

Säävahti A41



Ominaisuudet

Säävahti A41 on maitotölkin kokoinen 11 parametrin sääasema.

1. Lämpötila
2. Suhteellinen kosteus
3. Ilmanpaine
4. Sade
5. Tuulen nopeus
6. Tuulen suunta
7. Tuulen maksiminopeus puuskissa
8. Auringon säteily (PAR 400 – 700 nm)
9. Höyrynpaine
10. Salamoinnin määrä
11. Salaman etäisyys
12. Laitteen kallistuma
13. Tehollinen lämpösumma (laskenta)
14. Haihduntapaine VPD (laskenta)
15. Kastepiste (laskenta)

A41 Säävahdissa ei ole liikkuvia osia, joten se kestää vaativissa ulko-olosuhteissa huomattavasti pidempään, kuin perinteiset sääasemat. Myös kalibroinnin tarve on vähäistä, jolloin luotettavuus on erinomainen ja elinkaarikustannukset ovat merkittävästi pienemmät mekaanisiin laitteisiin verrattuna.

Sääsensori kuluttaa erittäin vähän virtaa. Tämä mahdollistaa laitteen pitkäaikaisen käytön paristoilla. Sääsensorissa on kallistusanturi, jolla varmistetaan oikea asento. Kallistuskulman muutos aiheuttaa hälytysviestin, jolloin se toimii myös varkaushälyttimenä.



Kuva 1. A41 sääsensori

Käyttötarkoitus

Säävahti A41 soveltuu paikallisten ilmasto-olosuhteiden seurantaan maataloudessa, kaupungin vesi- ja kiinteistöhuollossa, liikenteessä ja ilmastotutkimuksessa ja monissa muissa käyttötapauksissa.

Maataloudessa tarkkojen ja paikallisten säätietojen avulla peltotöiden suunnittelu ja viljelypäästösten tekeminen helpottuvat. Satovahinkojen korvauksia saadakseen poikkeukselliset sääolosuhteet pitää pystyä osoittamaan. Usein vahingollinen sääilmiö on paikallinen ja ilmiötä ei ole voitu todentaa lähimmällä ilmatieteenlaitoksen säähavaintoasemalla.

Lähetin

Sääsensori on kytketty paristolla toimivaan NB-IoT tai LoraWAN lähettimeen yhdellä johdolla. Tämä mahdollistaa yksinkertaisen ja huoltovapaan asennuksen. Johtonippuja ei jää alttiiksi UV säteilylle tai lintujen nokittavaksi. Lähettimen kotelo on vesitiivis (IP68). Laadukas kotelo on suunniteltu kestävään vaativat ulko-olosuhteet pitkään.



Kuva 2. IoT Radiolähetin

Toimintaperiaate

Laite toimii paristoilla, joten se voidaan asentaa minne tahansa. Radioyksikkö lähettää mittaustiedot pilvessä olevaan datavarastoon. Varastoinnin lisäksi pilvessä suoritetaan laskenta, datan analysointi, visualisointi ja hälytyspalvelu. Hälytykset ja säätiedot näytetään kännykän ja tietokoneen näytöillä.

Sääparametrit

Lämpötila

Lämpötilan mittaus tapahtuu tuulimittarin alaosassa sijaitsevalla anturilla. Laite mittaa lämpötilan 10 s välein ja lähettää mittaustulosten keskiarvon. Auringonsäteilylämmön aiheuttama kuumentuminen kompensoidaan automaattisesti PAR ja tuulisensoreiden avulla.

Toisin kuin useimmat ilman lämpötilamittaukset, anturia ei peitetä auringon säteilysuojalla. Sen A41 laskee ilman lämpötilan tarkasti auringon säteily ja tuulennopeus tietojen perusteella. Nämä ovat kaksi pääparametria, jotka määrittävät mittauksen ja todellisen ilman lämpötilan välisen virheen.

