

Mittaukset ja säätö pintavesiprosessien hallinnassa

Esko Juuso

Jani Tomperi

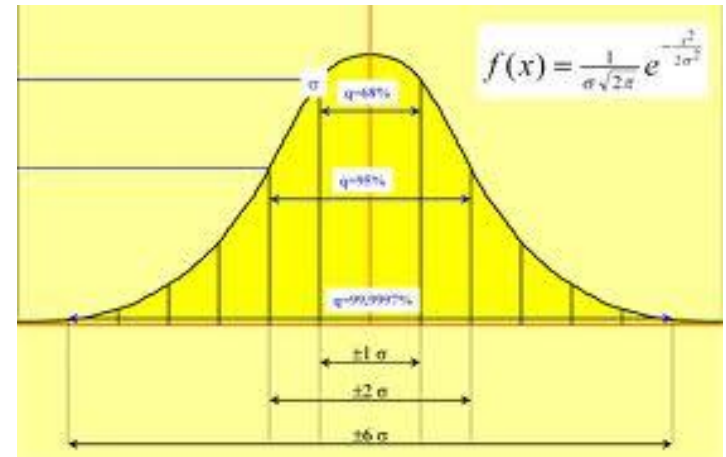
Säätötekniikan laboratorio

esko.juuso | jani.tomperi @oulu.fi



Sisältö

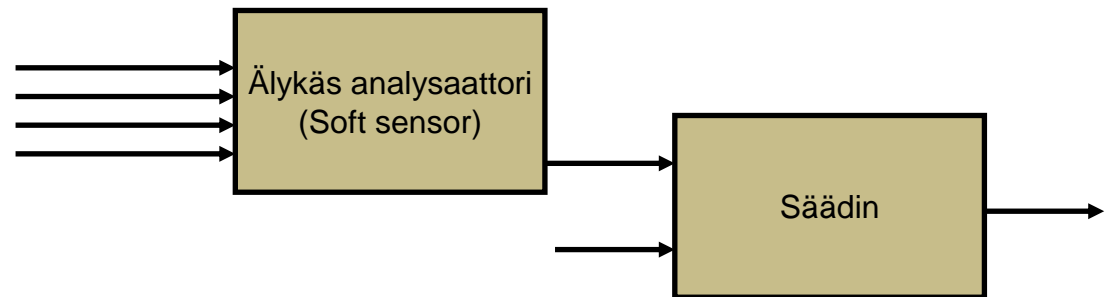
- Pintavesiproessin säätö
 - Eteenpäin & taaksepäin
- Älykkäät analysaattorit
 - Trendianalyysi
 - Kromatogrammianalyysi
 - Sää- ja virtausennusteet
 - Avoin data
- Älykäs säätö
- Adaptiivisuus
 - Veden laatu
 - Kemia
- Yhteenvedo




Ongelmia

Tasainen
toiminta

Ongelmia





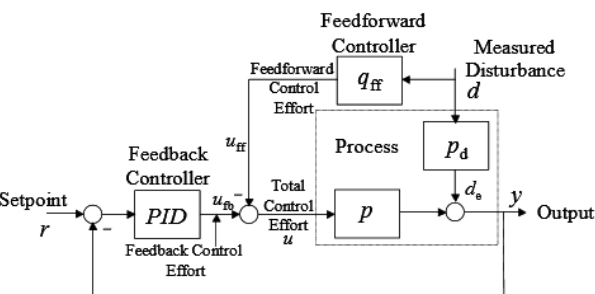
Mittaukset ja säätö pintavesiprosessien hallinnassa

- Hyvän säätöratkaisun vaatimukset
 - Luotettavasti toimivat mittaukset.
 - Aika.
 - askelkokeiden suorittaminen
 - säätimen rakentaminen
 - säätimen virittäminen
 - Häiriöiden eliminointi.
 - Toiminta-alueiden muutosten huomioiminen (esim. lämpötila, vuodenaika).
 - ...



Mittaukset ja säätö pintavesiprosessien hallinnassa

- Säätekoeajo Savonia-AMK pilotvesilaitoksella
 - Tavoite
 - Koagulaatiokemikaalimäärän säätäminen kahden UVAS-mittalaitteen perusteella.
 - tuleva raakavesi
 - hiekkasuodatuksen jälkeinen vesi
 - Yhdistetty eteen- ja takaisinkytketty säätö.
 - Parempi suorituskyky kuin pelkällä takaisinkytketyllä säädöllä.
 - Eliminoi mitatun häiriön vaikutuksia (mahdollisista mallinnusvirheistä huolimatta).
 - Implementointi ja ylläpito vaikeutuu.





