



TEKNILLINEN KORKEAKOULU
Systeemitekniikan laboratorio

Pintasääasemaverkon vikadiagnostiikkaa DADAssa

Vesa Hasu

DADA?

Was ist dada?

Eine Kunst? Eine Philosophie? eine Politik?

Eine Feuerversicherung?

Oder: Staatsreligion?

ist dada wirkliche **Energie?**

oder ist es  **Garnichts, ...
alles?**

Yleistä - DADA



- DADA: Datafuusio- ja diagnostiikkamenetelmien kehittäminen sääasemaverkoissa
 - Teknillinen korkeakoulu (systeemitekniikka)
 - Ilmatieteen laitos (kaukomittausten sääsovellukset)
 - Vaisala
- Työntekijät: Vesa Hasu, Reino Virrankoski (TKK), Markus Peura (IL)
- Kaksi pääosiota:
 - Säähavaintojärjestelmien mittausten datafuusio ja paikallinen sääennustus
 - Automaattisen pintasääasemaverkon kunnossapitostrategia

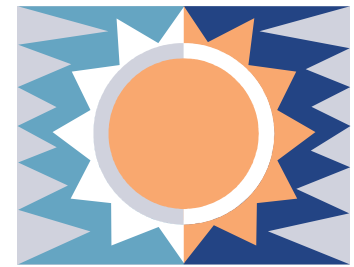
Yleistä – DADAn osiot



- Säähavaintojärjestelmien mittausten datafuusio ja paikallinen sääennustus
 - Konvektiivisten rajuilmojen diagnosointialgoritmien kehittäminen eri havaintojärjestelmille
 - Eri havaintolähteiden suureiden ja käsitteellisten mallien datafuusio
 - Lyhyen aikavälin ekstrapolointimenetelmien kehittäminen konvektiivisille ilmiöille
- Automaattisen pintasääasemaverkon kunnossapitostrategia
 - Sääasemien virhetilanteiden tunnistus
 - Soveltuvien vikadiagnostiikkamenetelmien kehittäminen
 - Sääasemien virhetilanteiden luokittelu, eliniän arviointi ja huoltotarpeen määrittely
 - Huoltostrategian suunnittelu

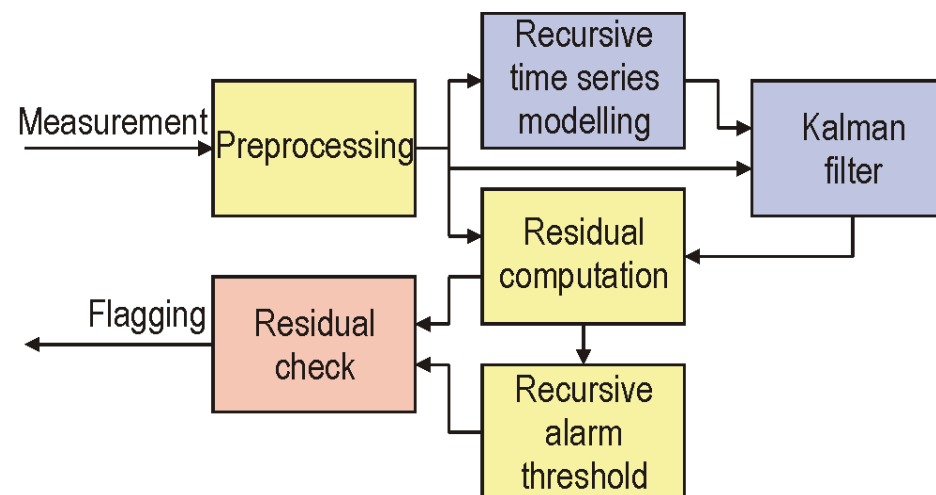
Vikadiagnostiikan motivointia

- Uusissa sääasemaverkoissa vikadiagnostiikan tarve kasvaa
 - mittaukset voivat olla 10 tiheämmässä → mittausasemia voi olla 100-kertaisesti
 - mittaukset voivat tapahtua ajallisesti entistä tiheämmin
- Mittausten oikeellisuuden ja antureiden kunnon analysoinnissa tarvitaan apuvälineitä
- Tilaus automaattiselle vikadiagnostiikalle



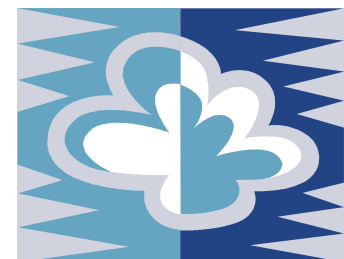
Automaattinen viantunnistus

- Viantunnistus perustuu rekursiivisesti päivitettävien aikasarjamallien ja Kalman-suodattimien käyttöön mittausresiduaalin muodostamiseksi
- Sopii etenkin kohinalle ja yksittäisille mittausvirheille
- Mittausten liputus pääpiirteittäin:



