

Ilmatieteen laitos, Imatran Seudun Sähkösiirto Oy, Järvi-Suomen Energia Oy ja
Loiste Sähköverkko Oy

Sään aiheuttamien sähköverkkojen suurhäiriöiden ennustaminen (SASSE- projekti)

LOPPURAPORTTI



Järvi-
Suomen
Energia



loiste
Loiste Sähköverkko Oy

1. Johdanto

SASSE -projekti sai alkunsa Järvi-Suomen Energia Oy:n yhteydenotosta Ilmatieteen laitokselle, tavoitteenaan löytää tapa, jolla arvioida sään vaikutusta sähkönjakelun keskeytyksiä aiheuttavan haitan suuruuteen (KAH-arvo). Projektiin toivottiin lisää yhteistyökumppaneita aineiston ja käyttökokemusten laajentamiseksi. Loiste Sähköverkko Oy sekä Imatran Seudun Sähkönsiirto Oy lähtivät mukaan kehitystyöhön.

Sään aiheuttamat sähkökatkot syntyvät useimmiten matalapaineiden ja rajuilmojen eli ukkosmyrskyjen aiheuttamien tuulivahinkojen seurauksena. Talvella häiriöitä aiheuttavat puihin ja sähkönjohtimille kerääntyvä lumikuorma ja tykkylumi. Syksyiset ja talviset matalapainemyrskyt ovat näistä ilmiöistä laaja-alaisina ja pitkäkestoisina sähkönsiirtoyhtiöille haitallisimpia. Päätimme kuitenkin ensimmäisessä SASSE-projektissa keskittyä kesäisiin rajuilmamyrskyihin, sillä Ilmatieteen laitoksella oli vastikään valmistunut väitöskirja pelastuslaitoksen tehtävämäärien ennustamisesta rajuilmojen yhteydessä oliomenetelmin (Pekka Rossi, 2015), mikä antoi hyvät pohjatiedot algoritmin kehittämiseksi.

Projektiryhmä päätti, että SASSE-projektin tavoite on luoda automaattinen sääennuste, joka pystyisi myös ennustamaan myrskyalueelle sähköttömien asiakkaiden määrän, sähköttömien muuntajien tehon sekä keskeytyksistä aiheutuneen haitan euroina (KAH). Projekti toteutettiin vuosien 2016 ja 2017 aikana.

