



ILMATIETEEN LAITOS  
METEOROLOGISKA INSTITUTET  
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

# Lentosäähavaintojen tekeminen ja siihen liittyvä automaatio

Lentoon! 28.5.2022

Pauli Hankonen



# Havaintoasemat Suomessa

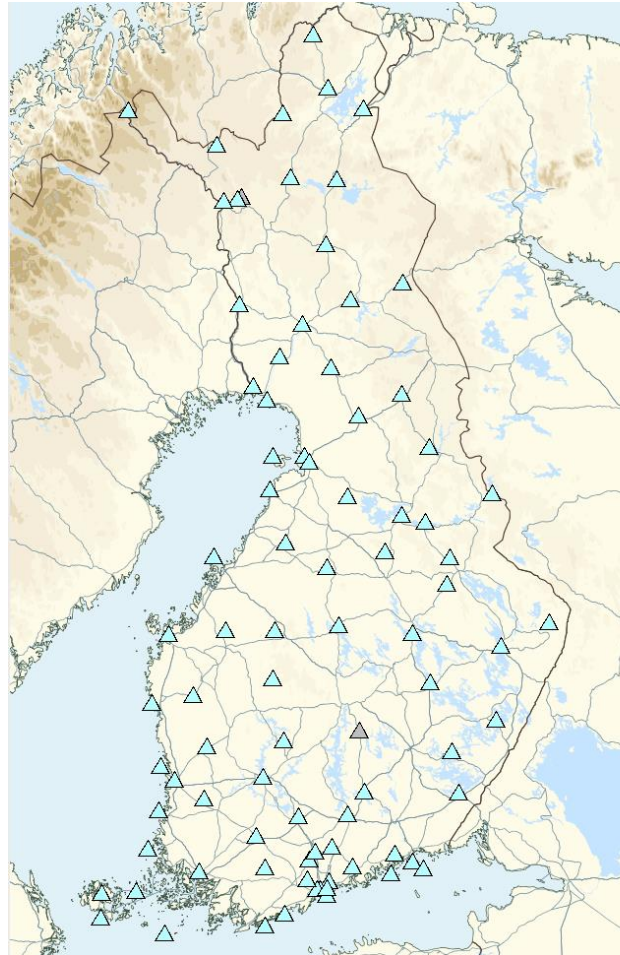
AWS METAR-verkosto hyvin kattava

Havainnot automaattisia

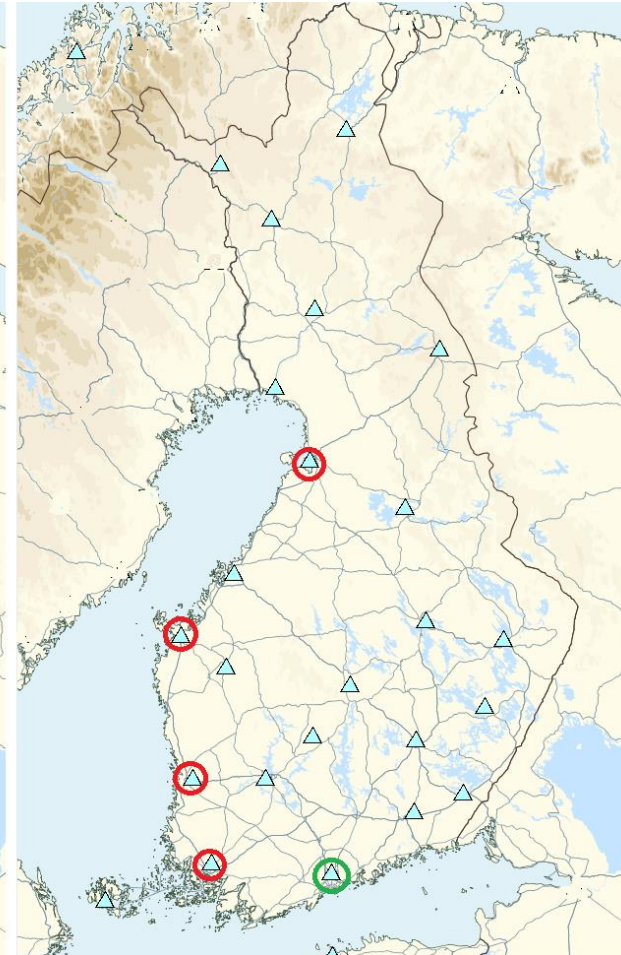
Havainto pistemäinen

AWS METAR logiikka päivitetty vastaamaan lentosäälogiikkaa

Anturimäärä pienempi ja tyyppi poikkeaa lentoasemien antureista



AWS METAR-asemat



Lentosääasemat

24 lentosäähavaintoasemaa

EFHK

24h manuaalihavainnot

EFTU, EFPO, EFVA, EFOU

24h automaattihavainnot

Muissa virka-aikaan tai lennonjohdon aukioloaikoina manuaalihavainnot

# Yleistä lentosäähavainnoista



Tyypillisesti lentosääasemilla vähintään kaksi näkyvyys- ja pilvenkorkeusmittaria



