



**Euroopan unionin
osarahoittama**

Vuolijoen valuma-alueen monitavoitteiset vesienhallinta- ja ilmastokestävyystarkastelut

Ville Turunen ja Mika Marttunen, Suomen ympäristökeskus

6.3.2025

ARVOVESI2-hankkeen raportti

Sisällys

1. Alkusanat.....	3
2. Menetelmän kuvaus.....	3
2.1 Tavoitteet.....	3
2.2 Indeksit ja indikaattorit	3
Vesistökuormitusindeksi	4
Ilmastopäästöindeksi	4
Sopeutumisindeksi.....	4
Monimuotoisuusindeksi	5
2.3 Painoarvojen määrittäminen indikaattoreille	5
2.4 Indeksien laskenta	6
3. Valuma-alueen kuvaus ja osavaluma-aluejako.....	7
4. Painoarvot indikaattoreille.....	8
5. Tulokset.....	10
5.1 Vesistökuormitusindeksi	10
5.2 Ilmastopäästöindeksi	13
5.3 Sopeutumisindeksi.....	16
5.4 Monimuotoisuusindeksi	19
5.5 Prioriteettialueet kaikki indeksit huomioon ottaen	22
5.6 Herkkyystarkastelu	23
6. Epävarmuuksia.....	28
7. Lähteet.....	30

1. Alkusanat

Tässä raportissa esitetyt Vuolijoen valuma-alueen vesienhallintaan ja ilmastokestävyyteen liittyvät paikkatietotarkastelut ovat osa Euroopan aluekehitysrahaston, Oulujoen vesistöalueen kuntien, yritysten ja Syken rahoittamaa ARVOVESI2-hanketta. Menetelmän kuvaus on lainattu HiiliVie-hankkeen raportista ”Paikkatieto ja toimintamallit valuma-aluesuunnittelussa – esimerkkejä ja hyviä käytäntöjä” (Marttunen ym. 2025). Koska esimerkiksi käytetyt indikaattorit eivät ole aivan samat kuin Kiurujoella, on kuvaukseen kuitenkin tehty joitakin muutoksia. Raportissa esitetyjä tuloksia on tarkoitus hyödyntää Vuolijoen valuma-alueelta yksityiskohtaisempaan tarkasteluun valittavan pilottialueen valinnassa.

2. Menetelmän kuvaus

2.1 Tavoitteet

Tarkastelun tavoitteina on:

- Tuottaa tietoa niistä potentiaalisista / tärkeimmistä valuma-alueista, joilla on suurin tarve / potentiaali vesienhallinta- ja ilmastotoimenpiteille ottaen huomioon myös vesien tilan ja luonnon monimuotoisuuden parantamisen tavoitteet. Tietoa hyödynnetään suunnittelun ja toimenpiteiden kohdentamisessa alueellisesti mahdollisiin ja vaikuttavimpiin paikkoihin.
- Edistää valuma-alueen eri sidosryhmien välistä vuoropuhelua potentiaalisten / kriittisten ”hot spot” -alueiden tunnistamiseksi.

Lisäksi koko valuma-alueelle tehdyissä tarkasteluissa koottu paikkatietoaineisto palvelee myös tarkempaan analyysiin valittavalla osavaluma-alueella tapahtuvaa yleissuunnittelua.

2.2 Indeksit ja indikaattorit

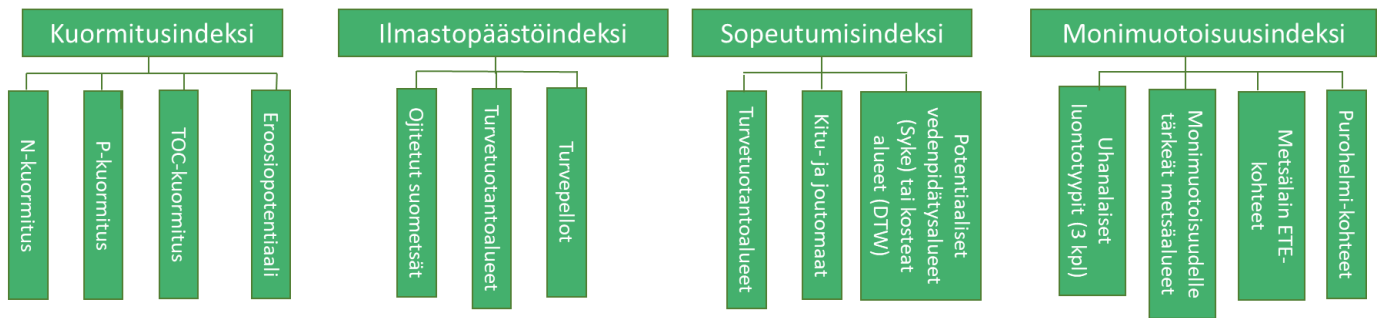
Kehitetyn kaksivaiheisen lähestymistavan ensimmäisen vaiheen kehysten muodostaa neljä kysymystä ja neljä indeksiä. Kysymykset, joihin etsitään vastausta ovat seuraavat:

Millä valuma-alueilla on suurin

- 1) vesistökuormitus (vesistökuormitusindeksi),
- 2) potentiaali maankäytön ilmastopäästöjen vähentämiselle (ilmastopäästöindeksi),
- 3) potentiaali ilmastomuutokseen sopeutumiselle (sopeutumisindeksi) ja
- 4) luonnon monimuotoisuus (monimuotoisuusindeksi)?

Kukin indeksi muodostuu kolmesta kuuteen paikkatietopohjaisesta indikaattorista (kuva 1). Lähestymistapaa kehitettäessä tunnistettiin aluksi suuri määrä potentiaalisia paikkatietolähteitä ja indikaattoreita. Niistä lopulliseen tarkasteluun päätyivät sellaiset, joiden tiedot ovat indeksin kannalta oleellisia ja jotka ovat saatavilla kaikilta valuma-alueilta pienellä työmäärällä. Esimerkiksi järvien ja jokien ekologista tilaa ei sisällytetty, koska sen huomioonottaminen olisi vaatinut yksityiskohtaisempaa ja varsin työlästä tarkastelua. Sen sijaan otettiin huomioon arviot pienten virtavesien luonnontilan muuttuneisuudesta (PUROHELMI-aineisto), koska siitä on helposti hyödynnettävissä olevaa paikkatietoaineistoa. Lisäksi huomiota kiinnitettiin siihen, ettei indikaattoreissa olisi päällekkäisyyttä.

Prioriteettivaluma-alueiden tunnistaminen



Kuva 1. Indeksit ja niiden laskennassa hyödynnetyt indikaattorit.

Indikaattorien valinnassa ja painotuksessa on tärkeää ottaa huomioon valuma-alueiden ominaispiirteet. Erityyppisillä alueilla erilaisten indikaattorien käyttö voi tulla kyseeseen. Taulukossa 1 on esitetty Vuolijoen tarkastelussa indeksilaskentaan käytettyjä kriteereitä, aineistoja, arvoja ja painoarvoja.

Vesistökuormitusindeksi

Vesistökuormitusindeksi kuvaa osavaluma-alueella syntyvää vesistökuormitusta. Se koostuu maaperän eroosiopotentiaalista sekä ravinteiden (typpi ja fosfori) ja orgaanisen kokonaishiilen (TOC) mallinnetusta yhteiskuormituksesta. Eroosiopotentiaalia kuvattiin RUSLE-eroosiomallista lasketulla osavaluma-aluekohtaisella keskiarvolla. Maa-alueelta tulevan typen, fosforin ja orgaanisen aineen yhteiskuormituksen määrä saatiin Suomen ympäristökeskuksen operatiivisesta WSFS-Vemala-kuormitusmallista. Kuormituksesta laskettiin osavaluma-alueelle keskiarvot.

Ilmastopäästöindeksi

Ilmastopäästöindeksillä kuvataan mahdollisuuksia alueen ilmastopäästöjen vähentämiseksi. Ilmastopäästöjen vähentäminen on mahdollista vaikuttamalla maankäyttöön suuripäästöisillä alueilla, kuten esimerkiksi ojitetuilla turvemaiden ja turvepelloilla. Osavaluma-alueella sijaitsevien ojitettujen suometsien ja turvetuotantoalueiden pinta-ala laskettiin Suomen ympäristökeskuksen Soiden ojitustilanne -paikkatietoaineistosta. Turvepellot tunnistettiin hyödyntäen Ruokaviraston peltolohkokisteriä ja GTK:n maaperäkarttaa. Kaikkien kolmen indikaattorin arvot laskettiin alueen suhteellisenä pinta-alana osavaluma-alueen pinta-alasta.