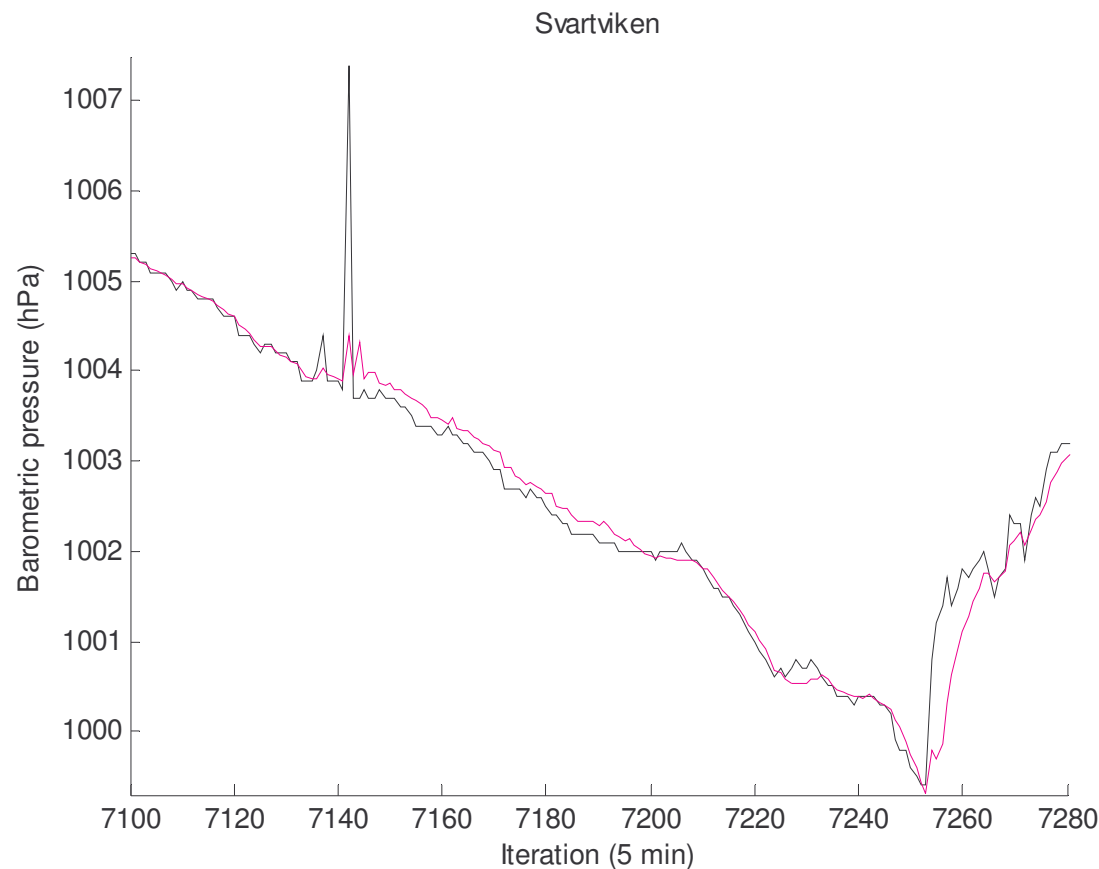
Residuaalin generointi

- Aikasarjamallien päivitys rekursiivisella pienimmän neliösumman mallilla
 - aikasarjamalli mahdollistaa myös puuttuvien mittausten arvioinnin
- Mittauksen suodattaminen Kalman-suodattimen avulla
 - varianssien arviointi myös rekursiivisesti
 - aikasarjamallin opetuksen unohduskerroin vaikuttaa suodatuksen voimakkuuteen
- Vaikeus: mittausrvirheen ja sääilmiön erottaminen



Esimerkki: Mittausvirhe/sääilmiö

- Svartviken A-asema, syyskuu 2005, ilmanpaine



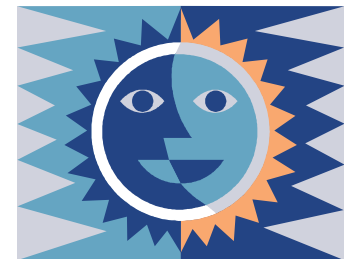
Rekursiivinen hälytysraja

- Hälytysrajana kolme kertaa residuaalin keskihajonta
 - n. 99,7 % mittauksista pitäisi olla rajojen sisäpuolella residuaalin ollessa normaalijakautunut
- Hälytysrajat riippuvat voivat riippua kellonajasta
 - esimerkiksi lämpötilan residualin varianssi riippuu auringon säteilyn määrästä
 - rekursiivinen residuaalin varianssin arviointi jokaiselle kellonajalle
 - 5 minuutin mittausväli → 288 pisteen jakso
 - tasoitus ajan suuntaan