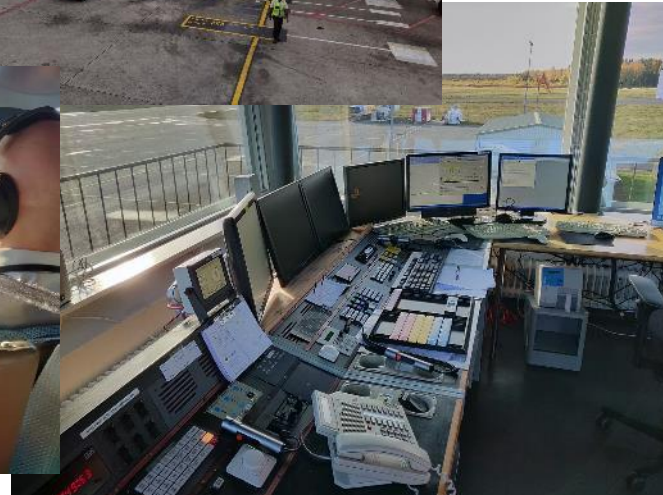
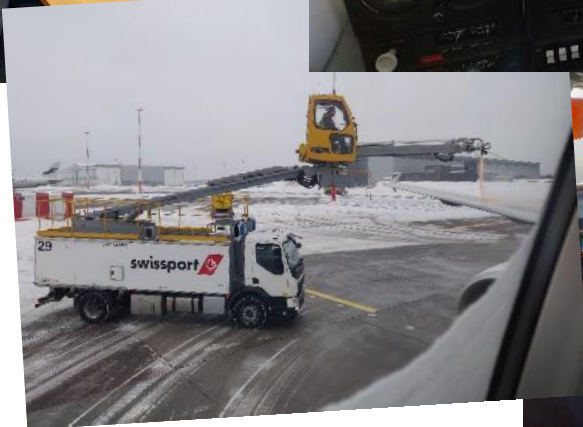
Lämpötila ja paine myös kahdesta tai useammasta paikasta



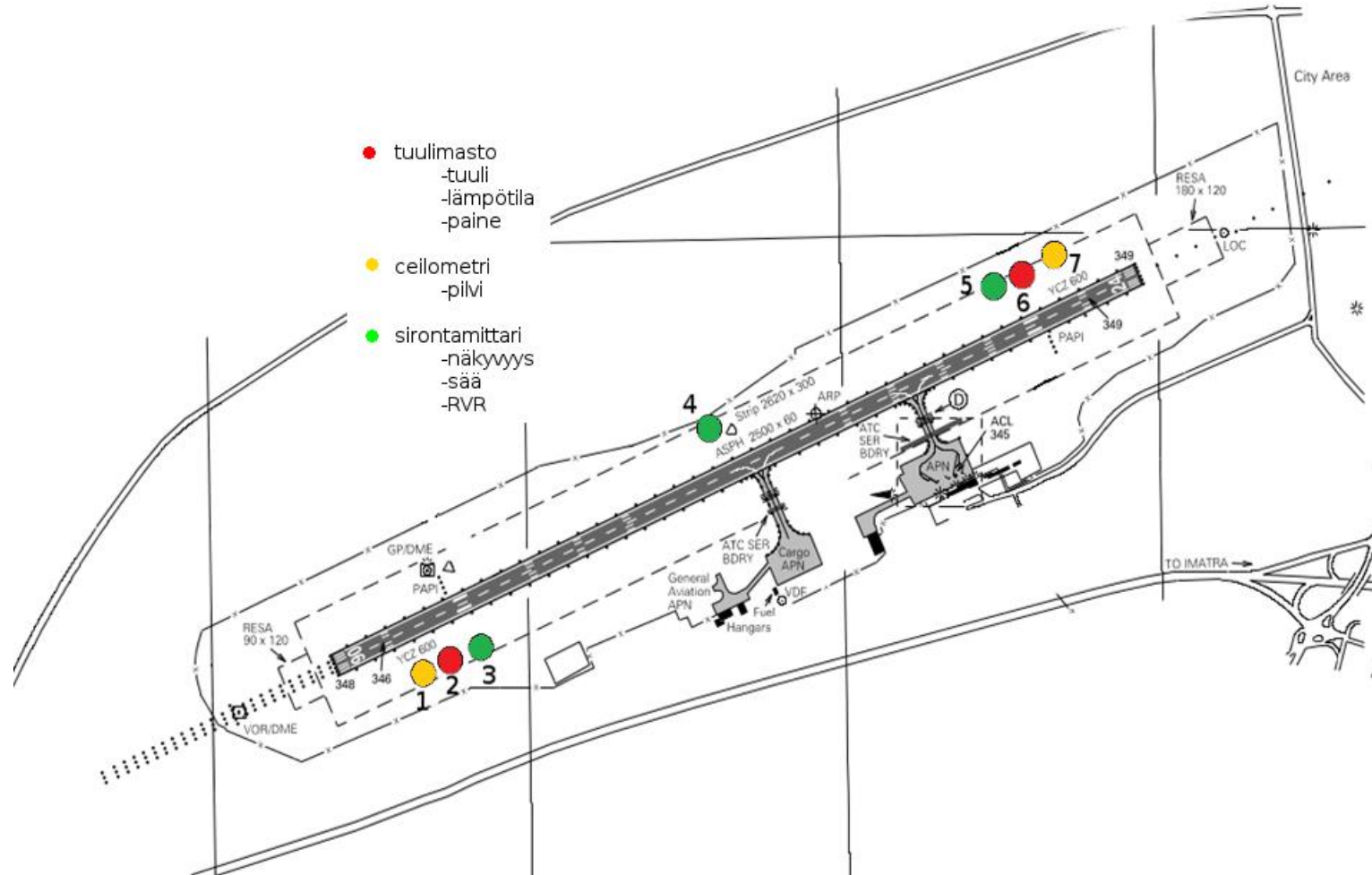
Tällä hetkellä havaintosanoma painottuu käytössä olevan kiitotien suuntaan