Sopeutumisindeksi

Sopeutumisindeksillä kuvataan vesien pidättämismahdollisuuksia, joka on olennainen osa ilmastomuutokseen sopeutumisen toiminna. Tulvavesiä voidaan pidättää esimerkiksi turvetuotantoalueilla ja potentiaalisilla vesienpalautuskohteilla. Turvetuotantoalueiden osuus saatiin Suomen ympäristökeskuksen Soiden ojitustilanne -paikkatietoaineistosta. Vesienpalautukseen potentiaalisesti soveltuvat kitu- ja joutomaakohteet tunnistettiin Suomen metsäkeskuksen kartta-aineistosta.

Luonnonmukaisten potentiaalisten pidätysalueiden paikkoja voidaan kuvata Suomen ympäristökeskuksessa kehitetyllä pidätysalueiden mallinnustyökalulla tuotetun paikkatiedon perusteella. Kyseistä aineistoa ei kuitenkaan ole saatavilla Vuolijoen tarkastelualueelta, joten korvaavana indikaattorina käytettiin luontaisesti kosteiden alueiden määrää. Näitä arvioitiin DTW (Depth to Water)-kosteusindeksin avulla. DTW kuvaa maanpinnan korkeusarvojen ja märeksi tunnistettujen virtuaaliuomien maanpinnan korkeusarvojen erotusta. Kosteiksi alueiksi määriteltiin alueet, joilla DTW on alle 25 cm. Tarkastelussa on käytetty DTW-karttoja 4 ha:n raja-arvolla, jonka voidaan katsoa edustavan loppukesän kosteusolosuhteita. Kaikkien indikaattorien arvot laskettiin alueen suhteellisenä pinta-alana osavaluma-alueen pinta-alasta.

Monimuotoisuusindeksi

Monimuotoisuusindeksi kuvaa monimuotoisuuden kannalta arvokkaita alueita. Monimuotoisuutta kuvaamaan valittiin erilaisia paikkatietoaineistoja, jotka olivat myös tarkoituksenmukaisia spatiaaliselta resoluutioltaan ja kattavuudeltaan. Luontotyyppien uhanalaisuusarviointi (LuTU) 2018-aineistosta huomioitiin osavaluma-alueelle sijoittuvat luontotyyppikohteet, jotka kuuluvat luokkiin äärimmäisen uhanalainen (CR), erittäin uhanalainen (EN) ja vaarantunut (VU).

Monimuotoisuudelle tärkeät metsäalueet tunnistettiin Zonation-ohjelmistolla (spatiaaliseen suojelupriorisointiin tarkoitettu ohjelmisto) tehdystä rasterista. Käytetty rasteri kuvaa vanhoja suojelualueita täydennettynä parhaan biodiversiteetin alueilla niin, että 10 % maakunnan luonnoltaan arvokkaimmista metsistä olisi suojelualuetta.

Metsälain erityisen tärkeiden elinympäristöjen pinta-ala saatiin Suomen metsäkeskuksen aineistosta. Luonnontilaisten pienvesien määrä alueella saatiin hyödyntäen PUROHELMi-hankkeessa tuotettuja paikkatietopohjaisia mallinnusarvioita pienten virtavesien habitaatin ja pohjaeläinlajiston luonnontilan muuttuneisuudesta. Aineistosta huomioitiin kohteet, joiden ennustettu luonnontilaisuusluokka on 4. tai 5. tai ennustettu pohjaeläimistön luonnontilaisuus on >70 %, ja laskettu näiden pituus suhteessa osavaluma-alueen uomaverkostoon.

2.3 Painoarvojen määrittäminen indikaattoreille

Indikaattorien arvot skaalataan välille 0–1. Kunkin indikaattorin kohdalla huonoin arvo on 0, esimerkiksi suurin fosforikuormitus tai pienin potentiaalisten veden pidätysalueiden määrä, ja paras arvo on 1. Muut arvot sovitetaan lineaarisesti 0–1 välille. Skaalauksessa saadaan osavaluma-alueille järjestys ja suhteelliset erot yhdenmukaisella tavalla, mutta ”hävitetään” myös informaatiota, koska skaalauksessa ei oteta huomioon huonoimman ja parhaimman arvon välistä eroa ja sen merkitystä tarkasteltavan näkökulman kannalta. On nimittäin mahdollista, että kaikki valuma-alueet saavat lähellä toisiaan olevia pieniä (tai suuria) arvoja tai että valuma-alueiden välillä on suuria eroja indikaattorien arvoissa. Siksi tarvitaan vielä vaihe (indikaattorien painotus), jossa otetaan kantaa siihen, kuinka merkittävä ero huonoimman ja parhaimman osa-valuma-alueen välillä on kunkin indikaattorin kohdalla. Tämä on keskeinen vaihe indeksitarkasteluja.

Asiantuntijat määrittävät indikaattoreille painoarvot ottaen huomioon sen, kuinka tärkeä indikaattori on kyseisen indeksin muihin indikaattoreihin verrattuna ja kuinka suuria eroja valuma-alueiden välillä on indikaattorien arvoissa. Mitä tärkeämpi indikaattori ja mitä suurempia eroja, sitä suurempi painoarvo. Painottamisessa kannattaa hyödyntää monitavoitearviointihankkeista saatuja kokemuksia (esim. Marttunen ym. 2019).

Monitavoitearvioinnin oppeja indeksitarkasteluihin:

- Vältettävä päällekkäisyyksiä indikaattoreissa: Vaarana tuplalaskenta ja tiettyjen ominaispiirteiden ylikorostaminen. Indikaattorien välisten korrelaatioiden tarkastelun tulee siksi olla osa tarkastelua.
- Yhtä suuren painoarvon antaminen indikaattoreille voi houkuttaa, mutta on lähtökohtaisesti virheellinen tapa. Jos valuma-alueiden välillä olevia eroja vaikutuksissa ei oteta huomioon, niin vaarana on pienten erojen ylikorostaminen (indikaattorien min ja max arvot lähellä toisiaan) tai suurten erojen aliarviointi (indikaattorien min ja max arvot etäällä toisistaan).¹
- Painoarvojen määrittämiseen on kehitetty lukuisia eri tekniikoita. Yksi teoreettisesti perustelluimmista on SWING-menetelmä (Tietolaatikko 1), mutta se on kognitiivisesti varsin haastava ja siksi olemme aikaisemmissa hankkeissamme hyödyntäneet visuaalista tekniikkaa kriteerien (tässä indikaattorien) painoarvojen määrittämisessä. Siinä tarkastellaan kahta

¹ Esimerkki: indikaattori A: min 10t€ ja max 50 t€ ja indikaattori B: min 5 M€ ja max 10 M€

→ Vaikutusten euromäärissä oleva 100-1000ertainen ero on otettava huomioon tarkastelussa painoarvon avulla

komponenttia: (i) indikaattorin yleistä tärkeyttä tarkasteltavan asian kannalta (x-akseli) ja (ii) vaihtoehtojen (tässä valuma-alueiden) vaikutuksissa olevan eron suuruutta (y-akseli, kuva X)

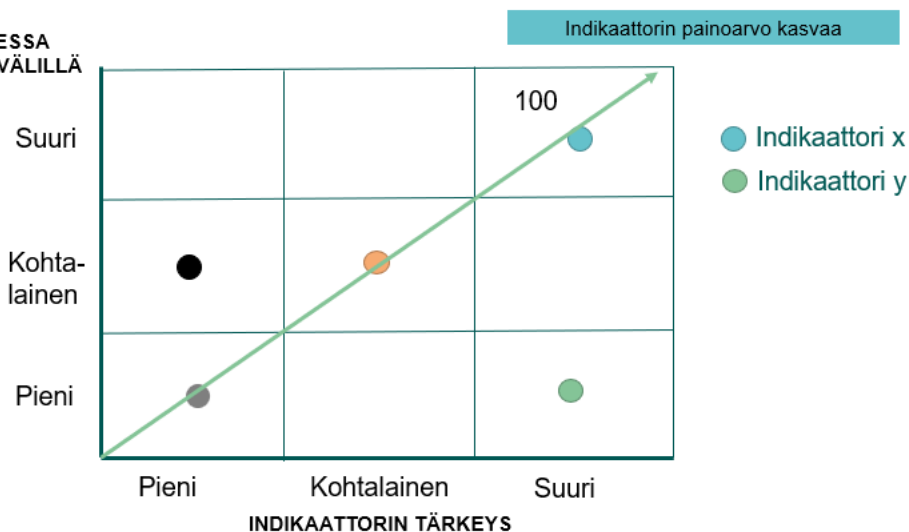
- Indikaattorien yhdistäminen ja kokonaisindeksin laskenta: On tärkeää, että indeksejä yhdistetään koherentilla tavalla. Toisin sanoen eri suuntaan vaikuttavia indikaattoreita tai indeksejä ei tulisi yhdistää, koska tulosten yksiselitteinen tulkinta on tällöin käytännössä mahdotonta.