2. Menetelmä

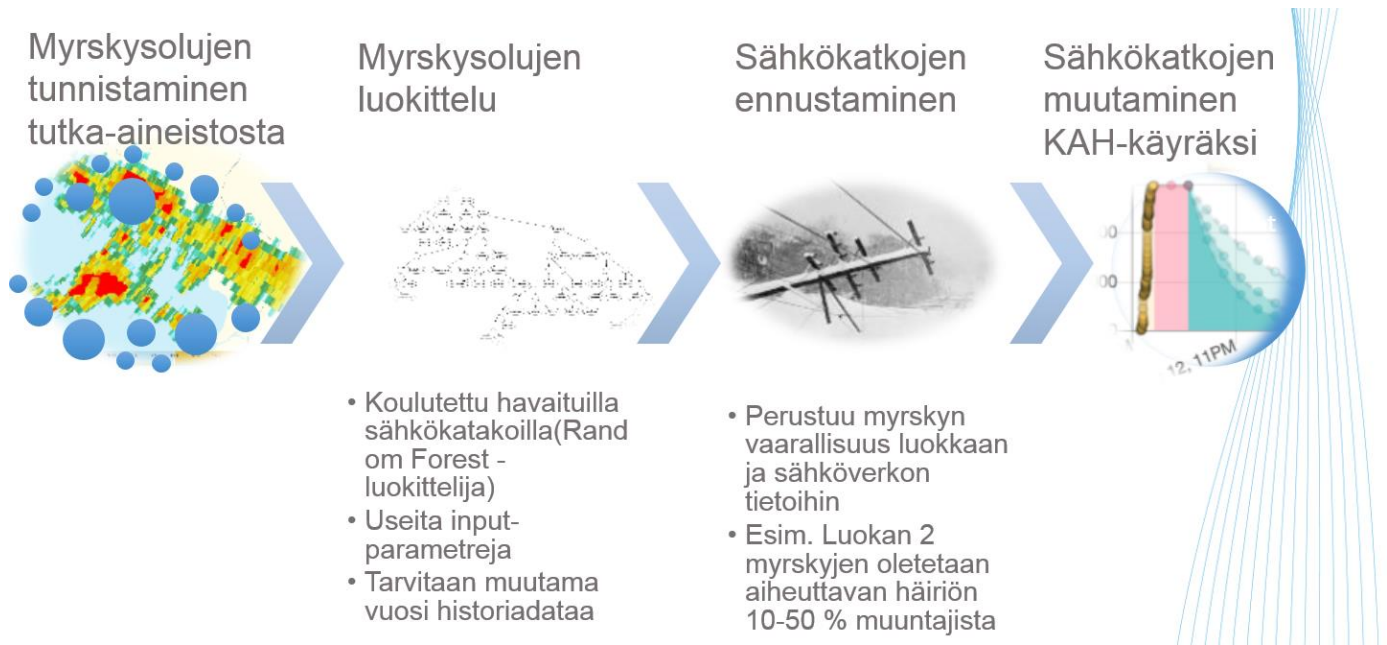
SASSE:n algoritmi käyttää lähtötietonaan kahta erilaista aineistoa – säädataa ja sähkönsiirtoyhtiöiden keskeytystietoja. Aluksi algoritmi tunnistaa säätutkan heijastuvuusaineistosta rajuilmasolut olioiksi ja ennustaa polygonien liikesuunnan Kalman-suodattimen avulla. Olioiden oletetaan pysyvän muodoltaan muuttumattomina, mutta solujen jakautuminen ja yhdistyminen otetaan huomioon.

Solujen tunnistamisen ja liikkeen ennustamisen jälkeen solulle annetaan vaarallisuusluokka. Vaarallisuusluokka määritetään random forest-menetelmään perustuvalla luokittelijalla, jonka kouluttamisessa on käytetty eri tutkasuureita (esim. heijastuvuus, pilven ylä- ja alaraja ja salamoinnin määrä) sekä sähkönjakelun keskeytystietoa. Luokittelija on siis koulutettu historiatiedoilla. Vaarallisuusluokkia on neljä (vihreä, keltainen, oranssi ja punainen). Niistä kukin kertoo, kuinka suuren osuuden myrskysolujen peittämistä muuntajista ennustetaan jäävän sähköttömiksi.

Luokka	Sähköttömien muuntajien määrä [%]
Vihreä	0
Keltainen	1-10
Oranssi	10-50
Punainen	50-100

Taulukko 1. Myrskysolujen vaarallisuusluokat

Myrskyn vaikutukset ennustetaan kuntatasolla, sillä aineiston spatiaalinen erottelukyky ei riitä tarkempaan erotteluun. Algoritmi ottaa huomioon vain rajuilmat, jotka peittävät yli 30 % kunnan pinta-alasta. Ennustettu myrskysolu saa saman vaarallisuusluokan kuin viimeisin havaittu solu. Vaarallisuusluokan perusteella lasketaan sähköttömien muuntajien määrä, mistä saadaan puolestaan suoraan menetetty teho ja sähköttömien asiakkaiden määrä.



Kuva 1. Aineiston käsittely SASSE-algoritmissa

Projektissa käsittelemämme ongelma on monimutkainen ja virhelähteitä esiintyy. Esimerkiksi sähköverkossa olevan vian vaikutusalue suuri, vaikka ongelma saattaa johtua yksittäisestä kaatuneesta puusta. Lisäksi verkko kehittyy jatkuvasti ja puusto muuttuu myrskytilanteiden jälkeen, mitä on vaikea ottaa huomioon.