Ilman suhteellinen kosteus (RH)

Ilman suhteellinen kosteus (RH) on ilman vesihöyrymäärän suhde (%) siihen määrään, joka kulloisessakin lämpötilassa ilmaan mahtuisi. Ilman kyky pidättää vettä riippuu ilman lämpötilasta: mitä lämpimämpää, sitä enemmän siihen mahtuu vesihöyryä.

Ilmankosteuden vuodenaikaisvaihtelu on päinvastainen ilman lämpötilan vaihteluun nähden. Keväällä ilma on keskimäärin kuivimmillaan. Talvisin ilman suhteellinen kosteus on korkea.

Pilvisenä päivänä, jolloin lämpötila ei juuri muutu, myös ilman suhteellinen kosteus pysyy korkeana. Se on alhaisimmillaan, kun ilma on lämmin, ja korkeimmillaan, kun lämpötila on matala eli useimmiten aamuyöllä. Kosteus riippuu myös tuulesta.

Kosteustietoa voidaan käyttää arvioitaessa kasvien taudeille altistumisen riskitasoa. Jos ilma on kyllästynyt vedellä, höyry tiivistyy lehtipinnoille aikaansaaden otollisen ympäristön taudinaiheuttajille.

Lehtien kosteutta voidaan seurata tarkasti myös lehtisensorilla.

Kosteus- ja höyrynpainesensori sijaitsevat kotelon sisällä. Sensorit on suojattu vedeltä ja pölyltä teflonfilterillä. Sensori mittaa suhteellisen kosteuden ja lämpötilan sekä laskee höyrynpaineen ja kyllästyspaineen vajauksen.

Höyrynpaine

Toisin kuin suhteellinen kosteus, höyrynpaine ei riipu lämpötilasta, ja vaihtelee vähemmän. Lisäksi ohjaa kasvien haihduttamista. Siksi höyrynpaine on paljon hyödyllisempi mittari kuin ilman suhteellinen kosteus.

A41 mittaa höyrynpainetta kerran 60 s:ssä ja tallentaa hetkelliset arvot. Kun lähetys tehdään, A41 lähettää mittausten keskiarvon.

Vesihöyryn kyllästyspaineen vajuus (Vapour Pressure Deficit VPD)

Vesihöyryn kyllästyspaineen vajuus (Vapour-Pressure Deficit VPD), on ilmassa olevan höyrynpaineen ja ilman maksimihöyrynpaineen erotus.

Korkea VPD tarkoittaa, että ilman kosteus on alhainen ja että ilmalla on suuri kapasiteetti pidättää vesihöyryä. Tämä kiihdyttää haihduntaa eli veden virtausta kasvisoluista ilmakehään, mitä taas kasvi haluaa kontrolloida ilmarakojensa avulla. Alhainen VPD tarkoittaa, että ilma on kostea, eikä voi pidättää enempää vettä kasvin haihdunnasta.

VPD vaikuttaa suoraan kasvin kapasiteettiin hyödyntää kasvualustan vettä ja ravinteita, joka näkyy kasvin tuottavuutena ja terveytenä.

Kasvi voi stressaantua, jos VPD-arvo on liian suuri, koska se ei kykene korvaamaan haihdutuksessa menettämänsä veden määrää. Tästä ei seuraa ongelmaa lyhyellä aikavälillä – kasvi imee seuraavan yön aikana riittävästi vettä

palautuakseen. Jos VPD-arvo kuitenkin pysyy pitkään korkeana, kasvi ei pysty toipumaan seuraavan yön aikana, seurauksena kasvin lehdet tai terälehdet voivat palaa ja kasvi voi vaurioitua peruuttamattomasti.

Kyllästyshöyrynpaine ja haihduntapaine (Vapour Pressure Deficit VPD) lasketaan pilvessä Säävahdin lähettämien parametrien perusteella.