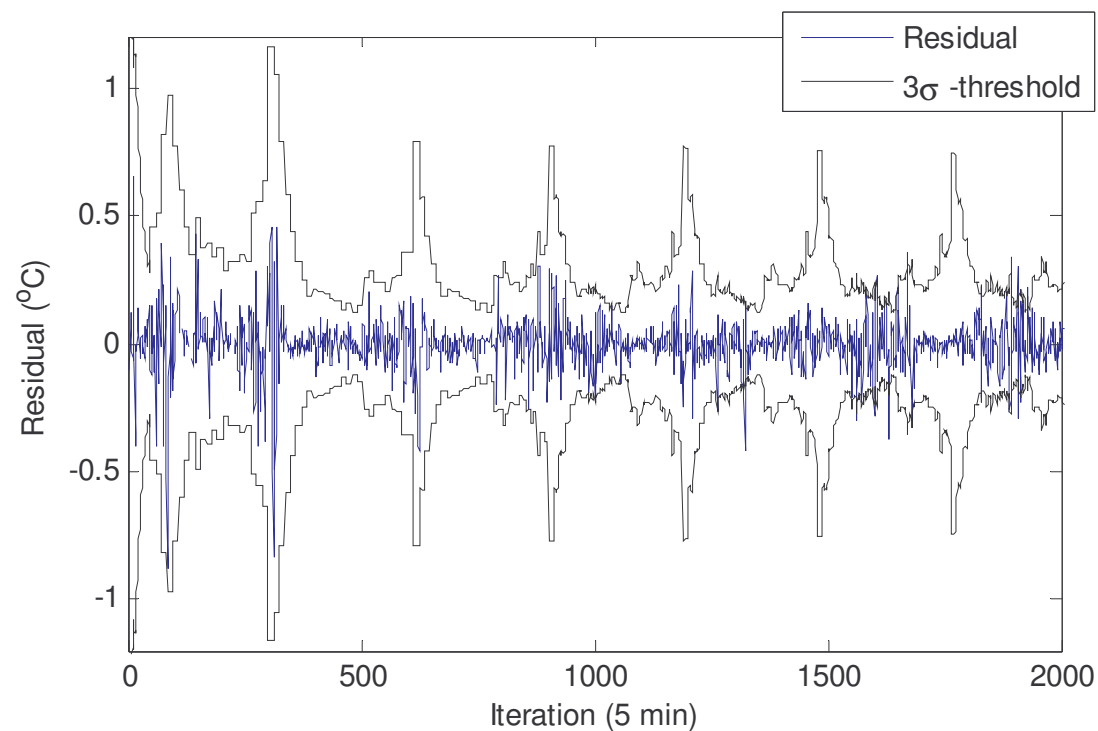
Jatkokehittelyä

- Mietintämyssyn alla:
 - onko 3σ -raja tarpeeksi suuri – nyt virherajan ylityksiä tulee liikaa
 - kellonajasta riippuvissa virherajoissa deterministisen komponentin mukaanottaminen auringon korkeuskulman muodossa
 - Muiden virhetyyppien tunnistus, kuten harha (bias) tai ryömintä (drift)
 - Ideana vertailla naapureihin ja omiin tilastollisiin tunnuslukuihin
 - saadaan tarkasteltua sekä tilallisen että ajallisen komponentin mukaan
 - Auttaa myös sääilmiöiden ja mittausvirheiden erottelussa