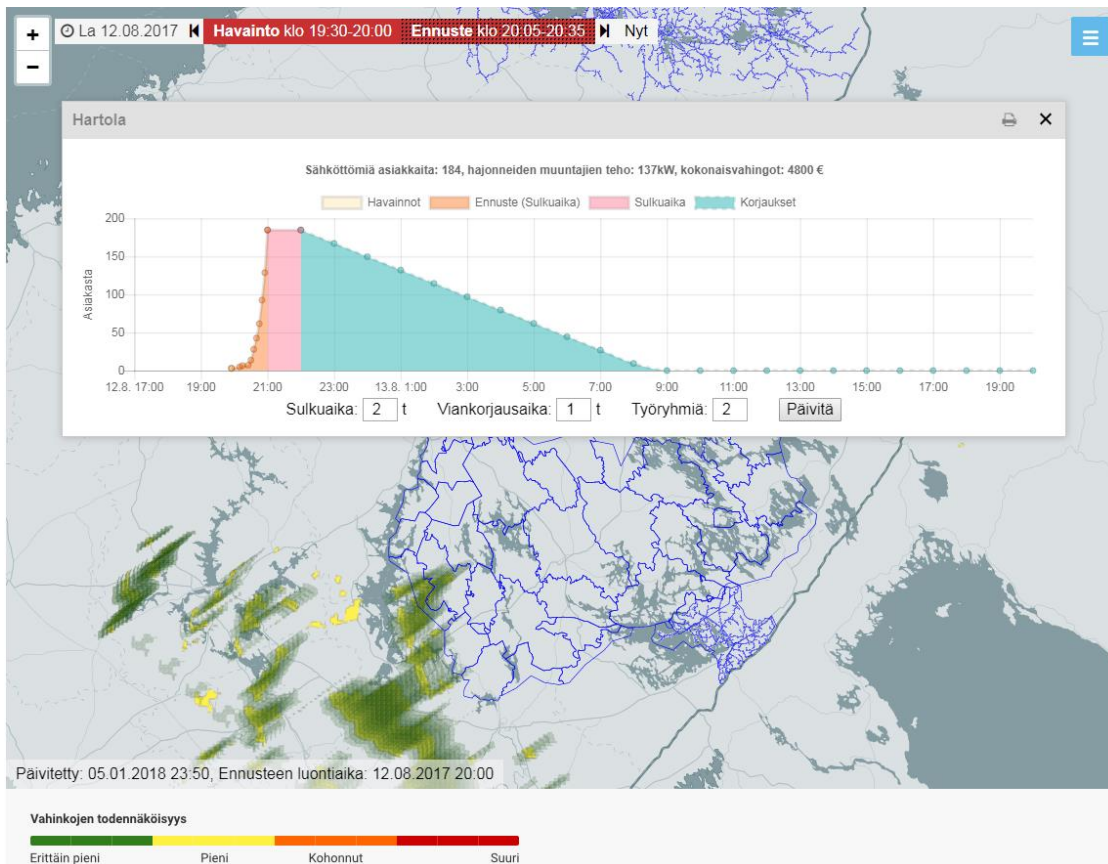
Koska matalapainemyrskyt ovat sääilmiöistä sähkönjakelun kannalta merkittävimpiä, haluttiin myös niitä käsitellä projektin ensimmäisessä osassa, joskin kevyemmin. Kahden vuorokauden mittaisiin todennäköisyysennusteisiin oli tarkoitus lisätä KAH-ennuste arvioidulla vaaraluokilla, ilman sää- ja sähkökatkotiedoilla kouluttamista. Projektiryhmä kuitenkin valitsi lopulta käyttöliittymän lisäkehityksen tämän työn sijaan. SASSE-projekti saa kuitenkin jatkoa, jossa käsitellään nimenomaan matalapainetilanteita.

