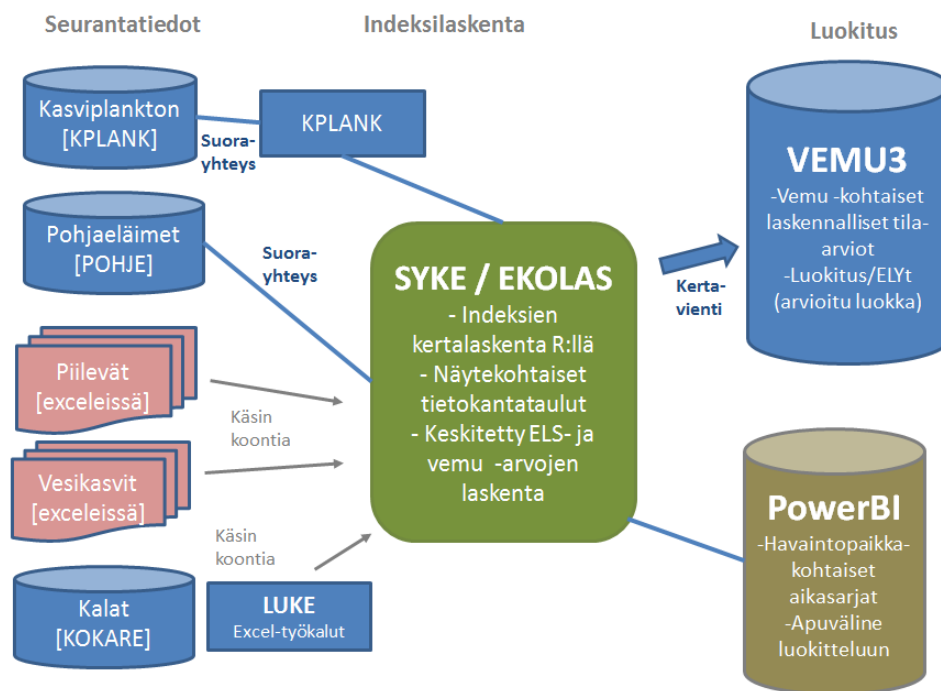


Ekologisen tilan luokitteluindeksien keskitetty laskenta (EKOLAS) — Loppuraportti



Suomen ympäristökeskus

15.3.2019



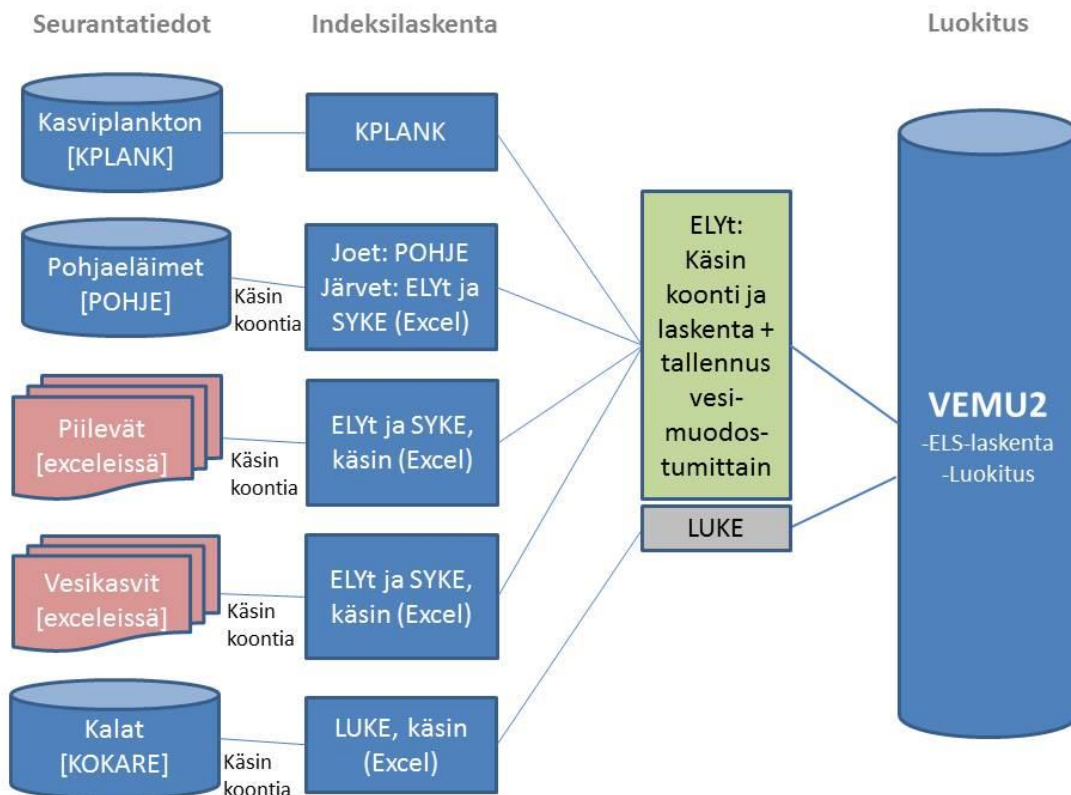
Sisällysluettelo

1	Tausta ja tavoitteet	3
2	Hankkeen kulku.....	4
3	Biologisen seurantatiedon nykytila.....	5
3.1	Kasviplankton	5
3.2	Vesikasvillisuus	5
3.3	Päällyslevät.....	6
3.4	Pohjaeläimet	6
3.5	Kalasto	7
3.6	Excel-laskentapohjat	7
4	Kehitetyt laskentarutiinit	7
4.1	Seurantatietojen koonti	8
4.2	Laskentaa varten tuotetut taustatiedot.....	10
4.3	Indeksilaskenta.....	11
5	Vesimuodostumakohtaiset tiedot (VEMU3).....	13
6	Näytekohtaiset tiedot (PowerBI-raportit)	15
7	Yhteenveto ja jatkokehitystarpeet	18

1 Tausta ja tavoitteet

Pintavesien tilan arviointi- ja luokittelutyö on keskeinen osa vesienhoidon tietoketjua, sillä tila-arviot ovat avainasemassa vesistöjen hoito- ja kunnostustarpeen määrittelyssä. Ekologisen tilan arviointi perustuu ensisijaisesti biologisiin laatutekijöihin, mikäli kattavaa seuranta-aineistoa vesimuodostumista on saatavilla (Vuori ym. 2009, Aroviita ym. 2012). Biologisten laatutekijöiden tilaa kuvataan erilaisilla indekseillä jotka lasketaan seuranta-aineistoista.

Ensimmäisellä ja toisella vesienhoidon suunnittelukaudella biologisten laatutekijöiden indeksilaskenta on ollut työlästä, aikaa vievää ja jossain määrin myös virhealtista. Valtaosa laskennasta tehtiin ELY-keskuksissa käsityönä erilaisten laskentatyökalujen avulla (Kuva 1). Vain osa laskennasta toteutettiin Hertta-tietojärjestelmissä (kasviplankton ja jokien pohjaeläimet) tai Syken luokitteluasiantuntijoiden toimesta. Keskitetyn laskennan toteutuksen puute on aiheutunut pääasiassa tietojärjestelmien puutteesta (vesikasvit ja päällyslevät) tai indeksilaskennan toteutuksen työläydestä Hertassa. Myös tietojen poiminta eri lähteistä ja vesimuodostumankohtaisten arvojen laskenta ja niiden tallennus VEMU-järjestelmään tehtiin edellisillä luokituskierröksillä luokittelijan toimesta.



Kuva 1. Sisävesien biologisten laatutekijöiden seurantatiedon ketju vesienhoidon toisella luokittelukierroksella. Vain osalle seurantatiedosta on tietojärjestelmät. Valtaosa indeksilaskennasta ja tallennuksesta toteutettiin käsityönä. KPLANK = kasviplanktonrekisteri, POHJE = pohjaeläinrekisteri, KOKARE = koekalastusrekisteri.

EKOLAS-hanke ("Ekologisen tilan luokitteluindeksien keskitetty laskenta") toteutettiin SYKEssä vuosina 2017–2018. Hankkeen päätavoite oli vesienhoidon biologisen tilatiedon tuottamisen ja siihen liittyvän tietoketjun tehostaminen. Hankkeessa:

- 1) kehitettiin keinoja ja **laskentarutiinit** miten nykyisistä tietolähteistä voidaan mahdollisimman keskitetysti hakea ja tehokkaasti tuottaa indeksitieto,
- 2) **tuotettiin keskitetysti SYKEssä vesienhoidon 3. kauden biologisten laatutekijöiden laskennallinen luokittelutieto**, ja
- 3) toteutettiin kaikkien laatutekijöiden (ml rannikko) vesimuodostumakohtaisten arvojen laskenta ja vienti VEMU3-tietojärjestelmään.

2 Hankkeen kulku

Hanke sisälsi kokonaisuudessaan kaksivuotisen työn vuosille 2017–2018:

- **Vuoden 2017** osiossa kehitettiin laskentarutiinit biologisille luokitteluindeksille, joilta puuttuivat. YM myönsi hankkeelle vuodelle 2017 rahoituksen 22.2.2017 (45 000 €). Laskentaa varten koottiin ja harmonisoitiin vertailuolaineistot tarvittaville laatutekijöille ja käytiin läpi sisävesien biologisen seurantatiedon nykytila.
- **Vuoden 2018** osiossa koottiin kaikki saatavilla olevat sisävesien biologisten laatutekijöiden seuranta-aineistot eri lähteistä mahdollisuuksien mukaan keskitetysti. Aineistoista tuotettiin 3. vh-kierroksen luokitteluindeksit VEMU3-tietokantaan vietynä. Vienti valmistui 18.12.2018. Vuoden 2018 osion rahoitus haettiin YM:n ja SYKEN välisenä yhteisrahoitteisena T&K/TEAS hankkeena ("EKOLAS2"), jolle YM myönsi rahoituksen 12.2.2018 (45 000 €).