TIETOLAATIKKO 1. SWING-painotusmenetelmä

- Ajattele, että kaikkien indikaattorien arvot ovat huonoimmalla tasolla.
- Minkä indikaattorin arvon nostaisit ensimmäiseksi parhaimmalle tasolle, jos tavoitteena on vesistökuormituksen vähentäminen / vesien tilan parantaminen Kiurujoen valuma-alueella. Anna tälle pistearvo 100.
- Jatka samalla logiikalla ja vertaa seuraavaksi tärkeimmän indikaattorien arvojen vaihteluvälin merkitystä tärkeimmäksi arvioituun ja anna pisteitä välillä 0-100. jne...
- Lopuksi pistearvot normalisoidaan jakamalla kunkin indikaattorin pistearvo indikaattorien pistearvojen summalla. Tällöin indikaattorien painoarvojen summa on 1

Kuormitusindeksi					
muuttuja	yksikkö	laskentatapa	minimiarvo	maksimiarvo	pistearvo
VEMALA N-kuorma (maa-alueelta syntyvä)	kg/km ² /v	painotettu keskiarvo (pinta-ala)	0,3	0,9	-
VEMALA P-kuorma (maa-alueelta syntyvä)	kg/km ² /v	painotettu keskiarvo (pinta-ala)	14,7	66,5	-
VEMALA TOC-kuorma (maa-alueelta syntyvä)	kg/km ² /v	painotettu keskiarvo (pinta-ala)	2581,0	12226,9	-
RUSLE	t/ha/v	keskiarvo	836,0	8423,0	-

ERO VAIKUTUKSESSA
VALUMA-ALUEIDEN VÄLILLÄ



Kuva 2. Visuaalinen tapa indikaattorin painoarvon määrittämiseksi kahden komponentin avulla. Yksinkertaisuuden vuoksi kuvassa on vain kolme luokkaa. Luokkia voi olla neljä (lisäksi erittäin suuri luokka). Kullekin kaavion "solulle" voidaan määrittää pistearvon vaihteluväli siten, että vasemmalla alhaalla on pienin pistearvo ja oikealla ylhäällä on pistearvo 100. Vuolijoen valuma-alueen tarkastelussa otettiin lisäksi huomioon se, kuinka laadukasta tietoa valitti indikaattori tuottaa arvioitavasta asiasta. Indikaattorin arvoa pienennettiin 25–50 %, jos sen katsottiin kuvaavan arvioitavaa asiaa muita indikaattoreita huonommin.

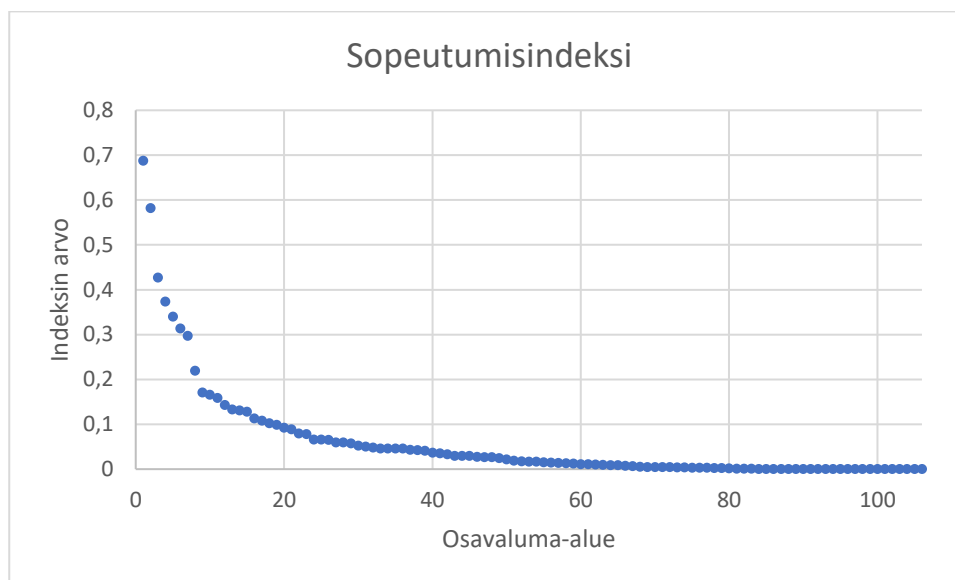
2.4 Indeksien laskenta

Indeksin arvo valuma-alueelle X määräytyy siis valuma-alueen kunkin indikaattorin "hyvyysarvon" ja indikaattorin painoarvon perusteella (kerrotaan hyvyysarvo indikaattorin i suhteen [0–1 välillä oleva arvo] indikaattorin i painoarvolla [0–1 välillä oleva arvo] ja summataan kaikille kyseisen indeksin indikaattoreille lasketut arvot).

Tarkastelun tuloksena valuma-alueet saadaan järjestykseen indeksiarvojen perusteella. Tarkastelun perusteella ei voida kuitenkaan sanoa, onko kuormitus absoluuttisesti suurta tai pientä, koska skaalauksesta (0–1 välille) johtuen tulokset kuvaavat valuma-alueiden välillä olevia suhteellisia eroja. Siten muiden indeksilähestymistapojen tapaan menetelmä soveltuu alueiden vertailuun eikä mittaamiseen (Reckien 2018). Indeksikohtaisia tuloksia voidaan esittää erilaisilla värikoodeilla teemakarttojen avulla. Lisäksi tuloksia voidaan havainnollistaa valuma-alueista laadituilla pylväsdiagrammeilla, joista käy ilmi, mikä on eri indikaattorien osuus indeksin arvossa

Neljää indeksiä ei yhdistetty yhdeksi kokonaisindeksiksi, koska sen tulkinta olisi ollut erittäin vaikeaa erilaisia asioita kuvaavien indikaattorien takia.

Indeksit luokiteltiin kuvissa tasavälisillä asteikoilla, johtuen joidenkin indeksien arvojen epätasaisesta jakaumasta. Esimerkiksi jos sopeutumisindeksi (kuva 4) luokiteltaisiin esimerkiksi kvantiilien (prosenttipisteiden) perusteella, ylimpien luokkien sisällä arvojen erot olisivat hyvin suuria ja vastaavasti alempien luokkien sisällä arvojen erot erittäin pieniä. Koska eri indikaattorien suhteen jakaumat voivat olla hyvin erilaisia, kuvien tulkinta ja eri indikaattorien vertailu toisiinsa olisi huomattavasti vaikeampaa kuin tasavälisellä asteikolla.



Kuva 3. Sopeutumisindeksin arvojen jakauma osavaluma-alueittain Kiurujoella. Kiurujoen tarkastelussa osavaluma-alueita oli 106.

3. Valuma-alueen kuvaus ja osavaluma-aluejako

Vuolijoen valuma-alueen pinta-ala on noin 290 km². Sen järvisyys on alhainen (1,1 %). Valuma-alueen latvoilla sijaitsee kaksi pientä suojärveä/lampea Saaresjärvi ja Ryynänen. Vuolijoki laskee pohjoisessa Oulujärveen. Alueen maaperä koostuu suurimmaksi osaksi turvemaista (noin 47 % pintamaalajeista), joista suurin osa on ojitettu ja sekalajitteisista maalajeista (30 % pintamaalajeista). Noin 90 % valuma-alueesta on metsäaluetta. Peltojen osuus valuma-alueen pinta-alasta on 3,6 % ja ne sijaitsevat pääosin valuma-alueen pohjoisosissa.

Valuma-alueen pohjoisosissa sijaitsee 6 kpl turvetuotantoalueita. Näistä osa on edelleen turvetuotannossa ja osa siirretty erilaisiin jatkokäyttötarkoituksiin, kuten maa- tai metsätalouden piiriin. Ainoa edelleen tuotannossa oleva alue on noin 65 ha kokoinen Lampsuon turvetuotantoalue valuma-alueen koillisosassa. Pääosin maatalouden käytössä ovat Lämpsännevan alue (nurmea) ja Vaivaisuon alue (heinää). Tämän lisäksi

Luodesuon alue on osittain peltoviljelyn ja osittain metsätalouden käytössä. Väyryssuon turvetuotantoalueet (2 erillistä aluetta) ovat pääosin metsätalouden käytössä.

