



ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Energiasään ennustaminen

Projects:

- VaGe, Academy of Finland, 2015-2018
- BCDC, Strategic Research Council, 2015-2020
- EE VaGe, Academy of Finland, 2016-2018
- ICASIF, Academy of Finland, 2015-2017

Anders Lindfors, Evgeny Atlaskin, Karoliina Hämäläinen, Herman Böök, Erik Gregow, Viivi Kallio, Aku Riihelä, and Sami Niemelä



ACADEMY OF FINLAND



Aurinko- ja tuulivoima Suomessa



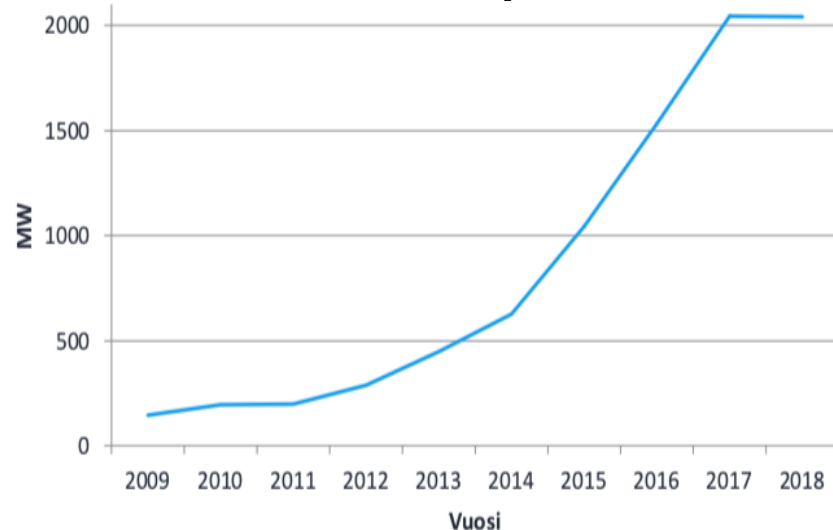
Aurinkosähkö 2018:
0,2% tuotannosta

Tarvittaisiin noin 6700 MW aurinkokapasiteettia, jotta tuottaisi saman verran kuin tuulivoima



ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Asennettu tuulivoimakapasiteetti



Tuulisähkö 2018:
9% tuotannosta

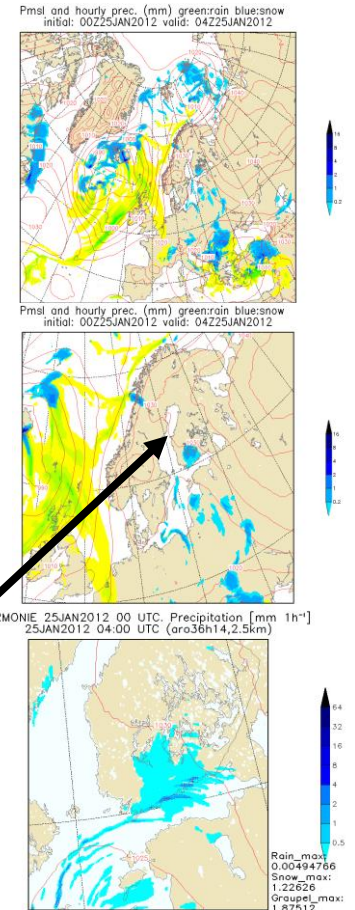
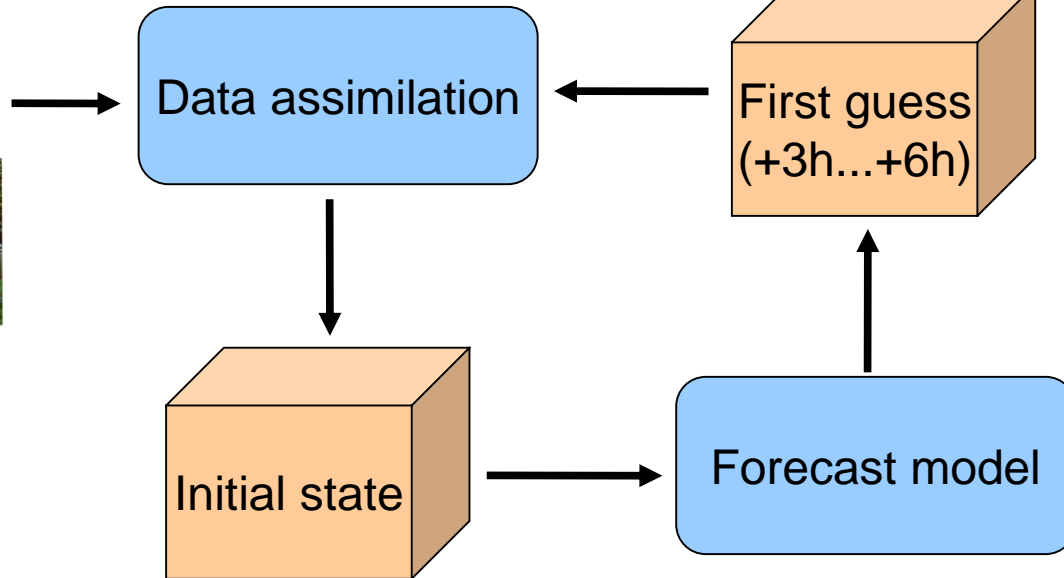
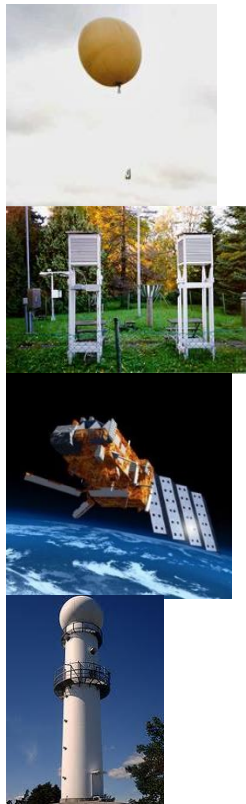
lähteet:

- Tuulivoimayhdistys, Tuulivoimatilastot 2018
- Honkanen (JAMK, 2018)
- Energiateollisuus & Energiavirasto

Numeerinen säänennustusjärjestelmä

(NWP = Numerical Weather Prediction)