3. Käyttöliittymä

SASSE-tuotteet toimitetaan loppukäyttäjälle Ilmatieteen laitoksen asiakasportaalin Ilmanetin kautta. SASSE:n päätuote eli KAH-ennuste rajuilmamyrskyille esitetään staattisena karttakuvana, jossa havainto ja ennuste päivittyvät viiden minuutin välein. Alue kattaa yhteistyökumppaneiden verkkoalueet.

Havaitut rajuilmaoliot esitetään aikasarjana ja ennusteet on korostettu rasteroidulla maskilla. Käyttäjä näkee näin kertasilmäyksellä, minkä alueiden yli solut ovat kulkeneet ja tulevat kulkemaan. KAH-ennuste lasketaan kunta-tasolla ja käyttäjä saa ennusteen näkyviin klikkaamalla haluamaansa kuntaa, jonka alueella rajuilma esiintyy. KAH-ennuste voidaan koostaa myös koko asiakkaan verkkoalueelle valitsemalla useampi kunta yhtä aikaa. Käyttäjä syöttää ohjelmalle ajan jonka jälkeen korjaajat voidaan lähettää maastoon (sulkuaika), viankorjausajan sekä työryhmien määrään. Tämä auttaa käyttäjää arvioimaan mikä on optimaalinen tapa toimia myrskytilanteessa sillä he näkevät suoraan miten valinnat vaikuttavat häiriön keston ja korvausten määrään.

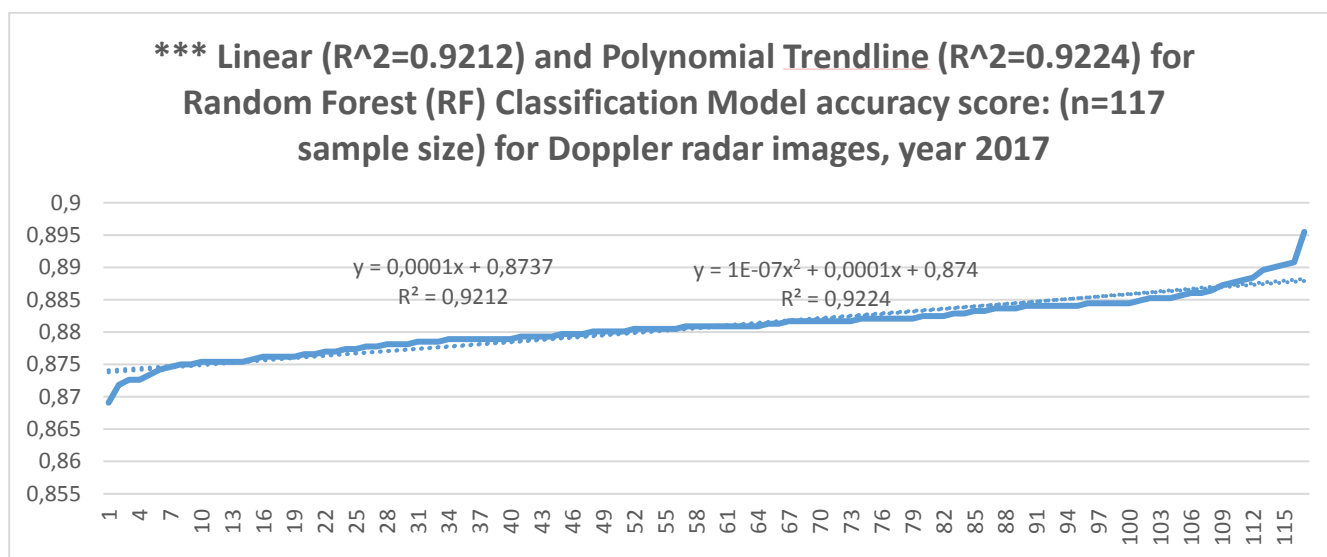
Palvelussa on lisäksi arkistotoiminto, jolla käyttäjä voi tarkastella menneitä myrskytilanteita. Tätä työkalua voidaan myös käyttää tuotteen validointiin. Ilmanetissä on myös tarjolla muita Ilmatieteen laitoksen tuotteita, kuten todennäköisyysennusteita, jotka tukevat päätöksen tekoa.