# Ketkä lentosäähavaintoja käyttävät

- Useita käyttäjäryhmiä, mm.
  - Lentäjät
  - Lennonjohto
  - Maahenkilökunta (kunnossapito, de-icing, ramp, jne.)
  - Meteorologi



# Esimerkki havaintolaitteiden sijoittelusta



# Automaatille hankalimmat sääparametrit

- Vikatilanteita lukuun ottamatta automaattihavainnot ovat vertaansa vailla mittaamassa tuulta, lämpötilaa, kosteutta ja ilmanpainetta. Sama pätee yleensä myös RVR-tietoon



# Automaatille hankalimmat sääparametrit

- Haasteellisimpia -ja usein manuaalisesti luotettavammin havaittavia sääparametreja tietyissä tilanteissa ovat siis
  - Näkyvyys - etenkin sen vaihdellessa ajallisesti tai paikallisesti
  - Vallitseva sää: sumua vai utua?
  - Mitä olomuotoa sade on?
    - Ukkos- ja CB-automaatio ei välttämättä havaitse kaikkia ukkosia
    - Jäätävät ilmiöt



# Automaatille hankalimmat sääparametrit

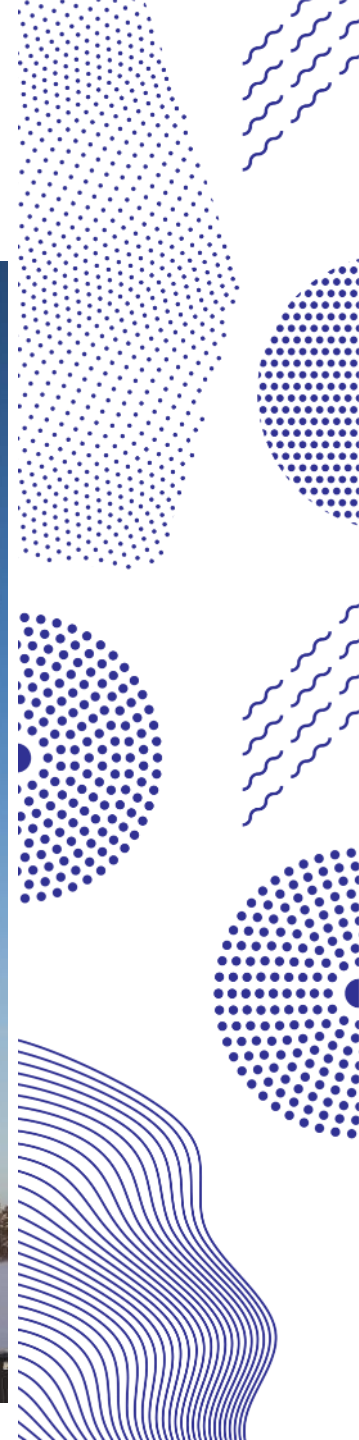
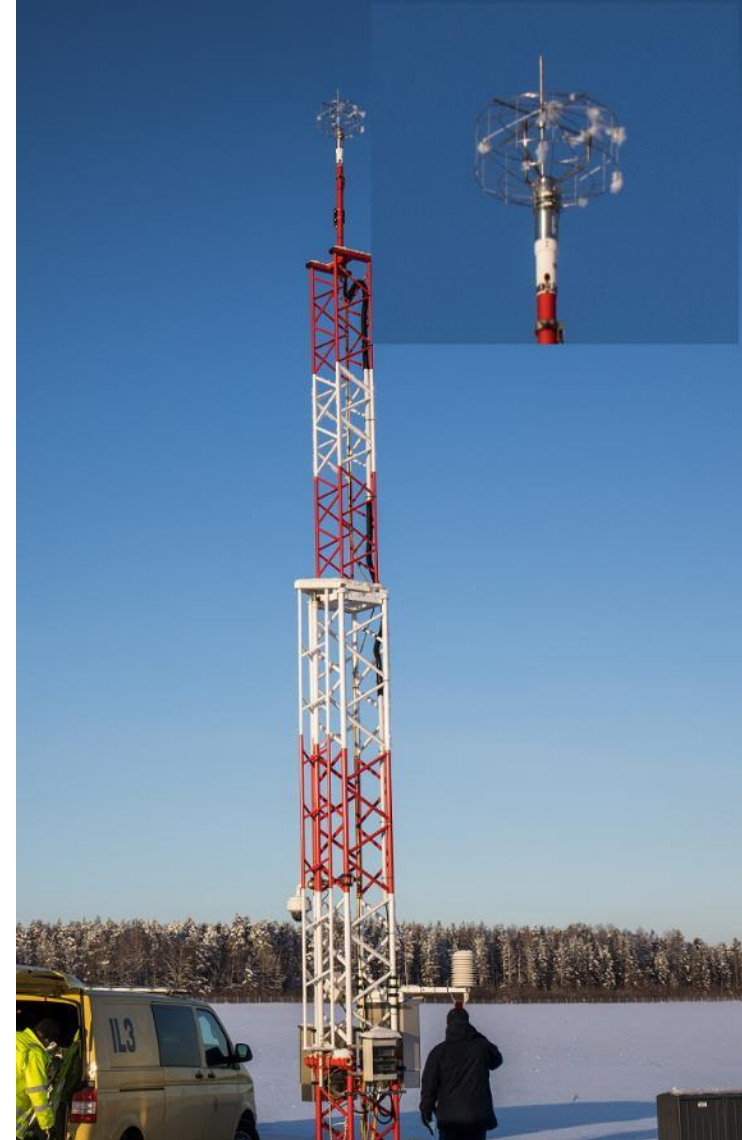
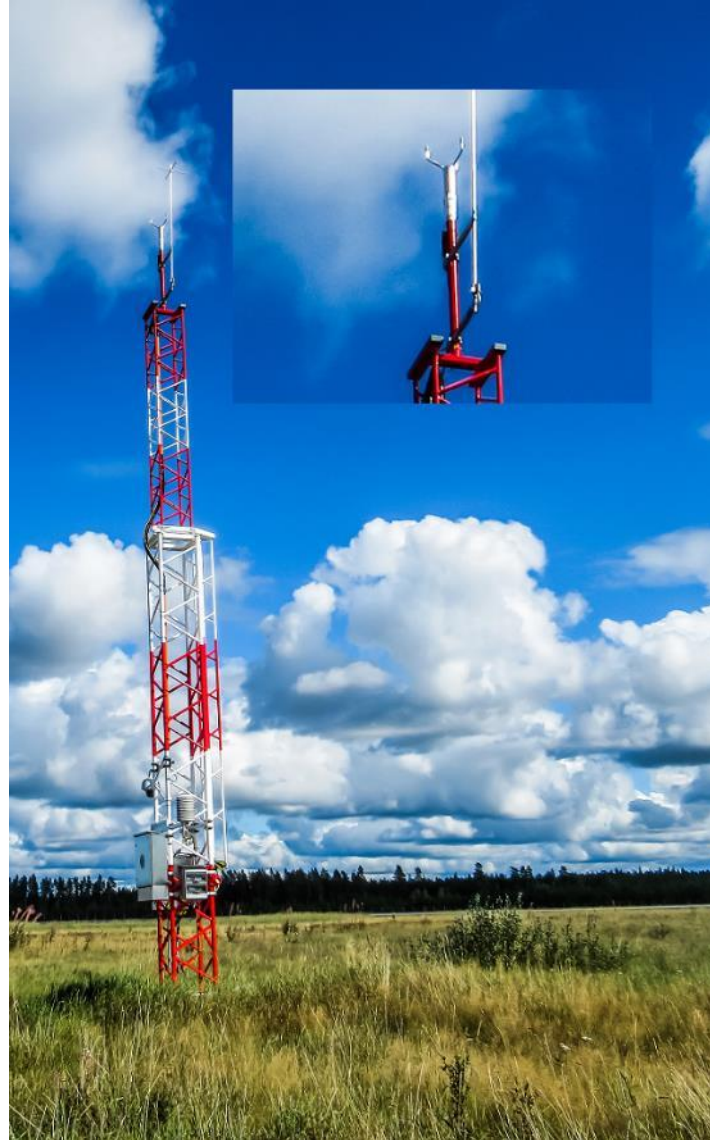
- Pilvet - etenkin pilvikerrosten kattavuus ja toisaalta pilvikerrosten lukumäärä sekä ceilon ulottumattomissa olevat pilvet