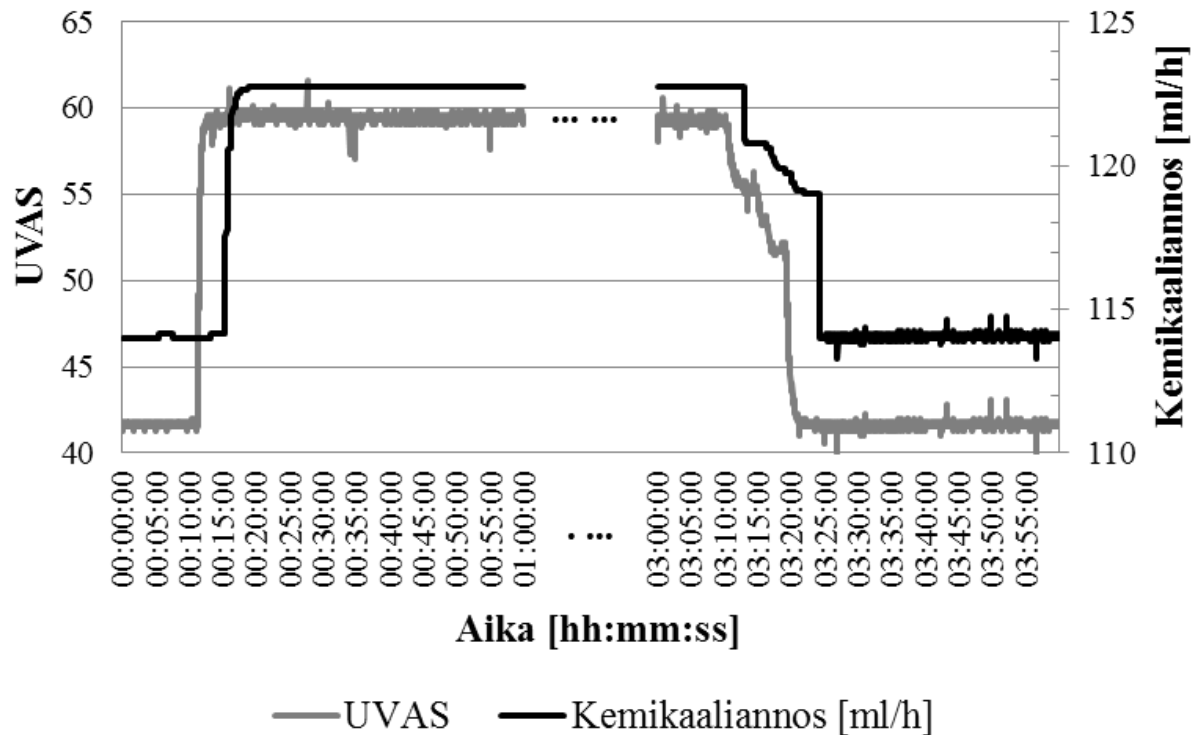
Säätökoeajo Savonia-AMK pilotvesilaitos

- Kuonan kaavinnasta häiriötä hiekkasuodatuksen jälkeiseen UVAS-mittaukseen.
 - ➡ Eteenpäinkytketty suhdesäätö (raakaveden UVAS-mittaus).
- Ei dataa säätimen virittämiseen, ei aikaa askelkokeiden tekemiseen.
 - ➡ Säätimen viritys laboratorioanalyysien ja asiantuntijatiedon perusteella.
 - Raakaveden virtaus ja puhdistustulos (säädön asetusarvo) vakioita.



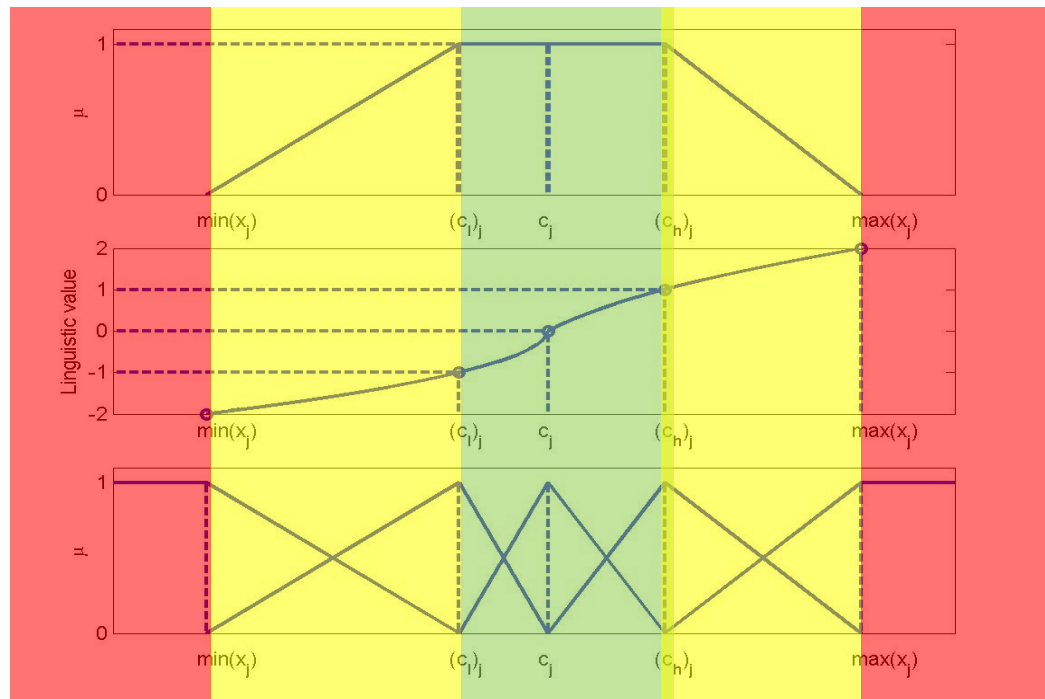
Säätökoeajo Savonia-AMK pilotvesilaitos

- Yksinkertaistettukin online-säätö toimii.

