



ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Rataliikenteen kunnossapidon sääpalvelut:

Kiskon lämpötilaennuste

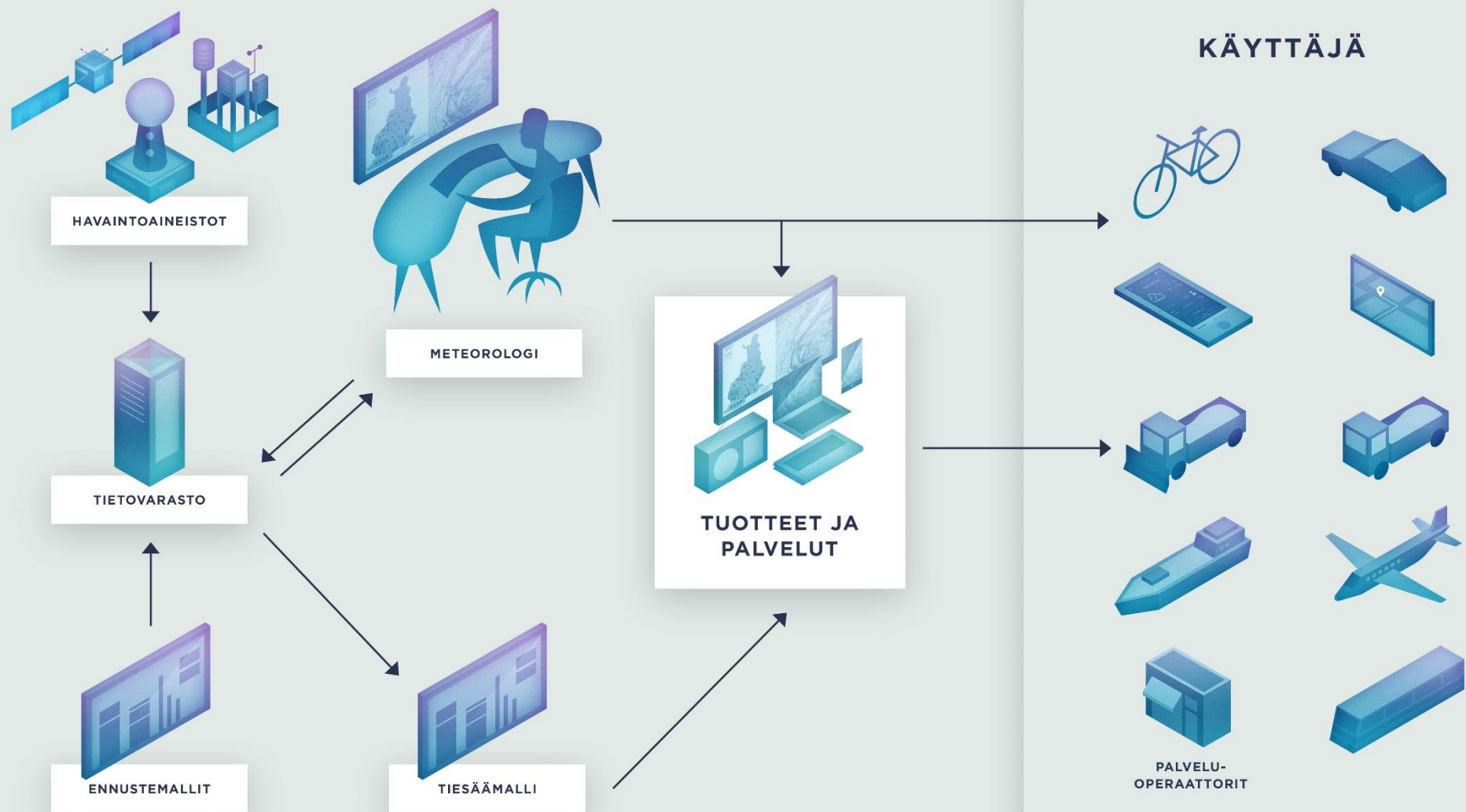
- Sääpalveluiden tuottamisesta lyhyesti
- Kiskon lämpötilaennuste

Tukemispäivä Väylävirasto
11.3.2026

Minna Haikonen
Kehittämispäällikkö/Yhteyspäällikkö
Ilmatieteen laitos



Havainnoista ennusteisiin





ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

“Varautumisessa Ilmatieteen laitoksen sääennusteet ovat tärkeässä roolissa. Mikäli sääennusteet lupaavat erityisen vaativia keliolosuhteita, harvennetaan junaliikennettä yhteisellä päätöksellä eri toimijoiden kesken. Harvennettu liikenne antaa paremmat mahdollisuudet talvikunnossapitoon ja häiriöiden riski pienenee rataverkolla.”