Hankkeessa tai läheisesti sen piirissä työskenteli 18 asiantuntijaa SYKEssä ja LUKEssa. SYKEssä hankkeessa työskentelivät Jukka Aroviita (projektipäällikkö, hankkeen kokonaisarkkitehtuuri, R-ohjelmointi ja laskenta-ajot), Lasse Järvenpää (tietojärjestelmät, VEMU3, PowerBI-raportit), Teemu Hynönen (tietojärjestelmät, VEMU3), Marko Järvinen (kasviplankton), Henrik Nygård (rannikon pohjaeläimet ja rakkolevä), Sari Mitikka (tietojärjestelmät, VESLA, KPLANK), Satu Maaria Karjalainen (piilevät), Pirkko Kauppila (rannikon kasviplankton), Minna Kuoppala (vesikasvit, paikkatietotyöt), Heikki Mykrä (jokien pohjaeläimet, paikkatietotyöt), Ilkka Puumala (korkeakouluharjoittelija, aineistojen koonti), Jouko Rissanen (tietojärjestelmät, POHJE, KPLANK), Antti Taskinen (syvänteiden indeksilaskennan R-ohjelmointi) ja Saku Vaarala (korkeakouluharjoittelija, paikkatietotyöt). Kalastosta vastasi LUKE (Jukka Ruuhijärvi, Pasi Ala-Opas, Katja Kulo, Samuli Sairanen, Tapio Sutela). ELY-keskusten luokittelijat tarjosivat hyödyllistä asiantuntija-apua pitkin matkaa.

3 Biologisen seurantatiedon nykytila

Hankkeen 1. toimintavuonna kartoitettiin sisävesien biologisen seurantatiedon ketjun nykytila (Taulukko 1).

Taulukko 1. EKOLAS-hankkeessa kootut vuosien 2012–2017 seuranta-aineistot joita käytettiin VEMU3:n laskennallisen luokittelun tietojen laskentaan.

Laatutekijä	Alkuperäisaineiston tallennuspaikka	Indeksilaskenta
Joet		
Vesikasvit	SYKE/Excelit ¹	-
Päällyslevät	SYKE/Excelit/OMNIDIA	SYKE/EKOLAS/R
Pohjaeläimet	Hertta/POHJE ja SYKE ²	SYKE/EKOLAS/R ³
Kalat	Hertta/KOKARE	LUKE/Excel
Järvet		
Kasviplankton	Hertta/KPLANK ja VESLA	SYKE/KPLANK
Vesikasvit	SYKE/Excelit	SYKE/EKOLAS/R
Päällyslevät	SYKE/Excelit/OMNIDIA	SYKE/EKOLAS/R
Pohjael. litoraali	Hertta/POHJE ja SYKE ²	SYKE/EKOLAS/R
Pohjael. syvänteet	Hertta/POHJE	SYKE/EKOLAS/R
Kalat	Hertta/KOKARE	LUKE/Excel
Rannikko		
Kasviplankton	Hertta/KPLANK ja VESLA	SYKE/KPLANK
Rakkolevä	SYKE/Merikeskus	SYKE/Excel
Pohjaeläimet	Hertta/POHJE	SYKE/R/Excel
¹⁾ MaaMet-seurannan aineistoja. Ei mukana luokittelussa koska luokittelumenetelmä puuttuu. ²⁾ POHJEn ulkopuolisia tutkimushankkeissa kerättyjä laskennalliseen luokitteluun sisällytettyjä aineistoja. ³⁾ Lisäksi indeksilaskenta toteutettu POHJE-rekisterissä Hertassa.		

3.1 Kasviplankton

Kasviplanktonin seurantatieto tallennetaan kattavasti Hertan kasviplanktonrekisteriin (KPLANK). Luokittelumuuttuja klorofyllipitoisuus on vesinäytteistä mitattava vedenlaatumuuttuja ja se tallennetaan vedenlaaturekisteriin (VESLA). Kasviplanktonin indeksilaskenta toteutettiin 2. luokittelukierroksella kasviplanktonrekisterissä. Laskenta on nähty laajalti toimivaksi ja myös 3. kierroksella indeksilaskennassa käytettiin kasviplanktonrekisterin indeksitietoa.

3.2 Vesikasvillisuus

Järvien ja jokien vesikasvillisuuden seurantatiedolle ei ole tietojärjestelmää. Vuosina 2011–2012 toteutettiin vesikasvitietojärjestelmän selvityshanke (VEHAB), jossa parhaimmaksi toteuttamisvaihtoehdoksi todettiin Metsähallituksen LajiGIS-järjestelmän käyttö vesikasviaineistojen tallennukseen ja primäärivarastointiin. LajiGIS-hankkeen aikataulu on kuitenkin venynyt, eikä sisävesien vesikasvitietokanta ole valmis. Nykytilanteessa konsulttien tallentamat vesikasvien seuranta-aineistot lähetetään ELY-keskuksiin, joista tiedostot lähetetään sähköpostilla erillisissä Excel-tiedostoissa edelleen SYKEen (Minna Kuoppala/Vesikeskus). SYKEssä tiedostot on

koottu verkkolevyille. Aineistojen saaminen SYKEen on usein hidasta ja vaatii useita kyselyjä tiedontuottajille. Koska jokainen aineisto on erillisessä Excel-tiedostossa, ei aineistosta voi tehdä hakuja, mikä rajoittaa sen hyödyntämistä. Tietojen kopioiminen tutkimus- ja muuta käyttöä varten on aikaa vievää. Riskinä on, että tiedostoja häviää. Tietojen linkittäminen luokittelua varten esim. vesimuodostumille on käsityötä.

SYKEssä on kaikkiaan vesikasviaineistoja noin 600 järveltä (sisältäen arviolta 9000 vesikasvilinjaa). Lisäksi aineistoja on n. 200 jokipaikalta. Jokivesikasvien seuranta on tähän mennessä tehty lähinnä vain MaaMet-seurannan yhteydessä (<http://www.syke.fi/hankkeet/maamet>).

Koska vesikasvillisuuden muutokset ovat hitaampia kuin muiden laatutekijöiden, laskennallisessa luokittelussa käytetään myös vanhempia aineistoja (3. kierroksella vv 2008–2017).

3.3 Päälyllevät

Järvien ja jokien päälyllevien (piilevät) seurantatiedolle ei myöskään ole tietojärjestelmää. Nykyisellään aineiston käsittely ja varastointi on käsityötä ja sisältää monia virhelähteitä. Käytännössä analytiikkaa tekevä konsultit lähettävät lajitiedot siirtotiedostoina sähköpostilla SYKEen (Satu Maaria Karjalainen/Vesikeskus), joista ne tallennetaan OMNIDIA-tietokannan kautta verkkoasemalle. Tiedot ovat käytettävissä yhdeltä koneelta SYKEssä, johon on ko. tietokantaohjelma asennettu. Tiedot ovat tallennettu ohjelmiston omalla formaatilla (df1), jota ei voi avata muilla ohjelmilla. Aineiston vienti, käyttö ja tiedon haku tietokannasta on aikaa vievää ja työlästä. Verkkotasemalle tallennettu tiedosto voi myös hävitä vahinkojen takia, jolloin palautetusta tiedostosta saattaa puuttua viimeisin päivitetty tieto. Tiedon käyttöä vaikeuttaa myös OMNIDIA-tietokannasta julkaistavat uudet versiot ja erinäiset yhteensopivuusongelmat mm. taksoninimistöön liittyen. Tietokannasta ei myöskään pysty tuomaan ulos suuria aineistoja kerralla, eikä sitä voi käyttää vesienhoidon indeksilaskentaan. Koska pakollisia kenttiä on rajallisesti ja tallennetun tiedon systemaattista laadun varmistusta ei ole, seuranta-aineistoista saattavat puuttua oleelliset perustiedot kuten havaintopaikkojen koordinaatit. Tietojen linkittäminen luokittelua varten esim. vesimuodostumille on käsityötä. Joskus seurantatieto ei ole tietokatkojen takia päätynyt OMNIDIA-tietokantaan ja jäänyt luokittelusta ulos. Päälyllevien tietojärjestelmän kehittämiseen on haettu useana vuonna rahoitusta mm. YM tietohallintahankkeista ("PIIRE – Jokien ja järvien piilevien rekisterin määrittely") menestyksestä.

SYKEssä on OMNIDIA-järjestelmään tallennettuna jokien ja järvien piilevien seuranta-aineistoja vuosilta 1986–2017 kaikkiaan noin 5400 näytettä.

3.4 Pohjaeläimet

Pohjaeläimistön seurantatieto tallennetaan valtakunnallisesti jokseenkin kattavasti Hertan pohjaeläinrekisteriin (POHJE). Valtaosa toiminnanharjoittajien ja ympäristöhallinnon seuranta-aineistoista tallennetaan POHJEen. Tutkimushankkeiden aineistoja ei kuitenkaan useinkaan tallenneta rekisteriin, sillä tallennus on aikaa vievää käsityötä eikä hankkeissa ole sille budjetoitu työaikaa.

