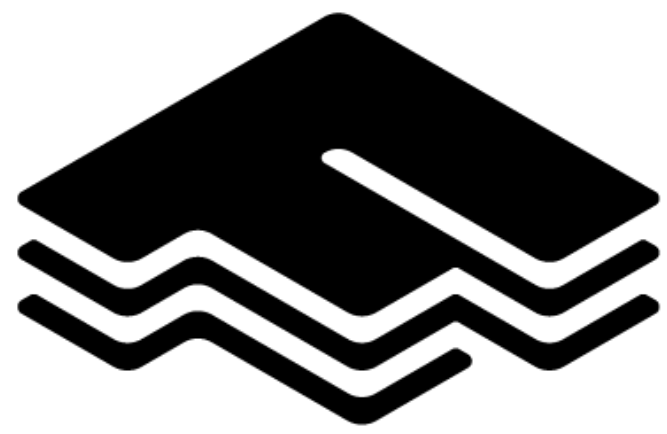


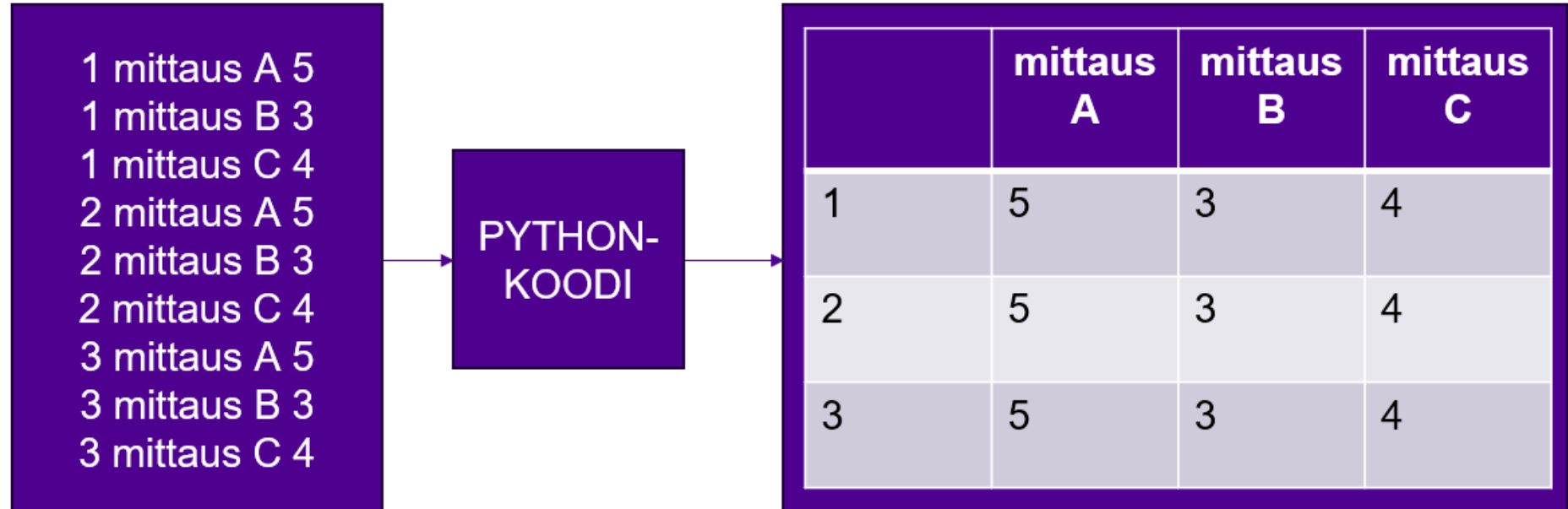


Tunnelimittalaitteiden analytiikka

Työssä tutkittiin mittausdataa Lahden eteläisen kehätien tunnelien luminanssimittareista. Mittarit ovat osa automaattista valaistuksen säätöä. Tunnelin valaisu on paitsi kriittinen liikenneturvallisuuden kannalta, myös merkittävä energiankulutuksen ja kustannusten lähde. Tästä syystä valaistuksen säädön tulee perustua tarkkoihin mittauksiin.