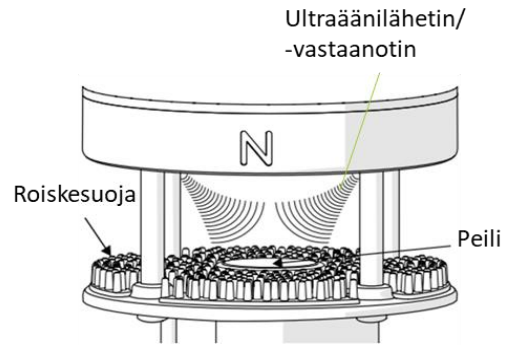
Tuuli

Tuuli mitataan ultraäänen avulla. Tuulen nopeus vaikuttaa aikaan, jonka ääni kulkee lähettimeltä vastaanottimelle.

A41 mittaa tuulen nopeutta ja suuntaa kerran 10 sekunnissa ja tallentaa hetkelliset arvot ja lähettää keskiarvon ja maksiminopeuden pilveen,

A41 pitää muistissa keskimäärin viimeisten 10 mittaukset. Jos hetkellinen mittaus on yli kahdeksan kertaa keskiarvon, sitä ei ilmoiteta suurimmaksi puuskaksi tai sisällytettäväksi lähetykseen. Normaaleissa käyttötapauksissa tämä on tehokas menetelmä tuulen nopeuden epätarkkuuden poistamiseksi (esim. uteliaat kimalaiset tarkistavat ultraäänisensoreita).

Anturi on suunnattava karttapohjaiseen käyttäen kaiverrettua N merkintää säälähettimen rungossa (ei magneettinen pohjaiseen). Anturi on suunnattava oikein käsin, jotta tuulen suuntamittaukset saadaan tarkoiksi



Kuva 3. Tuulimittari

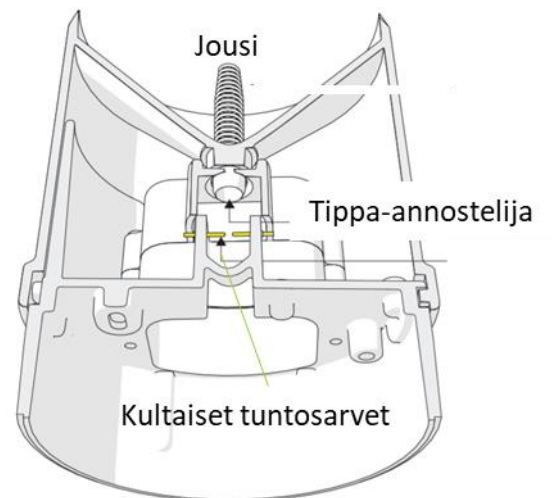
Sade

Sateen määrä mitataan sähköisesti laskemalla pisaroiden määrää. Sadekeräimessä oleva tippa-annostelija muodostaa vakiokokoisia pisaroita, jotka kulkevat alaosassa olevien kultaisten tuntoelinten kautta.

Anturi laskee vesipisaroita jatkuvasti ja lisää jokaisen pisaran kertymään. Anturi lähettää kokonaissademäärän (millimetreinä), joka on kertynyt edellisen lähetyksen jälkeen. Sateen enimmäisintensiteetin laskenta on rajattu 280 mm/h: iin.

Sademittarin on oltava noin ±2 asteen tarkkuudella vaaterissa (0, 0) sekä X- että Y-suunnassa, jotta sateet voidaan mitata tarkasti. Jos ei tällä alueella, putoaa voi menettää kultaielektrodit kokonaan.

Kulma näkyy portaalin kallistuskulmanäytössä.



Kuva 4. Sademittari

Laitteen x-kallistus	Laitteen y-kallistus
0.9 °	1.8 °

Auringon säteily (PAR)

Sademittarin yläosaan on integroitu PAR sensori, joka mittaa fotosynteettisesti merkitsevän aallonpituuden 400...700 nm. Anturi mittaa säteilyn voimakkuuden 10 s välein ja lähettää keskiarvon pilveen.

