



Ilmanlaadun bioindikaattoriseuranta metsäympäristössä

Seurantaohjelman päivitys Uudenmaan alueelle

Kati Loukkola, Risto Murto,
Vesa Suominen

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä

PL 100

00066 HSY

puhelin 09 156 11

faksi 09 1561 2011

www.hsy.fi

Copyright

Kartat, graafit, ja muut kuvat: HSY

Kansikuva: HSY

Esipuhe

Ympäristönsuojelulaki velvoittaa kuntia huolehtimaan paikallisten olojen edellyttämästä ympäristön tilan seurannasta alueellaan. Ilmanlaatuasetuksen mukaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskusten tulee olla selvillä ilmanlaadusta ja huolehtia siitä, että niiden alueella ilmanlaadun seuranta on järjestetty hyvin. Teollisuuslaitosten ilmanlaadun seurantaan liittyvistä velvoitteista määrätään toimintojen ympäristöluvuissa.

Kunnat ja teollisuus ovat seuranneet ilmanlaatua Uudellamaalla mittauksin 1970-luvulta lähtien ja bioindikaattoreita apuna käyttäen 1980-luvulta. Uudellamaalla ilmanlaadun seuranta hoidetaan alueellisena yhteistarkkailuna, jonka kustannuksista vastaavat alueen kunnat ja osin teollisuuslaitokset. Pääkaupunkiseudulla ilmanlaadun seurannasta huolehtii HSY Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä.

Osana Uudenmaan ilmanlaadun seuranta on toteutettu bioindikaattoritutkimus viiden vuoden välein 2000-luvulla. Bioindikaattoritutkimuksessa on tarkasteltu erityisesti männyn päällysjäkäliä ilmanlaadun ilmentäjinä. Bioindikaattoritutkimus on tehty vuodelta 2000 olevan seurantaohjelman mukaisesti. Viimeisin tutkimus on tehty vuonna 2014. Bioindikaattoritutkimuksen toteuttamista on ohjannut Uudenmaan ilmanlaadun seurannan yhteistyöryhmä, jossa on edustajat alueen kunnista (Itä-Uusimaa, Keski-Uusimaa, Länsi-Uusimaa), HSY:stä ja Uudenmaan ELY-keskuksesta.

Yhteistyöryhmä on päättänyt esittämään alueen kunnille bioindikaattoritutkimuksen jatkamista osana Uudenmaan ilmanlaadun seuranta. Tätä varten on katsottu tarpeelliseksi päivittää vuodelta 2000 olevan bioindikaattoriseurantaohjelma. Tässä julkaisussa on esitetty Uudenmaan alueen päivitetty bioindikaattoriseurantaohjelma. Suurin muutos edelliseen seurantaohjelmaan verrattuna on se, että taustanäytealojen määrä vähennee 36 %:lla eli 280 näytealaa poistuu. Ohjelman päivityksestä on vastannut Uudenmaan ilmanlaadun seurannan yhteistyöryhmä. Bioindikaattoritutkimus pyritään toteuttamaan päivitetyn ohjelman mukaisesti vuonna 2020. Tutkimuksen toteutumisen ja kattavuuden sekä tulosten luotettavuuden ja vertailtavuuden kannalta on oleellista, että bioindikaattoritutkimus toteutuu päivitetystä seurantaohjelmassa esitetystä laajuudesta. Kuntien osallistuminen seurantaan tullaan selvittämään kevään 2019 aikana. Yhteistyöryhmä toivoo, että Uudenmaan kunnat osallistuvat seurantaan mahdollisimman kattavasti.

Uudenmaan ilmanlaadun seurannan yhteistyöryhmän puolesta,

Ylitarkastaja Vesa Suominen

Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Seuranta-alat	3
2.1	Havaintometsiköt	3
2.2	Havaintoverkko	3
2.2.1	Perusverkko	4
2.2.2	Taajama-alat	4
2.2.3	Lisähavaintoalat	4
2.3	Havaintoalat ja -puut	4
3	Menetelmät	5
3.1	Käytettävät menetelmät	5
3.2	Menetelmäkuvaukset	5
3.2.1	Männyn runkojäkäläkartoitus	5
3.2.2	Metsikköä ja puita koskevat taustamääritykset	7
4	Tulosten käsittely	7
4.1	Tutkimuskysymykset ja tulosten käsittely	7
4.2	Tutkimustulosten dokumentointi	8
5	Laadunvarmennus	8
6	Raportointi	9
7	Seurannan toteuttaminen	9
8	Seurantayhteistyö	9
8.1	Seurannan osakkaat	9
8.2	Seurannan hallinnointi	9
8.3	Seurannan kustannukset ja niiden jako	10
	Kirjallisuus	11
	Liite 1. Uudellamaalla tehdyt ilmanlaadun seurantaan liittyvät bioindikaattoriseurannat	12
	Liite 2. Ohje havaintometsikköä (A) ja puita (B) koskevien taustamääritysten tekemiseksi	14
	Liite 3. Kuntakohtaiset bioindikaattoriseurannan havaintoalat	17
	Liite 4. Puuttuvat havaintoalat	19
	Liite 5. Kustannusten jako	20

1 Johdanto

Bioindikaattoriseuranta täydentää mittauksin ja päästökartoituksin saatavaa kuvaa ilmansaasteiden leviämisestä ja vaikutusalueiden laajuudesta. Bioindikaattoriseurannat soveltuvat osaltaan ympäristönsuojelulain 527/2014 sekä ilmanlaatuasetuksen 79/2017 ja ilmassa olevaa arseenia, kadmiumia, elohopeaa, nikkeliä ja polysyklisiä aromaattisia hiilivetyjä koskevan asetuksen 13/2017 velvoitteiden toteuttamiseen. Näitä velvoitteita ovat mm. se, että kunnan on alueellaan huolehdittava paikallisten olojen edellyttämästä tarpeellisesta ympäristön tilan seurannasta asianmukaisin menetelmin, ja seurantatiedot on julkistettava ja niistä on tiedotettava tarpeellisessa laajuudessa.

Ilmanlaatua ja sen kehittymistä Uudellamaalla on eri tahojen toimesta selvitetty säännöllisten bioindikaattoritutkimusten avulla 1980-luvulta lähtien (katso tarkemmin liite 1). Vuonna 2000 julkaistiin ensimmäinen koko Uuttamaata kattava yhteinen seurantaohjelma, jonka avulla parannettiin bioindikaattoritutkimusten tulosten vertailukelpoisuutta, raporttien tasoa ja seurannan laadunvarmennusta sekä sovittiin yhteen paikallisia ja valtakunnallisia seurantoja. Seurantaohjelmaa ei ole päivitetty, mutta seuranta on muutettu aina tarpeen mukaan. Vuosien varrella on poistettu mm. neulasten rikkipitoisuuksien määrittäminen ja männyn harsuuntumisen seuranta. Niiden seuranta on katsottu tarpeettomaksi, koska rikkidioksidipitoisuus seuranta-alueella on pienentynyt yli 80 % laskien seurannan alusta. Seurantaohjelman pohjalta on toteutettu koko Uudenmaan alueen bioindikaattoritutkimus vuosina 2000 – 2001, 2004 – 2005, 2009 ja 2014.

Vuodesta 2009 lähtien seurantaan on kuulunut vain jäkäläkartoitus. Seurannassa on määritetty 12 epifyyttijäkälän esiintyminen mäntyjen rungoilla standardin SFS 5670 mukaisesti. Lisäksi on arvioitu eri jäkälälajien runsautta ja sormipaisukarpeen kuntoa. Seuranta on toteutettu niin, että tulokset ovat vertailukelpoisia edellisen seurannan tulosten kanssa ja on käytetty samoja näytealoja, jos mahdollista. Näytealoja oli 776 kpl, joista ns. tausta-aloja oli 556 ja taajama-aloja 220 kpl. Seuranta on toteutettu samanaikaisesti koko Uudellamaalla ja sitä on koordinoitunut Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus.

Seuraava bioindikaattoriseuranta on tarkoitus toteuttaa vuonna 2020. Seuranta-alueen päästöissä ja ilmanlaadussa on kuitenkin kuluneiden lähes 20 vuoden aikana tapahtunut muutoksia ja seurantamenetelmät ovat kehittyneet. Sen vuoksi on selvitetty bioindikaattoriseurantojen nykytilanne Suomessa ja niissä käytössä olevat menetelmät. Selvityksen perusteella on päätetty kehittää ja päivittää seurantaohjelma seurantajaksolla 2019 – 2023 tehtävää bioindikaattoritutkimusta varten.

Bioindikaattoriseurannan kehittämistä ja jatkoa arvioitiin keväällä 2018 pidetyssä asiantuntijatyöpajassa. Työpajaan osallistui asiantuntijat Turun yliopistosta, Helsingin yliopistosta ja Luonnonvarakeskuksesta sekä Neste Oyj:ltä. Lisäksi asiantuntijat Suomen ympäristökeskuksesta ja Itä-Suomen yliopistosta kommentoivat asiaa sähköpostitse. Työpajan tehtävänä oli selvittää, millaisin menetelmin bioindikaattoriseuranta jatkettaisiin tulevana seurantajaksolla. Työpajassa pohdittiin myös muiden bioindikaattorimenetelmien käyttöä päivitettyssä seurantaohjelmassa, mutta ne päätettiin hylätä mm. seurantatietojen puutteesta ja kustannussyistä.