-Väylävirasto



Sääpalvelukokonaisuus:

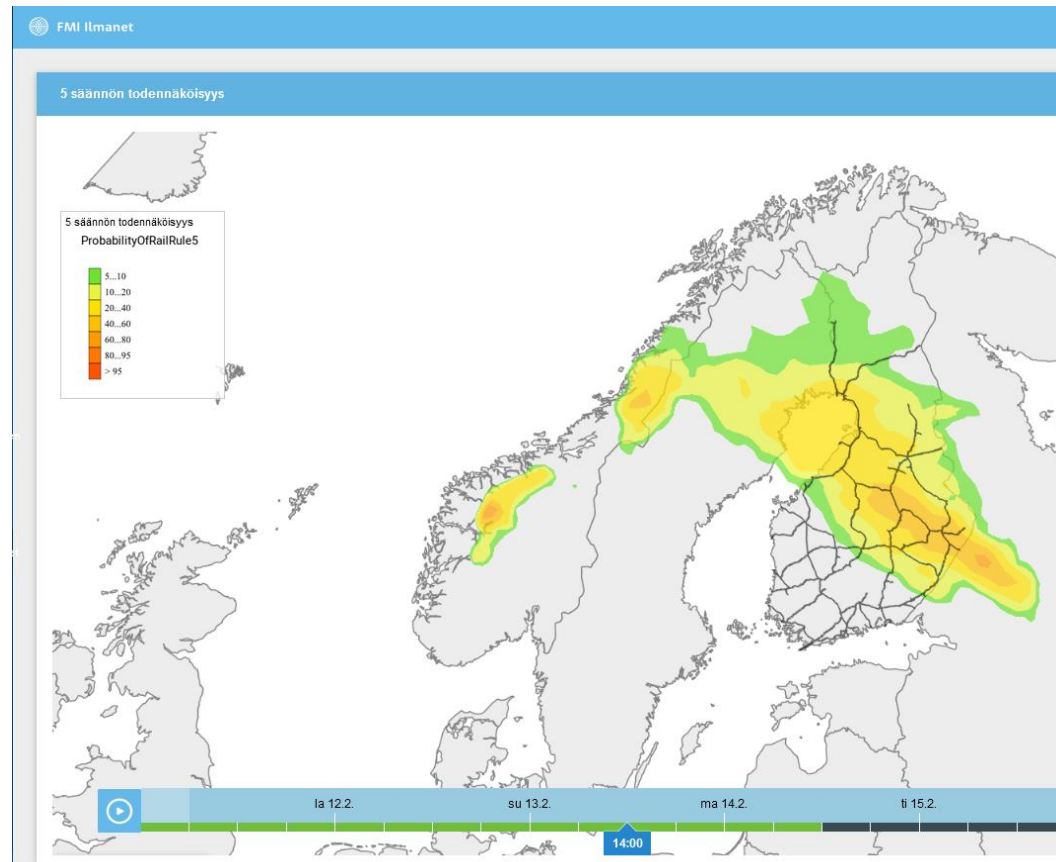
- Asiakasportaalin kattava säätuotevalikoima, ml. kiskon lämpötilaennuste
- Ennakkohälytyspalvelu
 - Asiakaskohtaiset sääpalvelut ryhmä tuottaa räätälöityä palvelua radan kunnossapidon tarpeisiin 24/7 periaatteella
 - Videobriefaukset kuuluvat palvelun sisältöön



ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

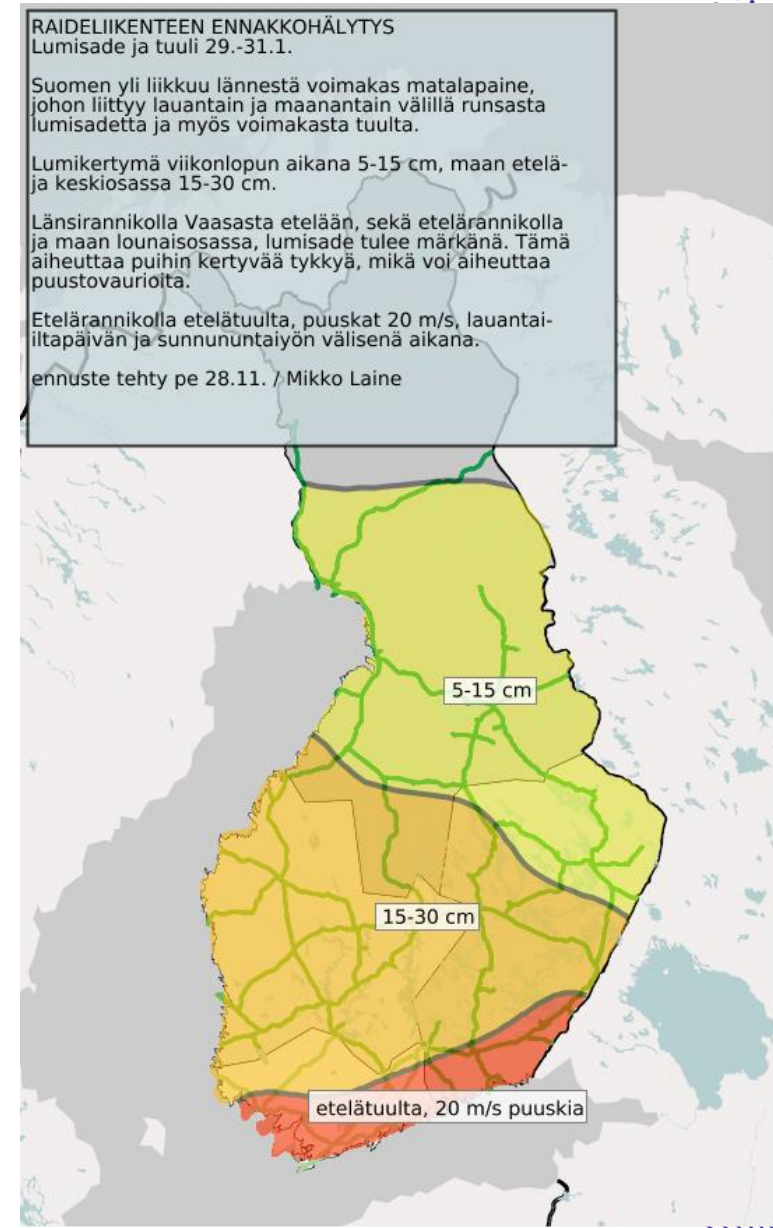
Esimerkki räätälöidystä todennäköisyys-ennusteesta “raideliikenteen 5 sääntö”:

Todennäköisyys lasketaan seuraavien säämuuttujien kynnysarvojen toteututessa: Lämpötila < -5 , keskituuli > 5 m/s ja lumikertymä 5 cm/6h



Ennakkohälytyspalvelu

- Meteorologit analysoivat sään muutoksia 5 päivää eteenpäin
- Ennalta määritettyjen kynnsarvojen ylittyessä, meteorologi laatii ennakkohälytysviestin
- Ennakkohälytykset laaditaan 4:ään isännöintialueeseen, etelä-, länsi-, itä- ja pohjoinen.
- Välitetään sähköpostitse (~150 vastaanottajaa)
- Videobriefaus järjestetään tarpeen vaatiessa





ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Kiskon lämpötilaennuste

Taustaa:

- Yhteistyökeskusteluissa kiskon lämpötilan ennustamisen haasteet nousivat esiin vuoden 2023 alkupuolella. → Kiskon lämpötilan ja ilman lämpötilan välillä vallitsee vahva korrelaatio
- 2023 keväällä aloitimme työn ennusteen laatimiseksi
- Operatiivinen ennuste huhtikuussa 2024