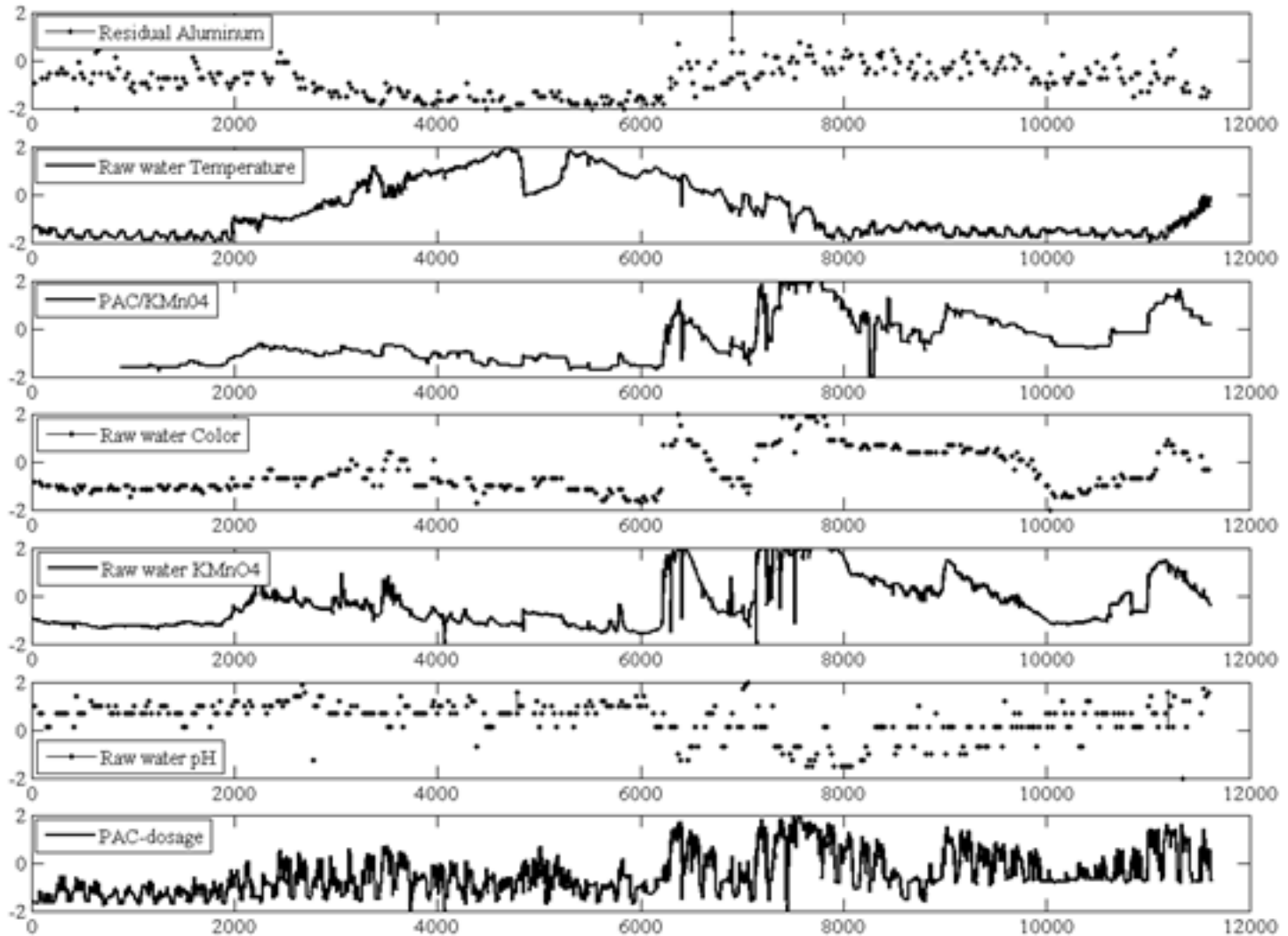


Skaalaus → Liikennevalot

- Rajat
 - analysoidaan mittauksista tai perustuvat asiantuntijätietoon



Skaalaus





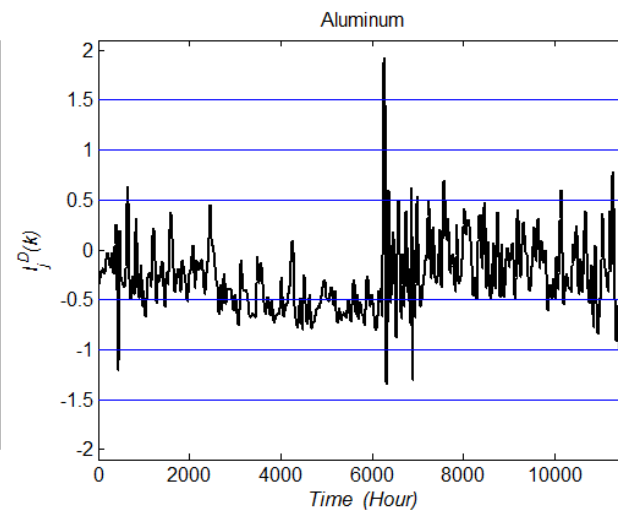
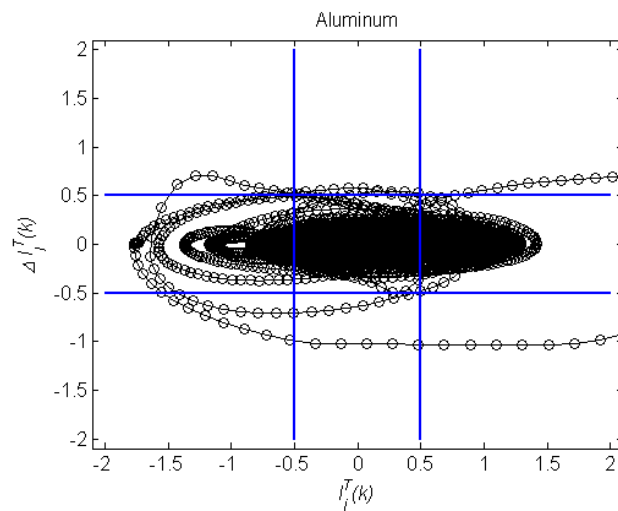
Älykäs trendianalyysi

- Käyttää skaalattuja mittausarvoja $[-2\dots+2]$
- Tehokas menetelmä vedenlaadun muutoksen havainnointiin ennakoivasti.
 - muutoksen suunta ja nopeus
 - tilanteen vakavuus arvioidaan poikkeama-indeksin avulla.
- Prosessin monitorointi ja online-säätö