Työpajassa todettiin, että jäkäläkartoitus on edelleen yleisesti käytetty ja suositeltava menetelmä ilmanlaadun vaikutusten seurantaan. Asiantuntijoiden mielestä jäkäläkartoituksen jatkaminen Uudellamaalla on edelleen perusteltua. Lisäksi jäkäläkartoitusta on hyvä jatkaa vanhentuneen SFS-5670 standardin mukaisesti, jotta tulokset olisivat vertailukelpoisia aiempien alueella tehtyjen kartoitusten kanssa. Jäkäläkartoituksen laajuutta voidaan kuitenkin supistaa, mutta tulosten käsittelyyn ja tarkasteluun sekä johtopäätösten tekemiseen tulee kiinnittää jatkossa entistä enemmän huomiota.

Aikaisempiin vuosiin verrattuna tässä uudistetussa seurantaohjelmassa harvennetaan taustapisteverkkoa, koska asiantuntijoiden näkemysten mukaan harvennetullakin pisteverkolla saadaan tausta-alueiden muutoksista riittävän hyvä kuva. Tällä toimenpiteellä saadaan myös bioindikaattoriseurannan kustannuksia alentumaan. Näytealojen määrä vähenee 38 % eli 293 näytealaa poistuu. Kaikki poistuvat näytealat ovat siis tausta-aloja. Taajama-alat pysyvät ennallaan, koska päästöjen paikallisilla vaihteluilla on niihin merkittävä vaikutus, eikä siksi niiden määrää voida vähentää.

2 Seuranta-alat

2.1 Havaintometsiköt

Havaintometsikköinä käytetään vuoden 2014 bioindikaattoriseurannassa mukana olleita metsiköitä. Havaintometsiköiden soveltuvuus arvioidaan maastotöiden yhteydessä.

Kriteerit jäkäläkartoituksessa käytettävälle metsikölle on esitetty standardissa SFS 5670. Näistä tärkeimpiä ovat metsikön ikä, puuston tiheys sekä aluskasvillisuuden esiintyminen. Valintakriteerien suhteen optimaaliset havaintoalat sijaitsevat kuivahkoilla tai kuivilla kankailla, joilla aluskasvillisuus on matalaa ja metsä melko harvaa. Havaintoalojen valinnalla pyritään eliminoimaan luontaiset jäkälälajiston koostumukseen sekä vaurioihin vaikuttavat mikroilmastolliset tekijät, joista tärkein on valoisuuden ja varjoisuuden suhde.

Uusia tutkimusmetsiköitä valittaessa pyritään lisäksi välttämään reunavaikutusta tai esim. suppia ja paisterinteitä, joissa vallitsee poikkeava mikroilmasto. Myös hiljattain käsiteltyjä, esim. kolmen edellisen vuoden aikana harvennettuja metsiköitä vältetään. Havaintopuut valitaan siten, että ne olivat läpimitaltaan vähintään 20 cm, ja kolmen metrin korkeudelle oksattomia. Pensaiden tai taimien ympäröimiä puita tai hyvin lähellä toisia puita kasvavia puita ei hyväksytä mukaan kartoitukseen.

Havaintometsikön tulee olla kasvullisella metsämaalla (ei soinen tai soistuva) kasvavaa kanerva-, puolukka- tai mustikkatyypin metsää. Metsikön tulee olla kooltaan vähintään yksi hehtaari, mahdollisimman luonnon-tilainen, varttunutta kasvatusmetsää tai sitä vanhempaa kehitysluokkaa. Havaintometsikössä ei ole tehty hakkuita viimeiseen kolmeen vuoteen. Puusto on tiheydeltään normaalia kasvatusmetsää (350-500 runkoa/ha, latvuspeittävyys 35 – 75 %). Hehtaarilla tulee olla vähintään 150 runkoa, joiden rinnankorkeusläpimitta on yli 20 cm. Mahdolliset poikkeamat näistä kriteereistä on syytä perustella ja kirjata huolellisesti ylös.

Havaintometsikön ja havaintoalan löytämiseksi tulee laatia kulkupöytäkirja karttaliitteineen, josta käy ilmi riittävän yksityiskohtaiset ohjeet metsikön löytämiseksi.

Havaintometsiköistä määritetään metsätyyppi, kehitysluokka, vallitsevan puustojakson puulajisuhteet sekä metsikkökuvion pohjapinta-ala Metsäntutkimuslaitoksen valtakunnan metsien inventoinnin ohjeistusta soveltaen (Liite 2).

2.2 Havaintoverkko

Havaintoverkko muodostuu tiheydeltään kolmesta eri tasosta: 1. perusverkko, 2. taajamat ja 3. mahdolliset lisähavaintoalat isojen päästölähteiden ympäristöissä tai muissa kuntien toivomissa kohteissa.

Havaintoalat on valittu vuonna 2014 bioindikaattoriseurannan ohjelmassa mukana olleista havaintoaloista. Taajama-alat on säilytetty ennallaan (hilaruudun koko taajama-alueilla 2 x 2 km). Havaintoalojen määrää on vähennetty harventamalla tausta-aloja kasvattamalla perusverkon hilaruudun kokoa 6 x 6 km:iin aiemmasta 4 x 4 km:stä.

Peruspisteverkon kasvattamisen ansiosta voidaan vähentää 293 havaintoalaa, verrattuna edelliseen seurantaan. Jäljelle jää 480 havaintoalaa, joista taajamissa on 220 havaintoalaa. Lisäksi perustetaan tyhjiin hilaruutuihin (7 kpl) uudet havaintoalat.

Lista havaintoaloista ja suuntaa-antavia karttoja on liitteenä 3. Havaintoalojen lopullinen määrä ja sijainti varmistuvat maastotöiden yhteydessä.

2.2.1 Perusverkko

Perusverkko kattaa koko tutkimusalueen, yhteensä 9 097 km². Perusverkon lähtöruutu on peruskarttalehden 302201 (Askola) lounaiskulmassa. Hilaruudukon kokoa on harvennettu 6 x 6 km:iin aiemmasta 4 x 4 km:stä, jättämällä perusverkon kulmapisteeksi lounaiskulma (YKJ 2003 kaista 3 (ykJ) p 6710 000 i 3418000).

Vuonna 2014 mukana olleita tausta-aloja on tarkasteltu uudella suuremmalla hilaruudukolla. Jokaisesta 6 x 6 km:n hilaruudusta on valittu päivitettyyn seurantaohjelmaan lähinnä ruudun keskipistettä oleva havaintoala, loput ruudussa olevat havaintoalat on jätetty vara-aloiksi.

Seitsemästä hilaruudusta puuttuu havaintoala. Niihin perustetaan uusi havaintoala. Mikäli maastotöiden yhteydessä ei löydy havaintometsikölle asetettuja kriteerejä täyttävää havaintoalaa, hilaruutu jää ilman havaintoalaa.

Kenttätöiden aikana arvioidaan havaintoalojen sopivuus. Mikäli havaintoala on hakkuiden, rakentamisen, ennakkotietojen epätarkkuuden tms. syyn takia tarkoitukseensa sopimaton, se korvataan mahdollisuuksien mukaan vara-alaksi luokitellulla havaintoalalla tai perustetaan uusi havaintoala. Kenttätöiden yhteydessä tarkistetaan havaintoalojen luokittelu tausta/taajama-aloiksi. Liitteen 3 kartoissa on esitetty sekä poistuvat että jäljelle jäävät havaintoalat. Jäljelle jää 260 tausta-alaa ja poistuu 293 tausta-alaa.

2.2.2 Taajama-alat

Taajamatason havaintoalat sijoittuvat taajama-asutusalueille. Ne on säilytetty samoina kuin vuoden 2014 seurantaohjelmassa. Liitteen 3 kartoissa ja taulukoissa on esitetty taajamahavaintoalat. Taajama-aloja on yhteensä 220 kpl. Kartoituksen yhteydessä tarkistetaan havaintoalojen luokitus taajama-/tausta-aloiksi. Kenttätöiden aikana arvioidaan havaintoalojen sopivuus. Mikäli havaintoala on hakkuiden, rakentamisen, ennakkotietojen epätarkkuuden tms. syyn takia tarkoitukseensa sopimaton, se poistetaan ja tilalle perustetaan korvaava havaintoala.

2.2.3 Lisähavaintoalat

Ympäristöluvissa tehtaat tms. laitokset voidaan velvoittaa tarkkailemaan päästöjensä vaikutusta ilman laatuun ja osallistumaan ilmanlaadun bioindikaattoriseurantaan. Laitokset tai kunnat voivat vapaaehtoisesti esittää lisäpisteitä bioindikaattoriseurantaan. Lisäpisteet kukin kunta rahoittaa itse.