23.3.2026 Nimi



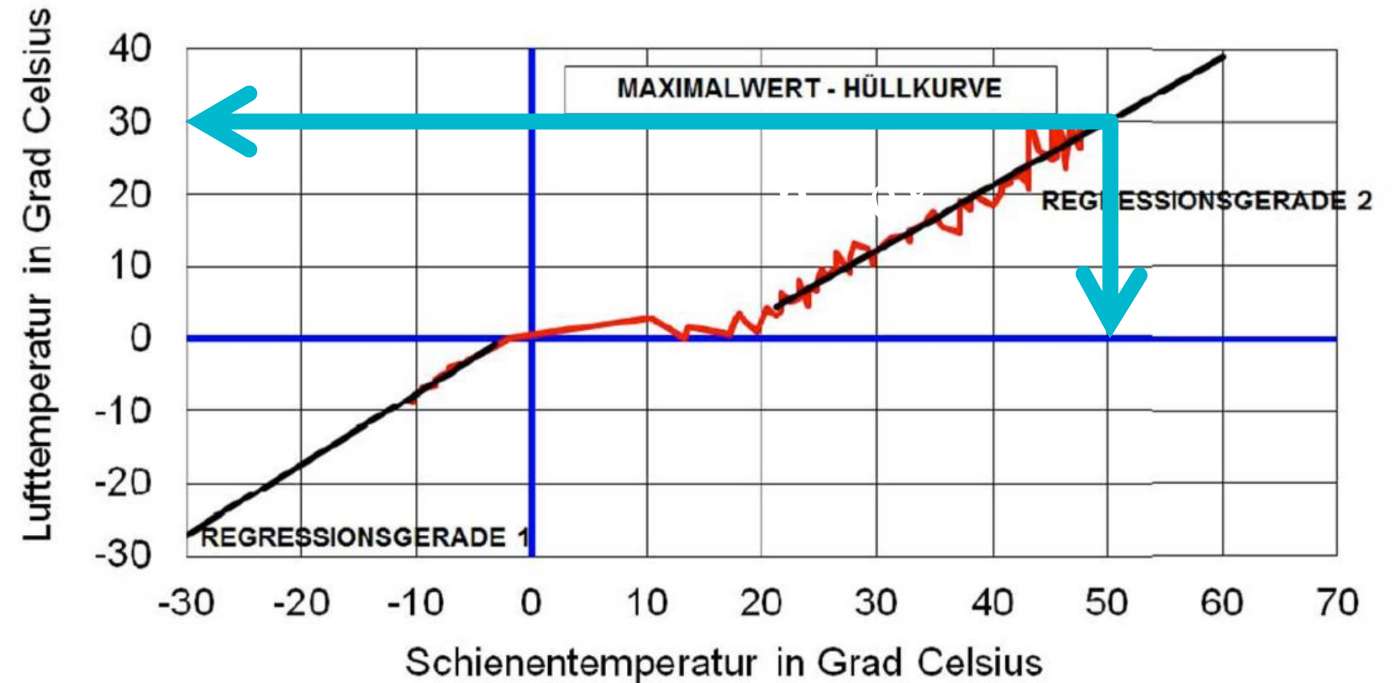
Ns. Peukalosääntö

$$T_{rail} = \frac{T_{air} + 15,75}{0,925}$$

Yksinkertaistettuna:

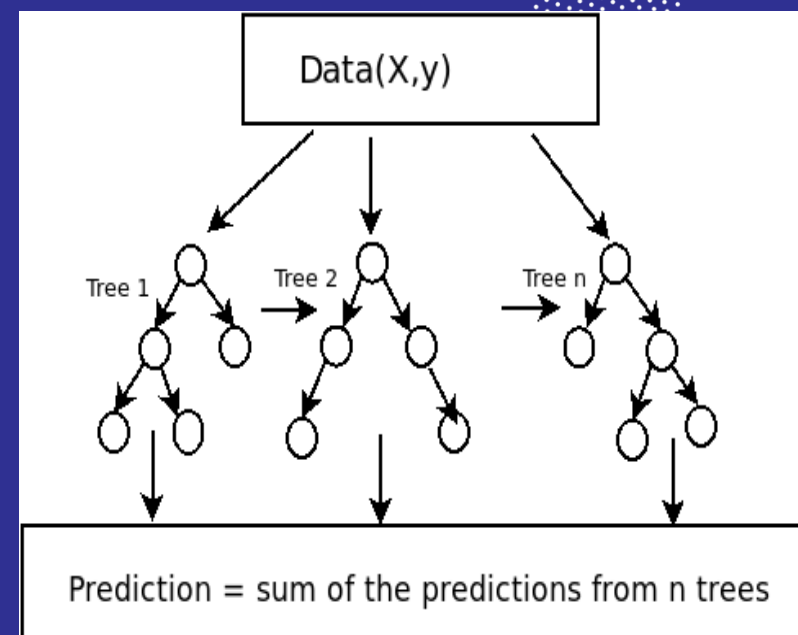
$$T_{rail} = T_{air} + 20^{\circ}\text{C}.$$

1. MÄRZ 1993 bis 1. MÄRZ 1994
MAXIMALWERT - HÜLLKURVE aus 2
REGRESSIONSGERADEN
Lufttemperatur zu Schienentemperatur (MP1 - Widerlager Ost)



XGBoost koneopimisennuste

- Koulutusmateriaaliksi tarvitaan säätilasta riippuvia havaintoja → Kiskon lämpötila liikkuvan kaluston valvontalaitteistoista, edustavia 11 havaintopistettä
- Säätilaa kuvaavia muuttujia → Sääennustemalli (ECMWF, 9km horistonaalinen erotuskyky, 10 päivän ennustepituus)
- Tarpeeksi pitkä koulutusjakso → Syyskuu 2019 – Elokuu 2023
- Validointidataa → Osa havaintodatasta



Koulutusdata

- 11 asemaa, Syyskuu 2019-Elokuu 2023

Validointidata

- Lokakuu 2022, Tammi-, huhti- ja heinäkuu 2023

Datamäärät

- Koulutus vs validointidata 0.8:0.2
- 2.5 milj.kpl koulutukseen
- 600,000 kpl validointiin
- 400,000 kpl testikäyttöön