Observations

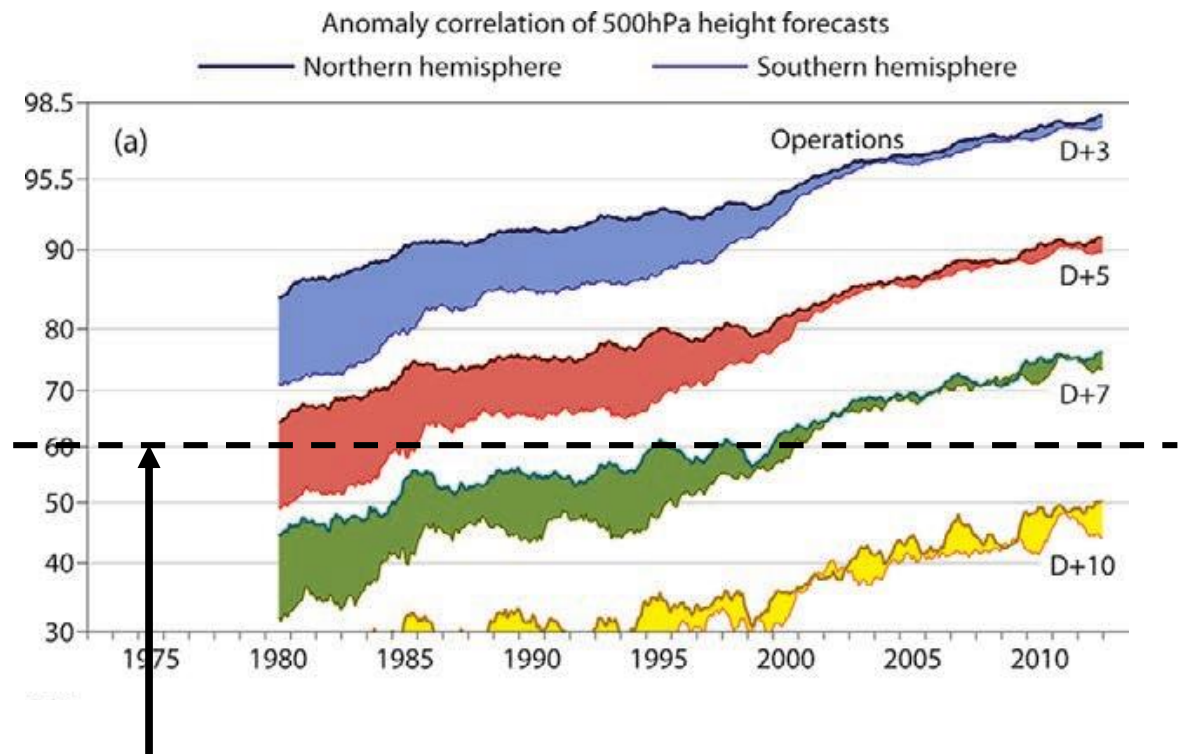


Forecasts



Sääennusteiden kehitys: Hiljainen vallankumous

- mallikehitys: parempi erottelukyky, parempi fysiikka
- havainnot kehittyneet: satelliitit
- data-assimilaatio kehittynyt
- **~1 pv parannusta per vuosikymmen**
- pallonpuoliskojen välinen ero on kaventunut: satelliittihavainnot auttavat



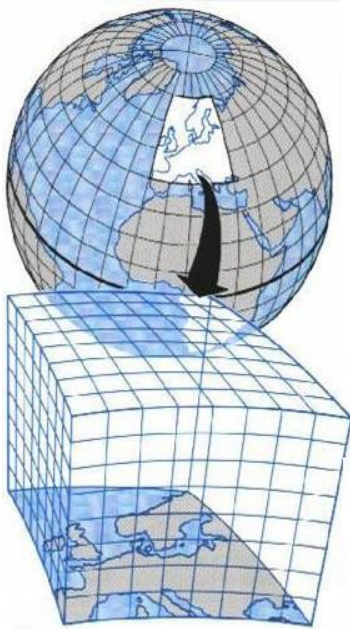
ca **60%**:
hyödyllisyyden
raja-arvo

lähteet:

- Dee et al., BAMS, 2014
- Bauer et al., Nature, 2015



Energiasääennusteet tuuli- ja aurinkosähkön tuotannolle



Numerical Weather Prediction
contains information relevant to renewable energy production

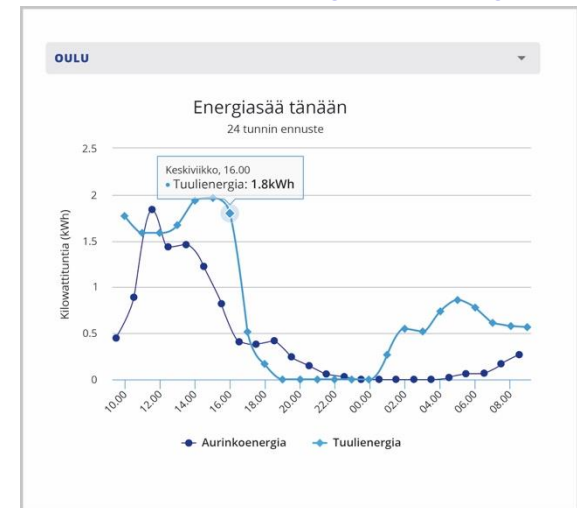
+



Conversion algorithm
translates meteorological information into energy production