Vuosina 2000 – 2005 tehdyissä boindikaattoriseurannoissa oli mukana lisäaloja Karkkilassa, Lohjalla, Loviisassa, Porvoossa Kilpilahden teollisuusalueen ympäristössä, Sipoossa ja Tammisaaressa. Vuosina 2009 ja 2014 tehdyissä tutkimuksissa lisäaloja ei ollut. Neste Oyj on teettänyt Kilpilahden teollisuusalueen ympäristössä erillisiä tutkimuksia vuosina 2009 ja 2015.

2.3 Havaintoalat ja -puut

Havaintometsikköön sijoittuvan havaintoalan läheisyydessä (50-100 m) ei saa olla rakennuksia, moottoriliikennettä tai muita päästölähteitä. Havaintoalaa ei tule sijoittaa metsikön reunaan, korkealle mäelle, eikä mäkien väliseen notkoon. Havaintoala tulee sijoittaa hieman ympäristöään korkeammalle kumpareelle. Havaintoalan koko on 7 aaria (ympyrä, jonka säde $r = 14,9$ m).

Havaintometsikköön sijoitettavan havaintoalan keskipiste paikannetaan GPS-laitteella. Samoin havaintoalan puiden sijainti paikannetaan joko GPS:n avulla tai kirjaamalla ylös puun etäisyys ja suunta havaintoalan keskipisteestä.

Havaintopuiden pituus, läpimitta ja rinnankorkeusikä määritetään Metlan valtakunnan metsien inventoinnin ohjeistusta soveltaen (Liite2).

3 Menetelmät

3.1 Käytettävät menetelmät

Kaikilla bioindikaattorihavaintoaloilla: inventoidaan mäntyjen päällysjäkälät ja tehdään metsikköä ja puita koskevat taustamäärytykset.

3.2 Menetelmäkuvaukset

3.2.1 Männyn runkojäkäläkartoitus

Männyn rungolla esiintyvät jäkälälajit inventoidaan standardin SFS 5670 mukaisesti mahdollisimman tarkasti lieriönmuotoiselta alalta, jonka alaraja on 50-100 cm:n korkeudella (ylin lumiraja) ja yläraja 200 cm:n korkeudella (ylin helposti havainnoitava korkeus). Standardin mukaista inventointia täydennetään jäkälän runsauden arvioinnilla. Leväpeite ja seinäsuomujäkälä luokitellaan peittävyden, muut lajit sekovarsien lukumäärän perusteella. Luokat on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Jäkälän runsauden luokittelu. Leväpeite (*Algae & Scoliciosporum*) ja seinäsuomujäkälä (*Hypocenomyce scalaris*) on luokiteltu peittävytenä (%), muut lajit sekovarsien lukumäärän perusteella

Luokka	Sekovarsia kpl	Levien/seinäsuomujäkälän peittävyys %
1	<2	<5
2	2 – 7	5 – 49
3	>7	≥50

Työ tehdään kymmeneltä männyltä. Bioindikaattorilajeina käytetään standardin SFS 5670 mukaisesti 12 männyllä yleisesti kasvavaa jäkälälajia. Pääindikaattorina käytetään sormipaisukarvetta (*Hypogymnia physodes*). Jäkälän nimistössä on tapahtunut muutoksia standardin SFS 5670 julkaisun jälkeen. Ruskoröyhelön tieteellinen nimi on nykyään *Tuckermannopsis chlorophylla*, kun se aikaisemmin oli *Cetraria chlorophylla*. Kartoituksessa harmaatyvikarve (*Parmeliopsis hyperopta*) ja tuhkararve (*Imshaugia aleurites*) havainnoidaan yhtenä lajina.

Inventoinnin yhteydessä arvioidaan jäkälän vauriot. Jäkälät ilmentävät ilman epäpuhtauksien vaikutuksia yksilökohtaisesti. Epäpuhtaudet näkyvät silmin havaittavina morfologisina tai kemiallisina muutoksina, peittävyksien muutoksina ja jäkäläyhteisöjen lajikoostumuksen muutoksina.

Jäkälälajin esiintymiseen vaikuttavat lajin saasteherkkyyden lisäksi myös luontaiset ympäristöolosuhteet, jonka vuoksi eri lajien indikaattoriarvot ovat erilaisia. Sormipaisukarve on erityisen hyvä ilman epäpuhtauksien

indikaattori, sillä se kestää hyvin suuriakin saastepitoisuuksia ja indikoi niitä morfologisilla muutoksilla, joita arvioidaan vaurioasteen avulla.

Ilman epäpuhtauksien aiheuttamat muutokset jäkälissä ja jäkälälajistossa voivat ilmetä nopeasti etenkin suurissa pitoisuuksissa. Usein vaikutukset näkyvät vielä vuosienkin päästä kuormituksen vähennyttyä, koska jäkälät ovat hyvin hidaskasvuisia ja vaikutukset saattavat välittyä niihin myös kasvualustan muutosten kautta.

Morfologisenä muutoksena arvioidaan sormipaisukarpeen (*Hypogymnia physodes*) vaurioastetta sekä yleistä vaurioastetta. Jäkäläyhteisöjen lajikoostumuksen muutoksia arvioidaan lajilukumäärän ja ilmanpuhtausindeksin avulla. Peittävyksiä arvioidaan sormipaisukarpeen sekä luppojen (*Bryoria spp.*) osalta pistefrekvenssimenetelmällä.

Mäntyjen rungoilta tutkitaan 12 jäkälälajin esiintyminen standardin SFS 5670 mukaan kuitenkin laajentaen standardinmukaista menetelmää siten, että kunkin lajin runsaus arvioidaan kolmeasteisella luokituksella (taulukko 1). Kullakin havaintoalalla tutkitaan 10 puuta, joiden jäkälälajisto arvioidaan 50–200 cm:n korkeudelta. Sormipaisukarpeen vaurioaste ja yleinen vaurioaste arvioidaan viisiasteisella luokituksella puolen vaurioluokan tarkkuudella (taulukko 2). Yleisessä vaurioasteessa eritellään kasvutavaltaan pensasmaisiksi lupot (*Bryoria spp.*), naavat (*Usnea spp.*) ja hankakarve (*Pseudevernia furfuracea*), muut ilmansaasteista kärsivät lajit ovat lehtimäisiä. Sormipaisukarpeen ja luppojen esiintymisfrekvenssit lasketaan sapluunaruudukolta 1,2 m:n korkeudelta runkojen idän–koillisen ja lännen–lounaan puolelta. Esiintymisfrekvensseistä lasketaan kullekin puulle näiden lajien suhteellinen peittävyys.

Taulukko 2. Sormipaisukarpeen (*Hypogymnia physodes*) vaurioluokitus ja jäkälälajiston yleinen vaurioluokitus.

vaurio	sormipaisukarpeen muutokset	lajiston yleiset muutokset
I terve	jäkälät terveitä tai lähes terveitä	kaikkien lajien ulkonäkö ja kasvu muuttumattomia
II lievä vaurio	lievästi kitukasvuisia, lieviä värimuutoksia	pensasmaiset kitukasvuisia, lehtimäiset normaaleja
III selvä vaurio	jäkälät kitukasvuisia, vihertyneitä tai tummuneita tai kumpiakin	pensasmaiset pieniä, lehtimäiset vaurioituneita
IV paha vaurio	jäkälät pieniä, ryppyisiä, vihertyneitä tai tummuneita tai sekä että	pensasmaiset puuttuvat, lehtimäiset pahoin vaurioituneita
V kuollut tai puuttuu		myös lehtimäiset puuttuvat, leväpeitettä voi esiintyä

Kullekin havaintoalalle lasketaan havaintopaikan jäkäläkasvillisuutta kuvaava ilmanpuhtaus- eli IAP-indeksi. IAP-indeksillä voidaan esittää eri jäkälälajien esiintymisfrekvenssit yhtenä lukuarvona, jossa on otettu huomioon eri lajien herkkyudet ilman epäpuhtauksille. Korkea indeksiarvo kertoo runsaasta jäkälälajistosta ja siten hyvästä ilmanlaadusta, matalan indeksin arvon saavat puolestaan lajistoltaan köyhtyneet havaintoalat. Indeksilaskennassa käytettävä seuralaislajien lukumäärä tulee pitää sellaisena, että eri tutkimusvuosien IAP-indeksit olisivat vertailukelpoisia.

Taulukko 3. Jäkälälajiston luokitus IAP-indeksin perusteella.

IAP-indeksi	kuvaus jäkäläkasvillisuudesta
> 3	luonnontilainen lajisto, mukana herkkiä jäkälälajeja
2–3	lajistossa on lieviä muutoksia, herkimpiä lajeja puuttuu yleisesti
1–2	lajisto on köyhtynyt, herkimpiä lajeja voi esiintyä yksittäisillä rungoilla
0,5–1	lajisto on erittäin selvästi köyhtynyt, herkimät lajit puuttuvat yleisesti, rungoilla esiintyy yleisesti ilmansaasteista hyötyviä lajeja
< 0,5	jäkäläautio tai lähes jäkäläautio

3.2.2 Metsikköä ja puita koskevat taustamääritykset

Näytealan sijainti määritetään GPS-laitteella, ja kustakin havaintoalasta täytetään taustatietolomake, johon merkitään alan etsintäohje ja puiden sijainti. Havaintoalan metsätyyppi, puuston kehitysluokka sekä ikä ja pituus ja valtalajien pohjapinta-alat sekä havaintoalan topografia kirjataan ylös. Lisäksi havaintoalan soveltuvuus luokitellaan käyttäen asteikkoa hyvä–kohtalainen–huono. Havaintoalan soveltuvuus on havainnoitsijan subjektiivinen arvio havaintoalan soveltuvuudesta bioindikaattoritutkimukseen, ja sitä arvioitaessa huomioidaan jäkäläkartoitukseen käytettävää metsikköä koskevat kriteerit. Puuston pohjapinta-alat määritetään relaskoopin avulla, ja puuston ikä ja pituus määritetään silmämääräisesti. Tutkittavien puiden tulee olla terveitä, normaalikuntoisia puita. Havaintoaloista otetaan lisäksi valokuvia.