Ennustavat suureet

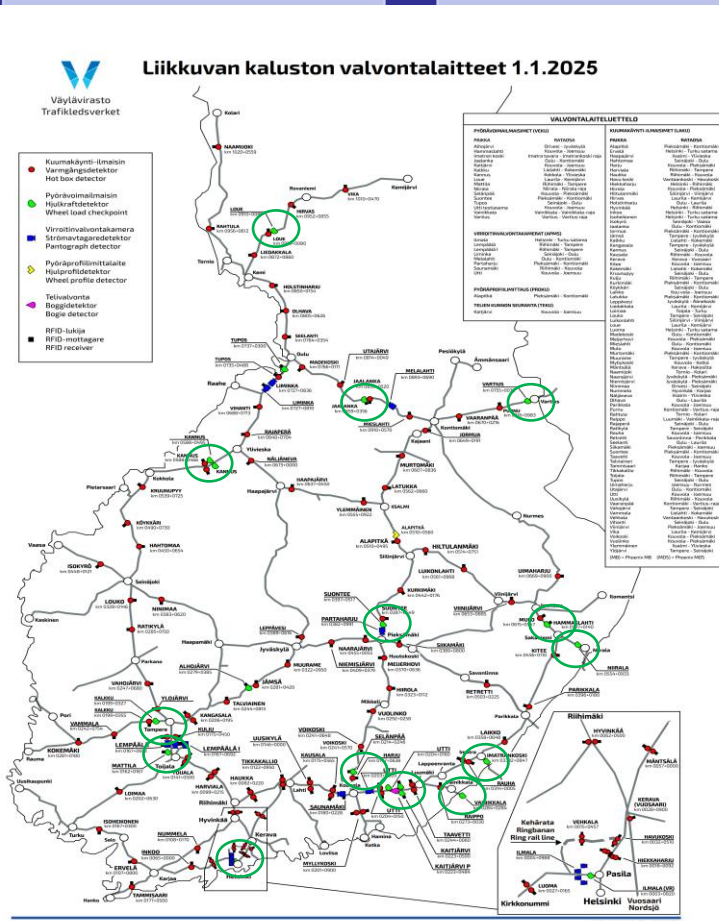
- Kiskon lämpötila

Ennustemuuttujat

- Ilman lämpötila, auringon korkeuskulma, säteily-suureet, tuulen voimakkuus, vuodenaika, pilvisuus ja ilman kosteus