=

<http://www.bcdcenergia.fi/energiasaa/>



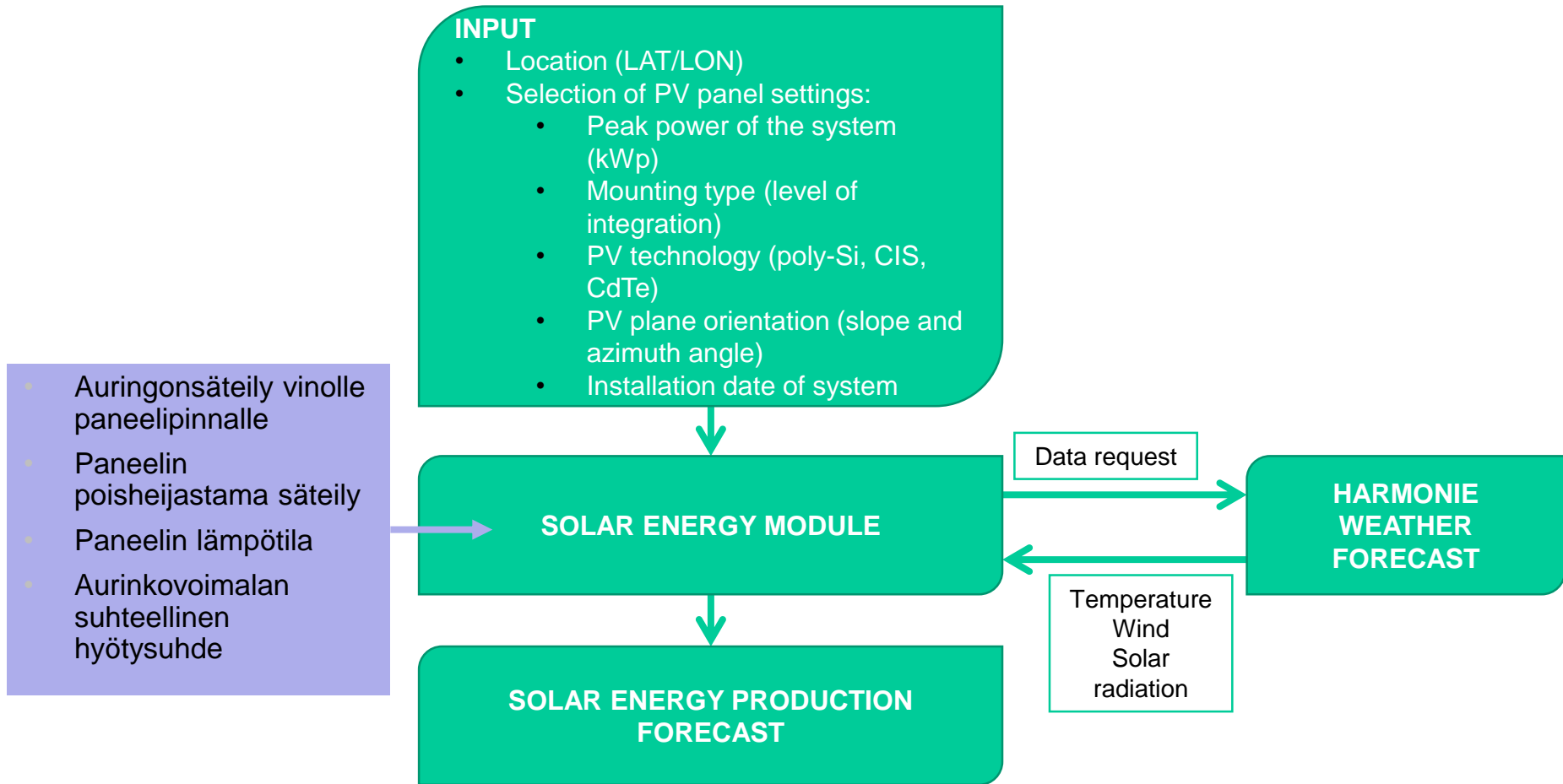
Energy Weather Forecast
gives predicted energy production hour by hour



ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

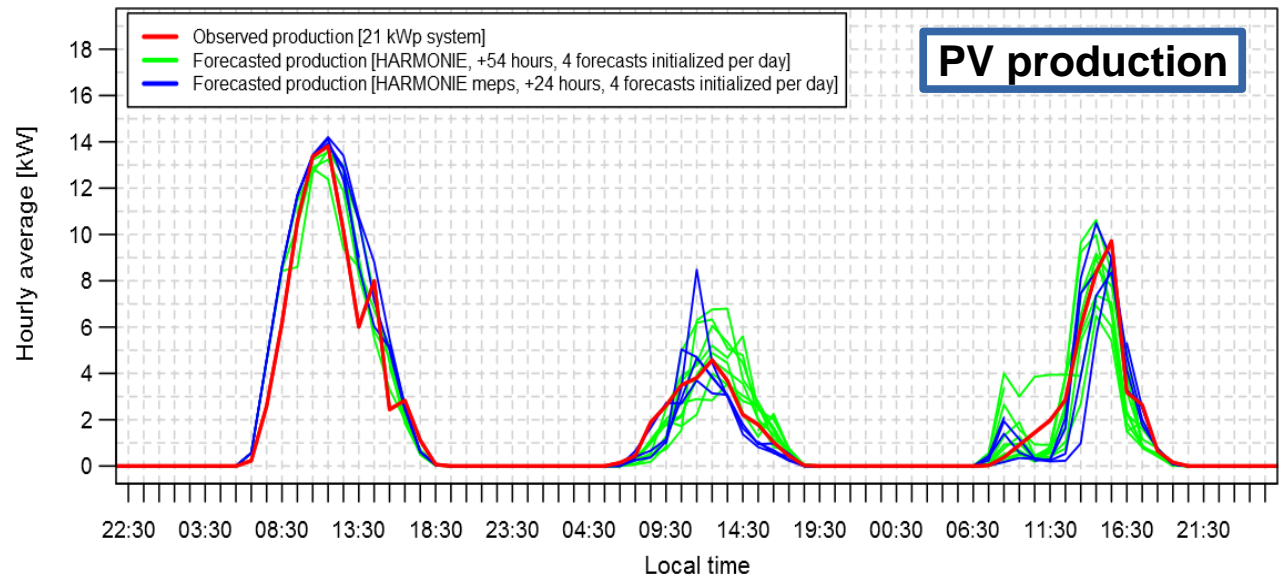
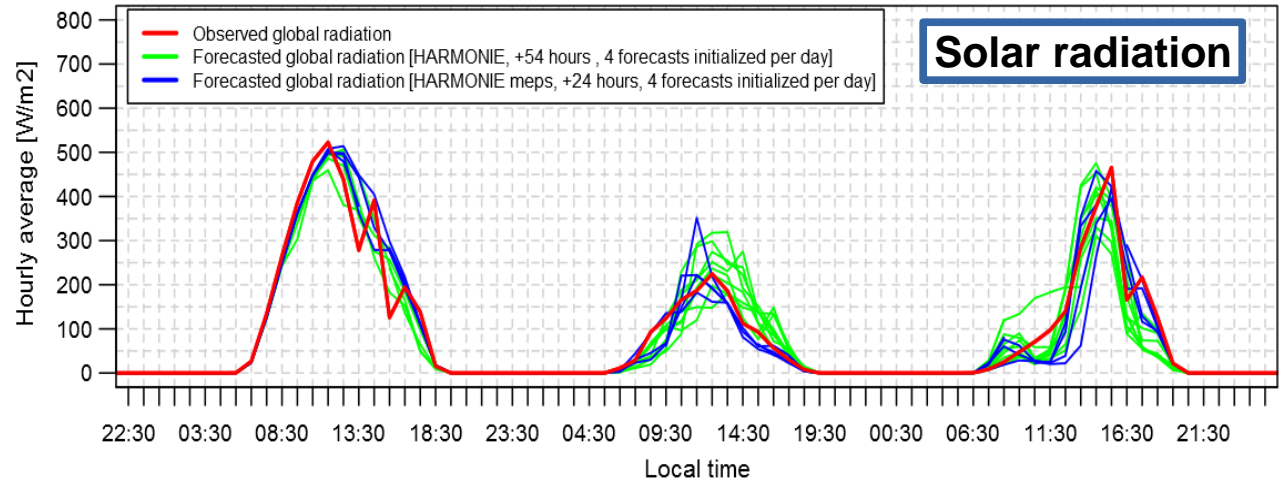