Indeksien laskentaa varten turvetuotantoalueet on tunnistettu Suomen ympäristökeskuksen Soiden ojitustilanne- aineistosta. Indikaattorikartoissa turvetuotantoalueita on havainnollistettu Suomen ympäristökeskuksen ”Turvetuotantoalueet ja niiden jälkikäyttö” aineiston avulla (tästä tarkemmin luvussa 5.7).

Vain Vuolijoen valuma-alueen käsittävää paikkatietoaineistoa ei ollut valmiiksi saatavilla, joten valuma-alue määritettiin käyttämällä Suomen ympäristökeskuksen VALUE valuma-alueen rajaustyökalua. Tämän jälkeen valittiin Suomen ympäristökeskuksen tekemän valtakunnallisen valuma-aluejaon neljännen jakovaiheen valuma-alueet, jotka osuvat määritetylle alueelle, jolloin saatiin alueen osavaluma-alueet. Tarkastelussa Vuolijoen valuma-alue muodostuu yhteensä 14 osavaluma-alueesta, joiden pinta-alat vaihtelevat välillä 2–70 km² (keskiarvo noin 21 km²). Huomionarvoista on, että neljännen jakovaiheen valuma-alueet ja VALUE-työkalulla määritellyn valuma-alueen rajaukset eroavat hieman toisistaan. Tämä ei kuitenkaan vaikuta merkittävästi valuma-alueiden kokonaispinta-alaan. Osavaluma-alueet on numeroitu niiden keskipisteen sijainnin perusteella pohjoisesta etelään edeten.

4. Painoarvot indikaattoreille

Indeksien laskemisessa käytettiin taulukossa 1 kuvattuja painoarvoja. Kunkin indeksin indikaattorien painoarvojen summa oli yksi. Tässä vaiheessa pistearvot on määrittänyt vain yksi asiantuntija. Painoarvojen määrittämisessä on otettu huomioon indikaattorin tärkeys tarkasteltavan asian kannalta ja indikaattorien välillä olevat vaikutuserot (ks. kuva 2).

Taulukko 1. Vuolijoen tarkasteluissa käytetyt indikaattorit ja niiden painoarvot

Muuttuja	Yksikkö	Aineistolähde	Minimi arvo	Maksimi arvo	Paino arvo
Vesistökuormitusindeksi					
N-kuormitus (maa-alueelta syntyvä)	kg/km ² /v	Syken WSFS-Vemala-kuormitusmalli	0,23	0,55	0,3
P-kuormitus (maa-alueelta syntyvä)	kg/km ² /v	Syken WSFS-Vemala-kuormitusmalli	6,77	24,43	0,4
TOC-kuormitus (maa-alueelta syntyvä)	kg/km ² /v	Syken WSFS-Vemala-kuormitusmalli	4320	5649	0,1
Eroosiopotentiaali	t/ha/v	Luken ja Karelialan RUSLE-eroosiomalli 2021	1,04	2,45	0,2
Ilmastopäästöindeksi					
Ojitetut turvemaat (suometsät)	% kokonaispinta-alasta	Syken soiden ojitustilanne 2009 -paikkatietoaineisto	29 %	50 %	0,6
Turvetuotantoalueet	% kokonaispinta-alasta	Syken soiden ojitustilanne 2009 -paikkatietoaineisto	0 %	6 %	0,2
Turvepellot	% kokonaispinta-alasta	MML:n maastotietokannan peltoaineisto, GTK:n maaperäkartta	0 %	5 %	0,2
Sopeutumisindeksi					
Turvetuotantoalueet	% kokonaispinta-alasta	Syken soiden ojitustilanne 2009 -paikkatietoaineisto	0 %	6 %	0,1
Vedenpalautukseen potentiaaliset kitu- ja joutomaat	% kokonaispinta-alasta	Suomen metsäkeskuksen paikkatietoaineisto	0 %	32 %	0,5
Alueet, joilla DTW alle 50 cm	% kokonaispinta-alasta	Syken paikkatietoaineisto	14 %	36 %	0,4
Monimuotoisuusindeksi					
Luontotyyppit (Cr eli äärimmäisen uhanalaiset)	kohteiden lkm/km ²	Luontotyyppien uhanalaisuusarvioinnin 2018 esiintymäaineistot (Syke)	0	0	0
Luontotyyppit (EN eli erittäin uhanalaiset)	kohteiden lkm/km ²	Luontotyyppien uhanalaisuusarvioinnin 2018 esiintymäaineistot (Syke)	0	0	0
Luontotyyppit (VU eli vaarantuneet)	kohteiden lkm/km ²	Luontotyyppien uhanalaisuusarvioinnin 2018 esiintymäaineistot (Syke)	0	0,5	0,3
Monimuotoisuudelle tärkeät metsäalueet	% kokonaispinta-alasta	Syken paikkatietoaineisto	0 %	2 %	0,2
Metsälain erityisen tärkeät elinympäristöt	% kokonaispinta-alasta	Syken paikkatietoaineisto	0 %	0 %	0,1
Hyvälaatuiset pienvesistöt	Purohelmikohteen pituus suhteessa uomaverkoston pituuteen	Syken PUROHELMi-hankkeessa tuotettu paikkatietoaineisto	0 %	61 %	0,4