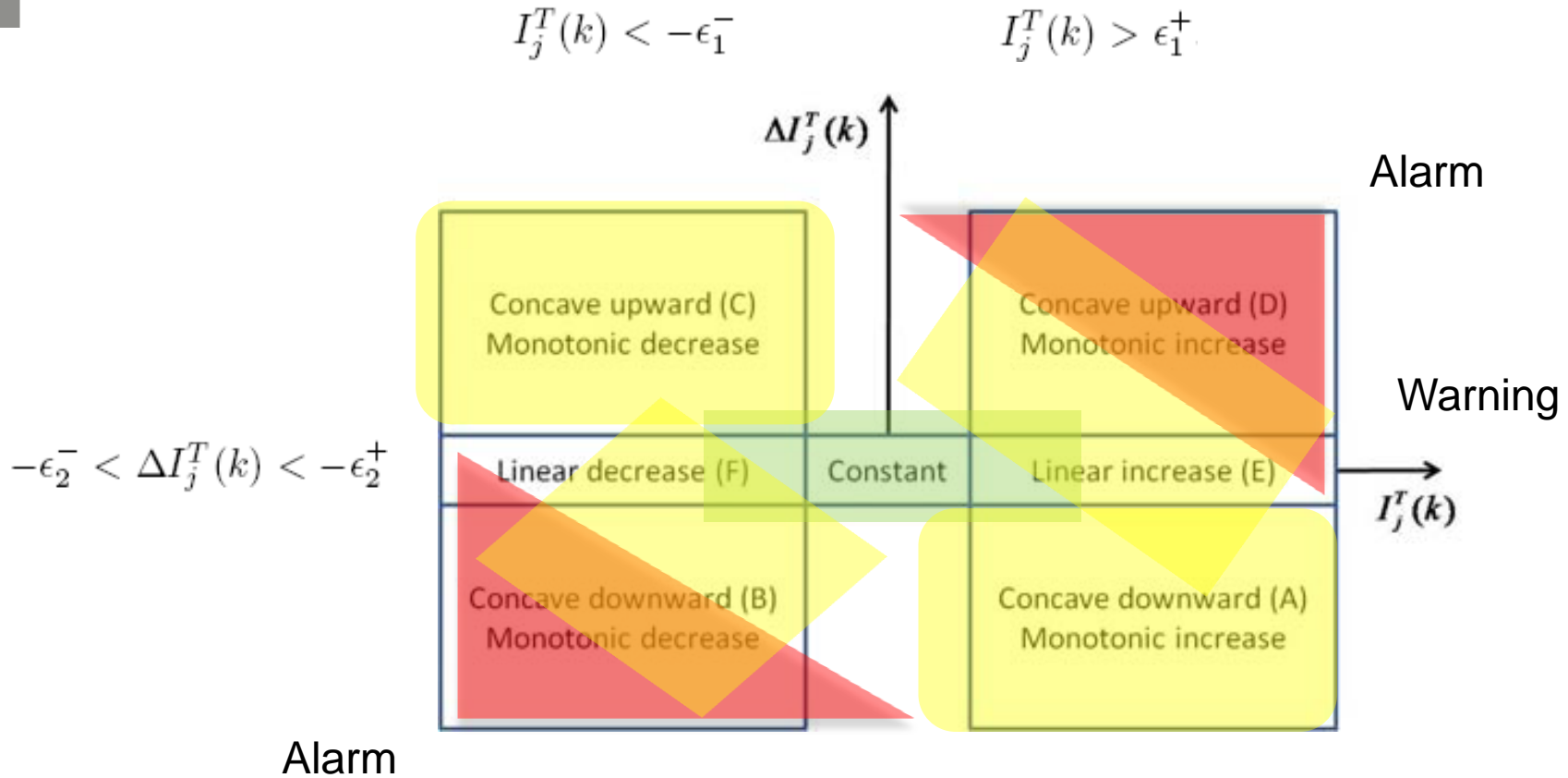


Älykäs trendianalyysi

- Juomaveden jäännösalmiinin trendi- ja poikkeamaaindeksit.



Diagnostics



There was a problem, but things are now getting better?



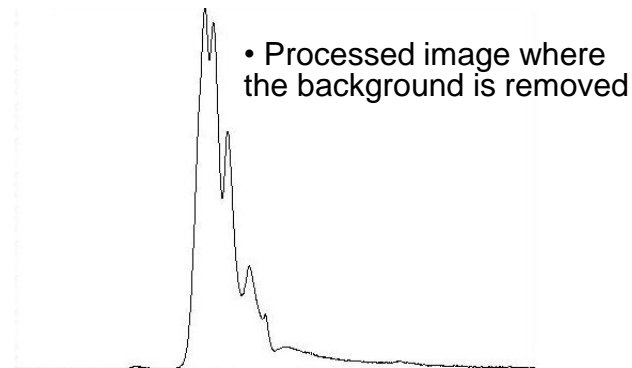
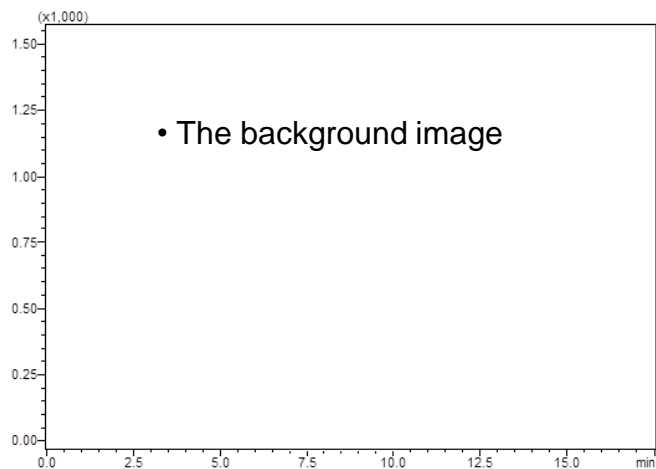
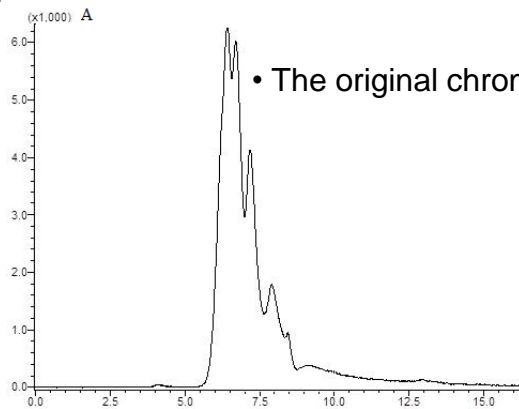