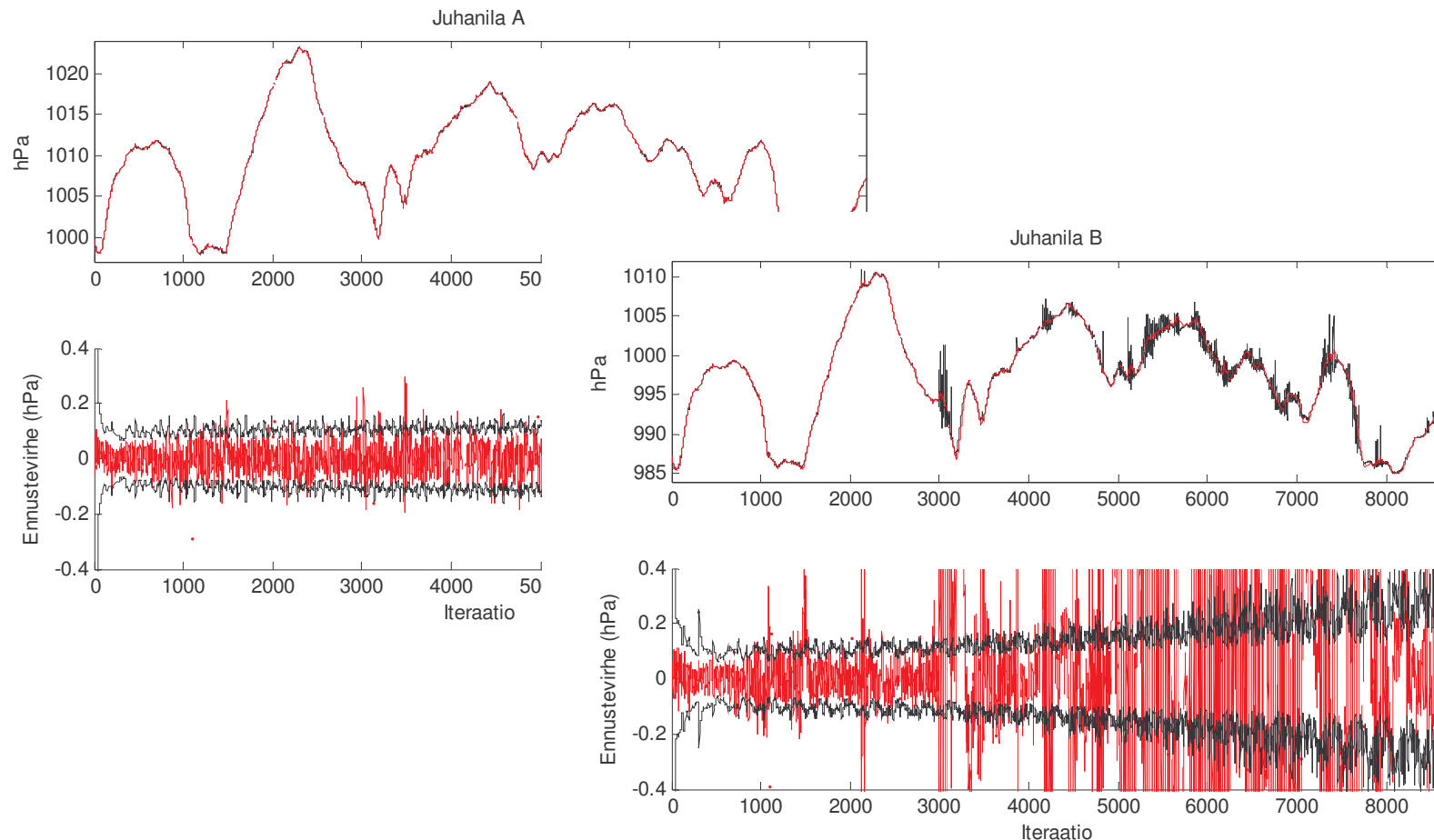
Esimerkki: Hälytysrajat

- Juhanilan A-asema, kesäkuu 2005, lämpötilan residuaali



Esimerkki: Hälytysrajat

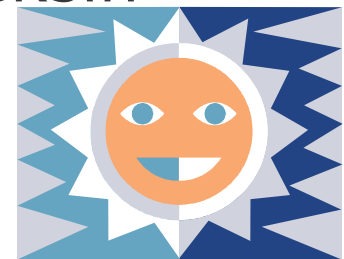
- Juhanilan asemat, elokuu 2005, ilmanpaine