Kuva 2. SASSE-tuote Ilmanet-portaalissa

4. Johtopäätökset ja jatkosuunnitelmat

Random forrest -mallin kykyä tunnistaa myrskyoliot tutkittiin sovittamalla se vuosien 2012-2017 tutkahavaintoihin. Malli löysi valitulla jaksolla n. 70-80 % rajuilmatapauksista. 10 % ilmiöistä jäi huomioimatta. Mallin kyky tunnistaa oliot on siis varsin hyvä.



Kuva 3. Esimerkkis random forest- mallin sovittamisesta vuoden 2017 tutka-aineistoon (n=117). Oikein tunnistettujen solujen osuus on 0,880727864 ja vaihteluväli 0,869085174 - 0,895504732

SASSE-tuote saatiin yhteistyökumppaneiden käyttöön ja testattavaksi heinäkuussa 2017. Kesä oli keskimääräistä viileämpi ja rajuilmoja esiintyi harvakseltaan, joten käyttökokemukset jäivät suppeiksi. Vaikutuksia oli siis kesän 2017 aikana vaikea validoida. Merkittävin kesämyrsky, Kiira, osui kuitenkin 12.8.2017 Järvi-Suomen Energia Oy:n alueelle. SASSE-tuotteita käytettiin tässä tapauksessa myrskyn reitin seuraamiseen ensimmäisten varoitusten saavuttua. Lisäksi tuotteiden avulla pystyttiin ennakoimaan aika, jolloin myrsky saavutti verkkoalueen. Myrskyn vaikutuksia arvioitiin sekä SASSE-tuotteen ja todennäköisyysennusteiden avulla. Tuotteet koettiin hyödyllisiksi.

Tässä projektissa syntynyttä algoritmia voidaan parantaa lisäämällä sääparametreja luokittelijaan. Lisäksi mitä enemmän on käytettävissä sekä reaaliaikaista että historiallista sähkökatkotietoa, sitä taitavammasi algoritmi oppii vaarallisuuden arvioinnissa. Eli mitä enemmän käyttäjiä saadaan, sitä parempi tuotteesta tulee ja suuremmaksi ennustealue kasvaa.

Menetelmää itsessään voi soveltaa minkä tahansa toimialan vika- tai tapahtumatiedon ja sääaineiston yhdistämiseen, kunhan aineisto on paikka- ja aikasidonnaista. Jatkokehitysmahdollisuudet ovat näin ollen loputtomat. Projektiryhmä on löytänyt rahoituksen SASSE:n jatkoprojektille, jossa tehdään ensimmäistä projektia vastaava luokittelu syksyisille – ja talvisille matalapainemyrskyille. Näin tuote tulee kattamaan ympärivuotisesti sähkösiirrolle haastavat tuuliolot.

SASSE-projektin hyödyt ovat tulleet projektin aikana selkeästi esiin. Sähkönsiirtoyhtiöt voivat turvata prosessiaan entistä paremmin ja säästää kustannuksia optimoimalla varautumistaan. Ennusteet ovat automaattisia, joten eri yhtiöille eri alueilla voidaan luoda omat ennusteensa, mikä on meteorologin manuaalisena työnä mahdotonta. Lisäksi käyttäjä saa ennusteesta toiminnalleen merkittävät vaikutukset, siinä missä perinteisesti sääennusteet ovat tarjonneet vain sääsuureita. Tuote parantaa asiakasviestintää, sillä myrskyn läpimenoaika ja vaikutukset saadaan helposti esille. Erityisen hyödylliseksi projektiryhmä koki keskinäisen yhteistyön tuotteen kehittämisessä. Ideoita syntyi runsaasti uusiin toimintatapoihin ja muihin yhteishankkeisiin. Yhdessä kehittäminen on osoittanut parhaaksi tavaksi luoda uutta.