Automaattinen kromatogrammianalyysi

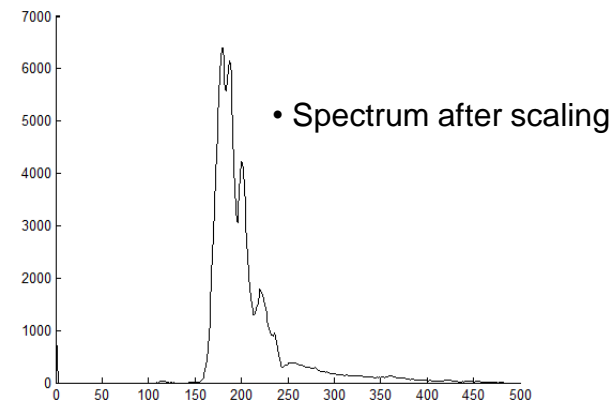
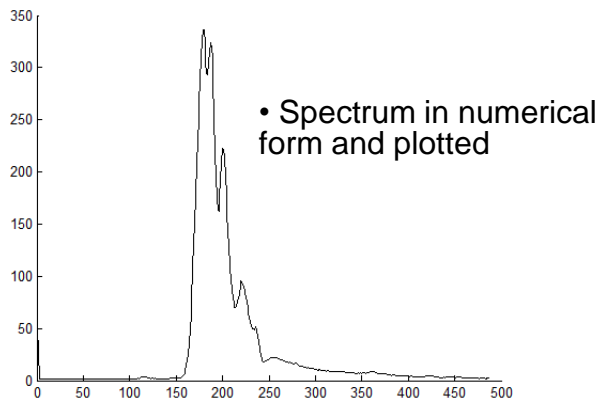
- Kromatografiamittaus on tehokas menetelmä analysoida vedenlaatua (esim. NOM-pitoisuus).
- Matlab-sovellus digitoi ja analysoi kromatogrammikuvaajat.
- Tarkka visuaalinen ja numeerinen analyysi.
- Älykäs analysaattori
 - Orgaanisen aineksen määrä
 - Veden laatu
- > Prosessin monitorointi ja online-säätö.



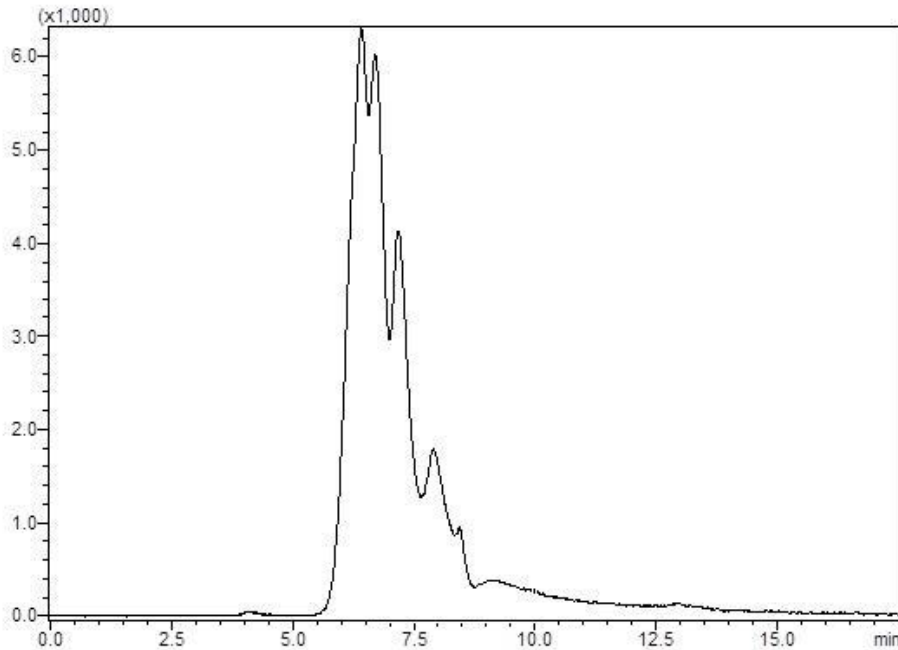
Kuvien digitointi



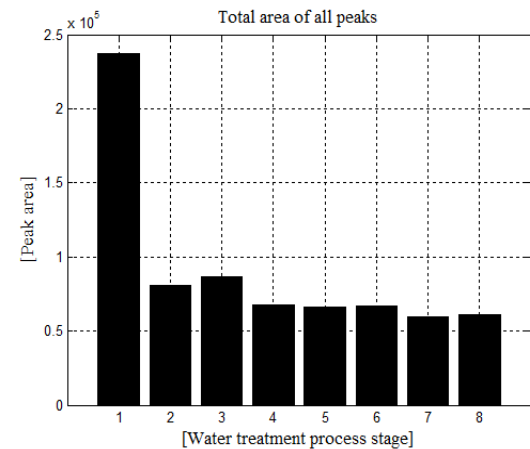
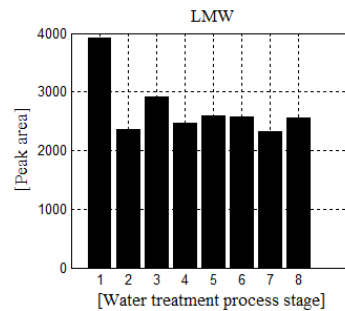
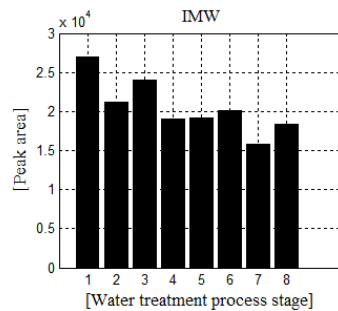
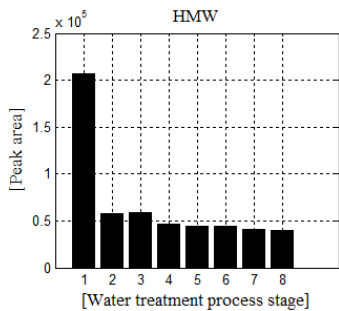
- 166.00
- 215.50
- 241.16
- 254.00
- 244.50
- 224.05
- 200.05
- 175.86
- 155.85
- 142.25
- 140.50
- 162.08
- 181.00
- 255.09