Auringon valon spektri on noin 300 – 2800 nm, josta näkyvän valon alue on 380 – 750 nm. Tämä on se aallonpituusalue, jota kasvit kykenevät hyödyntämään parhaiten yhteyttämisessä. Tästä aallonpituudesta käytetään nimitystä PAR (photosynthetically active radiation). PAR mitataan pyranometrillä. Usein pyranometri on integroitu sääasemaan.

Auringon valon määrä vaihtelee voimakkaasti vuoden- ja vuorokauden aikojen ja myös sääolosuhteiden mukaisesti. Kasvien kannalta välttämättömän PAR säteilyn määrä on voimakkainta kesäpäivinä pilvettömältä taivaalta. Säteilyn määrä heikkenee voimakkaasti pilvisellä säällä.

Tarkka PAR mittaus on tarpeellista haluttaessa ymmärtää paremmin ekosysteemin tilaa ja toimintaa, sekä kasvuolosuhteita, sadon laatua, kehitystä ja määrää.

Ympäristötutkimuksessa PAR on tärkeä parametri. PAR vaikuttaa yhteyttämisen kautta mm. hiiliasapainoon. Yhteyttäminen ja kasvin kyky sitoa hiiltä kiihtyy huomattavasti, kun valon voimakkuus kasvaa.

Ilmanpaine

Ilmanpaine on mittauskohdan yläpuolella olevan ilman paino pinta-alayksikköä kohden. Se voidaan ajatella maanpinnalta ilmakehän ylärajalle ulottuvan ilmapilarin painona.

Ilmanpainetta mitataan elektronisella paineanturilla, joka sijaitsee sadekeräimen alaosassa kosteusensorin vieressä. Ilmanpaineen yksikkönä käytetään hehto Pascalia (hPa). Mittausalue on 500...1100 hPa. Normaali ilmanpaine maan pinnalla on noin 1 013 hPa. Laite mittaa ilmanpaineen 60 s välein ja lähettää mittaustulosten keskiarvon pilveen asetetun lähetysvälin mukaisesti (esim. 10 min tai 30 min).

Tuuli syntyy ilmanpaine-eroista, sillä ilmakehä pyrkii aina tasapainoon: ilma virtaa korkeammasta paineesta kohti matalampaa painetta. Maapallon pyörimisliikkeen johdosta ilma ei tuule suoraan matalapaineen keskukseen, vaan pohjoisella pallonpuoliskolla kiertyy vastapäivään ja eteläisellä pallonpuoliskolla myötäpäivään. Aivan matalapaineen keskuksessa ei siis tuule, mutta sen ympärillä tuuli voi olla kovaakin. Mitä suurempi on ilmanpaine-ero korkea- ja matalapaineen välillä, sitä kovempaa myös tuuli on.

Jos ilmanpainetta haluaa käyttää sääennusteisiin, on syytä seurata, nouseeko vai laskeeko paine sen sijaan, että kiinnittäisi huomiota vain lukemaan. Karkeasti ottaen, laskeva paine kertoo matalapaineen lähestymisestä, tuulen voimistumisesta ja sään huononemisesta, kun taas paineen noustessa on odotettavissa tyynempää poutasäätä.

Salamointi

Salamointisensori sijaitsee kotelon sisällä. Sensori tunnistaa salamoinnin aiheuttamat sähköiset häiriöt, joiden perusteella laite laskee salamoiden määrän, etäisyyden ja ukkosen kestoajan.

Vältä laitteen asennusta voimalinjan läheisyyteen. Voimalinja saattaa häiritä salamasensoria.

Kallistus

Kallistussensorin avulla valvotaan, että laite on oikeassa asennossa mittauksen aikana. Tuuli, routa tai työkone voivat aiheuttaa asennon muuttumisen. Jos mittausasema on väärässä kulmassa, mittaustulokset eivät ole luotettavia. Asennon muutos aiheuttaa hälytysviestin. Hälytys kertoo myös mahdollisesta ilkeivallasta tai varkaudesta.