# Tuulen mittaus

Tuuli mitataan akustisilla tuulimittareilla, joissa ei ole mekaanisia osia.



# Tuulen mittaus ja mahdolliset ongelmat

Linnut voivat häiritä mittauksia



Talvella anturi voi tykkyntyä



# Tuulen mittaus ja mahdolliset ongelmat

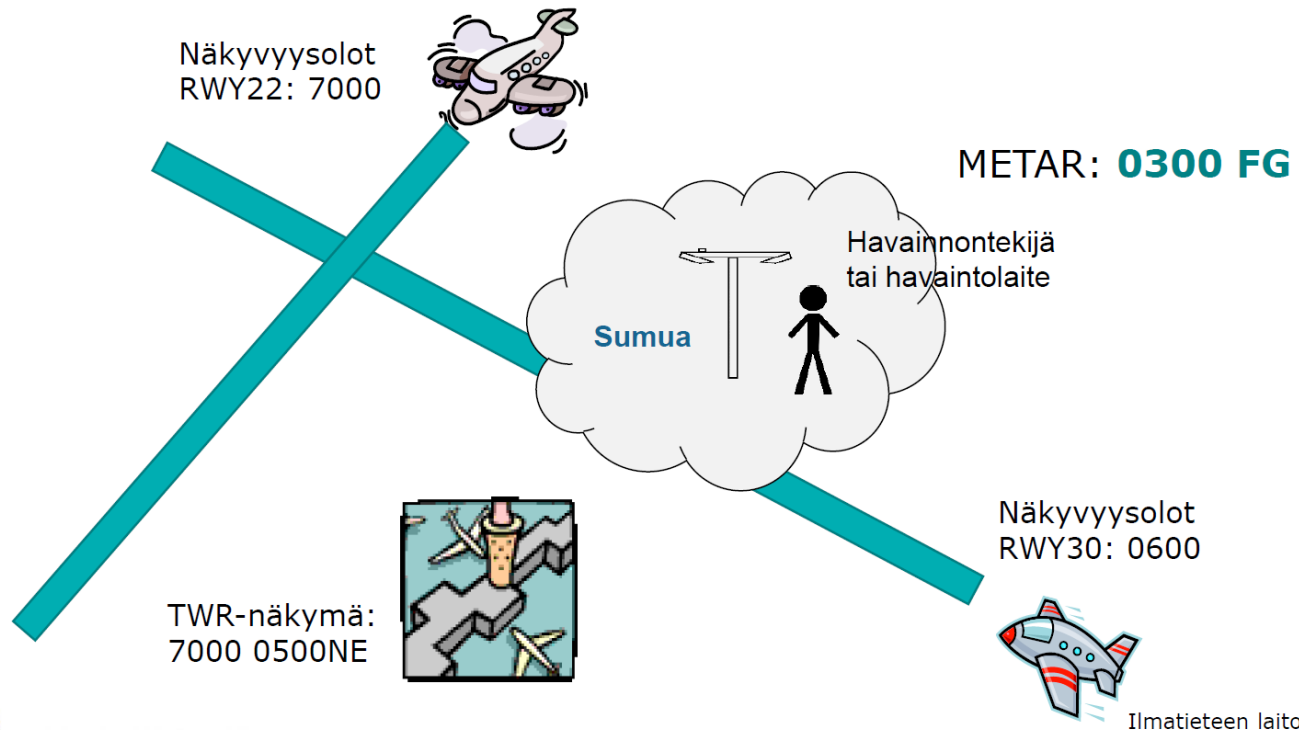


# Näkyvyyden arviointi

**Kaikki ovat oikeita näkyvyyksiä sijainnista riippuen**

## Näkyvyyden arviointi sumuhattaratilanteessa

Kaikki ovat omasta pisteestä nähtynä oikeita näkyvyyshavaintoja. Sanomassa kuitenkin raportoidaan aina havainnontekijän tai havaintolaitteen arvioima näkyvyys.



# Näkyvyyden mittaus sironnamittarilla

- Näkyvyys mitataan pistekohtaisesti n. 2,5 m korkeudelta
- Automaattihavaintoon päätyä näkyvyys on 10 minuutin keskiarvo
  - Automaattimittaus reagoi ihmistä hitaammin nopeisiin sään muutoksiin
  - Laite ei tiedä johtuuko näkyvyyden huononeminen oikeasta vai esim. lumilingon aiheuttamasta ”säästä



ILMATIETEEN LAITOS  
METEOROLOGISKA INSTITUTET  
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

# Sirontamittari

Näkyvyys

Vallitseva sää

Lämpötila

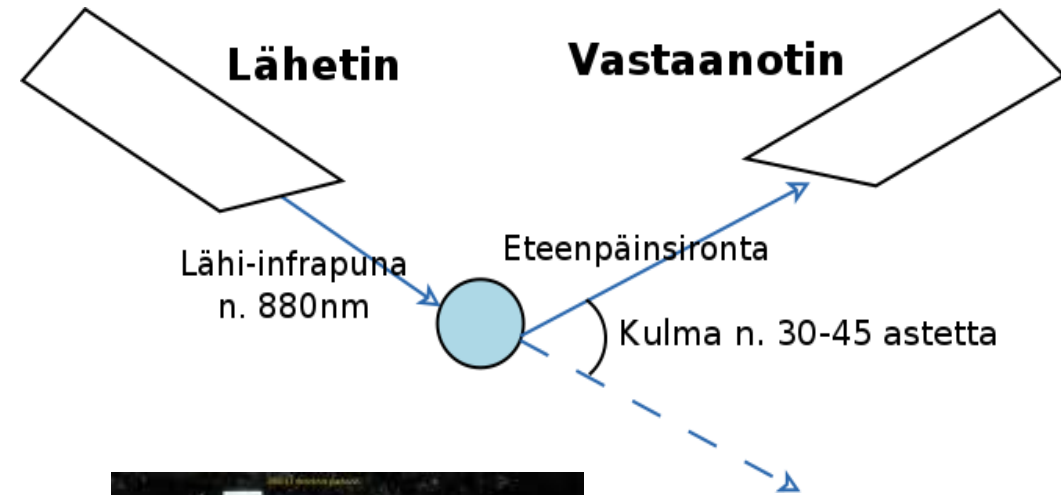
RVR osalla lentopaikoista



# Sirontamittarin toimintaperiaate

Sirontamittari mittaa valon sirontaa lähettimestä vastaanottiin pienestä, noin tennispallon kokoisesta tilavuudesta 2,5 m korkeudella.

Laite laskee mittaustulosten perusteella vaakänäkyvyyden ja käyttää sääkoodin arvioimiseen myös lämpötilaa ja kapasitiivista sadeanturia.



# Kapasitiivisen anturin (kosteus) toimintaperiaate

Vesi muuttaa RAINCAP ®:n mittauselementtien kapasitanssia, joka määrää värähtelijän taajuuden. Taajuus on suoraan verrannollinen veden määrään mittauspinnolla.





