncertainty in water level monitoring

- Water level measurements in lakes, rivers and groundwaters are an essential part of hydrology.
- They are used e.g. for providing information of spatial and temporal distribution of water resources, forecasting floods, regulating water levels and studying climate change.
- Because the prevailing water level has a very extensive influence on the environment, land use and people's everyday life in general, it is important to know the reliability and uncertainty of the water level measurements and recognize potential error sources.

# CASE: Evaluation of measurement uncertainty in water level monitoring

1. Automated surface water level measurement using a pressure transducer
2. Manual groundwater level measurement
3. Manual water level measurement using a weir method



Photos courtesy of SYKE

# CASE: Evaluation of measurement uncertainty in water level monitoring

- Water level monitoring actually consists of a chain of measurements and there are many potential error sources that can contribute to the measurement uncertainty:
  - stability and accuracy of the measurement/recording device
  - levelling of the staff gauge against the bench-mark of the national height system
  - natural short term deviation in water level e.g. due to waves

# CASE: Evaluation of measurement uncertainty in water level monitoring

- EXAMPLE: Automated surface water level measurement using a pressure transducer
- Typical resolution is about one millimeter
- Model for calculating measurement uncertainty:

$$h = p + x + \delta h_{yst} + \delta T + \delta T_0 + \delta T_{stab} + \delta dev + \delta resol + \delta asteikko + \delta ero + \delta paalu + \delta kiinto + \delta shaku$$

MITTAUSEPÄVARMUUSLASKENTA  
SYKE-case 2010

MIKES / Sari Saxholm ja Ossi Hahtela  
1.9.2010

Syötä lukuarvot väritettyihin soluihin, harmaisiin ja sinisiin.  
Toisistaan riippuvat tekijät on merkitty sinisellä.

PINTAVESI

Mittaus paineanturilla

Paineanturin mittausalueen maksimiarvo

5000 mm  
0,5 bar

≅ero = Automaattisen ja manuaalisen mittauksen vertaus. 10 mm  
Muutokset erotuksessa ovat tyypillisesti 1 - 5 cm.  
Erotuksen epävarmuudeksi on arvioitu 10 mm, tämä sisältää myös tunnin aikana tapahtuvat mahdolliset vaihtelut.

Mittaustapahtumaan liittyvät epävarmuuskomponentit

p = Paineanturi. 0,25 %  
Valmistajan ilmoittama tarkkuus 0,25 % maksimiarvosta ja alueella alle 0,25 bar tarkkuus 0,5 % 12,5 mm

≅paalu = Paalujen tai asteikkojen liikkuminen tarkistusväliä. 10 mm  
Paalut ja asteikot voivat liikkua 1 - 20 cm, tyypillisesti 2 - 3 cm tarkistusväliä.  
Oletettu, että pyöristys tapahtuu lähimpään senttimetriiviivaan.

x = Anturikorjaus. 10 mm  
Anturin lukemat korjataan suhteessa silmämääräisesti luettavaan asteikkoon. Anturikorjauksen epävarmuudeksi on arvioitu 10 mm. Oletettu, että pyöristys tapahtuu lähimpään senttimetriiviivaan.

Kiintopisteeseen liittyvät epävarmuuskomponentit

≅kiinto = Kiintopisteen oma epävarmuus. 10 mm  
Maan kohoaminen yms.

≅hyst = Hystereesi. 0,00 %  
Valmistajan ilmoituksen mukaan sisältyy anturin tarkuuteen. 0 mm

≅haku = Kiintopisteen haun epävarmuus. 30 mm  
Kiintopiste voidaan saada läheltä tai siirtää kauempaa.

≅T = Lämpötilariippuvuus. 0,20 %  
Valmistajan ilmoittama lämpötilariippuvuuskerroin alueella 0 ... +50 C on 0,2 % maksimiarvosta / 10 astetta. 10 °C  
Oletetaan, että lämpötila muuttuu mittauksen aikana enintään kolme astetta. Mittausjaksoksi on oletettu 1 kuukausi eli sama kuin anturin tarkistusväli. 3 °C 3 mm

Malli:

$$h = p + x + \cong hyst + \cong T + \cong TO + \cong Tstab + \cong dev + \cong resol + \cong asteikko + \cong paalu + \cong kiinto + \cong haku$$

$h$  = vedenkorkeus

Mittausepävarmuus:

Tekijä	Epävarmuus	Jakauma	Standardiepävarmuus	Herkkyyskerroin	Vaikutus kokonaisepävarmuuteen
$p$	12,5 mm	tasa	7,22 mm	1	7,22 mm
$x$	10 mm	kolmio	4,08 mm	1	4,08 mm
$\cong hyst$	0 mm	tasa	0,00 mm	1	0,00 mm
$\cong T$	3 mm	tasa	1,73 mm	1	1,73 mm
$\cong TO$	3 mm	tasa	1,73 mm	1	1,73 mm
$\cong Tstab$	0,8 mm	tasa	0,48 mm	1	0,48 mm
$\cong dev$	1 mm	normaali	1,00 mm	1	1,00 mm
$\cong resol$	0,1 mm	tasa	0,03 mm	1	0,03 mm
$\cong asteikko$	10 mm	kolmio	4,08 mm	1	4,08 mm
$\cong ero$	10 mm	kolmio	4,08 mm	1	4,08 mm
$\cong paalu$	10 mm	kolmio	4,08 mm	1	4,08 mm
$\cong kiinto$	10 mm	kolmio	4,08 mm	1	4,08 mm
$\cong haku$	30 mm	kolmio	12,25 mm	1	12,25 mm

Yhdistetty epävarmuus: 26,32 mm  
Laajennettu epävarmuus ( $k = 2$ ): 52,64 mm

Expanded uncertainty = 52.64 mm ( $k=2$ )  
RESULT: Water level  $h = (15.27 \pm 0.05) \text{ m}$

**Thank You!**

[www.mikes.fi](http://www.mikes.fi)  
[ossi.hahtela@mikes.fi](mailto:ossi.hahtela@mikes.fi)