Toisella luokittelukierroksella POHJE-järjestelmään kehitettiin jokien pohjaeläimistön indeksilaskenta. Resursseja ei ollut järvien indeksilaskennan kehittämiseen. Nykynäkymien mukaan jokien indeksilaskenta voidaan säilyttää jatkossakin POHJE-järjestelmässä, mutta sen ylläpitoon ei ole ollut resursseja.

3.5 Kalasto

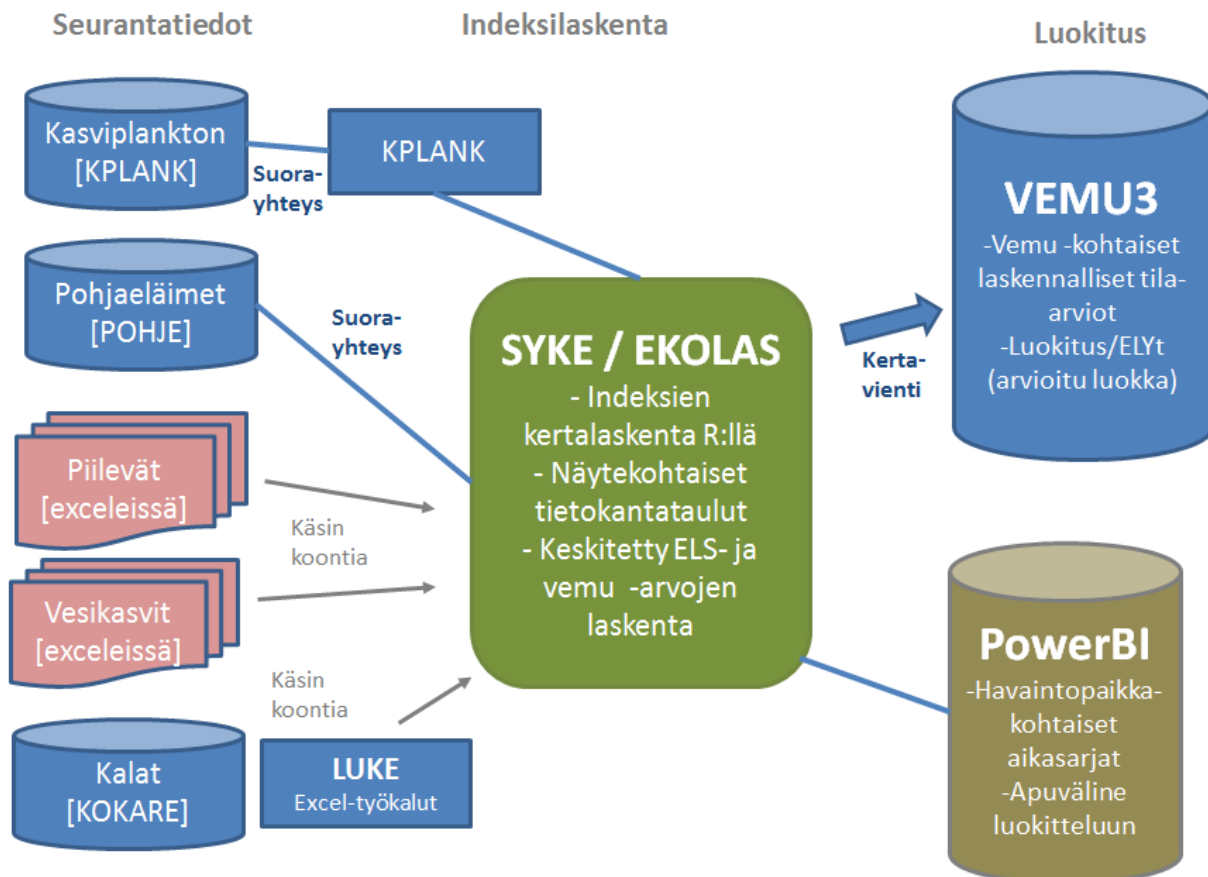
Kalaston seurantatietoa tallennetaan Herttan KOKARE-järjestelmään. Rekisterissä ei ole indeksilaskentaa, vaan aineiston koonti ja laskenta on tehty LUKEssa Excel-työkaluilla jokaista vesienhoitokautta varten erikseen. LUKEssa on valmistumassa ohje jokikalojen sähkökalastustulokseen perustuvan luokituksen tekemiseksi.

3.6 Excel-laskentapohjat

Toiselle luokittelukierrokselle SYKE kehitti ELYjen luokittelijoiden tueksi Excel-laskentapohjat vesikasvien, piilevien ja pohjaeläinten indeksilaskentaan. Työkalut ovat olleet verkosta ladattavissa (linkki) ja ne ovat olleet sittemmin yleisesti etenkin toiminnanharjoittajien käytössä. Laskentapohjien ylläpitoon ei ole ollut resursseja eikä niitä ole tätä kirjoitettaessa päivitetty 3. kaudelle.

4 Kehitetyt laskentarutiinit

EKOLAS-hankkeessa kehitettiin laskentarutiineja joiden avulla nykyisistä tietolähteistä voidaan keskitetysti hakea ja tuottaa vesienhoidon laskennallinen luokittelutieto. Herttan tietoja pyrittiin hyödyntämään mahdollisimman paljon (Kuva 2) niin että tarvittavat tiedot voitiin hakea suoraan tietokantayhteydellä ja yhdistää laskentaan. Aina tämä ei ollut mahdollista vaan osa tiedoista jouduttiin tuottamaan ”käsini” paikkatietotyönä ja tekemään laskentaa varten käsini ylläpidettäviä aputauluja (ks alla). Kaikki aineistojen käsittely, tietojen yhdistely ja indeksilaskenta toteutettiin avoimen lähdekoodin R-ohjelmointiympäristössä. Hankkeessa kootut ja tuotetut aineistot ja laskentarutiinit on tallennettu SYKEssä verkkolevylle projektikansioon.



Kuva 2. EKOLAS-hankkeessa toteutettu sisävesien biologisten laatutekijöiden seurantatiedon ketju vesienhoidon kolmannella luokittelukierroksella. KPLANK = kasviplanktonrekisteri, POHJE = pohjaeläinrekisteri, KOKARE = koekalastusrekisteri, VEMU3 = 3. kauden vesimuodostumatietokanta.

4.1 Seurantatietojen koonti

Eri laatutekijöiden seurantatietojen haku vaati erilaisia menettelyjä. Tiedot haettiin laatutekijäkohtaisesti alla kuvatuin tavoin. Jokaisen laatutekijän koontitiedostoon yhdistettiin ja haettiin luokittelussa tarvittavat paikkatiedot (sijainti, vesimuodostuma, jne.) osin käsityönä mikäli ne eivät olleet alkuperäisaineistossa valmiiksi mukana (Kuva 3).

Kasviplanktonin (järvet ja rannikko) valmiiksi lasketut indeksiarvot haettiin SQL-suorahakuna kasviplanktonrekisteristä ja tietoihin linkitettiin vesimuodostuma- ja seurantapaikkatiedot vhs-kannasta. Klorofyllipitoisuudet haettiin VESLA-järjestelmästä ja niistä laskettiin valmiiksi havaintopaikkakohtaiset arvot luokittelukaudelle 2012–2017.

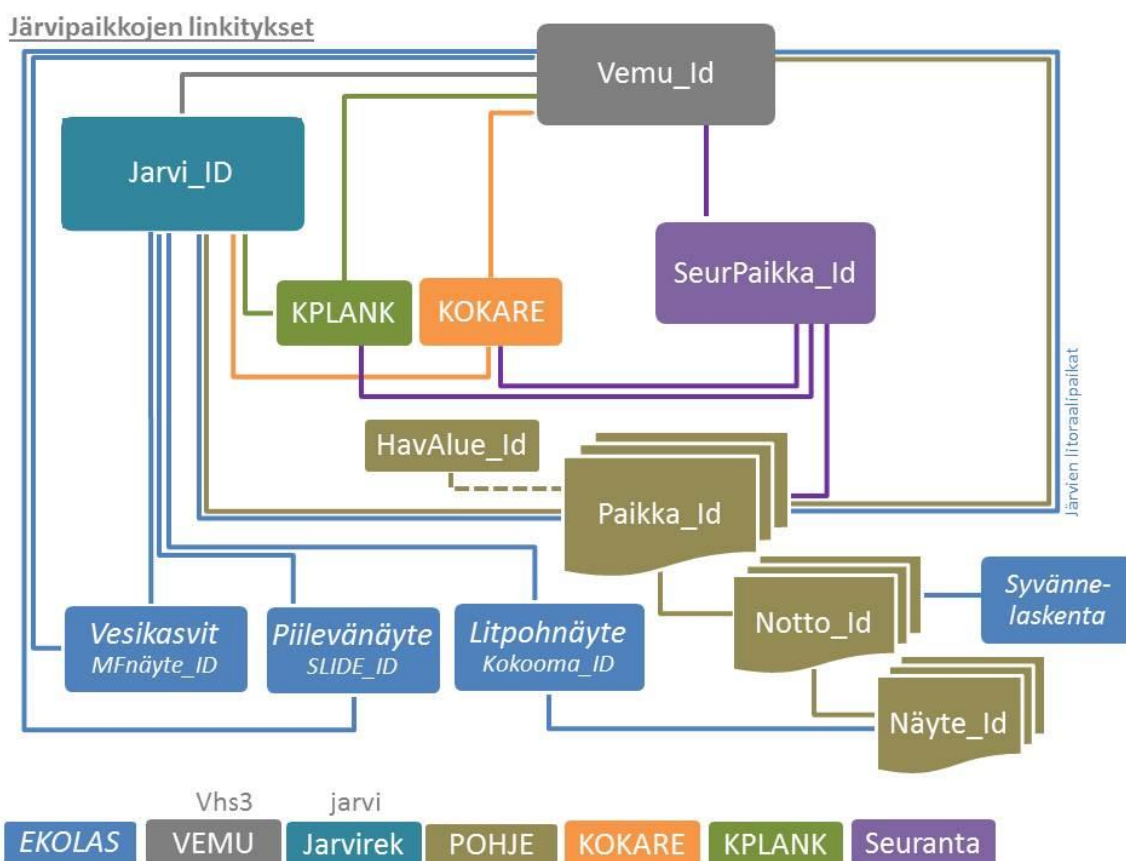
Piilevien (joet ja järvet) alkuperäiset seuranta-aineistot kootti OMNIDIA-tietokannasta yhdeksi .csv -tiedostoksi, joka sisälsi näytekoodit. Paikkatietojen haku ja tarkistus oli työlästä käsityötä. Aineisto harmonisoitiin taksonomialtaan luokitteluindeksien laskemiseksi R-koodilla ja erillisen hankkeessa määritellyn taksonomian vastaavuushakutaulun (alkuperäinen <-> luokittelutaksonomia) avulla.