4 Tulosten käsittely

4.1 Tutkimuskysymykset ja tulosten käsittely

Tulosten käsittelyssä etsitään vastauksia mm. seuraaviin kysymyksiin:

- Mikä on mäntyjen rungoilla kasvavien päällysjäkälien nykyinen kunto seuranta-alueella?
- Mihin suuntaan mahdolliset muutokset ovat menossa? Tutkimustuloksia tulee verrata edellisiin seuranta-alueella tehtyihin seurantoihin.
- Mikä on Uudenmaan tilanne verrattuna koko maan tilanteeseen? Mikä on tilanne Suomen puhtaisiin tausta-alueisiin verrattuna? Entä tulokset verrattuna mahdollisiin muualla tehtyihin uusimpiin tutkimuksiin?
- Mikä on syynä mahdolliseen huonoon kuntoon? Ilman epäpuhtaudet? Läheiset päästölähteet, mitkä?
- Onko mäntyjen rungoilla kasvavien päällysjäkälien kunto huononeva, paraneva vai vakaa? Syyt muutoksiin?
- Näkykö päästöjen muutos tai vaikutukset männyissä ja mäntyjen päällysjäkälissä?

- Perustelut tutkimustulosten vertailussa tehdyistä johtopäätöksistä. Tiivis yhteenveto päätuloksista ja johtopäätöksistä.
- Jatkosuositukset, muutosehdotukset seuraavalle seurantakerrokselle?

Bioindikaattoriseurannan tuloksia tulee verrata tietoihin alueen päästöistä ja ilmanlaadusta sekä aikaisempien seurantojen tuloksiin.

Ennen raportointia tilaajan kanssa neuvotellaan raportin sisällöstä ja sovitaan mm. tausta-aineistojen käytöstä (päästö- ja ilmanlaatatiedot, mahdolliset leviämismallien tulokset, laskeumatiedot yms.). Tilaaja toimittaa teki- jälle päästötiedot ja avustaa muiden tausta-aineistojen hankinnassa.

Alueen tuloksia tulee verrata mahdollisuuksien mukaan myös muiden alueiden ja koko Suomen viimeisiin teh- tyihin tuloksiin.

Primääritulosten käsittely tulee esittää sillä tarkkuudella, että se on toistettavissa. Johtopäätösten perusteet on kirjattava selkeästi esiin.

Keskeiset tulokset tulee raportoida kartoilla. Tulokset tulee esittää kartalla niin, että eritasoiset alueet ovat selvästi erotettavissa. Tekstissä on kuvattava, millä perusteella jako osa-alueisiin on tehty. Jäkäläistä on esitet- tävä vähintään kolmiportainen jaottelu: herkäät, keskinkertaiset ja vahvat/epäpuhtauksista hyötyvät lajit sekä erikseen kartta pääindikaattorin, sormipaisukarpeen esiintymisestä ja sen kunnosta. Lyhyet kuvaukset valoku- vin mukana olevista jäkälälajeista ja niiden suhteesta ilman epäpuhtauksiin.

4.2 Tutkimustulosten dokumentointi

Tutkimuksen tekijä luovuttaa tilaajalle kertyneen tutkimusaineiston mm.

- Tiedot havaintometsikoista ja -aloista (koordinaatit, kohdekortit ja dokumentoidut valokuvat, tieto, kuinka kohteelle pääsee) ja niissä tapahtuneista muutoksista kirjallisena maastolomakkeilla tms. ja sähköisesti sovitulla tavalla tallennettuna.
- Primääritulokset kirjallisena ja sähköisenä sovitulla tavalla tallennettuna.
- Seurantaraportti taitettuna, painovalmiina käsikirjoituksena sähköisessä muodossa. (Ks. myös kohta 6. Raportointi)

5 Laadunvarmennus

Bioindikaattoriseurannan laadunvarmennus toteutetaan tekijän oman laatujärjestelmän mukaan. Tutkimuksen toteuttajien tulee olla koulutettuja tekemään luontoselvityksiä ja heillä tulee olla aiempaa kokemusta bioindi- kaattoreiden havainnoinnista.

Bioindikaattoriseurannan laadunvalvontaa seuraa Uudenmaan ilmanlaadun seurannan yhteistyöryhmä, jossa ovat edustettuina seurannan osapuolet:

Työn valvomiseksi ja laadun varmentamiseksi käytetään harkinnan mukaan seuraavia keinoja:

- Uudenmaan ilmanlaadun seurannan yhteistyöryhmän edustaja(t) osallistuvat pistokokeenomaisesti maastotöihin.

- Raportin teksti toimitetaan tilaajalle kommentoitavaksi ja arvioitavaksi ennen lopullista hyväksyntää. Tilaaja saa käyttää tulosten arviointiin ulkopuolisia asiantuntijoita.

6 Raportointi

Bioindikaattoriseuranta raportoidaan julkaisuna ja julkaistaan alueellisen ympäristöviranomaisen julkaisusarjassa tai työn ohjausryhmän määrittelemällä tavalla. Tekijä tekee loppuraportin ja vastaa sen hyväksyttämistä ja viimeistelystä painovalmiiksi käsikirjoitukseksi. Raportoinnissa noudatetaan sovittuja julkaisuohjeita.

Seurantaraportti kattaa koko Uudenmaan alueen. Tulokset tarkastellaan myös kuntakohtaisesti pääraportin liitteinä. Kunnat voivat halutessaan tilata erikseen yksityiskohtaisemman tulostuksen omasta alueestaan.

Raportti laaditaan suomeksi. Yhteenvedo sekä kuva- ja taulukkotekstit kirjoitetaan kuitenkin sekä suomeksi että ruotsiksi. Kaksikielisten kuntien kuntakohtaiset raporttiosat kirjoitetaan vastaavasti myös molemmilla kielillä.

Tuloksista laaditaan asiantuntijaviestinnässä käytettävä kalvosarja.

7 Seurannan toteuttaminen

Tämän ohjelman mukainen seuranta toteutetaan seurantajaksolla 2019 – 2023 kesällä 2020. Tämän jälkeen seurantaa jatketaan viiden vuoden välein tehtävillä kartoituksilla tai seuraavan alueellisen ilmanlaadun seurantasuunnitelman määrittelemän aikataulun mukaan.

8 Seurantayhteistyö

8.1 Seurannan osakkaat

Seurannan pääosakkaina ovat **kunnat**. Kaikki alueen kunnat pyritään saamaan mukaan. HSY edustaa pääkaupunkiseudun kuntia.

Ympäristölupavollisten laitosten velvoitetarkkailuja voidaan kytkeä osaksi seurantayhteistyötä. Kunkin laitoksen osallisuudesta päätetään erikseen.

Kunnat ja **HSY** pääkaupunkiseudun ilmanlaadun yhteistarkkailun edustajana ovat varsinaisia **tilaajia**. **Uudenmaan ilmanlaadun seurannan yhteistyöryhmä** valmistelee asian tilauskuntoon.

8.2 Seurannan hallinnointi

Seurannan hallinnoinnista vastaa Uudenmaan ilmanlaadun seurannan yhteistyöryhmä, jossa ovat edustettuina alueen kunnat (Itä-Uusimaa, Keski-Uusimaa, Länsi-Uusimaa), HSY ja Uudenmaan ELY-keskus. Uudenmaan ELY-keskus kokoaa yhteistyöryhmän.

8.3 Seurannan kustannukset ja niiden jako

Seurannan kustannukset muodostuvat omasta työstä ja ostopalveluista. Oma työ on lähinnä seurannan kehittämistä ja hallinnointia. Sen kustannukset maksaa kukin osapuoli itse. Ostopalveluja ovat seurannan käytännön toteuttaminen konsulttityönä ja raporttien painamiskulut.

Ostopalvelujen kulut jaetaan seuraavasti:

Kunnat maksavat pääosin seurannan käytännön toteuttamisen. Yksittäisen kunnan kustannusosuus konsultin laskusta lasketaan kunnassa sijaisevien näytealojen määrän ja kunnan ilmapäästöjen perusteella. Lisäksi kunta maksaa mahdollisesti toivomansa lisämääritykset. **HSY** edustaa pääkaupunkiseudun kuntia ja energiantuotantolaitoksia, Finaviaa ja Helsingin Satamaa sekä vastaa niiden kustannuksista seurantaan osallistumisesta. Yksityiskohtainen selvitys kustannusten jakotavasta on liitteenä 5.