# RVR:n mittaus

RVR mitataan Suomessa joko transmissometrillä tai sirontamittarilla

Transmissometrillä mitatessa laitepari sijaitsee tyypillisimmin 50 metrin etäisyydellä toisistaan

Transmissometri käytössä EFHK, EFJY, EFKU ja EFRO

# RVR:n mittaus transmissometrillä



# Pilvimittaukset ceilometrillä

- Ceilometrillä määritetään sekä pilvikerrosten korkeutta että niiden kattavuutta
- Havainto on pistekohtainen, laite mittaa ainoastaan juuri sen yläpuolella olevia pilviä tai muita osasia (esim. lumetuksesta johtuvaa tai lentoliikenteen maasta nostattamaa hienojakoista jääkidettä tai pölyä)
- Ceilon yläpuolella oleva rakonen pilvikatossa → selkeää?
- Ceilon yläpuolella pienehkö pilvialue → OVC?
- Pilvitiedon määrittäminen havaintoa edeltävän 30 minuutin aikana
- Pilvitilanteen vaihdellessa ceilomittaus reagoi ihmistä hitaammin





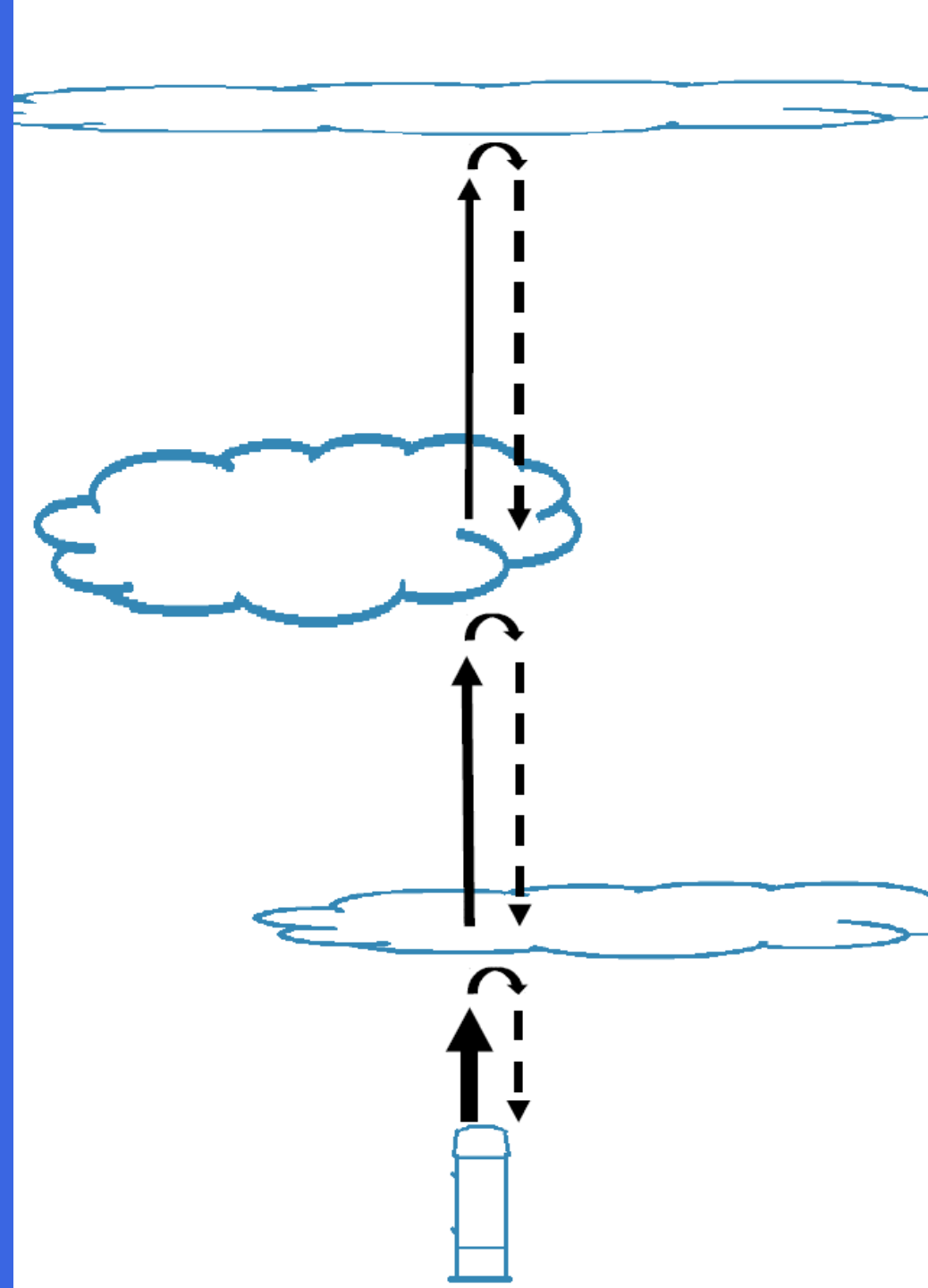
ILMATIETEEN LAITOS  
METEOROLOGISKA INSTITUTET  
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