Vesikasvien järvikohtainen seuranta-aineisto koottiin SYKEssä yhdeksi .csv -koontitiedostoksi. Koonti oli käsityötä koska jokaisen järven seuranta-aineistot ovat eri excel-tiedostoissa.

Pohjaeläinten (erikseen joet, järvirannat ja järvisyvänteet) seurantatiedot haettiin Hertan POHJE-tietojärjestelmästä SQL-suorahakuna R-ohjelmistolla. Kustakin aineistosta poimittiin ja yhdisteltiin luokittelussa käytettävät näytteet tarkoitusta varten kirjoitettujen laskentaruutiinien ja hakutaulujen avulla. Aineistot harmonisoitiin taksonomialtaan R-koodilla ja erillisten hankkeessa määriteltyjen taksonomian vastaavuushakutaulujen (alkuperäinen <-> luokittelutaksonomia) avulla. Aineistoihin liitettiin SYKEN tutkimushankkeiden järvien ja jokien pohjaeläinaineistot. **Rannikon pohjaeläinten** indeksilaskenta (BBI) tehtiin Syken Merikeskuksessa josta se saatiin valmiina excel-tiedostona.

Kalaston luokittelutiedon osalta SYKE sai laskentatulokset LUKElta kahtena Excel-tiedostona (joet ja järvet). Nämä muokattiin SYKEssä samaan muotoon kuin mitä muiden lasketut tulostaulut, jotta tiedot voitiin koota yhtäläisesti vesimuodostumakohtaista laskentaa varten.

Rannikon rakkolevän vesimuodostumakohtaiset luokittelutiedot saatiin Merikeskuksesta excel-tiedostona.



Kuva 3. Hankkeessa käytetyt järvipaikkojen ja -aineistojen linkitykset.

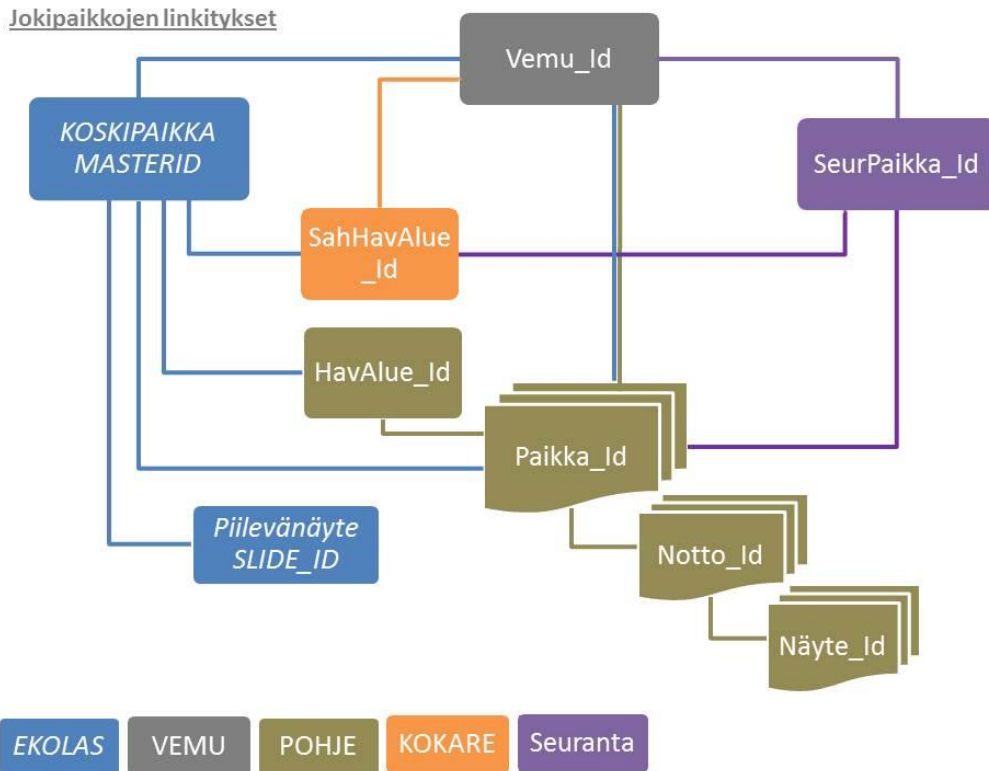
4.2 Laskentaa varten tuotetut taustatiedot

Luokitteluindeksien laskentaa varten koottiin ja tuotettiin hakutauluja havaintopaikkojen tai vesimuodostumien taustatiedoista. Hakutauluja käytettiin havaintopaikkojen tyyppittelyssä luokittelussa käytettäviin alatyyppeihin tai vertailuarvojen laskennassa käytettävissä malleissa.

Indeksilaskennassa tarvittavia tietoja ovat mm. havaintopaikkojen koordinaatit, havaintopaikan vesimuodostuma ja sen tyyppi, kuuluuko havaintopaikka Pohjois- vai Etelä-Suomeen (piilevät ja pohjaeläimet) ja luontainen humuspitoisuus (syvänpohjaeläimet). Osa tiedoista on saatavilla Hertan muista osajärjestelmistä, josta ne haettiin keskitetysti. Osaksi kokoaminen vaati paikkatieto- ja asiantuntijatyötä.

Käytännössä kaikki keskitettyyn laskentaan tulevat, rekistereihin tallennetut tai Sykelle toimitetut, aineistot ja niiden havaintopaikat listattiin kesäkuun 2018 alussa. Tämän jälkeen aloitettiin indeksilaskennassa tarvittavien luokittelutyypittelyjen teko ja tiedon koonti havaintopaikoille. Puutteelliset tai virheelliset sijaintitietojen (koordinaatit) tarkistaminen oli työlästä. Tiedot tallennettiin .csv-hakutaulukoihin, joita luettiin R:llä indeksilaskennassa.

Jokien luokittelutiedon hallintaa varten tehtiin eri tietolähteiden (POHJE, piilevä tieto, KOKARE) aineistojen yhdenmukaistamista paikkatietotyötä. Jokien biologian havaintopaikoille, jotka ovat yleensä vuolaasti virtaavia koskijaksoja, luotiin hankkeessa oma paikkataso ("Koskipaikka") ID-numeroineen (Kuva 4). Tämä koskipaikka kuvaa seurantojen samaa koskialuetta, jolta on mahdollisesti otettu eri biologisten ryhmien näytteitä hieman eri koordinaateilla ja nimillä eri ajankohtina. Kaikki samalta koskialueelta otetut piilevien näytteet (OMNIDIAn dianumero), pohjaeläinten havaintopaikat (POHJEn Paikka_Id ja Havaintoalue_Id) ja KOKAKEn sähkökoekalastukset linkitettiin kyseiseen Koskipaikka:an. Koskipaikka-tasolle tuotettiin luokittelussa tarvittava tyyppittely ja se linkitettiin vesimuodostumiin. Sama Koskipaikka -taso raportoitiin näytteenottokohtaisilla PowerBI-raporteilla jolloin oli mahdollista nähdä miltä samoilta koskijaksoilta oli oikeasti tehty eri biologisten ryhmien seurantoja. Tiedot tallennettiin .csv-hakutaulukoon, jota luettiin R:llä indeksilaskennassa.



Kuva 4. Hankkeessa käytetyt jokipaikkojen ja -aineistojen linkitykset. Koskipaikka kuvaa samaa koskialuetta jolta on otettu eri biologisten ryhmien näytteitä hieman eri koordinaateilla ja nimillä eri ajankohtina.