Automaattisen viantunnistuksen ominaisuuksia

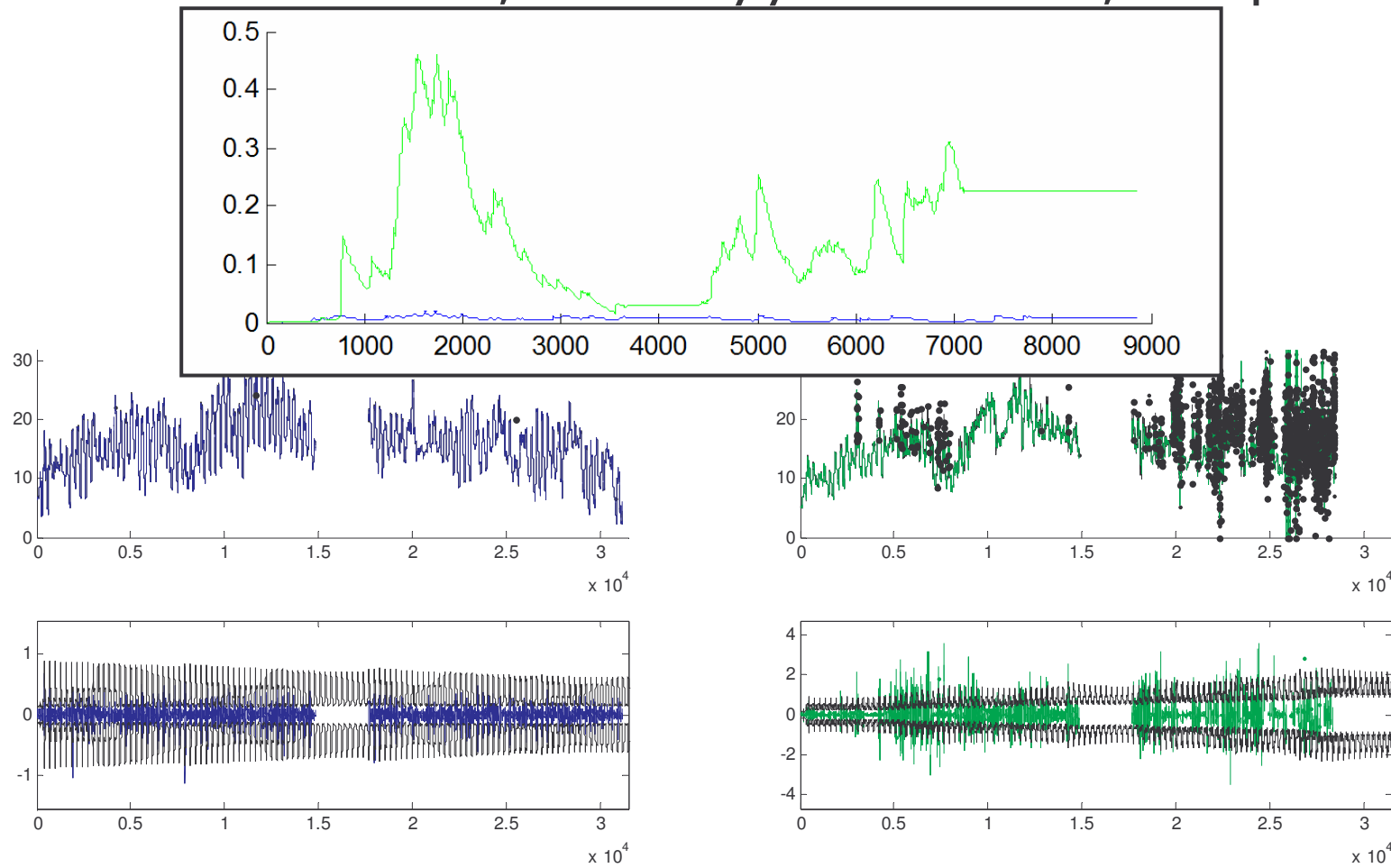
- Helpoimmat yksittäiset virheet saadaan kiinni perinteisemmin raja-arvoilla
 - mittauksen absoluuttisille arvoille
 - peräkkäisten mittausten eroille
- Sääolojen ja mittausvirheiden erotus
 - kattavaa dataa ei vielä ole (kiitos hyvin toimivien antureiden)
- Pysyvämmät kohinat saadaan kiinni residuaalin tilastollisten ominaisuuksien ja kuntoindeksin avulla

→ Päästään kiinni anturin *elinkaareen*



Esimerkki kuntoindeksistä

- Juhanilan asemat, kesä-syyskuu 2005, lämpötila



Anturin elinkaaresta

- Anturin vikaantumista tulee seurata ja pyrkiä pääättelemään vian laatu
 - Vika pysyvä vai ohimenevä?
 - Onko mittauksesta hyötyä vai onko se käyttökelvoton?
- Elinkaariajattelusta apua huollon suunnitteluun:
 - Tarvitaanko huolto nopeasti vai voiko se odottaa?
 - Riittääkö nopea huolto paikalla vai pitääkö anturi vaihtaa?

→ Ajan, vaivan ja rahan säästö



Yhteenvetoa

- Automaattisella vikadiagnostiikalla on tekninen tilaus laajenevissa mittausverkoissa
 - Vikadiagnostiikalla tulee olla kaksi päätavoitetta
 - yksittäisten mittausten tarkastelu
 - päästä kiinni antureiden elinkaaren kautta asemien huoltostrategiaan
- Pystytään lisäämään mittausten luotettavuutta ja saavuttamaan säästöjä ylläpidossa