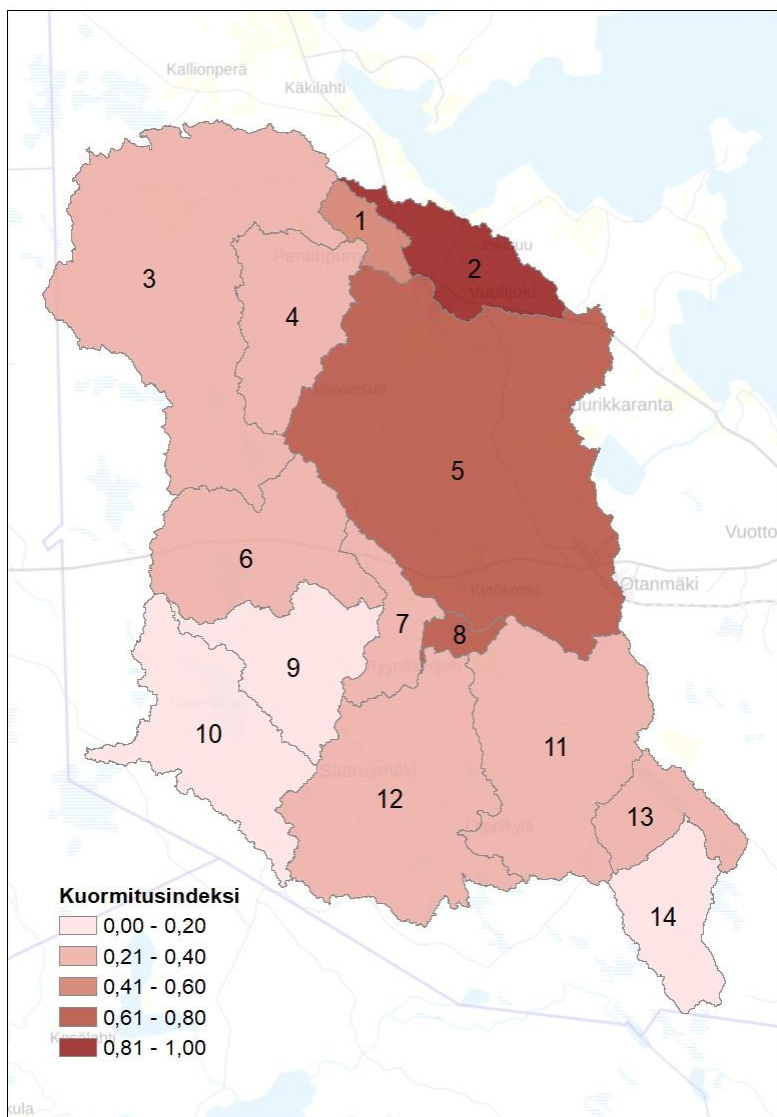
5. Tulokset

5.1 Vesistökuormitusindeksi

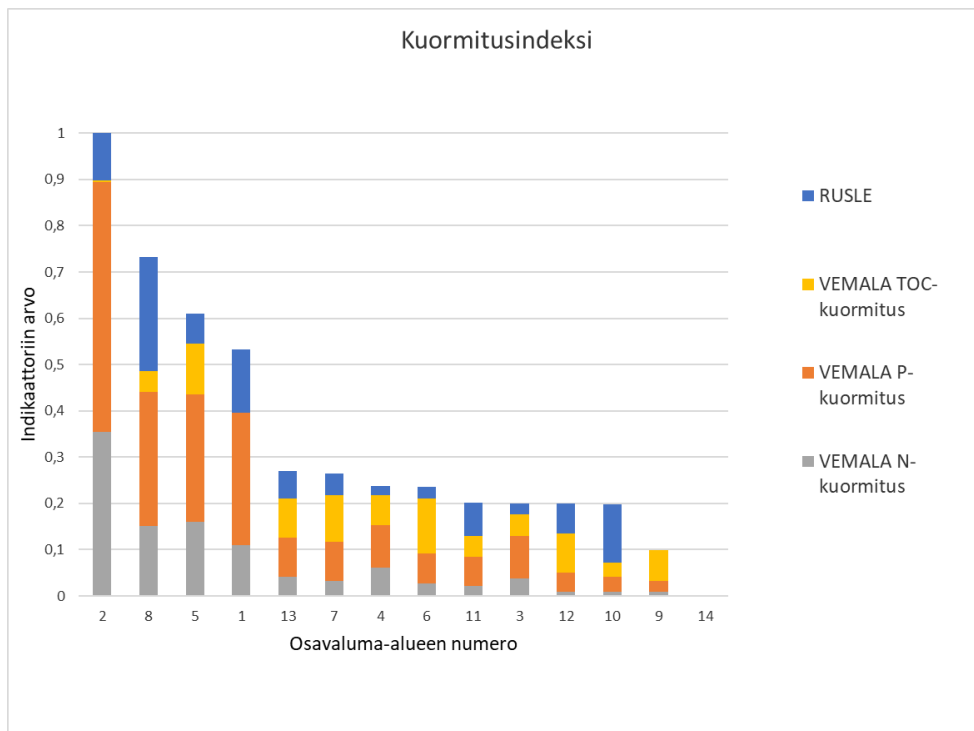
Vesistökuormitusindeksin (osavaluma-alueiden keskiarvo 0,34) arvot jakaantuvat epätasaisesti. Suurimman arvon osavaluma-alue saa selvästi muita suuremman pistemäärän ja neljän kärkisijoille sijoittuvan osavaluma-alueen pistemäärät ovat selvästi keskiarvoa korkeammat. Indikaattoreista suurimman painoarvon (0,4) sai P-kuormitus ja näin ollen sillä on suurin vaikutus indeksin arvoihin.

Suurimman vesistökuormitusindeksin saanut osavaluma-alue (2) sijaitsee valuma-alueen pohjoisosassa, jossa Vuolijoki laskee Oulujärveen. Valuma-alue on pinta-alaltaan melko pieni (noin 10 km²). Alueella on suhteessa sen kokoon kaikista osavaluma-alueista suurimmat P- ja N-kuormitukset. Osavaluma-alueella on keskiarvoon verrattuna pieni TOC-kuormitus, RUSLE:n perusteella arvioitu eroosipotentiaali on hieman keskiarvoa suurempaa. Toiseksi sijoittunut osavaluma-alue (8) sijaitsee alueen keskiosissa ja on osavaluma-alueista pienin (pinta-ala noin 2 km²). Osavaluma-alueella on kaikista suurin eroosipotentiaali, toiseksi suurin P-kuormitus ja kolmanneksi suurin N-kuormitus. TOC-kuormitus on kuitenkin osavaluma-alueella alle keskiarvon. Kahden kärkisijan valuma-alueen pienet TOC-kuormituksen arvot selittyvät ainakin osittain niiden melko pienellä turvemaiden osuudella verrattuna muihin alueisiin. Toisaalta esimerkiksi osavaluma-alueella 14 on suuri TOC-kuormitus, mutta osavaluma-alueista pienin ojitettujen turvemaiden ala.

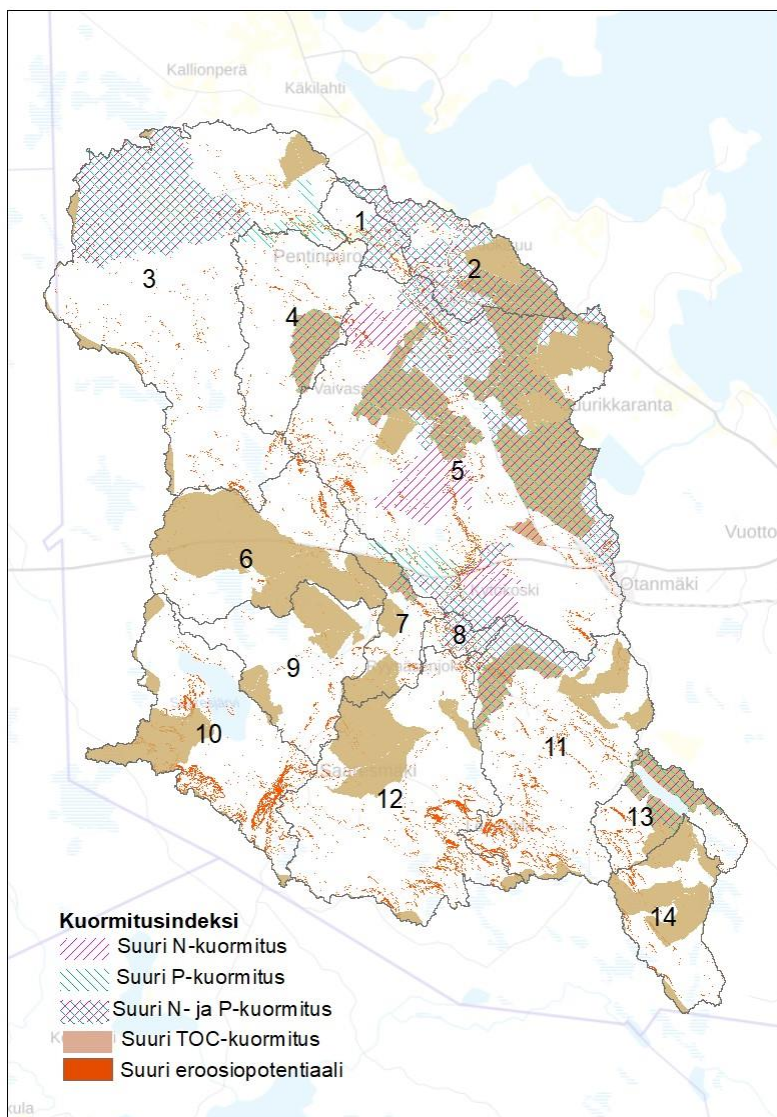
Kuva 6 on esitetty kuormitusindeksiin vaikuttavien indikaattorien sijoittuminen osavaluma-alueille.