Ilmaa pilaavien laitosten päästöjen vaikutustarkkailuja liitetään osaksi tätä seurantaa, milloin se on tarkoituksenmukaista ja milloin laitos valitsee tällaisen yhteistarkkailujen toteuttamistavaksi. Laitosten maksuosuudet keventävät niiden sijaintikuntien maksuosuutta. Tarkoituksena on, että kunta ja laitos sopivat keskenään maksuosuuksien jakamisesta.

Kirjallisuus

Airola, H. & Soininen, J. 2000. Ilmanlaadun bioindikaattoriseuranta metsäympäristössä: tarkkailuohjelma Uudenmaan ja Itä-Uudenmaan maakuntien alueelle. Uudenmaan ympäristökeskus, monisteita nro 66. Helsinki. ISBN 952-5237-48-6.

Hannuniemi, H., Salmi, J., Rasila, T., Wemberg, A., Komppula, B., Lovén, K., Pietarila, H. 2016. Pääkaupunkiseudun päästöjen leviämismalliselvitys. 74 s. Ilmatieteen laitos – Asiantuntijapalvelut. Ilmanlaatu ja energia.

Huuskonen, I., Lehtonen, E., Keskitalo, T. & Laita, M. 2010. Uudenmaan ja Itä-Uudenmaan ilman-laadun bioindikaattoriseuranta vuonna 2009. Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, Helsinki. Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen julkaisuja 4/2010. 184 s. ISBN 978-952-257-018-5.

Jussila, I., Joensuu, E. & Laihonon, P. 1999. Ilmanlaadun bioindikaattoriseuranta metsäympäristössä. Helsinki, Ympäristöministeriö. Ympäristöopas 59. 57 s.

Keskitalo, T., Laita, M., Järvisalo K., Ruuth, J., Toivanen, H. 2015. Uudenmaan ilmanlaadun bioindikaattoriseuranta vuonna 2104. Elinkeino-, liikenne-, ja ympäristökeskus raportteja 109/2015. 145 s. ISBN 978-952-314-348-7.

Lindgren, M. & Salemaa, M. 1999. Metsäpuiden elinvoimaisuuden arviointi: Vuotuisen seurannan (ICP level 1) ja ympäristön yhdenntetyn seurannan koelat 1999 Helsinki, Metsäntutkimuslaitos. 43 s.

Niskanen, I., Ellonen, T. & Nousiainen, O. 2001. Uudenmaan ja Itä- Uudenmaan maakuntien alueen ilmanlaadun bioindikaattoritutkimus vuosina 2000 ja 2001. Helsinki, Uudenmaan ympäristökeskus. Alueelliset ympäristöjulkaisut 238. 120 s. ISBN 952-11-0999-8, ISSN 1238-8610.

Polojärvi, K., Niskanen, I., Haahla, A. & Ellonen, T. 2005. Uudenmaan ja Itä-Uudenmaan maakuntien alueen ilmanlaadun bioindikaattoriseuranta vuosina 2004 ja 2005. Uudenmaan ympäristökeskus. Helsinki. Alueelliset ympäristöjulkaisut 385. 186 s. ISBN 952-11-1984-5.

SFS 5669. 1990. Ilmansuojelu: bioindikaatio: havupuiden neulasten kokonaisrikkipitoisuus: näytteenotto, esikäsittely ja tulosten esittäminen. Helsinki, Suomen standardisoimisliitto. 4 s

SFS 5670. 1990. Ilmansuojelu: bioindikaatio: jäkäläkartoitus. Helsinki, Suomen standardisoimisliitto. 9 s

SFS 5671. 1990. Ilmansuojelu: bioindikaatio: sammalten kemiallinen analyysi: näytteenotto, esikäsittely ja tulosten esittäminen. Helsinki, Suomen standardisoimisliitto. 4 s

SFS-EN 16414:en Ambient air. Biomonitoring with mosses. Accumulation of atmospheric contaminants in mosses collected in situ: from the collection to the preparation of samples, julkaistu 17.04.2014

SFS-EN 16413:en Ambient air. Biomonitoring with lichens. Assessing epiphytic lichen diversity, julkaistu 17.04.2014

Valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta 79/2017

Valtioneuvoston asetus ilmassa olevasta arseenista, kadmiumista, elohopeasta, nikkelistä ja polysyklisistä aromaattisista hiilivedyistä 113/2017

Ympäristönsuojelulaki. 2014, Suomen säädöskokoelma 527/2014. Naantali.

Liite 1. Uudellamaalla tehdyt ilmanlaadun seurantaan liittyvät bioindikaattoriseurannat

Ilmanlaatua ja sen kehittymistä on seurattu Uudellamaalla bioindikaattoritutkimusten avulla säännöllisesti 1980-luvulta lähtien. Tarkkailtavana ovat olleet lähinnä mäntyjen latvuksen kunto sekä runkojäkälien esiintyminen ja tila.

Pääkaupunkiseudulla (Espoo, Helsinki, Kauniainen, Vantaa) seuranta tehtiin 50 mäntykoelalla ja 50 kuusikoelalla (kerran laajana, >300 koelaa) vuosina 1988-1993 vuosittain, sen jälkeen joka toinen vuosi. Näytealat valittiin systemaattisesti (tasavälinen hilaruudukko kartalle). Tarkastelun kohteena olivat havupuiden lehvästön kunto, neulasten rikki- ja pääravinnepitoisuudet, kaarnajäkälät, metalli- ja tuhkalaskeuma sammalista arvioituna, maaperän happamuus ja ravinteet sekä humuksen raskasmetallit. Seurantaan kytkettiin suurten voimaloiden velvoitetarkkailu.

Länsi-Uudellamaalla (Hanko, Inkoo, Karjaa, Karjalohja, Karkkila, Kirkkonummi, Lohja, Nummi-Pusula, Pohja, Sammatti, Siuntio, Tammisaari, Vihti) bioindikaattoriseuranta tehtiin noin kolmen vuoden välein alkaen vuodesta 1985. Ensimmäinen 5-vuotinen tutkimusohjelma alkoi näytteiden keruulla v 1998. Mukana oli kuntien lisäksi ilmaa pilaavia laitoksia sekä velvoitettuina että vapaaehtoisina. Seurannan peruspakettiin kuului männyn kaarnajäkälien ja männyn latvuksen kunnan kartoitus. Tarvittaessa määritysvalikoimaa lisättiin paikallisesti (esim. neulasten rikki- tai metallipitoisuus). Tarkkailussa käytettiin jatkuvasti samaa pisteverkkoa joko laajana (>900 näytealaa) tai suppeana (n. 350 näytealaa). Näytealat valittiin pyrkien alueelliseen kattavuuteen. Pistelähteiden ympäristössä oli tausta-aluetta tiheämpi verkko.

Itä-Uudellamaalla (Askola, Lapinjärvi, Liljendal, Loviisa, Myrskylä, Mäntsälä, Pernaja, Pornainen, Porvoo, Pukkila, Ruotsinpyhtää, Sipoo) on tehty paljon eri tutkimuksia. Vuodesta 1989-1990 lähtien seuranta tehtiin viiden vuoden välein. Tarkastelun kohteena olivat männyn lehvästön kunto, neulasten rikki- ja typpipitoisuudet, runkojäkälien esiintyminen ja sammalten raskasmetallit. Lisäksi Kilpilahden teollisuus, Porvoo ja lähikunnat tekivät alueellisesti suppeampaa seuranta vuosina 1981-1994. Näytealojen valinnassa perustana oli hilaruudukko (määritetyn pisteen lähin soveltuva metsikkö).

Keski-Uusimaan (Hyvinkää, Järvenpää, Kerava, Nurmijärvi, Tuusula) kaikissa kunnissa tehtiin 1990-luvulla ainakin kertaalleen bioindikaattorikartoitus. Tarkkailu kesti kuitenkin enintään pari vuotta eikä ollut säännöllistä. Tuusulassa ja Järvenpäässä tehtiin ilmanlaadun bioindikaattorikartoitus v. 1990 samoin menetelmin kuin YTV:n alueella (pääkaupunkiseutu). Vuosina 1991-1992 tarkkailu toistettiin Tuusulan, Järvenpään ja Keravan alueella. Nurmijärvellä seurattiin ilmanlaadun metsävaikutuksia vuosina 1991 ja 1992 samoin menetelmin kuin YTV:n alueella. Ensimmäisenä vuonna näytealaverkko oli systemaattisesti valittu, jälkimmäisenä käytettiin uutta, kuormitetuille alueille perustettua verkkoa. Hyvinkää teetti yhdessä Hämeen puolella olleiden lähikuntien kanssa perusteellisen selvityksen **Hyvinkää, Riihimäki, Hausjärvi, Janakkala, Loppi – Alueellinen ilmanlaatu** (Pesonen *et al.* 1996). Työhön sisältyi vuonna 1994 tehty mäntyjen näkyvien vaurioiden arviointi sekä neulasten rikki-, typpi- ja klooripitoisuuden mittaaminen. 1980-luvulla on tehty lisäksi suppea bioindikaattorikartoitus, jossa on tarkasteltu mäntyjen latvuksen kuntoa sekä neulasten rikki-, typpi- ja kloridipitoisuuksia.