Datan esikäsittely

Luminanssimittauksien data oli suoraan tietokannasta haettu csv-tiedostomuotoinen taulukko. Taulukko muokattiin niin, että samalla aikaleimalla olevat mittaustulokset järjesteltiin mittareittain sarakkeisiin.



Mittaustulosten esikäsittelyn havainnekuva.

Mittausdataan yhdistettiin Ilmatieteen laitoksen avointa säädataa Lahden Sopenkorven havaintoasemalta ja Pythonin pvlib-kirjaston avulla lisättiin paikallinen säätieto koordinaattien perusteella.



Datan tutkiminen

Mittaustuloksia laskettiin keskeiset tunnusluvut ja luminanssin, sekä piirteiden riippuvuuksia tutkittiin mm. korrelaatiomatriisin avulla. Kuvaajien piirtämiseen käytettiin Pythonin Matplotlib-kirjastoa.

Oikealla on mittaustuloksien histogrammi. Kuviosta voidaan havaita datan positiivinen jakauma. Datasta merkittävä osa on pieniä arvoja.

Alla olevasta taulukosta havaitaan, että suuri osa mittaustuloksista on nollaa. Taulukosta nähdään myös kuinka erilaisia arvoja mittauksista saadaan.

Luminanssimittausten tunnusluvut.

	Keskiarvo	Mediaani	0/%
L_itä	555,7	19,5	44,6
L_länsi	630,7	26,0	42,9
P_itä	1093,3	50,7	35,3
P_länsi	853,2	42,3	42,9



Datan luonne osoittautui haastavaksi havaita mittarin likaantumista. Olosuhde jota mitataan, on hyvin vaihtelevaa.

Datassa tunnetaan mittausarvot, mutta mittaolosuhde jää osin tuntemattomaksi, vaikka sää- ja aurinkodatasta saadaankin selitysvoimaa.

Datasta ei myöskään löytynyt trendejä. Toisinaan mittausarvot kasvavat ja välillä pienenevät pesujen välillä, ja suurilta osin selitys löytyy vallitsevasta säästä. Talvella ja keväällä luminen pinta heijastaa valoa eri tavalla sulaan maahan verrattuna, mutta tätä dataa ei ollut tutkimuksessa mukana.

Tutkimuksen tavoitteet

Mittarit sijaitsevat maantien varressa ja likaantuvat ajan myötä. Datasta tutkittiin, voiko siitä tunnistaa puhdistuksen ajankohtia ja onko puhdistus tehty oikea aikaisesti. Datasta myös tutkittiin, kuinka nopeasti mittari likaantuu puhdistuksen jälkeen.

Tutkimuksen tavoite on kehittää älykästä tienpitoa, joka sisältää automaattista päätöksentekoa esimerkiksi korjaustoimenpiteistä.