Aurinkosähköennuste



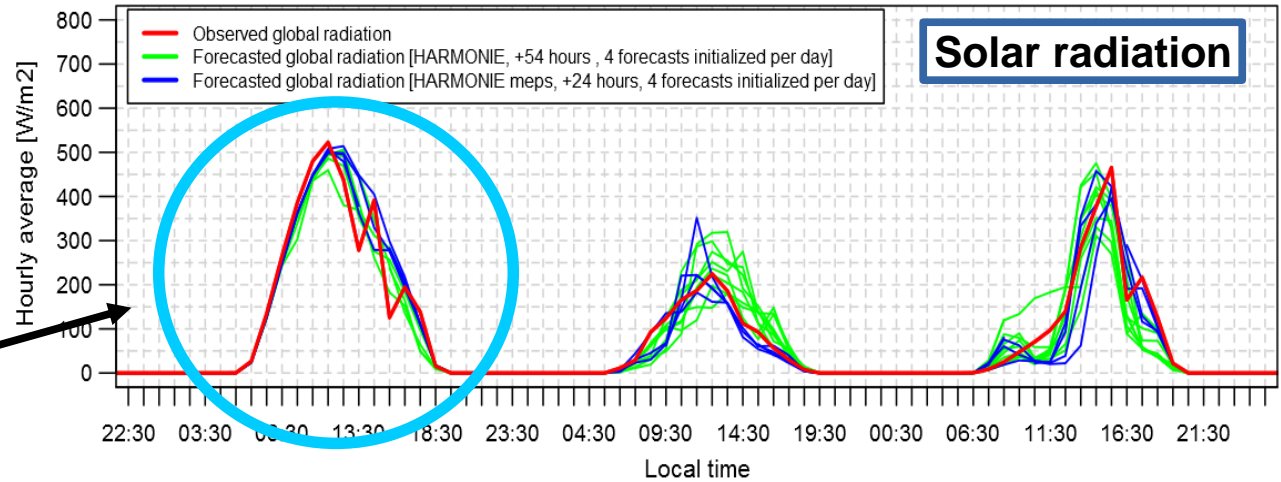
Aurinkoennusteiden onnistuminen (1/4)

Global solar radiation and solar energy production [2017-03-24 - 2017-03-26]

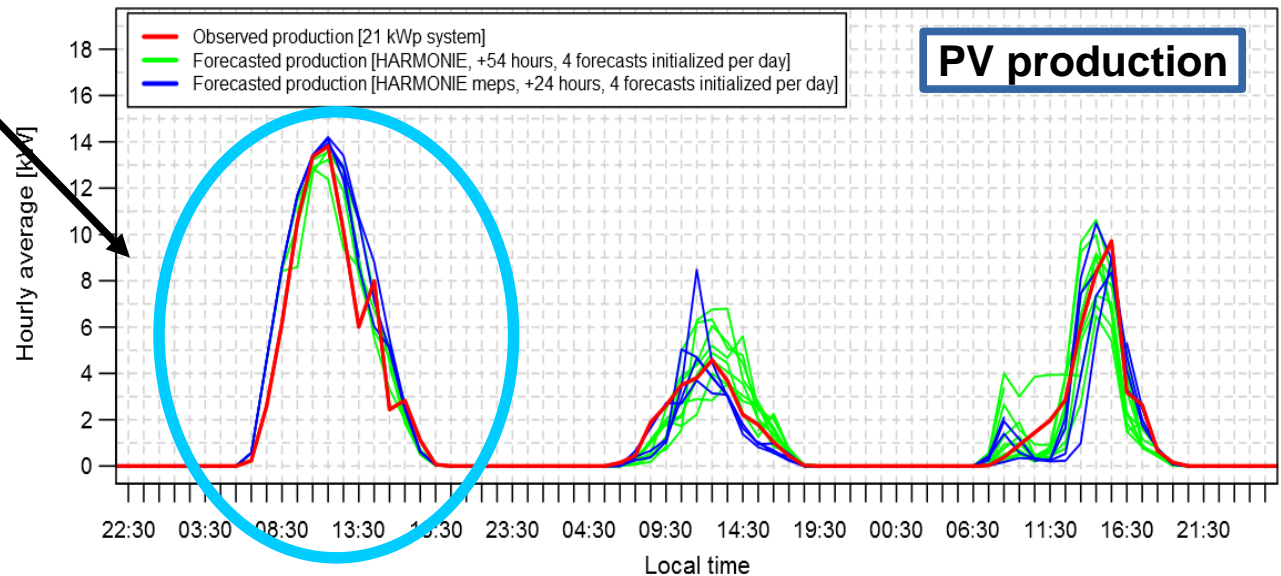


Aurinkoennusteiden onnistuminen (2/4)

Global solar radiation and solar energy production [2017-03-24 - 2017-03-26]