Vuodesta 2000 lähtien bioindikaattoritutkimusta on tehty viiden vuoden välein koko Uudenmaan kattavana kuntien ja teollisuuslaitosten maksamana yhteistarkkailuna. Tätä varten laadittiin vuonna 2000 bioindikaattoriseurannan tarkkailuohjelma Uudenmaan ja Itä-Uudenmaan alueelle. Seurantaohjelman mukainen havaintoalaverkko koostuu tiheämmästä taajamaverkosta (1 näyteala 2 x 2 km hilaruudussa) sekä harvemmasta tausta-alueverkosta (yksi näyteala 4 x 4 km hilaruudussa). Lisäksi isojen päästölähteiden ympäristössä on voinut olla lisähavaintoaloja. Vuosina 2000 - 2001 seurantaan osallistui 25 Uudenmaan ja Itä-Uudenmaan kuntaa. Itä-Uudeltamaalta mukana olivat Porvoo, Loviisa ja Ruotsinpyhtää, silloisen Uudenmaan maakunnan alueelta kaikki kunnat. Seurannassa tarkasteltiin männyn runkojäkälien lisäksi myös havupuiden harsuuntumista sekä analysoitiin neulasnäytteiden alkuainepitoisuuksia. Havaintoaloja oli yhteensä 623. Vuosina 2004 - 2005 ja 2009 seurantaan osallistuivat kaikki

Uudenmaan ja Itä-Uudenmaan kunnat. Seuranta-aloja oli yhteensä 776. Vuosina 2004-2005 seurannassa tarkasteltiin männyn runkojäkäliä ja neulasnäytteiden alkuainepitoisuuksia, vuonna 2009 vain männyn runkojäkäliä. Viimeisimpään Uudenmaan bioindikaattoritutkimukseen vuonna 2014 osallistuivat Uudenmaan maakunnan (käsittää entiset Uudenmaan ja Itä-Uudenmaan maakunnat) kaikki kunnat lukuun ottamatta Askolaa, Pornaista, Pukkilaa ja Myrskylää. Havaintoalojen määrä oli 734. Seurannassa tarkasteltiin männyn runkojäkäliä.

Liite 2. Ohje havaintometsikköä (A) ja puita (B) koskevien taustamääritysten tekemiseksi

Lähteenä Metsäntutkimuslaitoksen valtakunnan metsien inventoinnin ohjeistus.

(A) Kasvupaikka- ja metsätyypit

1. Lehdot

Lehdot (Lh) ovat vehmaita ja multapohjaisia (multakerros 10 – 30 cm). Niille ovat ominaisia leveälehtiset lehtosammaleet, monilajinen ja kookas ruoho- ja heinäkasvillisuus sekä saniaiset.

Etelä-Suomessa lehtojen metsätyyppejä ovat käenkaali-oravanmarjatyyppi (OmaT), saniaistyyppi (FT) ja sinivuokko-käenkaalityyppi (HeOT).

2. Lehtomaiset kankaat

Lehtomaiset kankaat (Lmk) ovat ruohoisia, yleensä alavia maita, joiden pinnalla on maatonut multamaista humusta (paksuus 5 – 10 cm). Niitä tavataan viljavilla moreenimailla ja myös savimailla. Sammallajisto on runsas, mutta sammalpeite harvahko; tavallisten seinäsammalien ohella on hiukan myös lehtosammalia. Runsaasti heiniä ja ruohoja, varvusto rehevää, mutta varsinkin etelässä harvaa. Pensaskerrossa useita lajeja. Kuusi on biologisesti vanhin puulaji. Sekapuusto ovat yleisiä.

Etelä-Suomessa lehtomaisten kankaiden metsätyyppejä ovat käenkaalimustikkatyyppi (OMT) ja talvikkityyppi (PyT).

3. Tuoreet kankaat

Tuoreilla kankaille (Tuok) on tyypillistä heinäisyys, seinäsammaleisuus ja varpisuus. Maanpinnassa on paksuhko – joskus jopa paksu – vain osittain lahonnut, kivennäismaasta selvästi erillään oleva humuskerros. Etelä-Suomessa valtavarpuuna on mustikka, Pohjois-Suomessa Puolukka. Heiniä on runsaasti paitsi tiheään puuston alla. Kuusi on luontaisesti vahvin puulaji, mutta myös muut puulajit ja sekametsiköt ovat yleisiä.

Etelä-Suomessa tuoreidenkankaiden metsätyyppi on mustikkatyyppi (MT).

4. Kuivahkot kankaat

Kuivahkot kankaat (Khk) ovat seinäsammaleisia ja varpuisia, ja niillä esiintyy myös jäkälää. Maanpinta on paksuhko, alustastaan selvästi erottuva raakahumuskerros. Puolukka on valtavarpu, seinäsammal muodostaa usein yhtäjaksoisen peitteen.

Luontainen valtapuu on mänty.

Etelä-Suomessa kuivahkojen kankaiden metsätyyppi on puolukkatyyppi (VT).

5. Kuivat kankaat

Kuivan kankaan (Kk) valtavarpu etelässä on kanerva ja jäkälää on runsaasti. Ruohoja ja heiniä on erittäin niukasti. Humuskerros on heikosti lahonnut ja ohut.

Etelä-Suomessa kuivien kankaiden metsätyyppi on kanervatyyppi (CT).

6. Karukkokankaat

Karukkokankaille (Krk) ovat ominaisia kuivien kankaidenpiirteet, vaatelioiden lajien miltei täydellinen puuttuminen sekä yhtäjaksoinen jäkäläpeite.

Karukkokankaiden metsätyyppi on jäkälätyyppi (CIT).

Kehitysluokat

1. Aukea uudistusala on puuton tai sillä voi olla raivattavaa puustoa ja/tai yksittäisiä jättöpuita. Aukealla voi esiintyä myös muutaman aarin luontaisia taimituppaita.
2. Pienen taimikon vallitsevan jakson pääpuulajin valtapituus on alle 1,3 metriä.
3. Varttuneen taimikon vallitsevan jakson pääpuulajin valtapituus on yli 1,3 m. Riukuvaiheen ja kasvatusmetsikön rajalla valtapuista eli harvennuksissa jätettävistä puista pääosalla rinnankorkeusläpimitta on alle 8 cm ja suurimmilla puilla noin 10 cm. Vallitsevan jakson rinnankorkeusikä on enintään 50 vuotta.
4. Nuori kasvatusmetsikkö on nuorehko, harvennushakkuuvaiheessa oleva metsikkö. Kertymä on pääosin pinotavaraa. Rinnankorkeusikä on vähintään 11 vuotta ja enintään 120 vuotta.
5. Varttunut kasvatusmetsikkö on edellistä vanhempi ja järeämpi. Tälle kehitysluokalle on ominaista jo selvästi tukkipuukokoiset rungot, joita yleensä on mukana hakkuukertymässäkin. Metsiköille, joilla esim. puulajin tai kasvupaikan karuuden vuoksi ei ainakaan nykypuusto kehity koskaan tukkipuukokoon, kehitysluokka määräytyy lähinnä iän perusteella. Toteutetut hakkuut ovat usein väljennysten luontaisia. Rinnankorkeusikä on vähintään 31 vuotta ja enintään 140 vuotta.
6. Uudistuskypsä metsikkö on puustoltaan niin vanha ja/tai järeä, että metsikön käsittelyn tavoitteena on kasvatetun puun korjuu ja uuden metsikön perustaminen, mutta uudistamiseen tähtäävää hakkuuta ei ole vielä aloitettu. Jos puusto ei puulajin tai kasvupaikan karuuden vuoksi koskaan saavuta tukkipuuvaihetta, uudistuskypsyys arvioidaan pelkästään iän perusteella. Etelä-Suomessa uudistuskypsän metsikön ikäraja vaihtelee metsätyyppistä ja puulajista riippuen 60 – 120 vuoteen.
7. Suojuspuumetsikkö
8. Siemenpuumetsikkö

Vallitsevan puujakson puulajisuhteet

Kehitysluokissa 4-8 puulajisuhteet arvioidaan vallitsevan jakson tilavuudesta. Vallitseva puujakso on se jakso, jonka perusteella metsikön hoito ja käsittely ensisijaisesti määräytyy. Jakso on havu/lehtipuuvaltainen, jos sen tilavuudesta yli puolet on havu/lehtipuita. Havupuiden ja lehtipuiden osuudet puuston tilavuudesta arvioidaan kymmeninä prosentteina ja kirjataan ylös.

Vallitsevaksi puulajiksi merkitään puulaji, jonka osuus vallitsevan jakson puuston tilavuudesta on suurin. Jos havu- ja lehtipuuston osuudet jakson puustosta ovat yhtä suuret, valtaisuus määräytyy sen mukaan, kumman puulajiryhmän kasvattamista silmällä pitäen metsikköä ensisijaisesti käsitellään

1. Mänty
2. Kuusi
3. Rauduskoivu
4. Haapa
5. Harmaaleppä
6. Tervaleppä
7. Pihlaja
8. Raita

Pääpuulajin osuus kirjataan kymmeninä prosentteina. Ensimmäiseksi sivupuulajiksi kirjataan puulaji, jonka osuus jakson puuston tilavuudesta on pääpuulajin jälkeen puuntuotoksen kannalta seuraavaksi tärkein.