Kuva 4. Kuormitusindeksin arvot Vuolijoen valuma-alueella



Kuva 5. Kuormitusindeksin koostuminen eri indikaattoreista osavaluma-alueittain



Kuva 6. Kuormitusindeksiin vaikuttavat indikaattorit Vuolijoen valuma-alueella

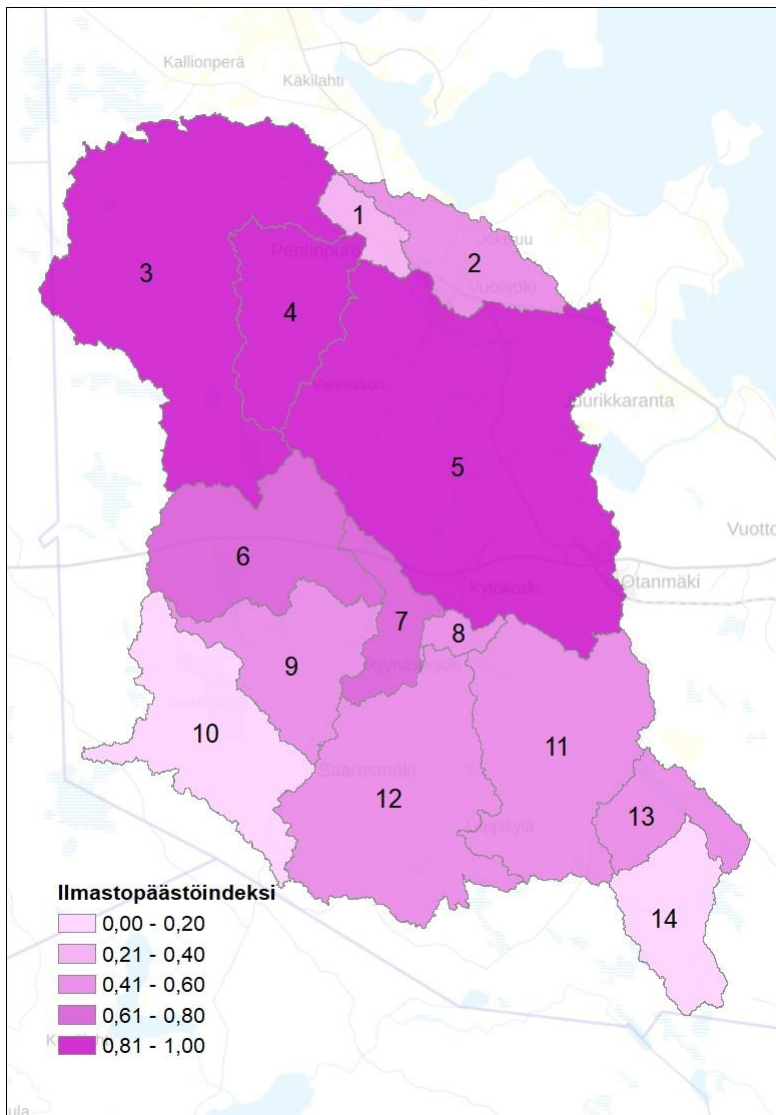
5.2 Ilmastopäästöindeksi

Ilmastopäästöindeksin arvot (osavaluma-alueiden keskiarvo 0,56) jakaantuvat jonkin verran vesistökuormitusindeksiä tasaisemmin. Suurimman pistemäärän valuma-alue ei erotu muista niin selvästi, kuitenkin viiden kärkisijoille sijoittuvan osavaluma-alueen pistemäärät ovat selvästi keskiarvoa korkeammat. Ojitettujen turvemaiden määrä sai indikaattoreista suurimman painoarvon (0,6; vrt. turvepellot ja turvetuotantoalueet 0,2) ja vaikuttaa näin kaikista eniten indeksin yhteispistemäärään.

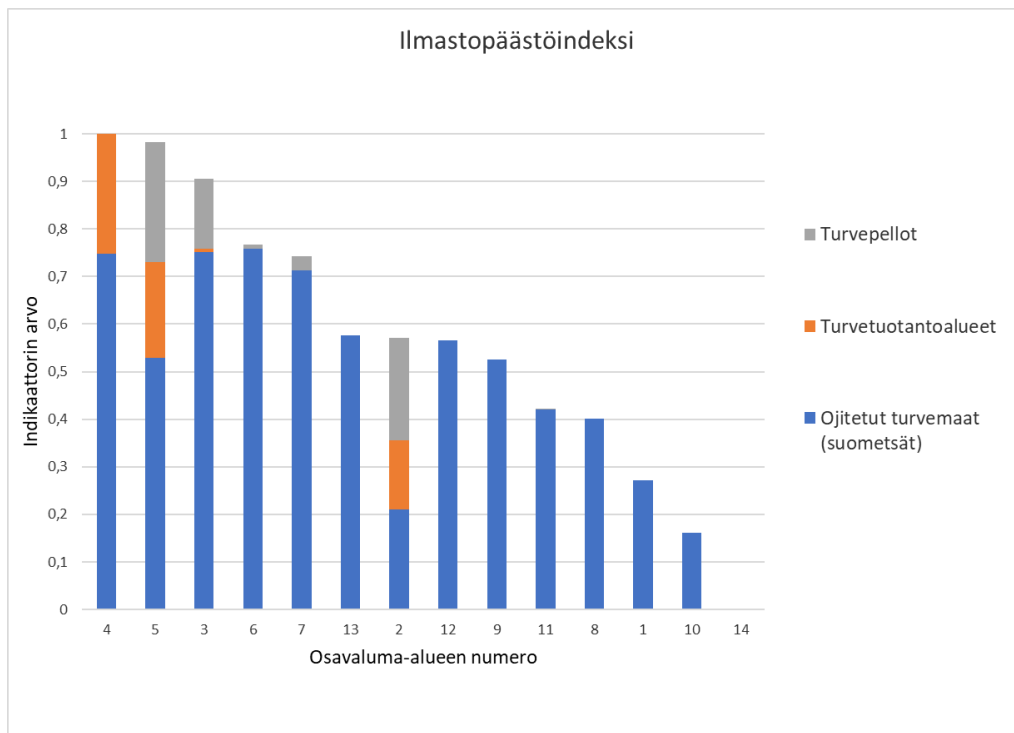
Suurimman pistemäärän saanut osavaluma-alue (4) sijaitsee alueen luoteisosassa. Se on kooltaan alle keskiarvon (pinta-ala 15 km²) ja sillä sijaitsee paljon ojitettuja turvemaita (50 % pinta-alasta) ja myös turvetuotantoalueita (noin 5 % pinta-alasta). Alueella ei kuitenkaan sijaitse turvepeltoja.

Toiseksi sijoittunut osavaluma-alue (5) sijaitsee edellä mainitun alueen itäpuolella. Tämä on kaikista osavaluma-alueista suurin (noin 70 km²) ja sillä sijaitsee paljon ojitettuja turvemaita (noin 44 % pinta-alasta). Alueella on myös merkittävän paljon turvetuotantoalueita (4 % pinta-alasta) ja turvepeltoja (5 % pinta-

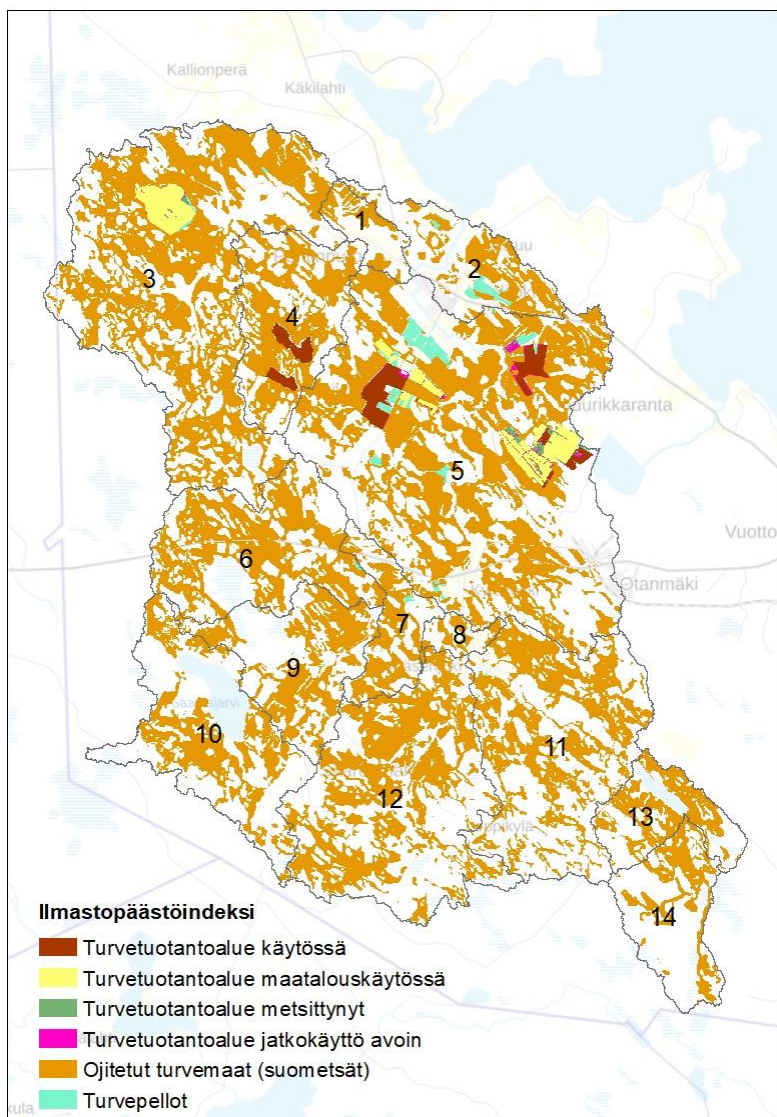
alasta). Kuvassa 9 on esitetty ilmastopäästöindeksiin vaikuttavien indikaattorien sijoittuminen osavaluma-alueille.