# Ceilometrin mittausperiaate

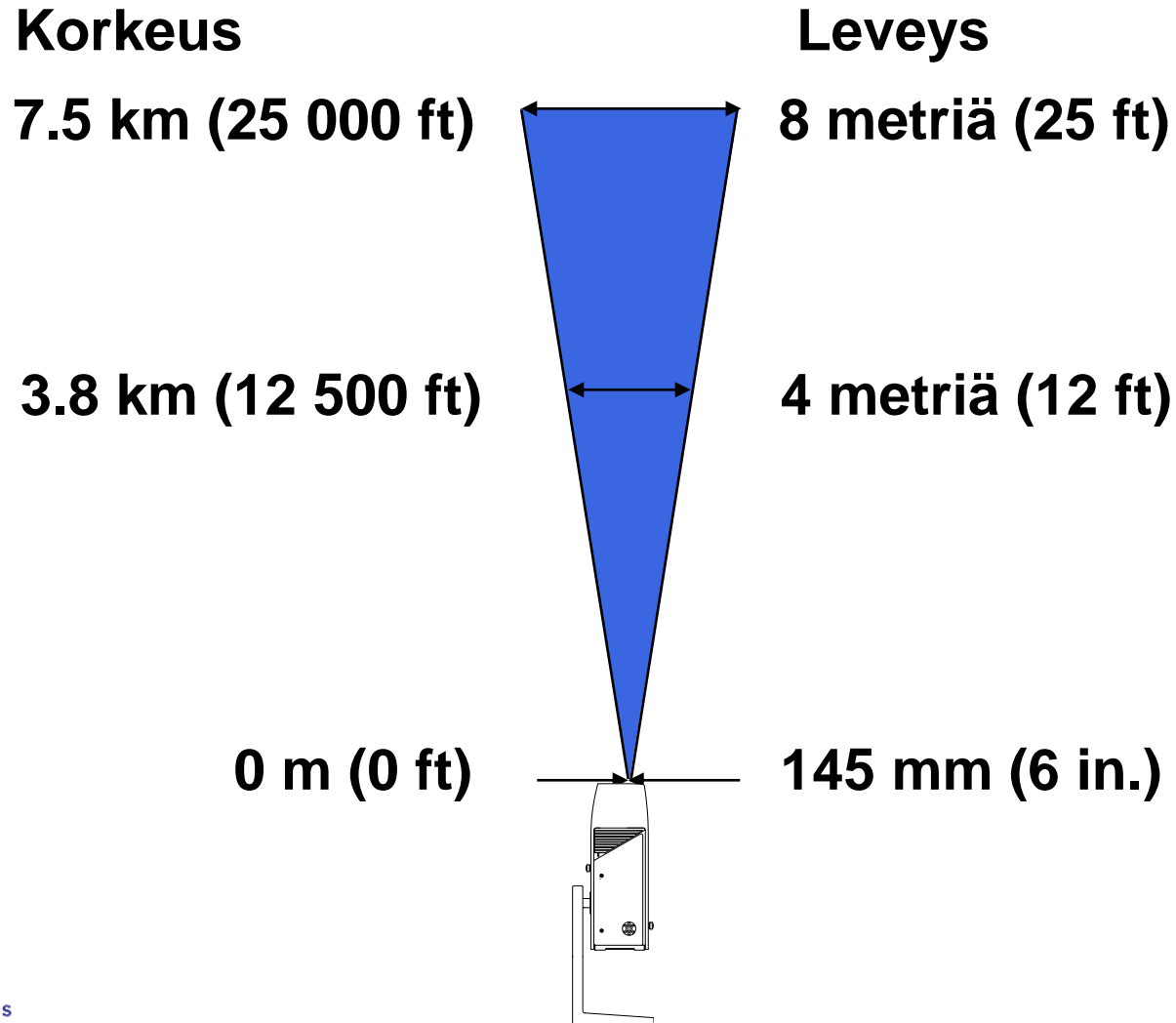
## Toimintaperiaate

- lähetetyn lyhyen (joitain nanosekunteja) valopulssin heijastuminen takaisin vastaanottiimeen
- Korkeus määritetään pulssin matka-ajasta
- 30 min keskiarvo, painottaen viimeistä 10 min

30.5.2022

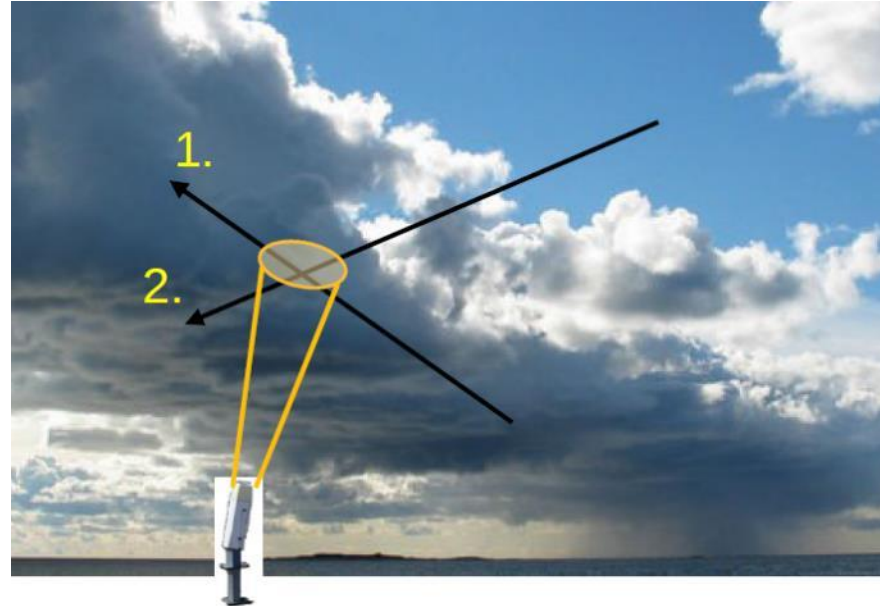


# Ceilometrin lasersäteen leveys



# Automaattinen pilvisyyshavainto

- Havainto perustuu pistekohtaisiin mittauksiin
- Pilvisyyshavainto perustuu 30 minuutin mittausjaksoon, painottaen viimeistä 10 minuuttia
- Automaatti muodostaa helpommin useita pilviä (pilvillä on aina epätasainen alapinta)
- Pilven kattavuusmääritys perustuu siihen, minkälaisia pilviä ceilometrin kohdalle on osunut mittausjakson aikana