Tehoisa lämpösumma

Tehoisa lämpösumma lasketaan pilvessä. Lämpösumman summan yksikkö on vuorokausiaste °Cvrk. Summaa kertyy päiviltä, jolloin vuorokauden keskilämpötila on +5 asteen yläpuolella. Summaan lasketaan kasvukauden aikana vuorokauden keskilämpötilan viiden asteen ylittävä osa. Jos vuorokauden keskilämpötila jää kasvukaudella + 5 asteen alapuolelle, summaa ei kerry, mutta se ei myöskään vähene. Kasvukausi katsotaan silloin tilapäisesti pysähtyneeksi.

Tehoisaa lämpösummaa voidaan käyttää arvioitaessa biologisten tapahtumien ajoittumista (alkamista, kehittymistä, loppumista). Vuorokauden lämpötila mitataan sääaseman lämpötilasensorilla.

Eri kasvit vaativat kasvaakseen eri suuruisia tehoisia lämpösummia. Etelä-Suomessa tehollinen lämpösumma on ollut ajanjaksolla 1980–2010 keskimäärin noin 1 300–1 400 astevuorokautta.

Terminen kasvukausi alkaa, kun lumi on sulanut ja vuorokauden keskilämpötila nousee pysyvästi yli +5 asteen. Syksyllä terminen kasvukausi päättyy, kun vuorokauden keskilämpötila laskee pysyvästi +5 asteen alapuolelle tai saadaan pysyvä lumipeite. Syksyllä myös kovat yöpakkaset useana yönä peräkkäin katkaisevat kasvukauden.

Kastepiste

Kastepiste (kastepistelämpötila) lasketaan pilvessä. Kastepiste on se lämpötila, jossa ilman kosteus on 100 %. Tällöin ilma on vesihöyryn kyllästämää. Kasvustossa kastepiste näkyy kosteuden tiivistymisenä pisaroiksi lehtipinnoille. Kun lämpötila on kastepisteessä tai sen alle pitkiä aikoja, infektioriski kasvaa. Kastepiste lämpötilaa seuraamalla voidaan siis täsmentää lajikohtaisia ruiskutustarpeita.

Tekniset tiedot

Lämpötila (T)	-50 ... +60 °C. Resoluutio: 0.1 °C. Tarkkuus: ±0.6 °C
Suhteellinen kosteus (RH)	0 ... 100 %. Resoluutio: 0.1 %. Tarkkuus: ±3 %
Ilmanpaine	50 ... 110 kPa. Resoluutio: 0.01 kPa. Tarkkuus: ±0.1 kPa
Sade	0... 400 mm/h. Resoluutio: 0.017 mm. Tarkkuus: ±5 %
Tuulen nopeus	30 m/s . Resoluutio: 0.01 m/s. Tarkkuus: ±3 %
Tuulen suunta	0...59°. Resoluutio: 1°. Tarkkuus: ±5°
Tuulen nopeus puuskissa	0 ... 30 m/s. Resoluutio: 0.01 m/s. Tarkkuus: ±3 %
PAR säteily	0 ... 1 750 W/m ² . Resoluutio: 1 W/m ² . Tarkkuus: ±5 %
Höyrynpaine	0... 47 kPa. Resoluutio: 0.01 kPa. Tarkkuus: ±0.2 kPa
Salamoinnin määrä	0... 65'535 salamaa. Resoluutio: 1 salama. Tarkkuus >25%
Salaman etäisyys	0 ... 40 km. Resoluutio: 3 km. Tarkkuus: vaihteleva
Kallistuma	90° ... +90°. Resoluutio: 0.1°. Tarkkuus: ±1°
Kastepiste	Kastepiste on lämpötila, jossa osa ilma kosteudesta tiivistyy vesipisaroiksi kasvien lehtipinnalle. Pitkäaikainen lehtien märkyys nostaa infektioriskiä. Kastepiste lasketaan pilvipalvelussa lämpötila- ja kosteussensoreiden tuloksista.
Lämpösumma	Tehollinen lämpösumma lasketaan automaattisesti pilvipalvelussa, kun vuorokauden keskilämpötila on +5 °C tai yli Tarkkuus ja resoluutio lämpötilasensorin mukaisesti.
Paristot	3.6V litium D koko / 17 AH
Virrankulutus	Valmiustilassa 0.03 mA. Aktiivisena 3.0—3.6 mA
Pariston kesto	4-5 vuotta / 48 lähetystä vuorokaudessa
Paristo	3.6 V Litium D koko 17 Ah. Esim. Saft LS 33600
IP luokitus	IoT radiolähetinkotelo IP68 ja säälähetin IP 66
Radioverkko	LoraWAN tai NB-IoT valinnan ja saatavuuden mukaan kohteessa
Modeemi	Quectel BC55 ja BG95
Protokollat	MQTT, UDP and LWM2M