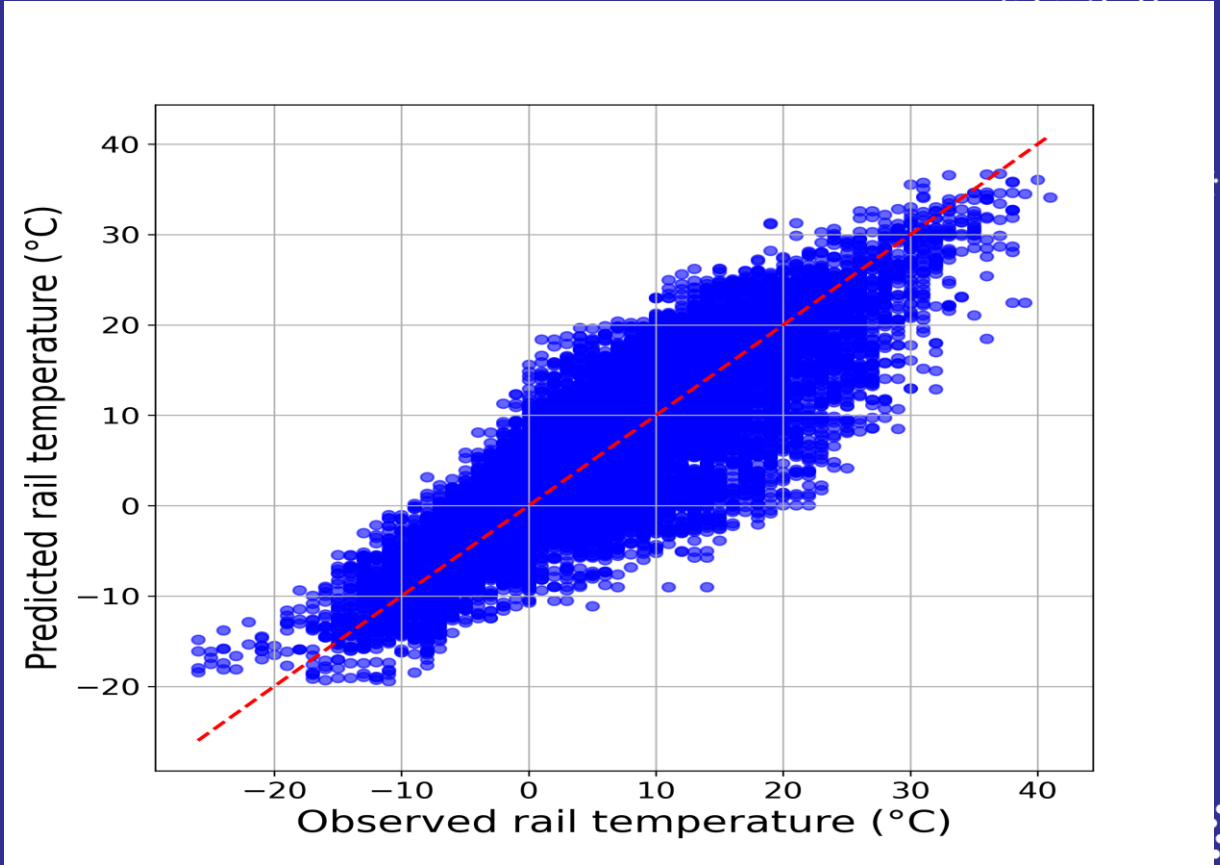
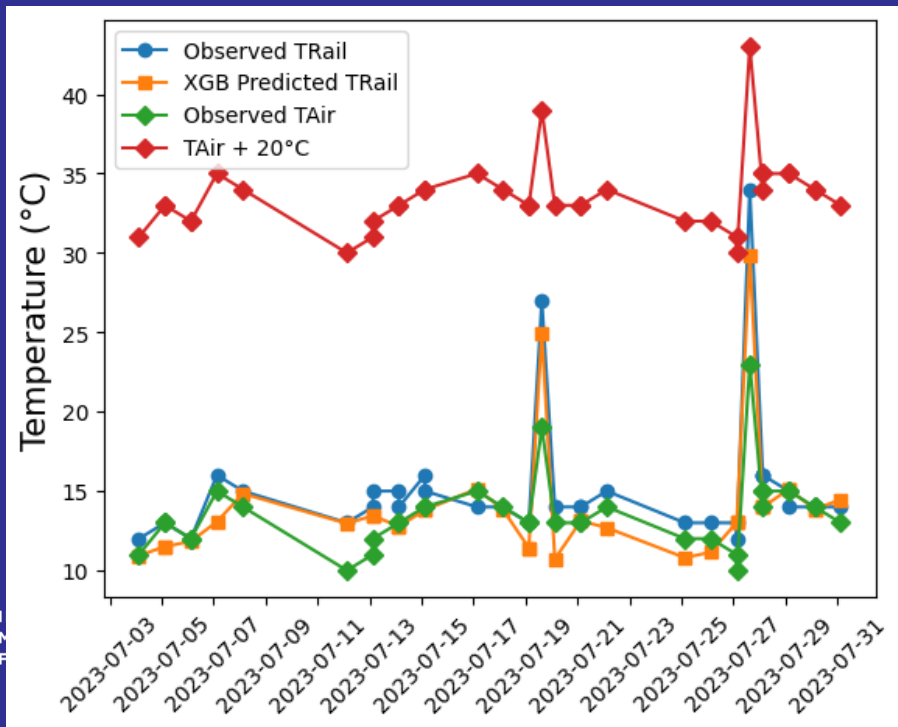
Tilastolliset muuttujat: Root Mean Square Error (RMSE)

- XGB koulutusdata RMSE 1.94 °C
- XGB mallin validointi RMSE 2.36 °C



Validointikuukausien 1 päivän ennusteiden verifiointi:

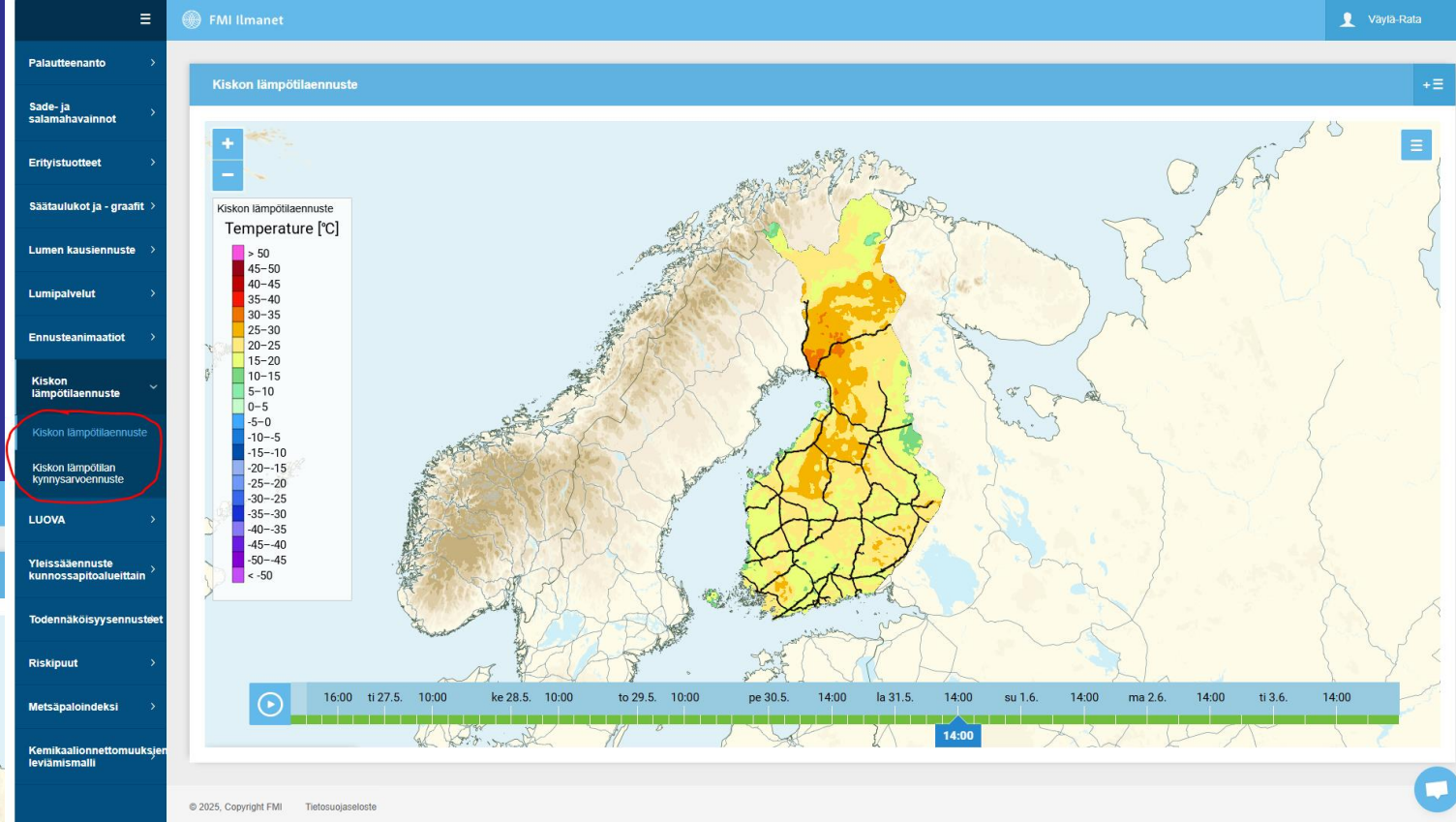
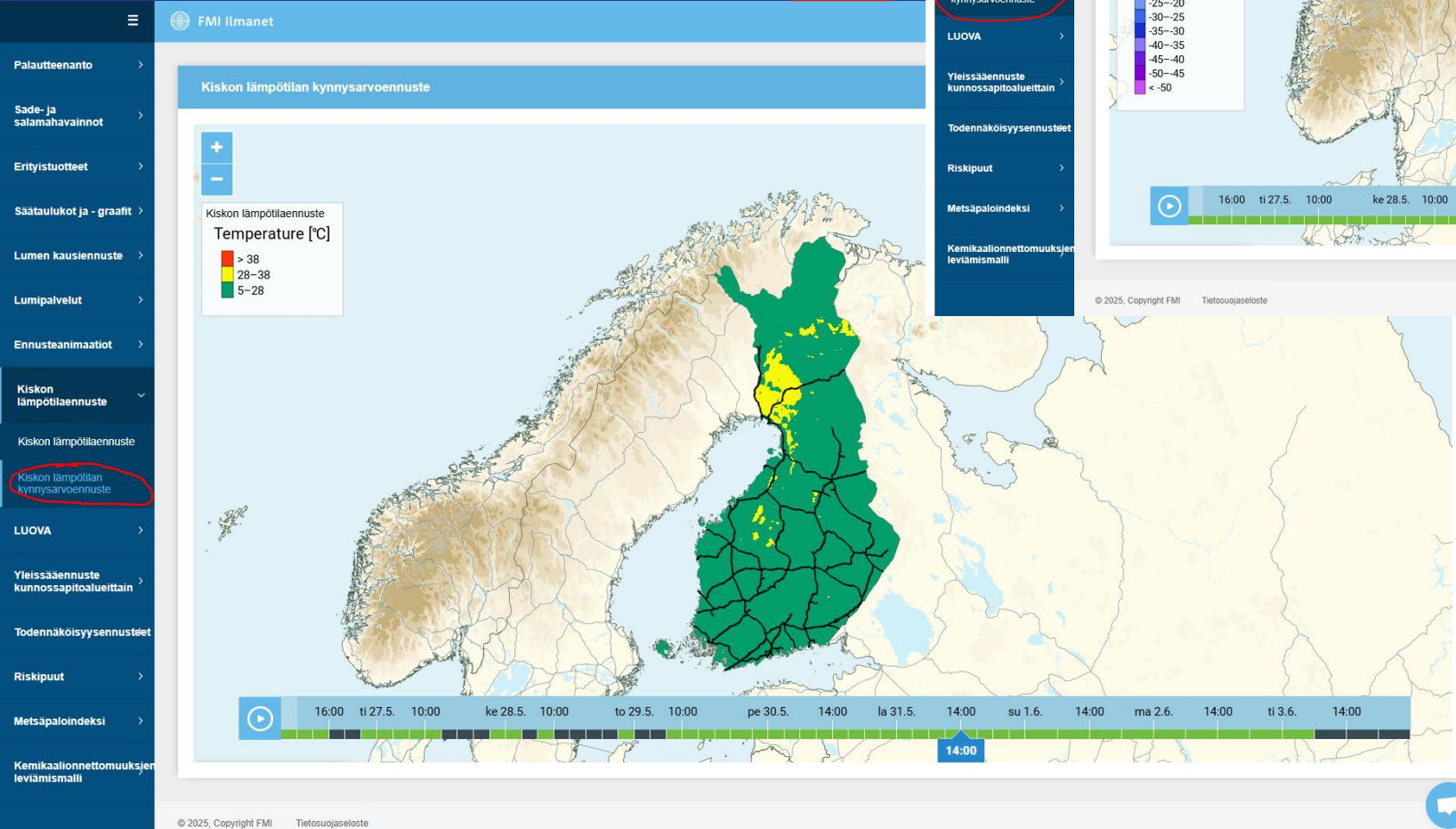
- Malli yliennustaa hyvin kylmiä olosuhteita jonkin verran
- Malli aliennustaa hyvin kuumia olosuhteita ~4-6 astetta