Osuus kirjataan kymmeninä prosentteina kuten pääpuulajin kohdalla. Jos pääpuulajin osuus on yli 95 %, ensimmäiseksi sivupuulajin osuudeksi kirjataan nolla. Vastaavalla tavalla kirjataan toinen sivupuulaji ja sen osuus.

Metsikkökuvion pohjapinta-ala

Metsikkökuvion, jolla havaintoala sijaitsee, pohjapinta-alaan lasketaan kaikki elävät puut puulajista ja läpimitasta riippumatta. Pohjapinta-alahavainnot tehdään kolmena relaskooppihavaintona, jotka kukin kirjataan ylös neliömetreinä hehtaarilla. Pohjapinta-alahavainnot tehdään täysympyröiltä, jotka mahtuvat kokonaan edustamalleen kuviolle. Kuvion pohja-pinta-ala on yleensä tehtyjen kolmen havainnon keskiarvo.

(B) Havaintopuiden pituus, läpimitta ja rinnankorkeusikä

Kunkin havaintopuun pituus mitataan maanpinnan tasosta latvan korkeimpaan kohtaan ja kirjataan desimetreinä.

Kunkin havaintopuun läpimitta mitataan 1,3 metrin korkeudelta puun systypisteestä eli rinnankorkeudelta. Mittaussuunta on kohtisuoraan puun kautta kulkevaa havaintoalan sädettä vastaan. Läpimitta mitataan millimetrin tarkkuudella. Jos puu on rinnankorkeudelta epämuodostunut, mitataan pienin läpimitta rinnankorkeuden alapuolelta. Läpimitta mitataan kuorellisena.

Rinnankorkeusikä arvioidaan ja tarkennetaan viidestä havaintopuusta 1,3 metrin korkeudelta otettujen kairanlastujen avulla. Lastua ei yleensä lasketa maastossa, vaan se tehdään sisätyönä laboratoriomittauksena. Tällöin lastut tulee numeroida huolellisesti (havaintoala/havaintopuu).

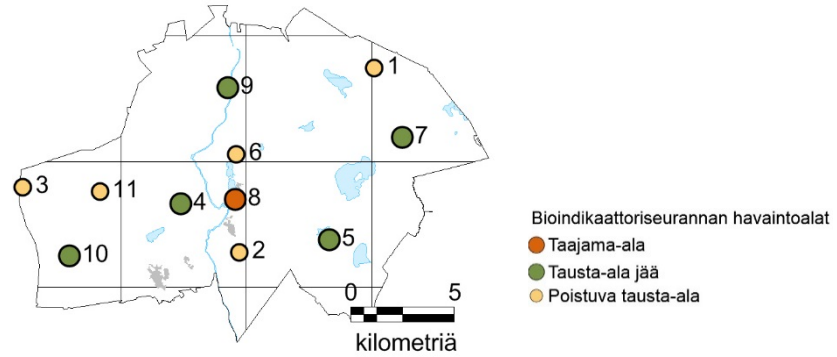
Liite 3. Kuntakohtaiset bioindikaattoriseurannan havaintoalat

ASKOLA

1 taajama-ala

5 tausta-ala

poistuvia tausta-aloja 5



Bioindikaattoriseurannan havaintoalat Askolan kunnan alueella.

ALA NRO	HAVAINTOALAN TYYPPI	VARALLA ALA NRO
4	tausta	2
5	tausta	ei vara-ala
7	tausta	1
8	taajama	
9	tausta	6
10	tausta	3, 11

HUOM!