Kuva 7. Ilmastopäästöindeksin arvot Vuolijoen valuma-alueella



Kuva 8. Ilmastopäästöindeksin koostuminen eri indikaattoreista osavaluma-alueittain

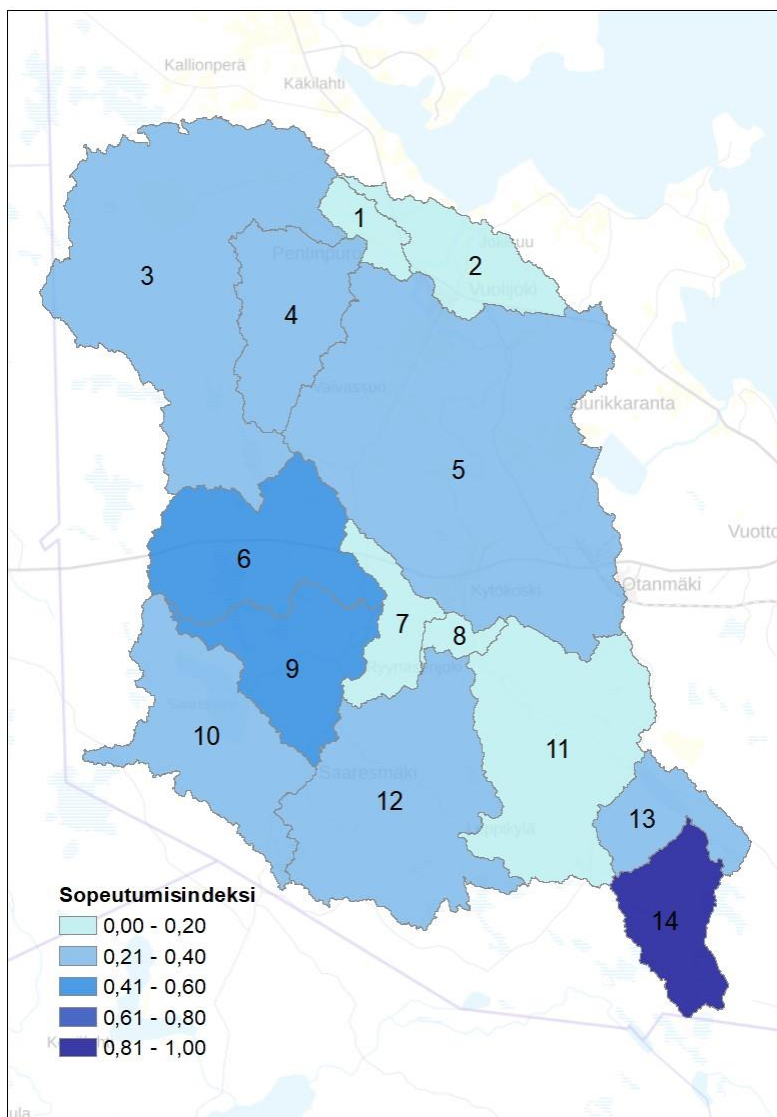


Kuva 9. Ilmastopäästöindeksiin vaikuttavat indikaattorit Vuolijoen valuma-alueella

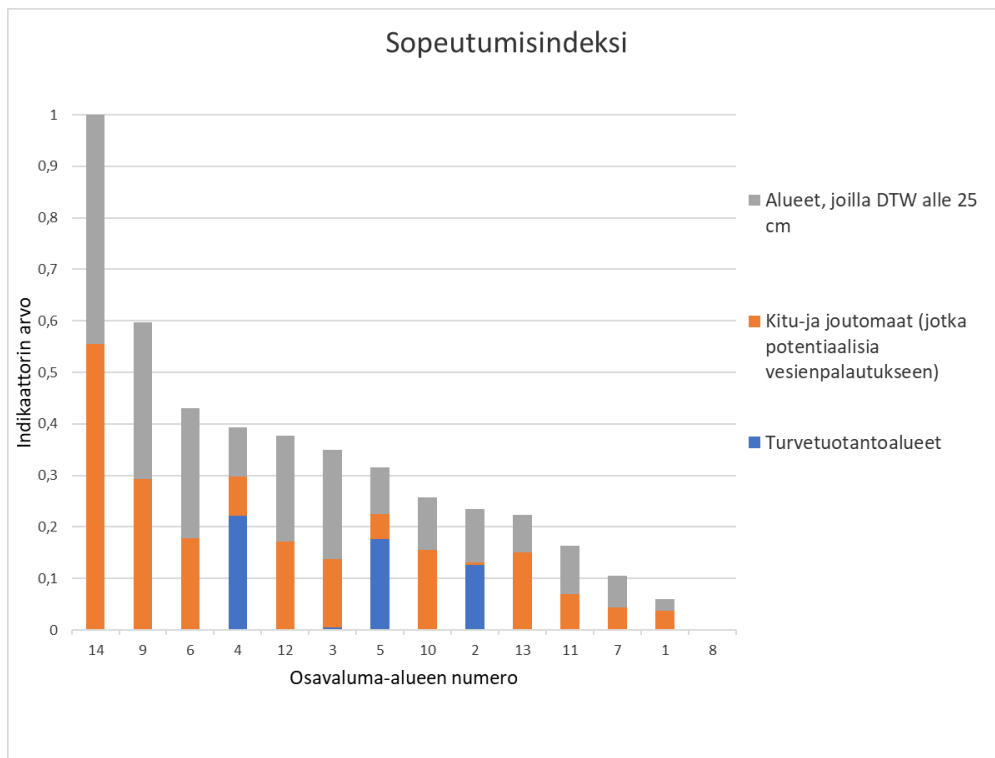
5.3 Sopeutumisindeksi

Suurimman sopeutumisindeksin (osavaluma-alueiden keskiarvo 0,32) arvon saanut osavaluma-alue saa selvästi muita suuremman pistemäärän. Muiden osavaluma-alueiden pistemäärät jakautuvat tasaisemmin. Kosteita alueita on tasaisen paljon koko Vuolijoen valuma-alueella, joten niiden määrä vaikutti eniten osavaluma-alueiden saamiin indeksiarvoihin, vaikka niiden saama painoarvo (0,4) olikin hieman pienempi kuin kitu- ja joutomailla (0,5).

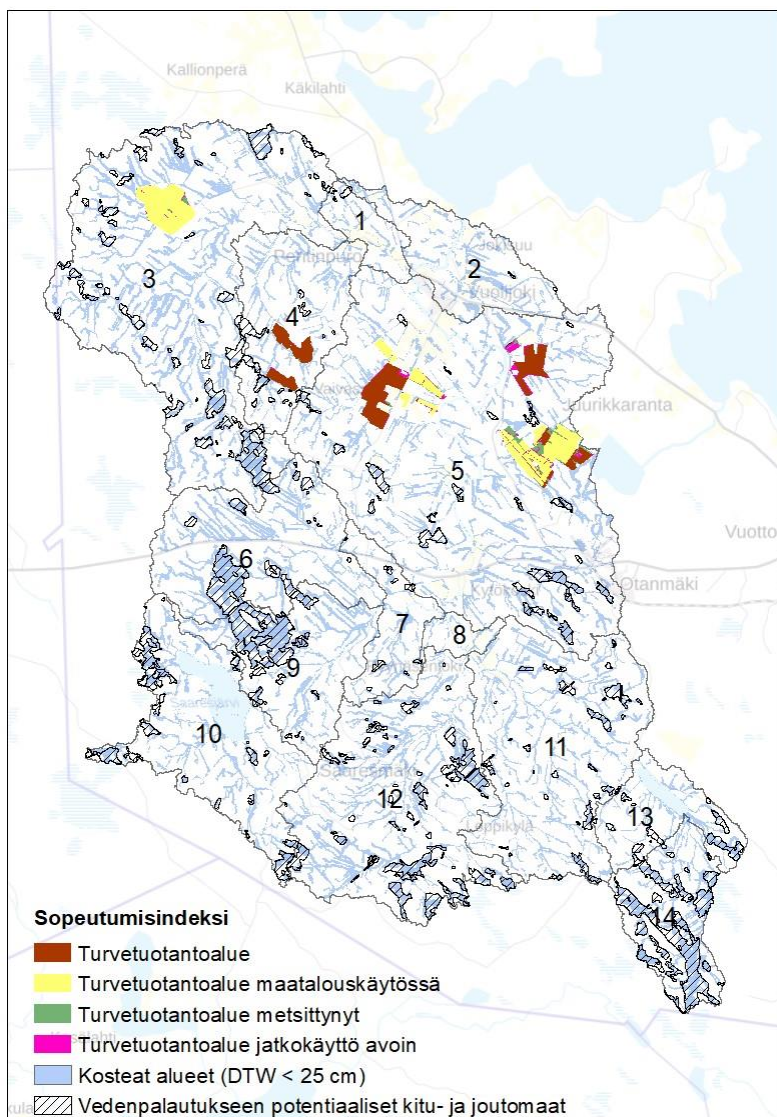
Suurimman sopeutumisindeksin saanut osavaluma-alue (14) sijoittuu alueen kaakkoiseen osaan. Alue on pinta-alaltaan 11 km². Sen pinta-alasta 36 % on kosteita alueita ja 32 % on vedenpalautukseen potentiaalisia kitu- ja joutomaita. Alueella ei ole turvetuotantoalueita. Toiseksi sijoittunut osavaluma-alue (9) on hieman suurempi (14 km²) ja se sijaitsee alueen läntisessä osassa. Myös siellä sijaitsee paljon kosteita alueita (29 % pinta-alasta) ja melko paljon vedenpalautukseen sopivia kitu- ja joutomaita (17 % pinta-alasta). Tälläkään alueella ei ole turvetuotantoalueita. Kuvassa 12 on esitetty sopeutumisindeksiin vaikuttavien indikaattorien sijoittuminen osavaluma-alueille.