Järvisyvänteiden osalta ELYlle tehtiin syksyllä 2018 kysely, jossa luokittelijoita pyydettiin valitsemaan ja varmistamaan luokittelussa käytettävät syvänteiden havaintopaikat. Kaikki POHJE-järjestelmän järvien syvänehavaintopaikat eivät ole soveliaita luokitteluun käytettäväksi, koska osa on välisyvyksiä otettuja, tai niitä ei pidetä vesimuodostumaa edustavina. Hertan seurantaipaikkalinkitystä ei voitu luokittelupaikkavalintaan käyttää, koska siihen on linkitetty myös esim. välisyvyksiä eri syistä johtuen. Peruslähtökohta oli, että koska kunkin vesimuodostuman syvin havaintopaikka valittiin laskennalliseen luokitteluun syvännepisteeksi jonka valinnan ELY-keskukset sitten tarkistivat. Lisäksi tehtiin muita tarvittavia lisäsuodatuksia. ELYjen tarkistama paikkalista tallennettiin .csv-hakutaulukkoon, jota luettiin R:llä kun valittiin lopulliset tulokset 3. kierroksen laskennallista luokittelua varten.

4.3 Indeksilaskenta

Hankkeessa kehitettiin kaikkiaan kuuden eri lajiston perustuvan indeksin laskentakoodit (Taulukko 2), joita käytetään joko yhden tai useamman laatutekijän tilan arvioinnissa. Laskentaa varten on koottu, tarkistettu ja harmonisoitu laatutekijäkohtaiset aineistot vertailuolosta (Kuva 5). Valmistuneet EU:n interkalibrointipäätökset on otettu huomioon laskennassa. Vertailuolot ja -arvot tallennettiin laatutekijäkohtaisiin .csv-lukutaulukoihin, joita luettiin R:llä indeksilaskennassa. Ekologisten laatusuhteiden (ELS) laskenta ja yhteismitallistaminen tehtiin erillisellä R-laskentaskriptillä Hertan ulkopuolella. Kaikki ELS-arvot skaalattiin välille 0-1. Menettely poikkesi toisen luokittelukierroksen laskennasta jolloin ELS-laskenta tehtiin VEMU2-järjestelmässä.

Taulukko 2. Sisävesien biologisten laatutekijöiden luokitteluindeksit (Aroviita ym. 2012) ja niiden laskentarutiinit kolmannella luokittelukierroksella.

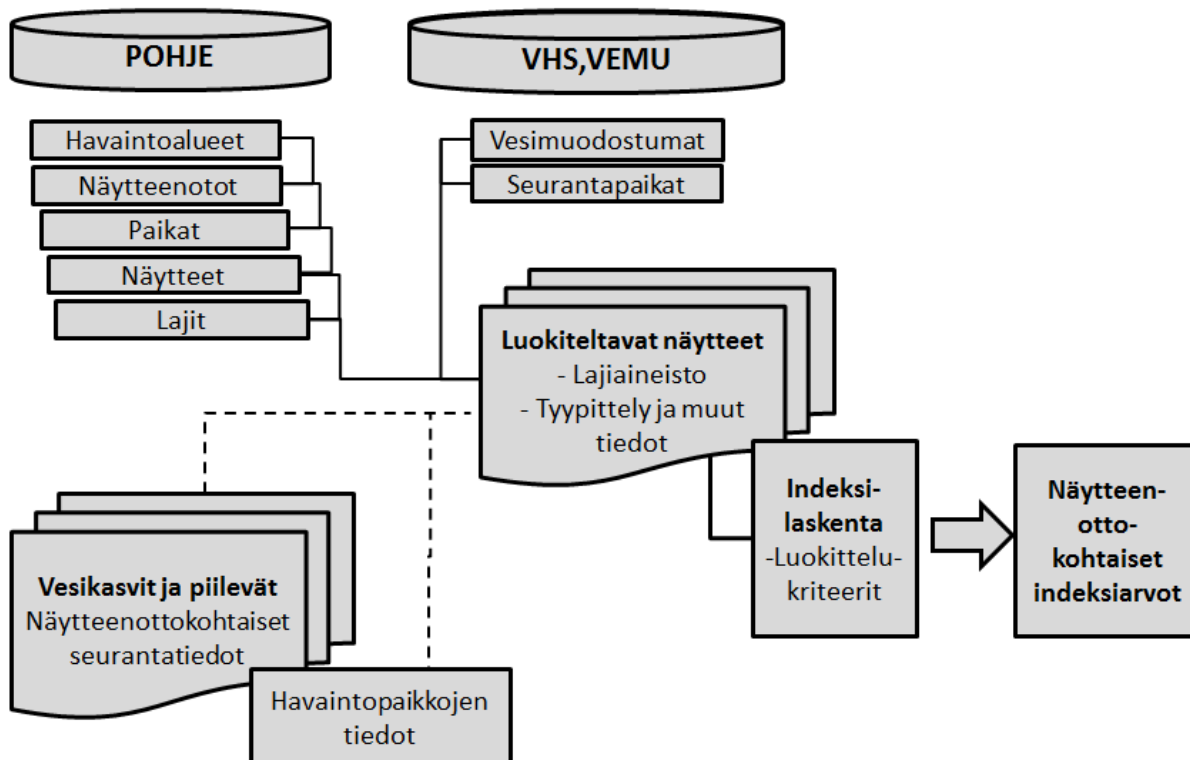
Laatutekijä	Ympäristö	Indeksit	Laskenta
Vesikasvit	Järvet	TT50SO, PMA, RI	EKOLAS / R
Vesikasvit	Joet	kehitystyö kesken	EKOLAS / R
Päällyslevät	Järvet	TT40, PMA	EKOLAS / R
Päällyslevät	Joet	TT40, PMA	EKOLAS / R
Pohjaeläimet	Järvirannat	TT40, PMA	EKOLAS / R
Pohjaeläimet	Järvisyvänteet	PICM, PMA	EKOLAS / R
Pohjaeläimet	Joet	TT40, TEPT40, PMA	Hertta POHJE ja EKOLAS / R
Kasviplankton	Järvet	a-klor, KOKBM, SINIL, TPI	KPLANK
Kalat	Järvet	EQR4	LUKE
Kalat	Joet	FiFI	LUKE

Käytetyt lyhenteet: TT50SO = tyyppiominaisten lajien suhteellinen osuus, PMA = prosenttinen mallinkaltaisuus, RI = referenssi-indeksi, TT40 = tyyppiominaisten lajien lukumäärä, PICM = syvänpohjaeläinindeksi, TEPT40 = tyyppiominaisten EPT-heimojen lukumäärä, EQR4 = järvikalaindeksi, FiFi = jokikalaindeksi, a-klor = a-klorofyllin pitoisuus, KOKBM = kokonaisbiomassa, SINIL = haitallisten sinilevien % osuus, TPI = trofiaindeksi.

Kunkin laatutekijän indeksilaskenta suoritettiin erillisistä R-laskentaskripteistä erillisten hakutiedostojen (harmonisointi, erillinen ELS-skaalausskripti, vertailuarvot, paikkojen tyypittely, luokitteluun valittavat paikat) avulla. Laskennan tuloksena oli kustakin laatutekijästä yksi .csv tulostiedosto jotka yhdistettiin yhdessä muista lähteistä saadut indeksitietojen (LUKE, SYKEN Merikeskus) kanssa. Näytteenotto- ja havaintopaikkakohtaisesta indeksitiedosta laskettiin erillisten laskentarutiinien avulla vesimuodostumakohtaiset luokittelukauden 2012–2017 indeksiarvot luokitteluoppaan (Aroviita ym. 2012) mukaisesti. Vesimuodostumille tuotettiin erillisillä laskentaskripteillä laatutekijäkohtaisesti lisätietosarake VEMU3:een havaintopaikoista ja vuosista mihin laskenta perustuu.

Laskentojen lopputuotteena oli kaksi tulostiedostoa:

- 1) Näytteenottokohtaiset indeksitiedot. Joet, järvet ja rannikko erikseen. Tämä oli vientitiedosto PowerBI-raportteja varten (ks alla).
- 2) Vesimuodostumakohtaiset indeksitiedot. Kaikki vesimuodostumat yhdessä. Tämä oli vientitiedosto VEMU3-tietokantaan vientiä varten.



Kuva 5. EKOLAS-hankkeessa toteutettu biologisten laatutekijöiden keskitetty indeksilaskenta esitettynä erityisesti sisävesien pohjaeläinten, vesikasvien ja piilevien osalta. Seurantatiedot koottiin SYKEssä tai haettiin R-laskentaympäristöön suoraan Hertta-tietojärjestelmästä. R:ssä tiedot yhdistettiin luokiteltaville näytteille ja suoritettiin laskenta. Tuloksena syntyvät näytteenottokohtaiset indeksiarvot yhdistettiin tietokantatauluksi, josta laskettiin vesimuodostumakohtaiset indeksitiedot ja ne vietiin kertavientinä VEMU3-järjestelmään. Katkoviivat kuvaavat käsityötä vaativia vaiheita ja yhtenäiset viivat toteutettuja suorahakuja.

5 Vesimuodostumakohtaiset tiedot (VEMU3)

SYKEN Tietokeskuksessa tehtiin 19.12.2018 EKOLAS-hankkeen tuottama vesimuodostumakohtaisten indeksiarvojen vienti VEMU3:n tuotantokantaan. Vientiä varten tehtiin useita testiajoja ja tarkistuksia marras-joulukuun 2018 aikana. Alla on kuvissa 6-8 kuvattu esimerkkejä aineiston näkymiä tietokannassa. Muutamia linkitysvirheitä on sittemmin aineistossa havaittu yksittäisissä vesimuodostumissa. Nämä pyritään korjaamaan VEMU3-järjestelmään yhdessä ELYjen kanssa arvioidun luokan kautta.