Havainnot

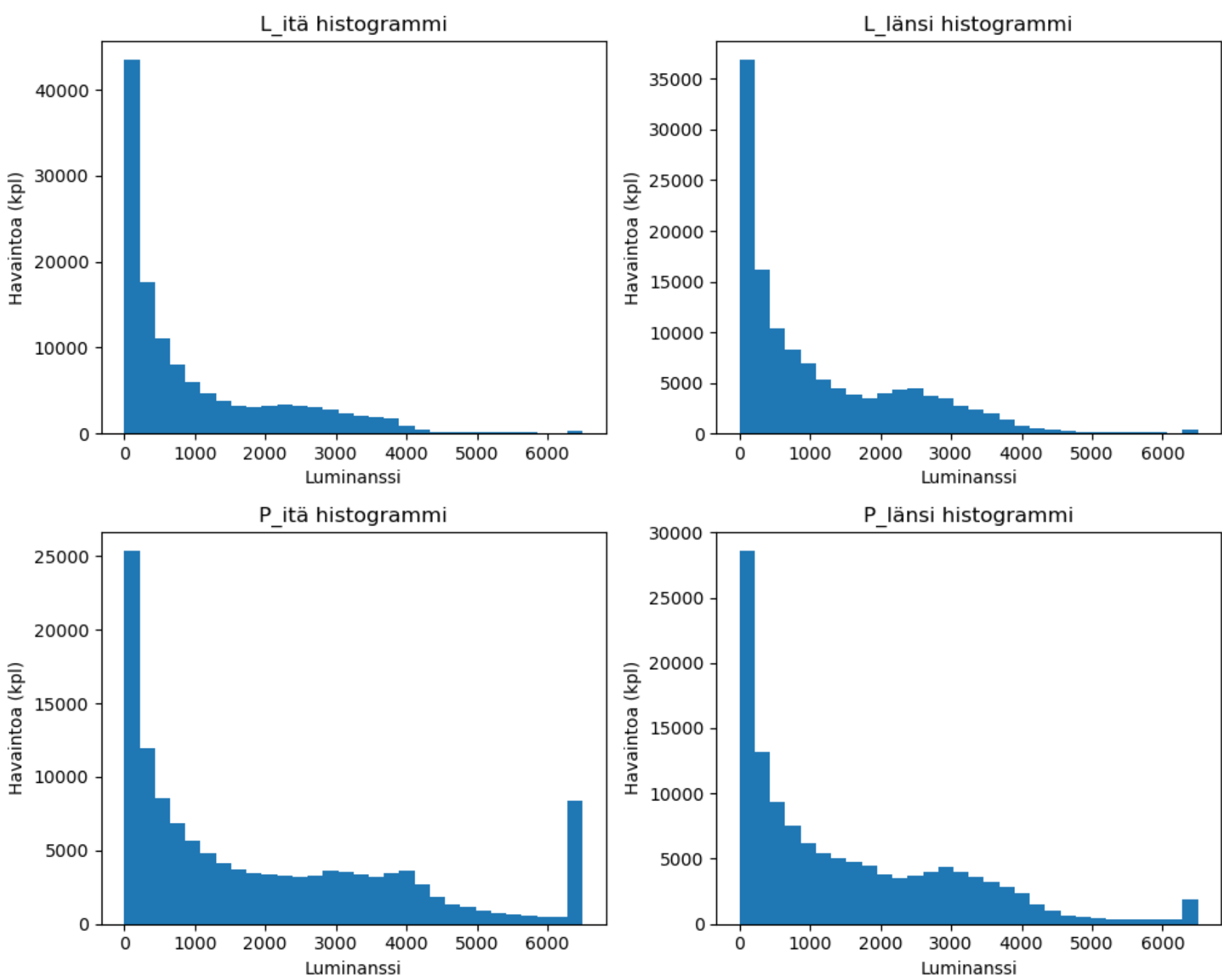
Luminanssimittauksissa tunnetaan mittausta, mutta ei riittävällä tarkkuudella sitä, mikä mittauksiin vaikuttaa. Selitysvoimaa mittaustuloksiin haettiin aurinkotiedosta ja säädatasta.

Luminanssimittauksen data on hyvin vaihtelevaa ja riippuvainen vallitsevasta säästä. Oikealla olevasta kuvasta, jossa kokonaispilvisuus on 3/8, voidaan havaita, kuinka vaihtelevia mittausarvoja vallitsevalla säällä saadaan.