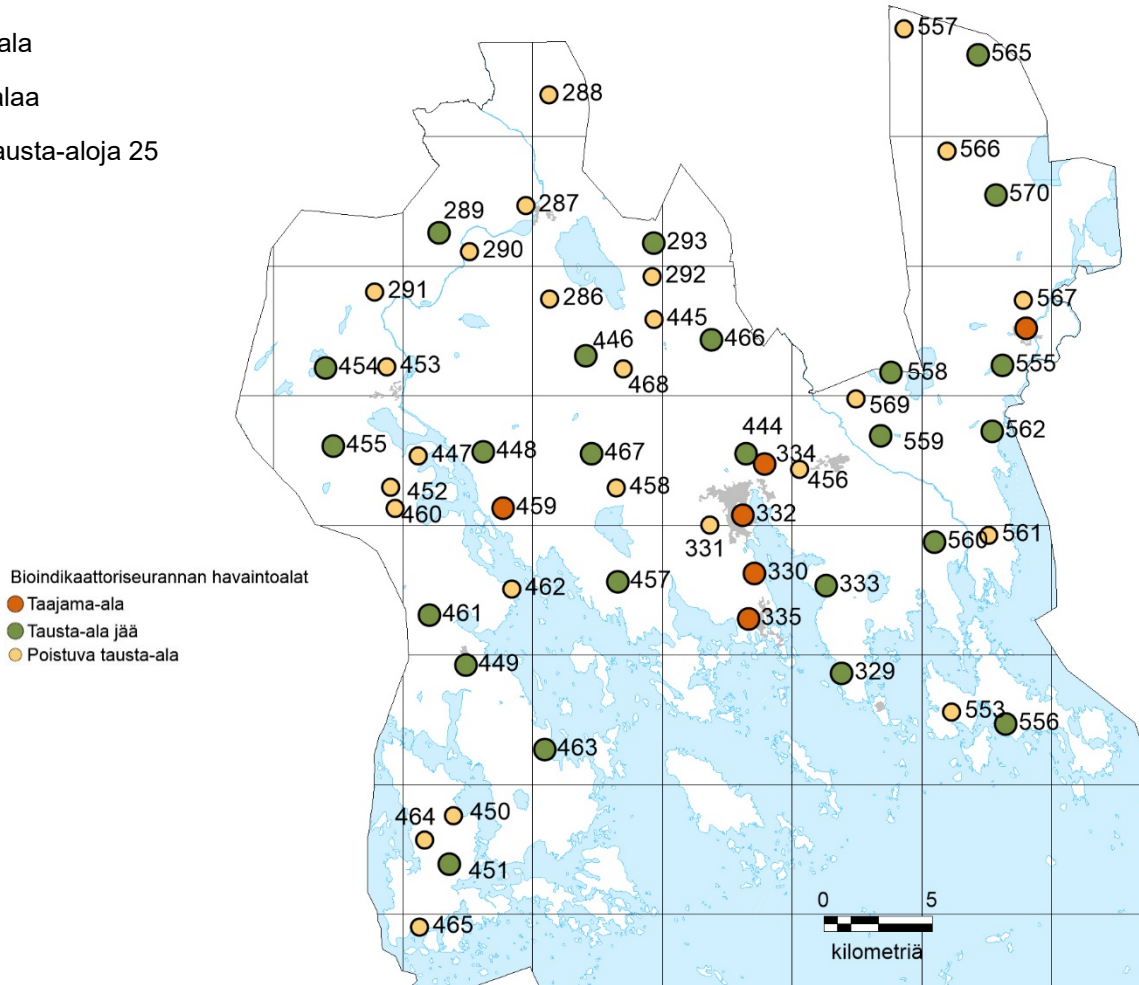
LIITTEESTÄ POISTETTU ESPOO – LOHJA JA MYRSKYLÄ - VIHTI

LOVIISA

6 taajama-ala

24 tausta-ala

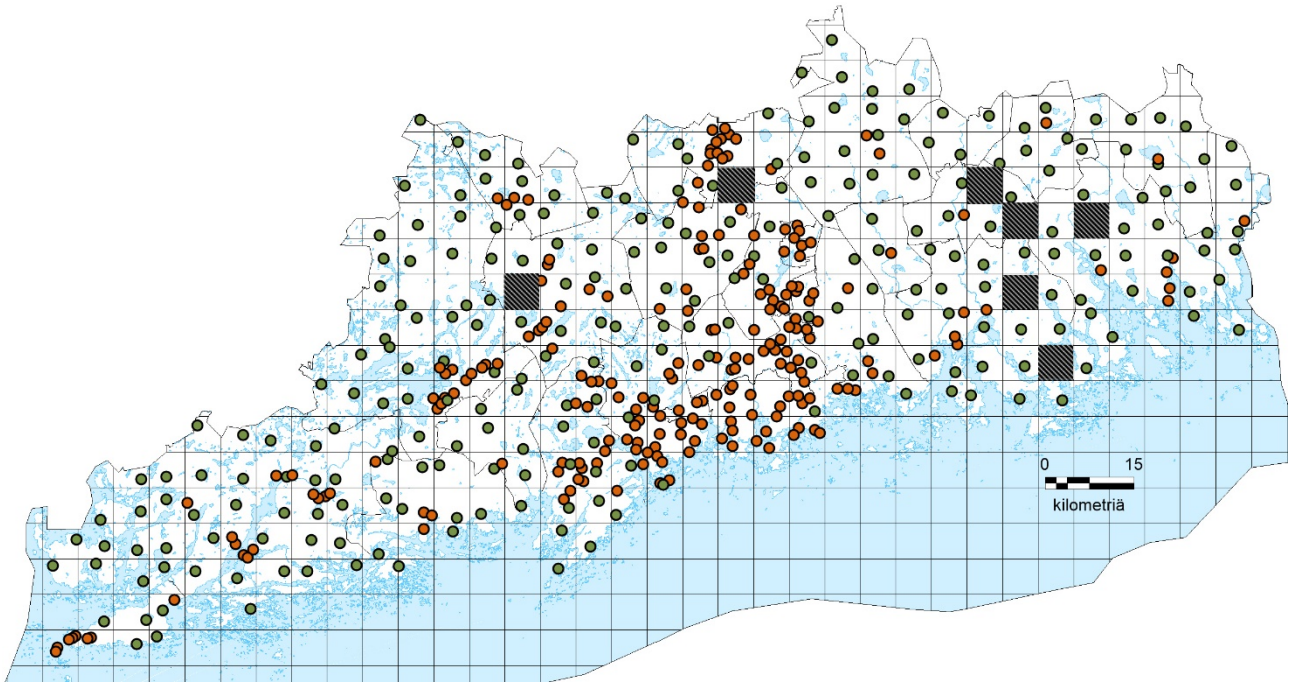
poistuvia tausta-aloja 25



Bioindikaattoriseurannan havaintoalat Loviisan kaupungin alueella.

ALA NRO	HAVAINTOALAN TYYPPI	VARALLA ALA NRO	ALA NRO	HAVAINTOALAN TYYPPI	VARALLA ALA NRO
289	tausta	290, 287, 346 (Myrskylä)	457	tausta	ei vara-ala
293	tausta	ei vara-ala	459	taajama	
329	tausta	ei vara-ala	461	tausta	462
330	taajama		463	tausta	ei vara-ala
332	taajama		466	tausta	278 (Lapinjärvi)
333	tausta	ei vara-ala	467	tausta	458
334	taajama		555	tausta	567
335	taajama		556	tausta	553
444	tausta	331	558	tausta	265 (Lapinjärvi)
446	tausta	468, 286, 292, 445	559	tausta	456, 569
448	tausta	447	560	tausta	561
449	tausta	ei vara-ala	562	tausta	ei vara-ala
451	tausta	450, 464, 465	565	tausta	ei vara-ala
454	tausta	291, 453	568	taajama	
455	tausta	452, 460	570	tausta	566

Liite 4. Puuttuvat havaintoalat



Seitsemästä ruudusta puuttuu havaintoalat.

- Vihti
- Karkkila, Nurmijärvi tai Tuusula
- Askola
- Askola, Porvoo tai Loviisa
- Porvoo
- Porvoo
- Loviisa

Liite 5. Kustannusten jako

Kunnan kustannusosuus konsultin laskusta lasketaan kunnassa sijaitsevien näytealojen määrän ja kunnan ilmapäästöjen perusteella. Seuranta-alojen määrän painokerroin on 40 % ja ilmapäästöjen painokerroin on 60 %. Ilmapäästöihin lasketaan liikenteen ja ympäristöluvallisten laitosten NO_x, SO₂ ja hiukkaspäästöjen summa kahdelta vuodelta.

Taulukko. Kustannusten jakautuminen vuosien 2015 ja 2016 päästöjen perusteella.

Kunta	NO _x -päästöt (t/a)		SO ₂ -päästöt (t/a)		Hiukkaspäästöt (t/a)		Päästöt (t) 2016+2015	Näytealoja Kpl	Osuus Laskusta
	2016	2015	2016	2015	2016	2015			
Askola	31	33	0	0	1	1	65	6	0.6 %
Hanko	1188	1089	71	76	50	51	2474	13	3.5 %
Hyvinkää	402	430	25	1	30	61	888	21	2.6 %
Inkoo	97	140	26	27	20	29	310	15	1.5 %
Järvenpää	309	334	3	12	5	6	663	8	1.3 %
Karkkila	91	99	39	42	7	8	278	13	1.3 %
Kerava	340	359	74	76	9	9	859	6	1.3 %
Kirkkonummi	405	416	227	245	90	43	1383	30	3.8 %
Lapinjärvi	51	57	0	0	1	2	109	11	1.0 %
Lohja	818	888	167	160	29	39	2062	42	5.4 %
Loviisa	299	281	38	1	20	9	638	30	3.2 %
Myrskylä	14	15	0	0	0	0	29	7	0.6 %
Mäntsälä	391	432	0	0	12	13	835	19	2.3 %
Nurmijärvi	470	492	18	11	16	17	1008	21	2.7 %
Pornainen	20	21	0	0	1	1	41	3	0.3 %
Porvoo	3033	2923	5000	5982	135	148	17073	26	17.3 %
Pukkila	11	12	0	0	0	0	23	4	0.4 %
Raasepori	313	323	17	15	13	13	682	50	4.8 %
Sipoo	230	252	3	1	7	8	493	14	1.6 %
Siuntio	43	47	0	0	1	1	91	9	0.8 %
Tuusula	263	287	1	2	8	9	561	16	1.8 %
Vihti	269	312	0	12	8	9	601	27	2.8 %
Espoo	2660	2633	1430	1829	97	89	8649	37	10.8 %
Helsinki	6702	6880	2846	1618	178	145	18224	22	19.8 %
Kauniainen	29	32	0	0	1	1	62	1	0.1 %
Vantaa	2847	3133	334	624	45	51	6983	29	8.4 %
yhteensä	21324	21918	10322	10735	785	762	65084	470	100 %

Laskentakaava: $100 \times 0,4 \times \text{kunnan seuranta-alojen määrä} / \text{seuranta-alojen kokonaismäärä} + 100 \times 0,6 \times \text{kunnan päästöt} / \text{seuranta-alueen päästöt}$

Mikäli joku kunta jää pois tästä yhteistarkkailusta ja hoitaa seurantavelvoitteensa muulla tavoin, seurantaohjelmaa ja kokonaiskustannuksia supistetaan tältä osin.



HSY:n julkaisuja | HRM:s publikationer 2/2019

ISSN 1798-6095 (pdf)

ISBN 978-952-7146-39-2 (pdf)

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä

PL 100, 00066 HSY

Puh. 09 156 11, Fax 09 1561 2011, www.hsy.fi

Samkommunen Helsingforsregionens miljötjänster

PB 100, 00066 HRM

Tfn. 09 156 11, Fax 09 1561 2011, www.hsy.fi

Helsinki Region Environmental Services Authority

P.O. Box 100, FI-00066 HSY

Tel. +358 9 15611, Fax +358 9 1561 2011, www.hsy.fi

Ilmanlaadun bioindikaattoriseurannan kustannusten jako, Uudenmaan alueellinen ilmanlaadun seuranta vuosina 2019 - 2023

Kunta Osuus % Konsultti € Painatu € Yhteensä

Kunta	Osuus %	Konsultti €	Painatus €	Yhteensä €
Askola	0,6	535,2	12	547,2
Hanko	3,5	3122,0	70	3192,0
Hyvinkää	2,6	2319,2	52	2371,2
Inkoo	1,5	1338,0	30	1368,0
Järvenpää	1,3	1159,6	26	1185,6
Karkkila	1,3	1159,6	26	1185,6
Kerava	1,3	1159,6	26	1185,6
Kirkkonummi	3,8	3389,6	76	3465,6
Lapinjärvi	1,0	892,0	20	912,0
Lohja	5,4	4816,8	108	4924,8
Loviisa	3,2	2854,4	64	2918,4
Myrskylä	0,6	535,2	12	547,2
Mäntsälä	2,3	2051,6	46	2097,6
Nurmijärvi	2,7	2408,4	54	2462,4
Pornainen	0,3	267,6	6	273,6
Porvoo	17,3	15431,6	346	15777,6
Pukkila	0,4	356,8	8	364,8
Raasepori	4,8	4281,6	96	4377,6
Sipoo	1,6	1427,2	32	1459,2
Siuntio	0,8	713,6	16	729,6
Tuusula	1,8	1605,6	36	1641,6
Vihti	2,8	2497,6	56	2553,6
Espoo	10,8	9633,6	216	9849,6
Helsinki	19,8	17661,6	396	18057,6
Kauniainen	0,1	89,2	2	91,2
Vantaa	8,4	7492,8	168	7660,8
Yhteensä	100	89200	2000	

Kunnan kustannusosuus on laskettu kunnassa sijaitsevien seuranta-alojen määrän ja kunnan ilmapäästöjen perusteella. Seuranta-alojen määrän painokerroin on 40 % ja ilmapäästöjen painokerroin on 60 %

Kunnan kustannusosuuden laskentakaava:

$100 \times 0,4 \times \text{kunnan seuranta-alojen määrä} / \text{seuranta-alojen kokonaismäärä} + 100 \times 0,6 \times \text{kunnan päästöt} / \text{koko seuranta-alueen päästöt}$.

Päästöihin on laskettu liikenteen ja ympäristöluvullisten laitosten NO₂, SO₂ ja hiukkaspäästöjen summa vuosilta 2015 ja 2016.