Esimerkki: Kannus
heinäkuu 2023

Kiskon lämpötilaennusteen visualisoinnit:

1. Alueellinen ennuste -50 - +50 astetta 5 asteen välein.
2. Liikennevaloennuste, kynnysarvot 5-28, 28-38 ja >38 astetta



Ennuste ulottuu 10
vrk päähän.

Yhteenveto:

- Kiskon lämpötila korreloi vahvasti ilman lämpötilan kanssa, ns. peukalosääntö ($T+20$ astetta) ei kuitenkaan ”vedenpitävä” ennustamiskeino
- Alueellisesti harva havaintojoukko (11kpl) tarjoaa kohtalaisen hyvän opetusmateriaalin koneoppimisen käyttöön, kattavampi havaintoverkosto voisi todennäköisesti parantaa ennustetta.
- Ilman lämpötila on hyvin ennustettava sääsuure → hyödyttää paljon, sillä vahva korrelaatio kiskon lämpötilan kanssa
- Koneoppimismalli koulutettiin 4v datalla, ennustepituus 10 vrk, 9 km erotuskyky
- Verifiointien mukaan ennustemallin ennustekyky heikkenee nopeasti muuttuvissa sääolosuhteissa ja ääriolosuhteissa → Kuumissa olosuhteissa aliennustaa systemaattisesti 4-6 astetta, kylmissä olosuhteissa yliennustaa jonkin verran.
- Ennusteen nähtävillä Ilmatieteen laitoksen Väylävirastolle tuottaman sääpalvelukokonaisuuden yhteydessä, Ilmanet-portaali ja uusi Atmos portaali.
- Ennusteesta 2 erilaista visualisointia, 1. Alueellinen ennuste 5 asteen välein esitettynä ja 2. Liikennevaloennuste kynnyksarvoilla 5-28 astetta (vihreä), 28-38 astetta (keltainen) ja >38 astetta (punainen)
- Ennusteen paikallinen verifiointitieto kiinnostaa





ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Kiitos mielenkiinnosta!

Minna Haikonen

minna.haikonen@fmi.fi

23.3.2026

Nimi