Vesimuodostumien haku

Vesienhoitoalue: Kaikki | ELY-keskus: Kaikki

Vesimuodostuma: Kaikki | Tunnus: Kaikki

Pintavesityyppi: Kaikki | Järvi/Joki/Rannikko: Kaikki

Painetyyppi: Kaikki | Painevaikutus: Kaikki

KeVoMu:

- Ei voimakkaasti muutettu
- Voimakkaasti muutettu
- Keinotekoinen
- Ei tietoa

Painetekijä:

- (Tyhjä)
- Pistekuormitus
- Hajakuormitus
- HyMo-muutos
- Vedenotto
- Muu

Herttaan	Tunnus	Vesimuodostuma	KeVoMu	Jä/Jö/Ra	Pintavesityyppi
	14.496.1.002_001	Peninginjärvi	Ei voimakkaasti muutettu	JA	MRh
	53.054.1.005_001	Köyhänjärvi	Ei voimakkaasti muutettu	JA	MRh
	59.219.1.016_001	Jaakonjärvi (I)	Ei voimakkaasti muutettu	JA	Vh
	14.735.1.001_001	Ylimmäinen	Ei voimakkaasti muutettu	JA	Mh
	71.988.1.003_001	Soahkemohkkejärvi (I)	Ei voimakkaasti muutettu	JA	PolA
	71.963.1.001_001	Peltojärvi I, Pealdujärvi	Ei voimakkaasti muutettu	JA	PolA
	71.963.1.003_001	Suoppajärvi I, Suohpajävi	Ei voimakkaasti muutettu	JA	PolA
	14.738.1.004_001	Kumpunen	Ei voimakkaasti muutettu	JA	MRh

6875 Vesimuodostumia

Poista valinnat

Kuva 6. VEMU3-tietokannan aloitusikkuna (Linkki Sykessä: <http://intra.vyh.fi/veme/>)

Vantaan alaosa 21.011_y01 Joki

Sijainti: VHA2

Paineet: Pistekuormitus, Hajakuormitus

Ekologinen tila: 1. kausi, 2. kausi, 3. kausi

Ekologinen tila KeVoMu nimeäminen: Ei voimakkaasti muutettu

biol. muuttuja Tydyttävä | fys.-kem. muuttuja | HyMo-muuttuja | Erilomainen

Nimi	Lukuarvo	Laskenn.	Arvio
Biologinen			Tydyttävä
Muu vesikasvillisuus - päälylysvät eli periyton	0.27	Välttävä	
Tyypilliset taksonit	6.75 lkm	Välttävä	
Prosenttinen mallinkaltaisuus	0.14 indeksiarvo	Välttävä	
Pohjaeläimet	0.61	Hyvä	
Tyypilliset taksonit	13.61 lkm	Tydyttävä	
Tyypilliset EPT-heiomet	8.2 lkm	Tydyttävä	
Prosenttinen mallinkaltaisuus	0.33 indeksiarvo	Hyvä	
Kalat	0.58	Tydyttävä	
Jokikalaindeksi	0.53 indeksiarvo	Tydyttävä	

Kartta: Vantaa, Vanda, Kerava, Kervo, Auniaiainen Rankulla, Helsinki, Helsingfors

Kuva 7. Esimerkki EKOLAS-hankkeessa keskitetysti lasketusta ja vesimuodostumittain kootusta aineistosta VEMU3-tietokannassa, kun valittuna on yhden vesimuodostuman tiedot (Vantaanjoen alaosa). Taulukossa näkyvät vesimuodostumakohtaiset indeksien lukuarvot ja ekologiset laatusuhteet, joiden väri kertoo laskennallisen tilaluokan (sarake "Laskenn.").

VHS: Pintavedet 3. kausi - Biolo... X

https://ahp2.ymparisto.fi/veme/BiologinenLuokittelu.aspx?Vesimuodostumaid=1433

Google

Biologinen luokittelu Vantaan alaosa 21.011_y01 Joki

Nimi	Lisämäärä	Luku	Laskennassa käytetty vertailuarvo	ELS	skaalattu ELS	Laskennallinen tilaluokka	Arvioitu tilaluokka	Lisätieto
Biologinen					0,48	Tyydyttävä		
Muu vesikasvillisuus - päälyysievät eli periyton					0,27	Välttävä		Aineistoa kaikkiaan 2 vuodelta ja 2 paikalta. Vuodet: 2012, 2015. Paikat: Vantaanjoki_Köningstedinkoski (1200 km2, LuokTyyppi=Ssa), Vantaanjoki_Ruutinkoski (1243 km2, LuokTyyppi=Ssa).
Tyyppiominaiset taksonit		6,75 lkm	24,8	0,27	0,28	Välttävä		
Prosenttinen mallinkaltaisuus		0,14 indeksiarvo	0,514	0,28	0,25	Välttävä		
Pohjaeläimet					0,61	Hyvä		Pohjaeläimistö muuttunut luonnontilaisesta, kuvastanee ympäristöä (luokka lähempänä tyydyttävää kuin erinomaista). Aineistoa kaikkiaan 3 vuodelta ja 4 paikalta. Vuodet: 2012, 2014, 2017. Paikat: Luhtaanmerijoki (371 km2, LuokTyyppi=Ssa), Vantaanjoki_Pitkälampi (94 km2, LuokTyyppi=Ssa), Vantaanjoki_Köningstedinkoski (1200 km2, LuokTyyppi=Ssa), Vantaanjoki_Ruutinkoski (1243 km2, LuokTyyppi=Ssa).
Tyyppiominaiset taksonit		13,61 lkm	21,8-23,929	0,58	0,51	Tyydyttävä		Havaintopaikat edustavat eri kokotyypin jokia ja vertailuarvo vaihtelee.
Tyyppiominaiset EPT-heimot		8,20 lkm	12,55-13,714	0,61	0,56	Tyydyttävä		Havaintopaikat edustavat eri kokotyypin jokia ja vertailuarvo vaihtelee.
Prosenttinen mallinkaltaisuus		0,33 indeksiarvo	0,428-0,462	0,73	0,75	Hyvä		Havaintopaikat edustavat eri kokotyypin jokia ja vertailuarvo vaihtelee.
Kalat					0,58	Tyydyttävä		Aineistoa kaikkiaan 5 vuodelta ja 7 paikalta. Vuodet: 2012, 2014, 2015, 2016, 2017. Paikat: Köningstedinkoski, Pitkälampi, sillan alapuoli, Rajakoski 1, Ruutinkoski, Vanhankaupunginkosken yläosa, Vanhankaupunginkoski, Vantaankoski.
Jokialandeksi		0,53 indeksiarvo	0,76	0,71	0,58	Tyydyttävä		

© 2018 Suomen ympäristökeskus

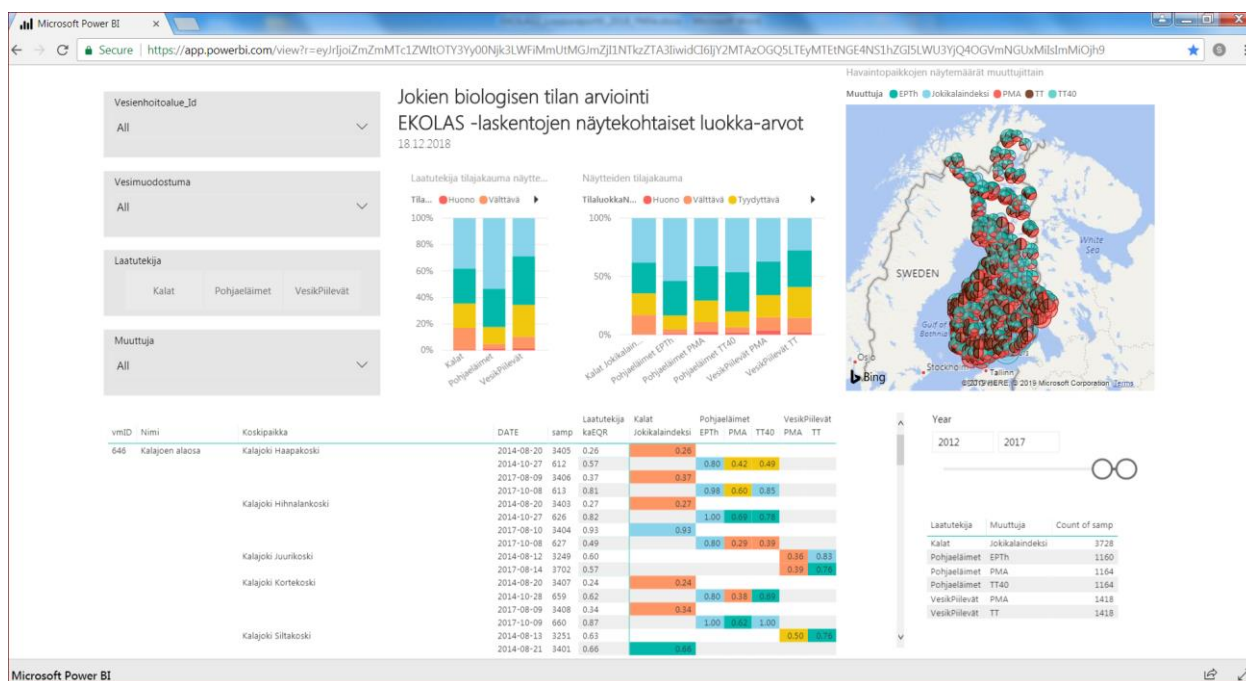
Kuva 8. Esimerkki EKOLAS-hankkeessa keskitetysti lasketusta ja vesimuodostumittain kootusta aineistosta VEMU3-tietokannassa, kun valittuna on yhden vesimuodostuman biologisen luokittelun tiedot (Vantaanjoen alaosa). Taulukossa näkyvät vesimuodostumakohtaiset indeksien lukuarvot, käytetyt vertailuarvot, ekologiset laatusuhteet ja laskennalliset tilaluokat. Lisätieto -sarakeeseen on myös keskitetysti viety tieto laskennallisessa luokitteluun käytetystä havaintopaikoista ja -vuosista sekä tietoa vertailuarvojen määräytymisestä.