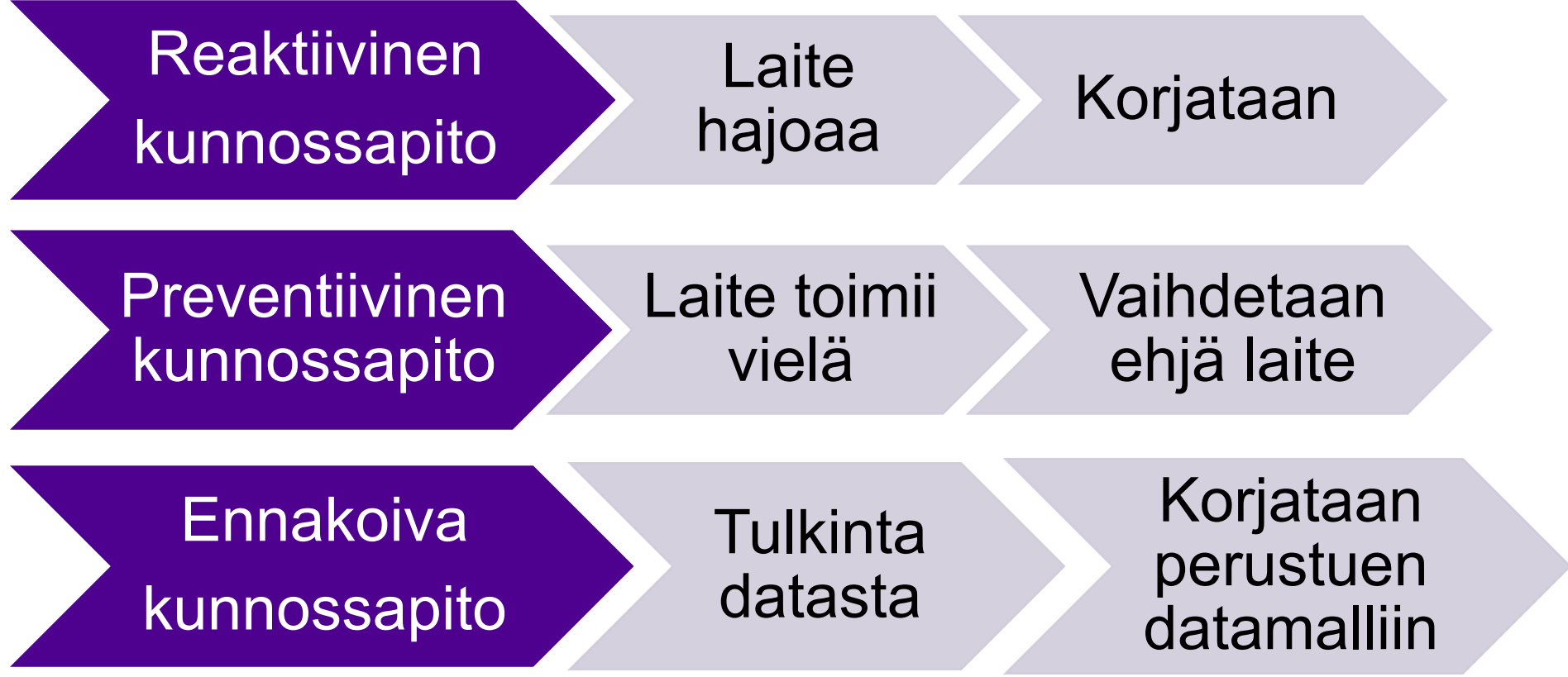
Mittareiden erilaisia mittaustuloksia selittää myös mittarin suunta, sekä maisema. Alla olevissa kuvissa on Patomäen ja Liipolan tunneleiden mittaussuunta itäänpäin. Kuvien alla olevasta histogrammista nähdään, että Patomäen mittarista saadaan suurempia arvoja. Tämä selittyy maiseman erolla.



Vasemmalla Patomäen tunnelin itäpuoli ja keskellä Liipolan tunnelin itäpuoli (kuvat Google Earth, 2025).



Luminanssimittauksien histogrammit, nolla-arvot suodatettu.



Tutkimuksella pyritään ennakoivaan kunnossapitoon.



Kokonaispilvisuus 3/8 (kuva Sari Hartonen, ilmatieteenlaitos.fi, 2025)

Koneoppiminen

Mittaustulosten aikasarja-analyysiin käytettiin XGBoost-algoritmia. Koitettiin löytää malli, jolla voidaan havaita mittarin likaantuminen.

Luminanssin ennustaminen sään ja viiveellisten piirteiden perusteella onnistuu melko tarkasti. Viiveellisten piirteiden käyttö ei sovi työhön, sillä piirteet ovat suhteellisia.

Luminanssin ennustaminen ulkoisten piirteiden perusteella, kuten sään ja auringon, on liian epätarkkaa havaitsemaan linssin likaantumista.