Asennus

Suosittelun asennussauvan korkeus on 1,5–2 metriä.

Anturi on suunnattava karttapohjoiseen käyttäen säälähettimen runkoon kaiverrettua N merkintää. Anturi on suunnattava oikein käsin, jotta tuulen suuntamittaukset ovat tarkkoja.

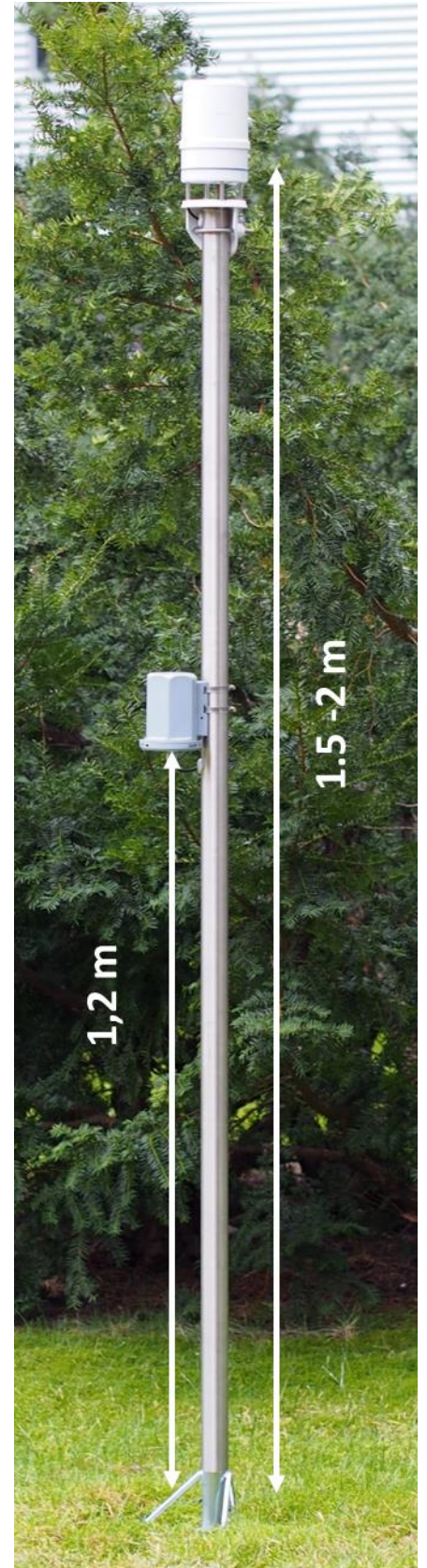
IoT radiolähetin on asennettava mahdollisimman korkealle, jotta verkkoyhteys olisi mahdollisimman hyvä. Asennuskorkeutta päätettäessä on otettava huomioon myös helppo huollettavuus.