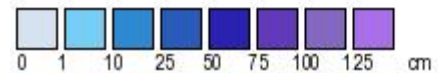
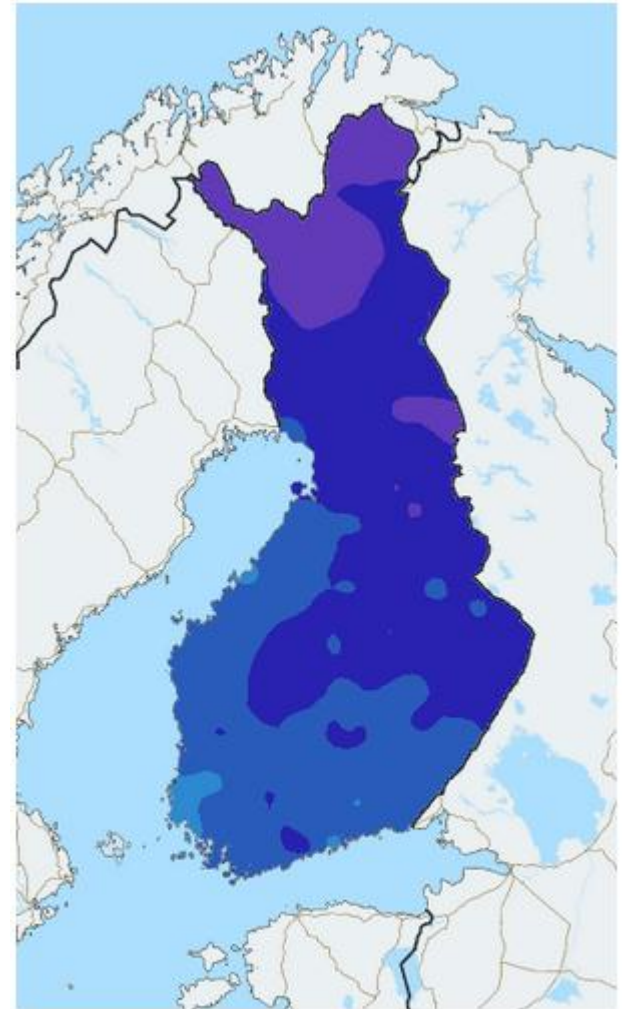
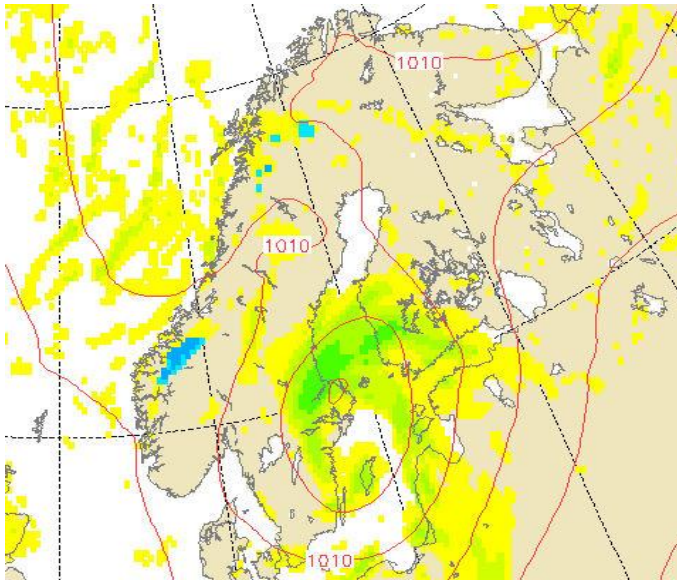
Automaattinen kromatogrammianalyysi



Piikki	Raakavesi		Juomavesi	
	Korkeus	Pinta-ala	Korkeus	Pinta-ala
1	6400	129121	1051	12686
2	4226	54957	1600	17798
3	1798	22394	831	9392
4	947	5850	349	1822
5	382	18081	119	5502
6	134	2983	1072	10975
7	134	2706	57	1232
8	76	1210	81	1327



Sääennusteet



Pitääkö säätimien toimintaa muuttaa?