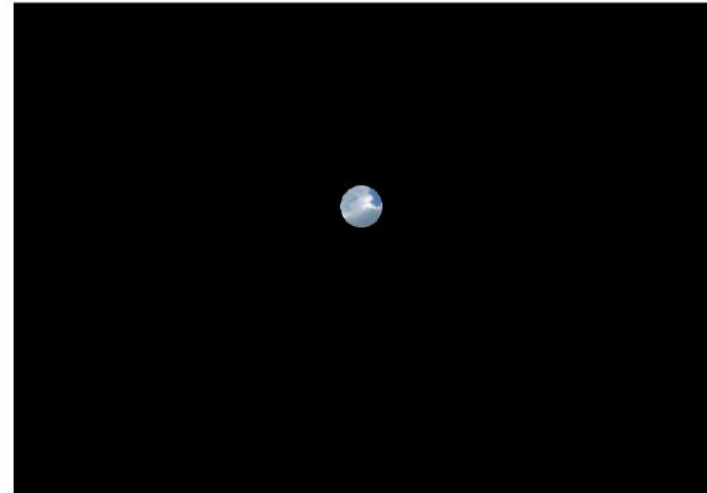
Esimerkiksi puolen tunnin havaintoaikana kuvassa olevan ceilometrin yli liikkuu pilvisyysalue:

- Suuntaan 1:  
→ Automaattihavainnossa pilvisyys on OVC
- Suuntaan 2:  
→ Automaattihavainnossa pilvisyys on SCT

## Havainnontekijän ja ceilometrin näkymät samassa tilanteessa



Manuaalihavainto



Automaattihavainto

# CB ja TCU pilvet

## CB- ja TCU-pilvet

- CB = Cumulonimbus
- TCU = Towering Cumulus (korkea kumpupilvi, kehitysvaiheessa oleva CB-pilvi)
- CB-pilveen liittyy mm. sateita, ukkosta, turbulenssia ja jäätämistä
- CB- ja TCU-pilvet pyritään ilmoittamaan METAR-sanomassa noin 15-20 km säteellä kentästä, mikäli ne pystytään havaitsemaan
  - Havainnontekijä erottaa CB-pilvet esim. alasimen muodosta. Jos pilvien huippua ei näy, havainnontekijä saattaa käyttää apunaan tutkakuvasta tehtyä CB-analyysiä
  - Automaattihavaintoihin lisätty CB-tieto perustuu tutkakuvien perusteella tehtyihin päätelmiin
    - Automaattihavainnoissa CB-tieto ilmoitetaan pilviryhmänä  
/////CB
  - Jos automaattihavainnossa järjestelmän käytössä ei ole CB-tietoa, METARin pilvitiedoissa voi olla pilviryhmän perässä "////"
  - Esimerkiksi
    - FEW030/// BKN045///
    - BKN030///



TRAFICOM



ILMATIETEEN LAITOS



ILMATIETEEN LAITOS  
METEOROLOGISKA INSTITUTET  
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE



# CB tunnistus

- Lentosääasemilla CB-tunnistus perustuu säätutkasta saatavaan tietoon
- Automaatti ei tiedä millä korkeudella ja kuinka paljon pilveä on



# TS tunnistus

- Automaatin TS tunnistus perustuu salamanpaikannukseen
- Salamanpaikannus on radiopaikannusta
- Tunnistaa maa- ja pilvisalamat



# CB ja TS tunnistus

METAR EFVA AUTO 18010KT 9999 VCTS /////CB 20/09 Q1011=

Automaattiasemalla on käytössä CB-tunnistus ja salamapaikannus, mutta itse ceilometrin yli ei ole kulkenut yhtään pilveä

Tuloksena METAR sähkeessä tieto sekä ukkosesta, että CB pilvestä, mutta tieto pilven korkeudesta ja kattavuudesta puuttuu

# Jäätämisen tunnistus

- Vallitsevan sään anturit kykenevät erottamaan jäätävän sateen tai tihkun harvoin
- Lisäksi käytössä jäätämisanturi, joka perustuu resonanssitaajudeen muutokseen
- Jäätämistä voi olla vaikei edes varsinainen jäätämisanturi siitä ilmoita



# Paineen ja lämpötilan mittauksen mahdolliset ongelmat

- Esimerkiksi ohi kulkevan ilma-aluksen moottorien virtaus voi häiritä lämpötila- ja paineantureita
- Tyypillisesti häiriöt ovat lyhytaikaisia
- Laitteet sijoitetaan siten, ettei normaalioperaatiossa häiriöitä ilmene



ILMATIETEEN LAITOS  
METEOROLOGISKA INSTITUTET  
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

# Kiitos