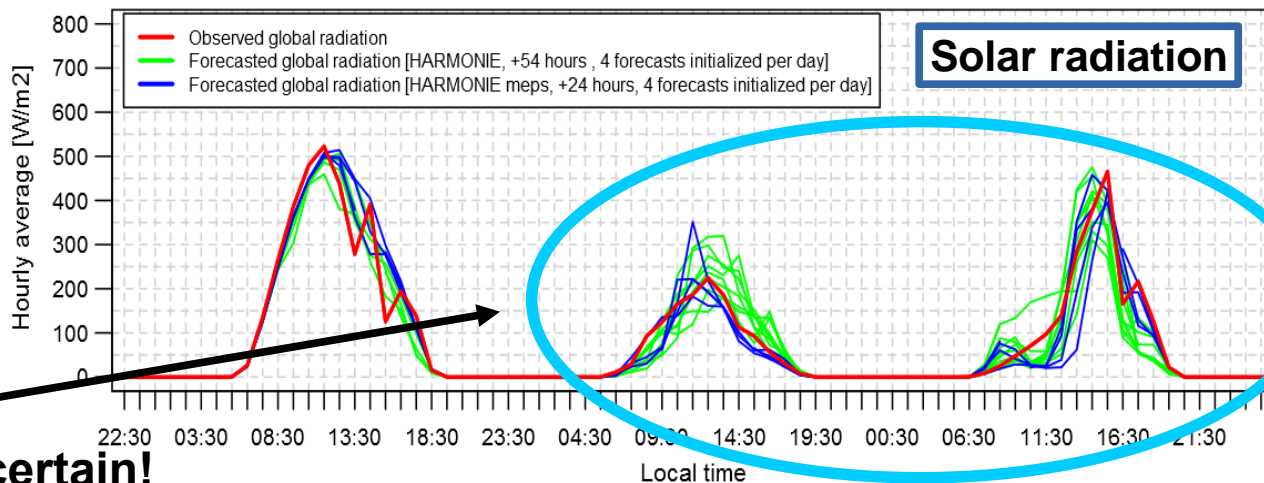


Clear sky
→ good forecast!



Aurinkoennusteiden onnistuminen (3/4)

Global solar radiation and solar energy production [2017-03-24 - 2017-03-26]

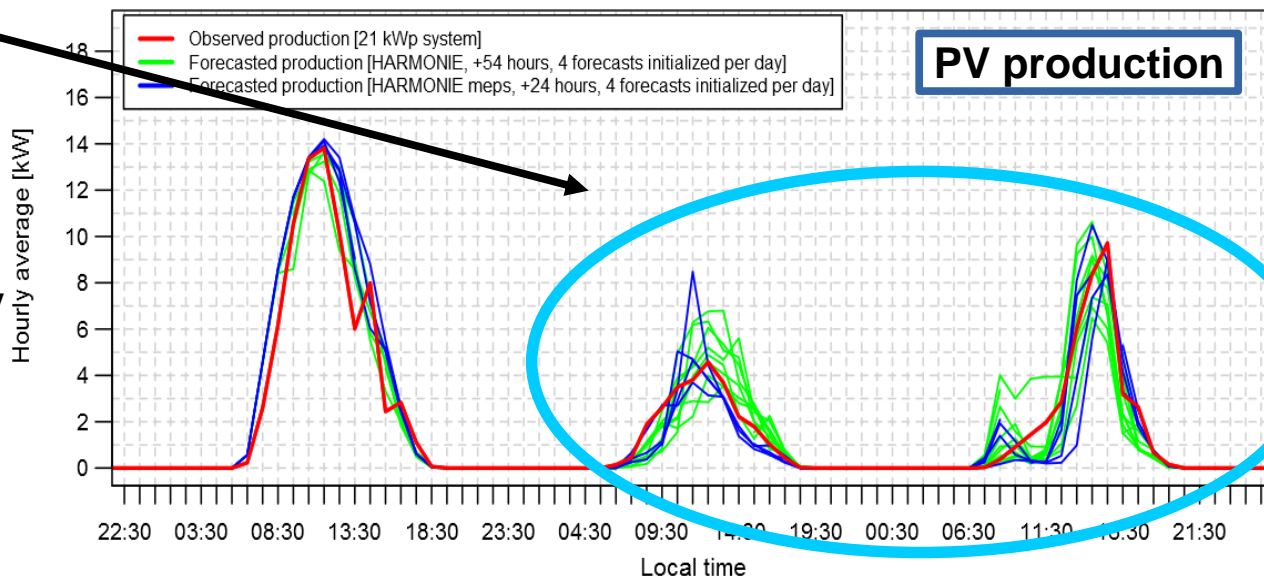


Cloudy sky

→ **forecast is more uncertain!**

How to improve cloud forecasts?

How to use uncertainty information?



Aurinkoennusteiden onnistuminen (4/4)

Vertailussa huhti-syyskuu 2016

FMI:n tuotantolaitos,
Helsinki, 21 kWp

HARMONIE-malli:

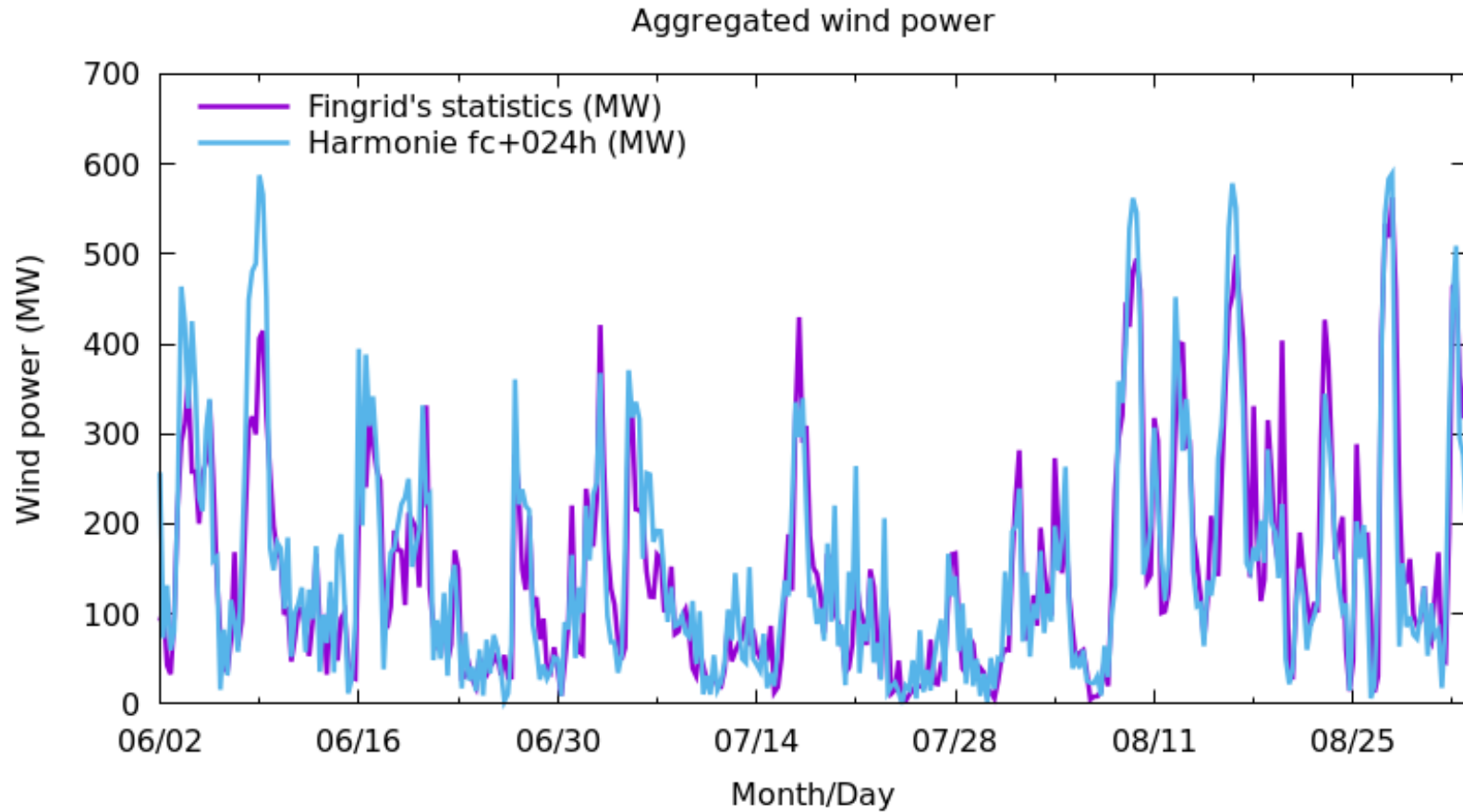
- 06 UTC ennuste
- käytettävissä ennen klo 12 (kesäaika)
- ennustepituus 17—40 h, day-ahead

Day-ahead forecast, hourly data
Summary statistics, 04-09/2016

RMSE	2577 W	12%
MAE	1546 W	7%
CORR.	0.88	
BIAS	-43 W	0.2 %



Tuuliennusteiden onnistuminen

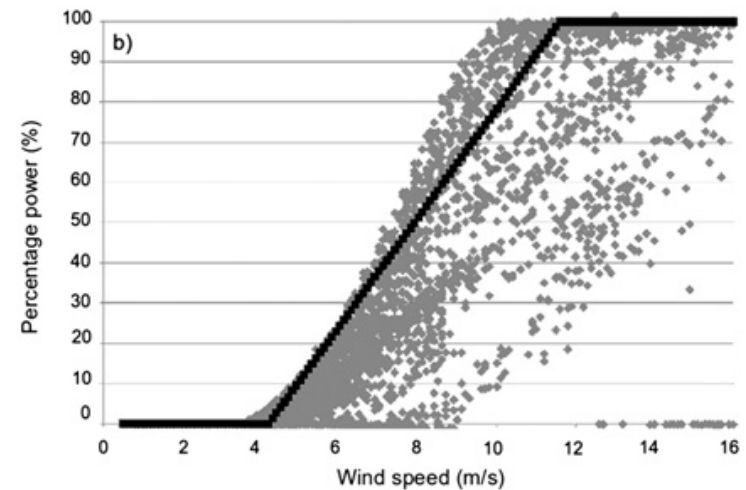
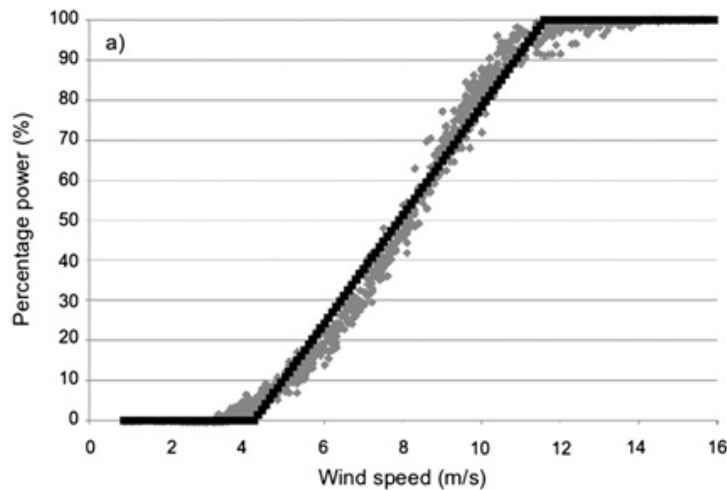


Tuulivoima ja jäätäminen (1/3)