Kunnonvalvonta

Signals

Signal processing

- Derivation & Integration
- Filters
- Blind source separation

Prosessi

Process measurements

Feature extraction

- Norms
- Histograms
- Variable selection
- Grouping

Process measurements

Laboratory analysis

Interpolation

Näytteet
Analytiikka
Mikrobit

Indikaattorit

Intelligent indices

- Indirect measurements
- Stress & Condition
- Trends
- Quality control

Intelligent indices

- Indirect measurements
- Stress & Condition
- Trends

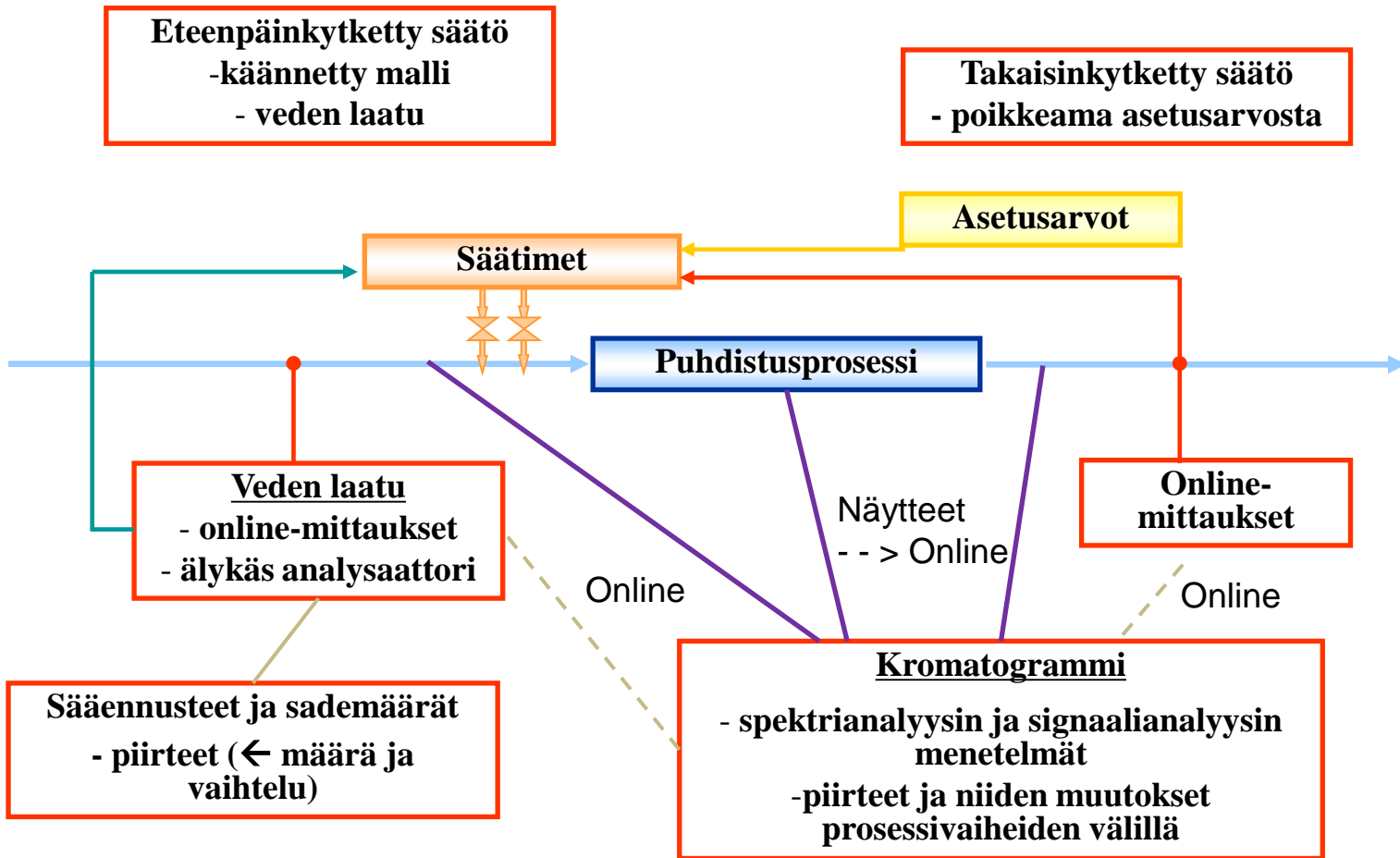
Varoitukset
Hälytykset

Process Cases &
Faults

Predictions

Anomaly detection





→ Kemikaalien valinta
• Erikoistapaukset



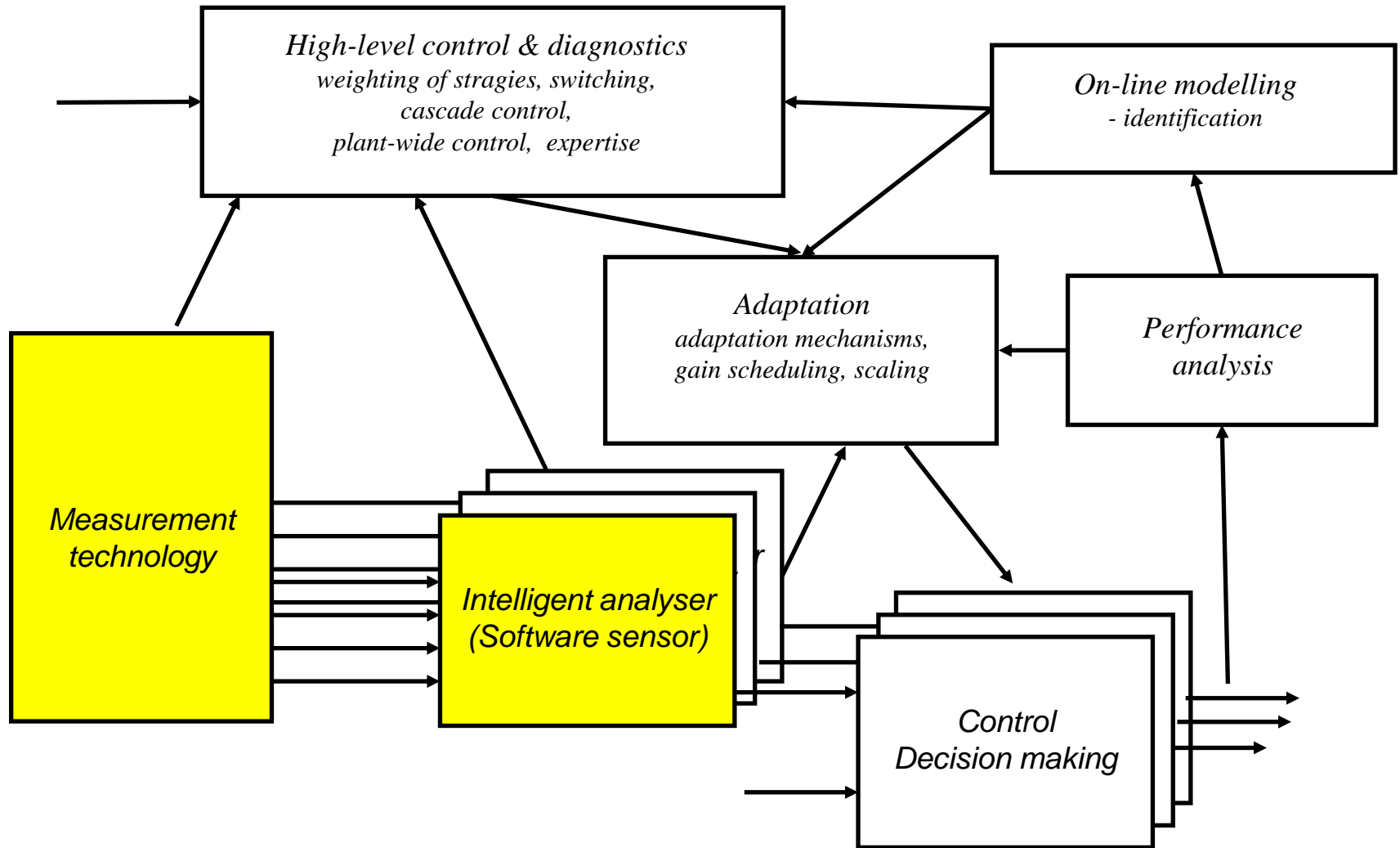


Säätimen adaptointi

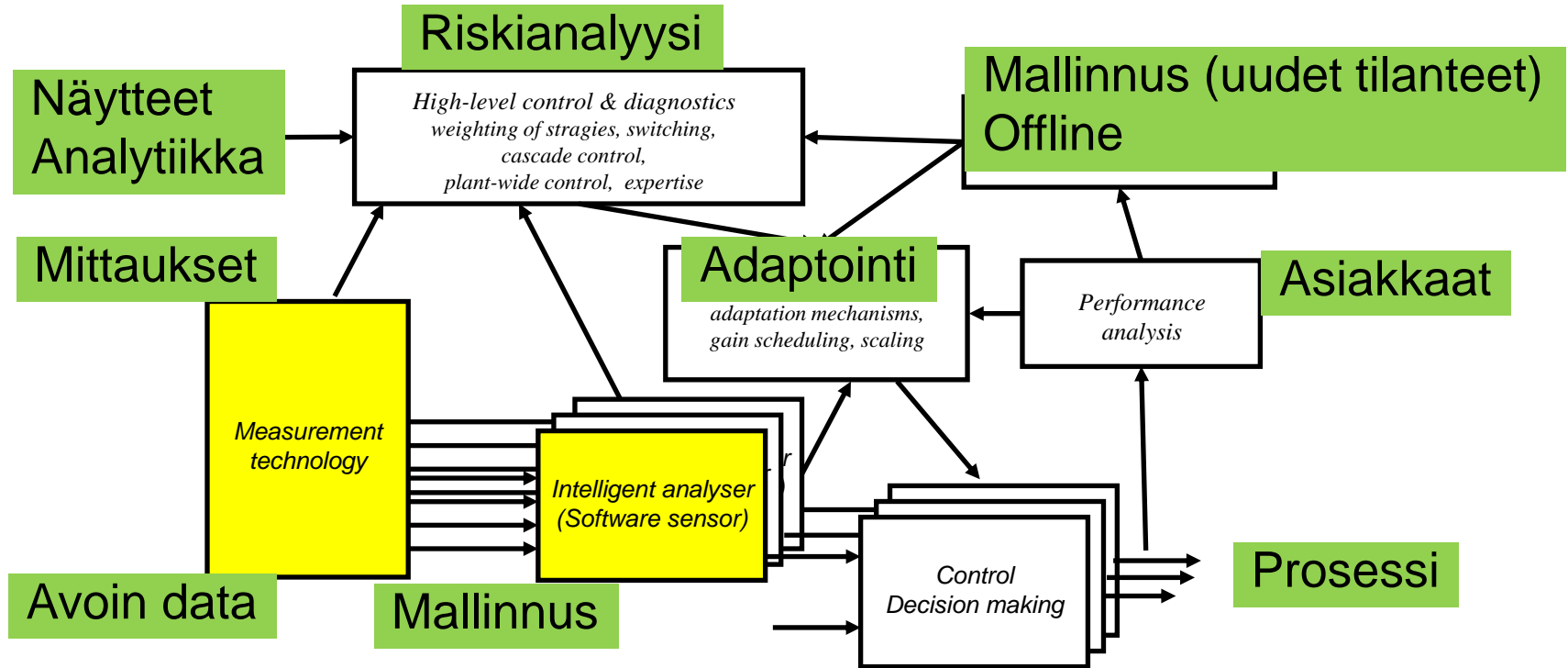
- Säädettävät suureet
- Säättösuure
- Adaptoinnissa käytettävät muuttujat
 - Mittaukset
 - Epäsuorat mittaukset
 - Prosessilaitteiston kunto
- Tulevan veden laatu / laatuennuste (välilliset epäpuhtaudet)
- Kemia (← prosessin toimintaolosuhteet)



Intelligent analysers → Control



Pintavesiprosessien hallinta



Prosessien ja ilmiöiden ymmärtäminen

Mittaustietojen yhdistäminen → kansainväliset markkinat



Yhteenveto

- Prosessin hallinnan portaat

- Mittaukset + Perussäätö
- Älykkäät analysaattorit
 - mittaustietojen yhdistäminen
 - muutosten tunnistamisen nopeuttaminen
- Älykäs säätö (epälinearisuudet)
- Adaptiivisuus
 - Olosuhteisiin mukautuminen

- Riskinhallinta

- asiantuntemus

- Ympäristö

POLARIS





Kiitos mielenkiinnostanne!

Esko Juuso
esko.juuso@oulu.fi

Jani Tomperi
jani.tomperi@oulu.fi

Säätötekniikan laboratorio
PL 4300
90014 Oulun yliopisto