6 Näytekohtaiset tiedot (PowerBI-raportit)

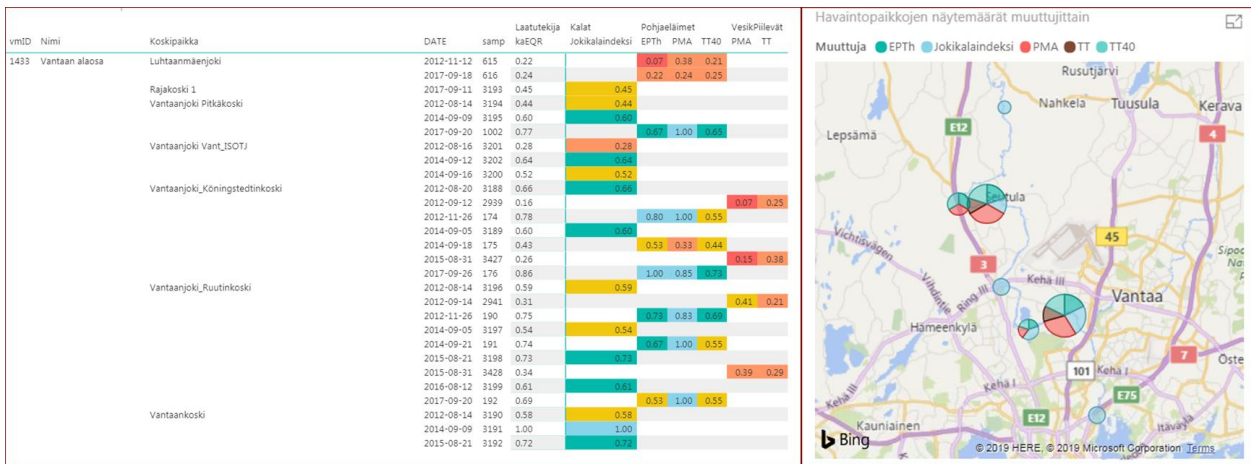
EKOLAS-hankkeessa lasketut alkuperäiset näytteenottokohtaiset indeksiarvot on ELYjen luokittelijoiden selattavissa SYKessä PowerBI-ohjelmalla tehdyillä verkkoon viedyillä selainpohjaisilla raporteilla.

Osalla laatutekijöistä PowerBI-raportteille on viety seurantatietoa myös luokittelukautta 2012–2017 edeltävältä ajalta (jokien pohjaeläimet ja piilevät, järvien kasviplankton, vesikasvit, piilevät ja pohjaeläimet). Vanhempi tilatieto auttaa luokittelutyötä tekeviä muodostamaan kattavamman arvion vesimuodostuman tilasta, sillä muutokset ekologisessa tilassa tapahtuvat hitaasti eikä kaikista vesimuodostumista ole tietoa viimeisimmältä luokittelukaudelta.

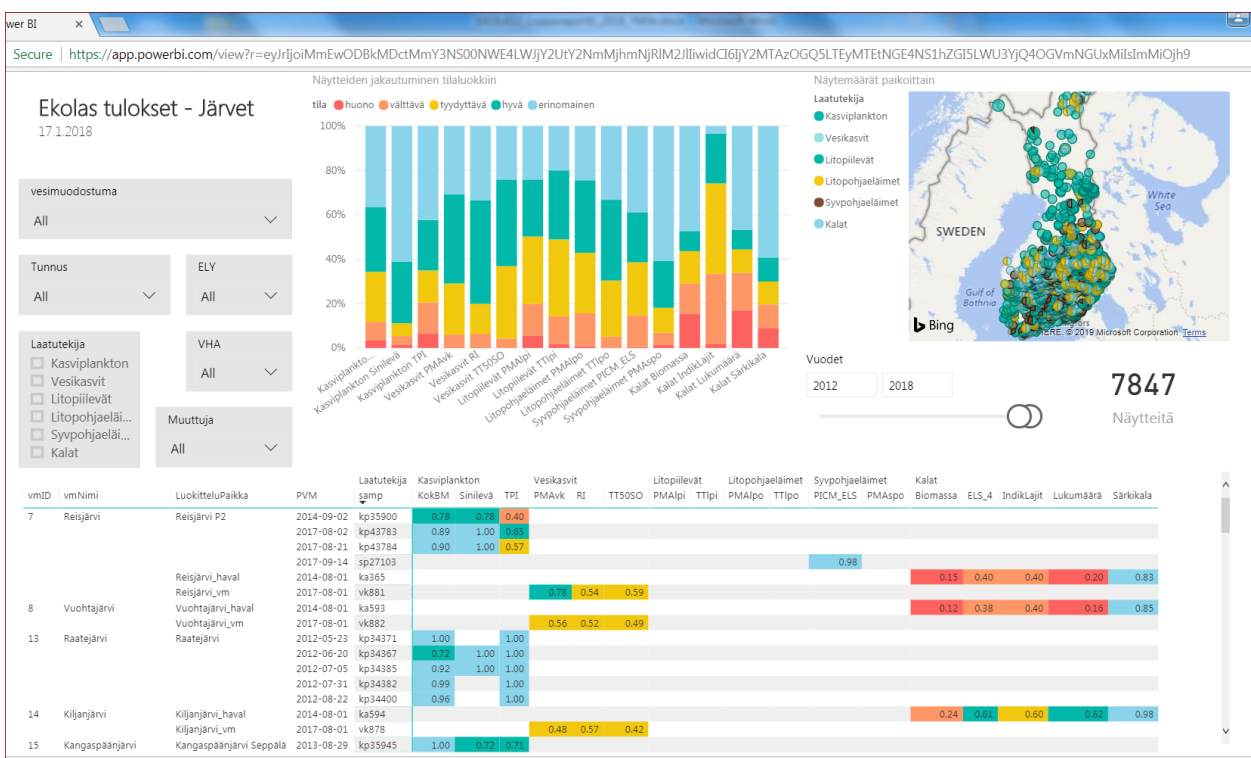
Raporttien avulla voi käyttäjä, kuten ELY-keskuksen luokittelija, selata alkuperäisiä indeksiarvoja sillä paikallisella tasolla millä luokittelu on tehty. Aineistoa voi suodattaa vesimuodostuman, havaintopaikan, ajanjakson, laatutekijän tai muuttujan mukaan. Raportti päivittää näkymän ja kartan koko ajan käytettyyn suodatukseen. Kuvissa 9-12 on esitetty esimerkkejä raportoidusta luokittelutiedosta.



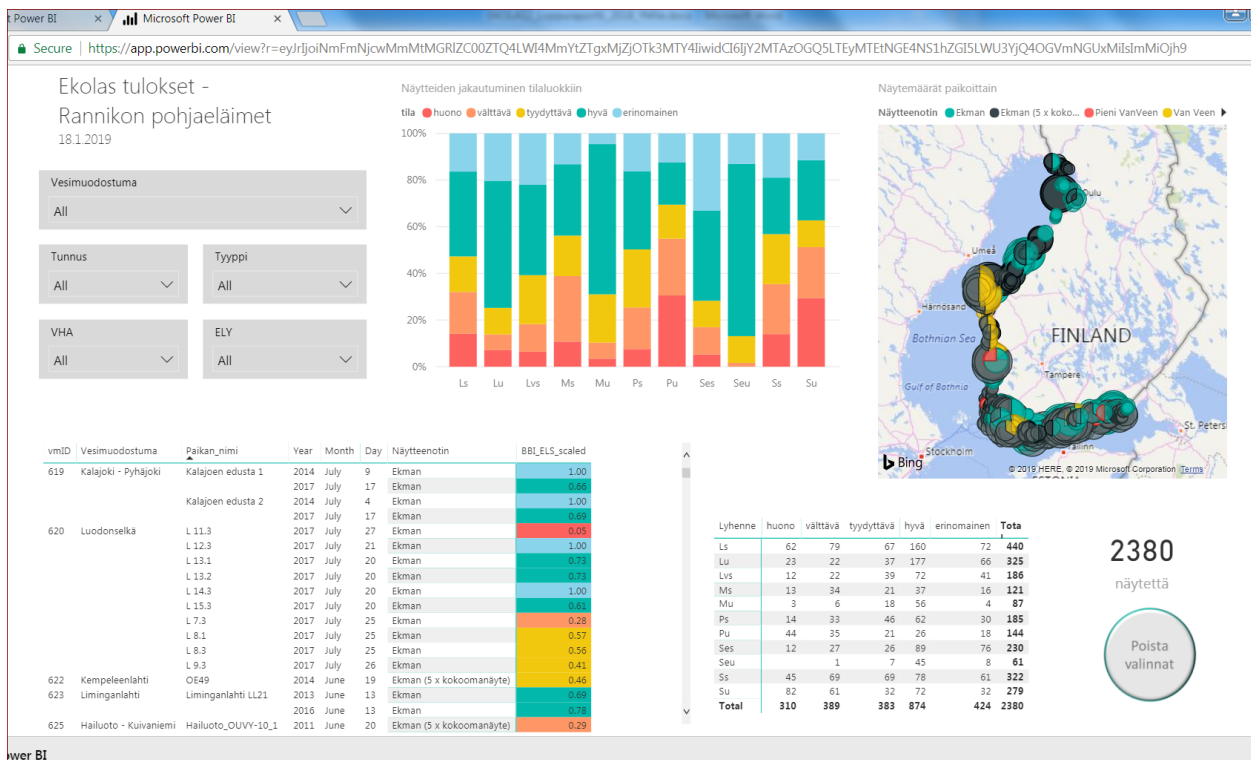
Kuva 9. Kuvakaappaus jokien alkuperäiset indeksilaskennat sisältävästä PowerBI-raportista. ”Koskipaikka” -taso on EKOLAS -hankkeessa indeksilaskentaa varten paikkatietotyönä muodostettu yhteinen havaintopaikka jokien piileville, pohjaeläimille ja kaloille.