Kuva 6. Säälähettimen mitat ja sensoreiden sijainti

A41 sääaseman voi asentaa kolmijalkaan, mastoon tai mihin tahansa tolppaan. Asennuksen pitää olla suorassa. Säälähettimen alaosassa on vesivaaka, jonka avulla asennuksen voi tarkistaa. Säälähetin pitää olla vähintään 1.5 m korkeudessa. Optimaalinen korkeus on 2m.

Mastoon asennettaessa maahan upotetaan asennusputki, jonka varassa asema yleensä pysyy hyvin paikallaan. Tarvittaessa maston voi tukea kolmella vaijerilla.



Kuva 5. Asennuskorkeudet

Asennuspaikan valinta

Sääasemaa asennettaessa on tärkeää sijoittaa mittalaitteet oikeille paikoille, jotta saadaan mahdollisimman käyttökelpoisia säähavaintoja.

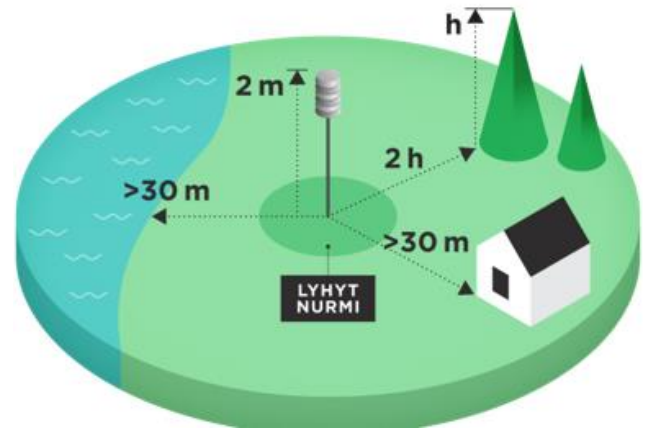
Sääaseman paikan valitsemiseen kannattaa käyttää hiukan aikaa, jotta mitattavat suureet olisivat meteorologisesti mahdollisimman edustavia. Ideaalisessa tilanteessa sääasema sijaitsee hoidetulla nurmialueella, jossa maanpinta on tasainen.

Sääasemaa ei tulisi sijoittaa kivikolle, asfaltille tai sementtialustalle, sillä ne toimivat lämmönlähteinä ja täten vaikuttavat todellisen lämpötilan mittaamiseen. Paikkaa valittaessa tulisi myös kiinnittää huomiota puiden, rakennusten ja vesialueiden sijaintiin. Esimerkiksi vesialueet vaikuttavat lämpötilaan syksyllä lämmittävästi ja keväällä puolestaan viilentävästi.

Havaintopaikan välittömässä läheisyydessä ei saisi olla puita tai isoja rakennuksia, sillä ne vaikuttavat havaintoihin. Esimerkiksi metsä tai rakennus voi vaikuttaa tuulen suuntaan, voimakkuuteen ja sateen kertymiseen. Jos alueella kuitenkin on esteitä, niiden etäisyys tulisi olla vähintään kaksi kertaa esteen korkeus.

Sääasema kannattaa sijoittaa niin, että mittalaitteille on helppo päästä, ja asemaa ja sen ympäristöä on helppo huoltaa. Huoltotoimenpiteinä tulisi olla ainakin mittareiden puhtaanapito pölystä, roskista ja lumesta.

Lisätietoja ilmatieteenlaitoksen omasääasema sivulta: <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/oma-saaasema>



Rajoitukset

A41 säävahdissa ei ole sulatusta. Se ei mittaa lumisateen vaikutusta sateen kokonaismäärään.

Rankkasateessa ja myrskyllä veriroiskeet saattavat aiheuttaa mittaushäiriöitä.

Salamatunnistin saattaa häiriintyä voimalinjan välittömässä läheisyydessä.