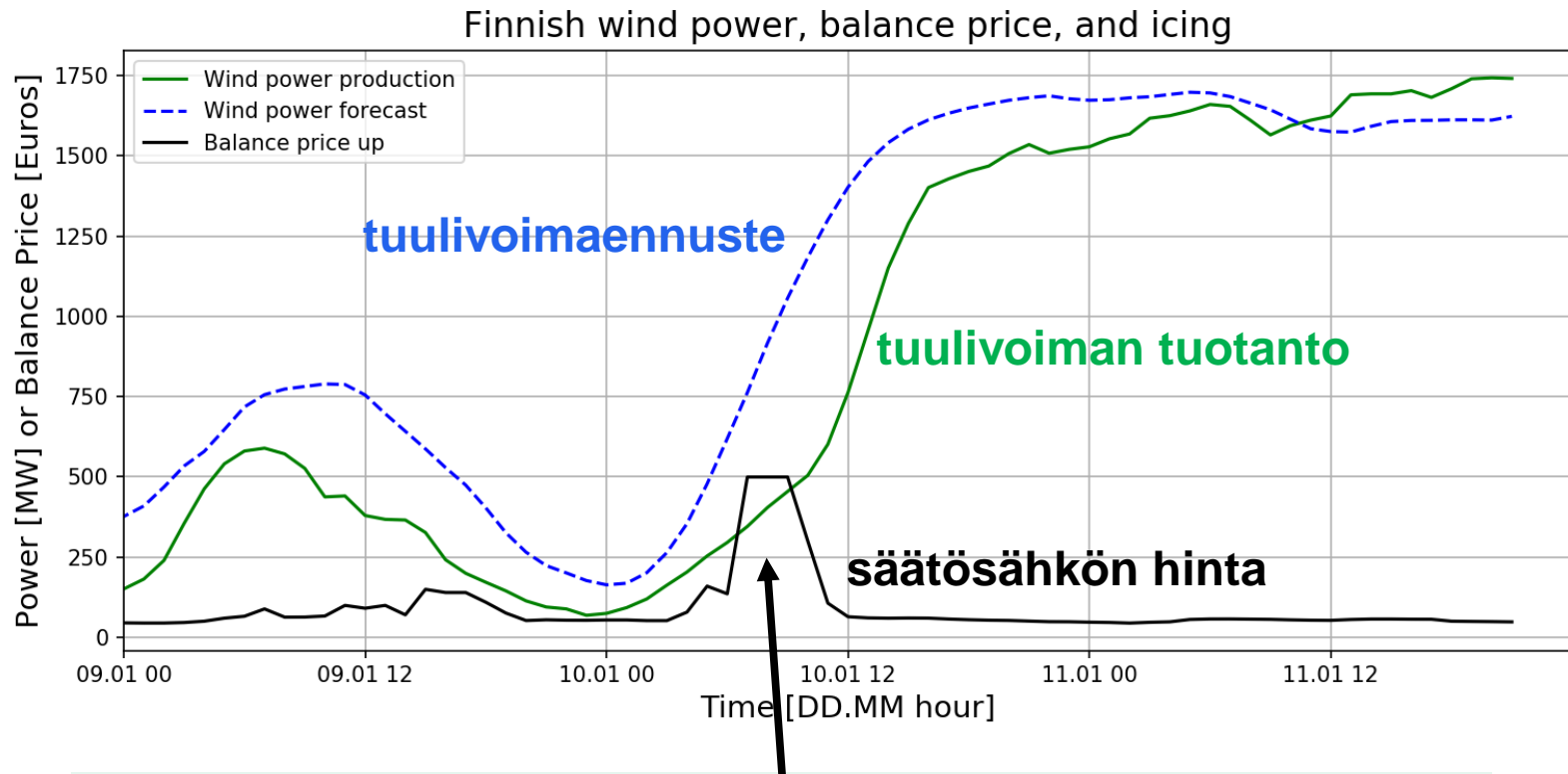
Mittalaitteet



Tehokäyrät



Tuulivoima ja jäätäminen (2/3)



Twitter:

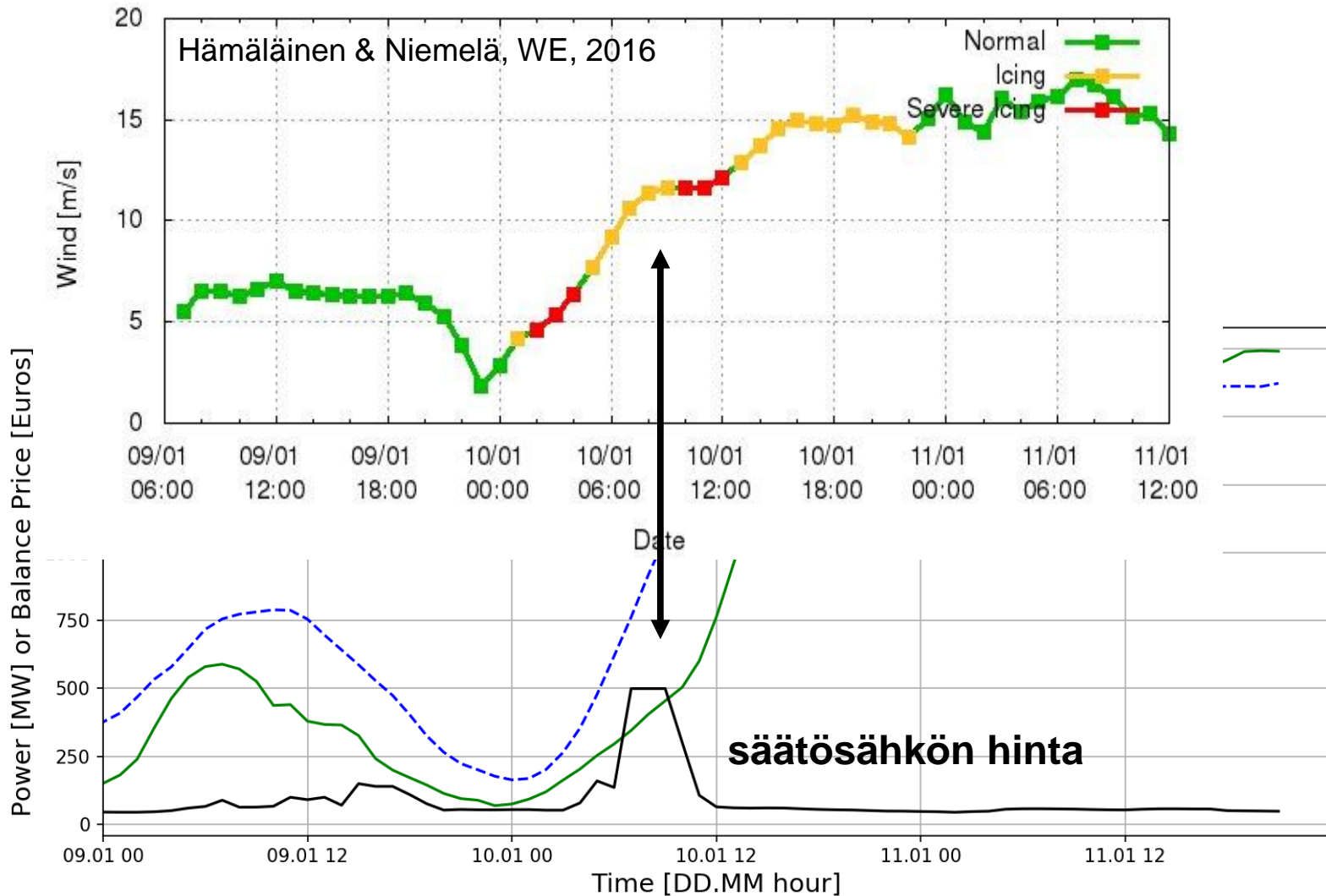
https://twitter.com/Mikko_Heikkila/status/1083364135134511106