Kuva 10. Kuvakaappaukset jokien alkuperäiset indeksilaskennat sisältävästä PowerBI-raportin raportti- ja karttaikkunoista, kun valittuna on yhden vesimuodostuman tiedot (Vantaanjoen alaosa). Taulukossa näkyvät näytteenottokohtaiset indeksien ekologiset laatusuhteet joiden väri kertoo tilaluokan. Kartalla näkyvät havaintopaikat ("Koskipaikka") ja niiden näytemäärät valitulta ajanjaksolta.



Kuva 11. Kuvakaappaus järvien alkuperäiset indeksilaskennat sisältävästä PowerBI-raportista. "LuokitteluPaikka" -taso on EKOLAS -hankkeessa PowerBI-raportointia varten muodostettu yhteinen taso jonka koordinaatit esitetään kartalla. Kasviplanktonin, piilevien ja syvänpohjajaeläinten osalta taso on havaintopaikka, muiden laatutekijöiden osalta yleensä järven tai sen osa-alueen keskipiste.



Kuva 12. Kuvakaappaus rannikon pohjaeläinten indeksilaskennat PowerBI-raportista.

7 Yhteenveto ja jatkokehitystarpeet

EKOLAS-hankkeessa aloitettu keskitetyn indeksilaskennan kehitys on nähty laajalti toimivaksi. Keskitetyssä laskennassa aineistojen virhelähteet voidaan kontrolloida ja laskentavirheet minimoida. Samalla mahdolliset virheet, aineistojen täydennykset ja linkitysten päivitykset voidaan keskitetysti korjata.

Indeksien keskitetty laskenta SYKEssä on tuonut merkittävää säästöä ELY-keskuksille, sillä se vapauttaa huomattavasti resursseja varsinaiseen luokittelun asiantuntijatyöhön (seuranta-aineistojen edustavuuden arviointi ja arvioidun luokan muodostaminen). Indeksilaskennan keskittäminen on myös kiinteä osa vesienhoidon mallitiekartan mukaista ekologisen tilan mallinnusta ja keskitettyä tilanarviointia, jossa biologisten aineistojen laatu ja sovellettavuus ovat keskeisiä edellytyksiä.

Hankkeen aikana on tunnistettu useita jatkokehitys- ja hanketarpeita tilaluokittelun, vesienhoidon ja tiedonhallinnan tehostamiseksi:

1. Seurantatietojen tehokkaampi hyödyntäminen vesienhoidon painearviointin tukena

- Biologisen tilan seurannat perustuvat lajien seurantaan ja lajiaineistojen informaatiota tulisi tehokkaammin hyödyntää vesienhoidon tukena. Koska lajien herkkyudet eri paineille vaihtelevat, tulisi valtakunnallisten aineistojen avulla kehittää työkaluja tunnistamaan tarkemmin tilan heikentymisen keskeiset syytä vesimuodostumakohtaisesti ja samalla tuottaa tietoa vesienhoidon suuntaamiseksi.

- Ekologisen tilaluokittelun ja paineiden vaikutusarvioinnin tueksi tulisi keskitetysti tuottaa tietoa vesimuodostumissa tapahtuneista biologisista muutoksista ja näiden ekologisesta merkityksestä. Esimerkiksi, maatalouden kuormittamassa vesistössä heikentyneen tilan syynä voivat olla esimerkiksi kohonneet ravinnepitoisuudet, kiintoaine, liettyminen ja/tai myös morfologiset muutokset tai rantavyöhykkeiden maankäyttö. Saman merkittävän painetyypin, kuten maatalouden hajakuormituksen, alla voi siten olla erilaisia tilaa heikentäviä häiriöitä, joiden hoitotoimet voivat erota.
- Vastemekanismien tunnistaminen ja vesimuodostumakohtainen diagnosointi tehostaisivat vesienhoidon vaikutusarvioita ja auttaisivat myös relevanttien toimenpiteiden valinnassa. EKOLAS-hankkeessa kehitetyt valtakunnallisten seuranta-aineistojen keskitetyt laskentaruutiinit ja esim. vasta päättyneessä MARS -EU-hankkeessa (<http://mars-project.eu/>) kehitetyt lähestymistavat luovat lupaavan alustan ekologista tilaa heikentävien syiden tunnistamiseen vesienhoidossa.

2. Latvavesistöjen tila tulisi kytkeä tiiviimmin vesienhoitoon

- EKOLAS-hankkeessa käsiteltiin aineistoja myös pienemmistä latvavesistä tai pienistä joista, joita ei ole rajattu vesimuodostumiksi ja jäivät näin vesienhoidon laskennallisen luokittelun ulkopuolelle. Latvavesien tila on kuitenkin tärkeä osa alapuolisten vesimuodostumien tilaa.
- Freshabit-hankkeessa (<http://www.syke.fi/hankkeet/freshabit>) kehitetään vuonna 2019 paikkatietovarantoja hyödyntäviä menetelmiä ja malleja purojen luonnontilaisuuden arviointiin hyödyntäen inventointitietoja ja biologisia aineistoja (pohjaeläimet, sammalet, kalat). Jatkossa latva-alueiden pienvesien tilan arviointi tulisi tiiviimmin kytkeä VPD-vesimuodostumien tilan luokitteluun ja vesienhoitoon. Pitkän aikavälin visio voisi paikkatietopohjaiset hyvän ekologisten tilan saavuttamisen riskin arviointimallit.

3. Vesikasveille ja päällyksille tarvitaan edelleen tietojärjestelmät

- Vesikasvien ja päällyksien tietojärjestelmien puute heikentää merkittävästi ko. laatutekijöistä tuotettavan seurantatiedon hyödynnettävyyttä (ks. kappaleet 3.2 ja 3.3). Vesikasvien ja päällyksien tietojärjestelmät mahdollistaisivat indeksilaskennan toteuttamisen aineiston suoralukuna samaan tapaan kuin EKOLAS-hankkeessa toteutettiin pohjaeläimistöille. Indeksilaskentaruutiinit R-ympäristöön ovat tätä tarkoitusta varten jo valmiina. Myös järvien ja jokien kalaston indeksilaskentaan tulisi jatkossa kehittää työkalut, joiden avulla laskenta voitaisiin suorittaa suoraan rekisteriin tallennettavasta tiedosta.

4. Tilaluokittelu tulisi olla jatkuvaa ja reaaliaikaisempaa

- Keskitetyn ja jatkuvan indeksilaskennan mahdollistaminen tulisi olla keskeinen osa vesien- ja merenhoidon tiedonhallinnan uudistusta. Tavoite tulisi olla tietojärjestelmiin integroidut mahdollisimman automatisoidut laskennat. Indeksien

laskenta vaatii taustatietoja, joista kaikkia ei ole nykytietojärjestelmistä saatavilla. Keskitetyn ja jatkuvan indeksilaskennan mahdollistaminen vaatii tietojärjestelmien kehitystyötä ja selkeää käyttäjäresurssia Sykessä.

- EKOLAS-hankkeessa toteutettiin laskennallinen luokittelu kertalaskentana. Työhön sisällytettiin kaikki saatavilla olevat aineistot 3. luokittelukierroksen laskennalliseen luokitteluun. Jatkossa kaikki indeksilaskennassa tarvittavat tietueet tulisi lisätä Herttaan ja/tai sisällyttää uusiin tietojärjestelmiin, mistä ne voidaan keskitetysti hakea suoraan laskentaan. Laskentojen suorittamisessa voitaisiin hyödyntää EKOLAS-hankkeessa kehitettyjä R-ohjelmointikielen laskentarutiineja.
- Keskitetyt laskennat voitaisiin tuottaa eri tarkoituksia ja raportointeja varten tarpeelliseksi arvioidulla toistumistiheydellä. Esimerkiksi vuosittain suoritettavat havaintopaikkakohtaiset laskennat mahdollistaisivat tila-tietojen koonnin raportointeihin EEA:lle ja vesimuodostumakohtaisen tilan tiuhavälisemmän seurannan. Tilaluokittelutiedot voitaisiin raportoida vesienhoidon tarpeisiin vuosittain esim. helposti päivitettävillä PowerBI-raporteilla, jotka on 3. vesienhoidon luokittelukaudella nähty toimivaksi työkaluksi. Joka 6. vuosi tehtävä laskenta toteutettaisiin vesimuodostumien tilaluokittelua varten ja tallennettaisiin vesimuodostumatietorekisteriin.