(säätosähkön hinta 3 h ajan 499€ / MWh jäätämisen takia)



Tuulivoima ja jäätäminen (3/3)

FMI:n jäätämisenennuste



Työn alla: satelliittipilvien hyödyntäminen

Satellite
2018-09-03, 06Z

MNWC-Preop
fc06Z+00h

MNWC-MSG_ingest
fc06Z+00h

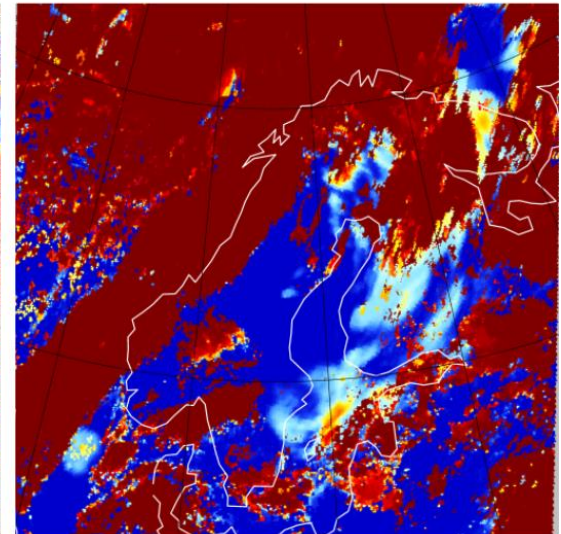
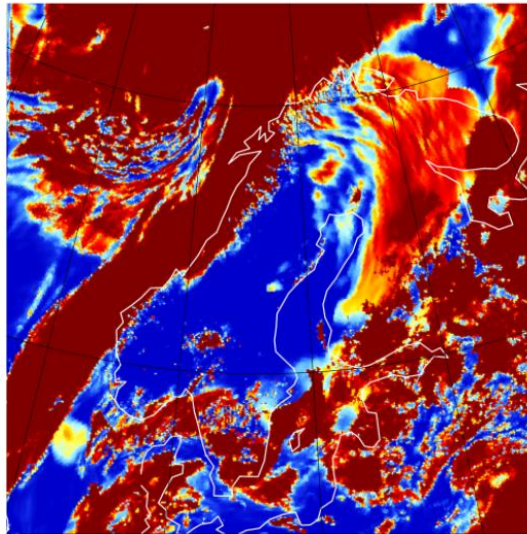
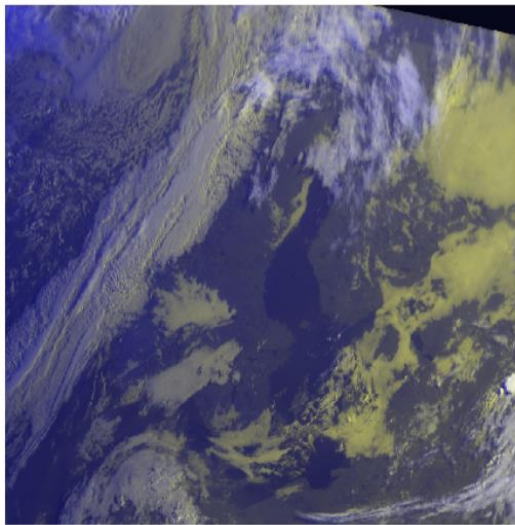


Figure 1: A comparison of cloud-cover for the 3rd of September 2018 at 06Z. Satellite image in left panel, MNWC-preop in middle and experimental run with MSG cloud-ingest in right panel



Avoimen datan pilottipalvelut (EE VaGe)

Aurinkoenergiennuste

[https://ilmatieteenlaitos.fi/ajankoh
taista/529088970](https://ilmatieteenlaitos.fi/ajankoh
taista/529088970)

Aurinkosähkön tuotantoennustepalvelu on julkaistu

23.5.2018 11:25

Uusi palvelu tuottaa tuntikohtaisen tuotantoennusteen käyttäjän määrittämille aurinkosähkökohteille mihin tahansa Fennoskandian tai Baltian alueella.

Ennuste, joka päivittyy 4 kertaa vuorokaudessa ja ulottuu 66 tunnin päähän, pohjautuu yhteispohjoismaiseen 2,5 kilometrin horisontaalisen resoluution MetCoOp-säänennustusjärjestelmään. Palvelu tarjoaa käyttäjäkohtaisen käyttöliittymän, johon yksi tai useampi aurinkosähköjärjestelmä voidaan määrittää.

Uusia toiminnallisuuksia, kuten datan vientimahdollisuus sekä aurigonsäteilyn eri komponentit, tullaan lisäämään käyttöliittymään lähiaikoina. Käyttäjäpalautetta otetaan mielellään vastaan tulevia kehityskohteita silmällä



Kuva: Eija Vallinheimo

Tuulivoimaennuste

[https://ilmatieteenlaitos.fi/ajankoh
taista/549744008](https://ilmatieteenlaitos.fi/ajankoh
taista/549744008)

Tuulivoiman tuotantoennuste nyt saatavilla

28.6.2018 13:13

Uusi palvelu tuottaa tuntikohtaisen tuotantoennusteen käyttäjän määrittämille tuuliturbiineille mihin tahansa Fennoskandian tai Baltian alueella.

Tuulivoiman tuotantoennuste, joka päivittyy 4 kertaa vuorokaudessa ja ulottuu 66 tunnin päähän, pohjautuu yhteispohjoismaiseen 2,5 kilometrin horisontaalisen resoluution MetCoOp-säänennustusjärjestelmään. Palvelu tarjoaa käyttäjäkohtaisen käyttöliittymän, johon voidaan määrittää yksi tai useampi tuuliturbiini.

Uusia toiminnallisuuksia, kuten datan automaattinen latausmahdollisuus, tullaan lisäämään käyttöliittymään kesäkauden jälkeen. Käyttäjäpalautetta otetaan mielellään





ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

KIITOS



ACADEMY OF FINLAND