Kuva 10. Sopeutumisindeksin arvot Vuolijoen valuma-alueella



Kuva 11. Sopeutumisindeksin koostuminen eri indikaattoreista osavaluma-alueittain



Kuva 12. Sopeutumisindeksiin vaikuttavat indikaattorit Vuolijoen valuma-alueella

5.4 Monimuotoisuusindeksi

Monimuotoisuusindeksin arvot jakaantuvat epätasaisesti (valuma-alueiden keskiarvo 0,37) ja kolmen kärkisijoille sijoittuvan osavaluma-alueen pistemäärät ovat selvästi keskiarvoa korkeammat.

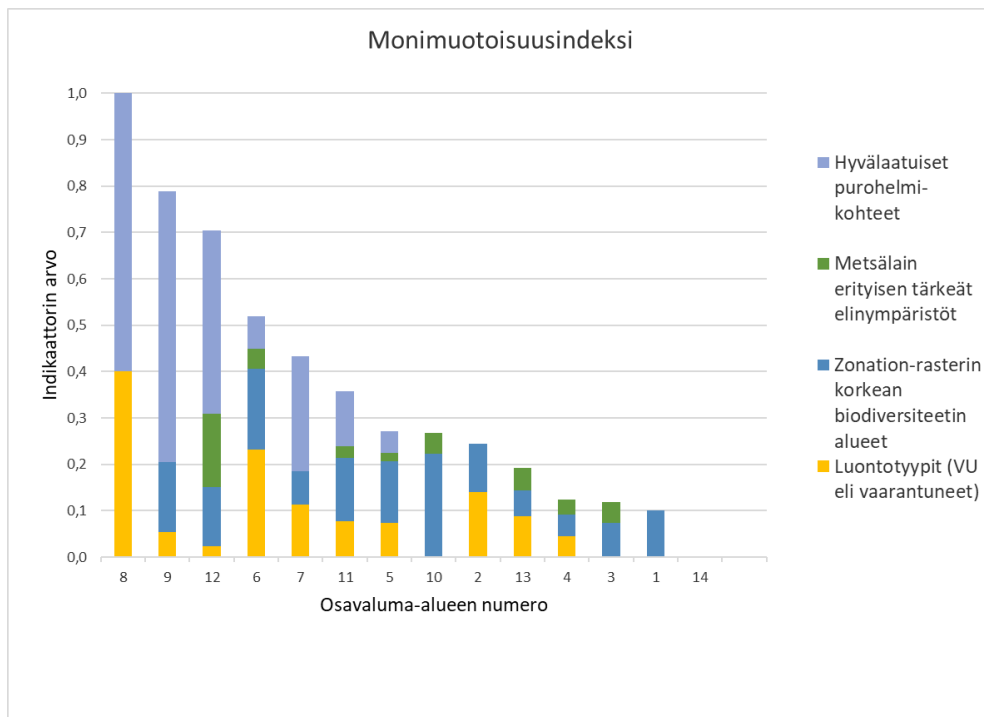
Hyvälaatuisten pienvesien esiintyminen sai indikaattoreista suurimman painoarvon (0,4) ja sillä on myös suurin vaikutus osavaluma-alueiden pistemääriin. Suurimman monimuotoisuusindeksin saanut osavaluma-alue (8) sijaitsee alueen keskiosissa. Se on pinta-alaltaan pieni (noin 2 km²). Alueelle sijoittuu paljon hyvälaatuisia pienvesiä suhteessa uomaverkoston pituuteen (61 % uomaverkoston pituudesta hyvälaatuisia purohelmi-kohteita). Vuolijoen uoma osavaluma-alueella kuuluu myös vaarantuneeseen luontotyyppiin ”keskisuuret havumetsävyöhykkeen joet”. Alueella ei sijaitse monimuotoisuudelle tärkeitä metsäalueita tai metsälain erityisen tärkeitä elinympäristöjä.

Toiseksi sijoittunut osavaluma-alue (9) sijaitsee edellä mainitusta alueesta luoteeseen. Tämän alueen pinta-ala on suurempi (14 km²). Myös tälle osavaluma-alueelle sijoittuu suhteessa uoman pituuteen paljon hyvälaatuisia pienvesiä (60 % uomaverkoston pituudesta hyvälaatuisia purohelmi-kohteita). Tämän lisäksi alueen läpi kulkevan Saaresjoen uoma kuuluu osittain vaarantuneeseen luontotyyppiin ”havumetsävyöhykkeen purot ja pikkujoet”. Alueella sijaitsee myös jonkin verran monimuotoisuudelle

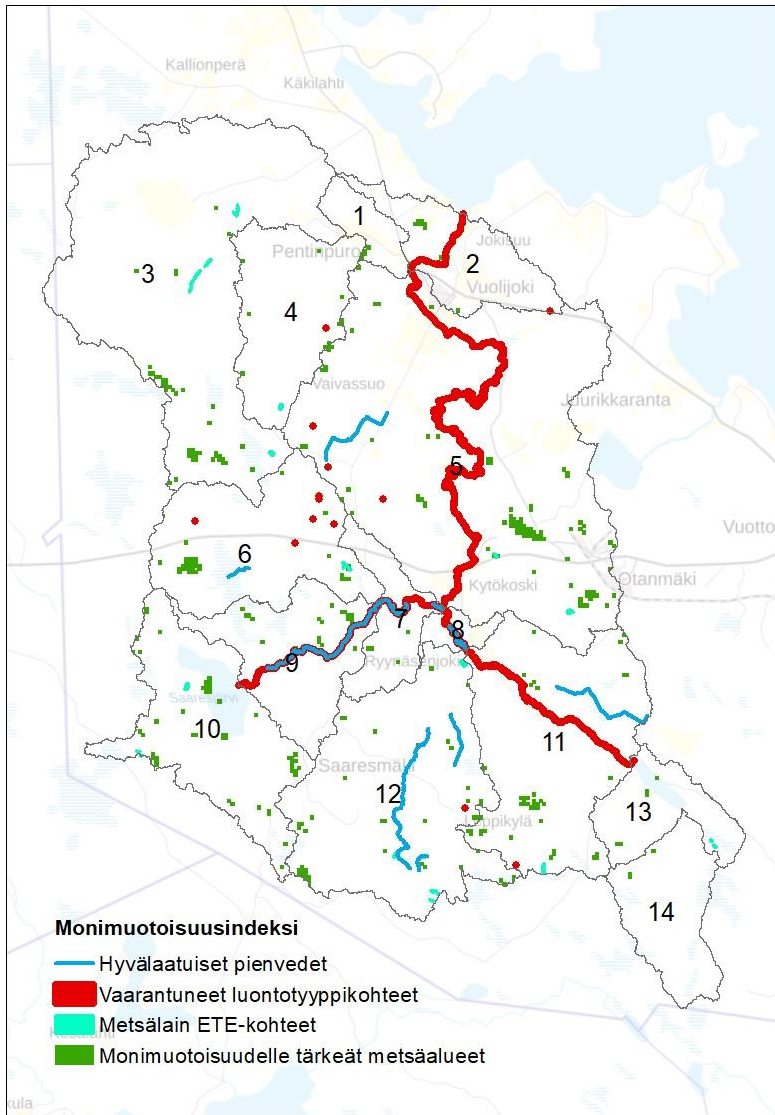
Monimuotoisuusindeksi

0,00 - 0,20
0,21 - 0,40
0,41 - 0,60
0,61 - 0,80
0,81 - 1,00

20



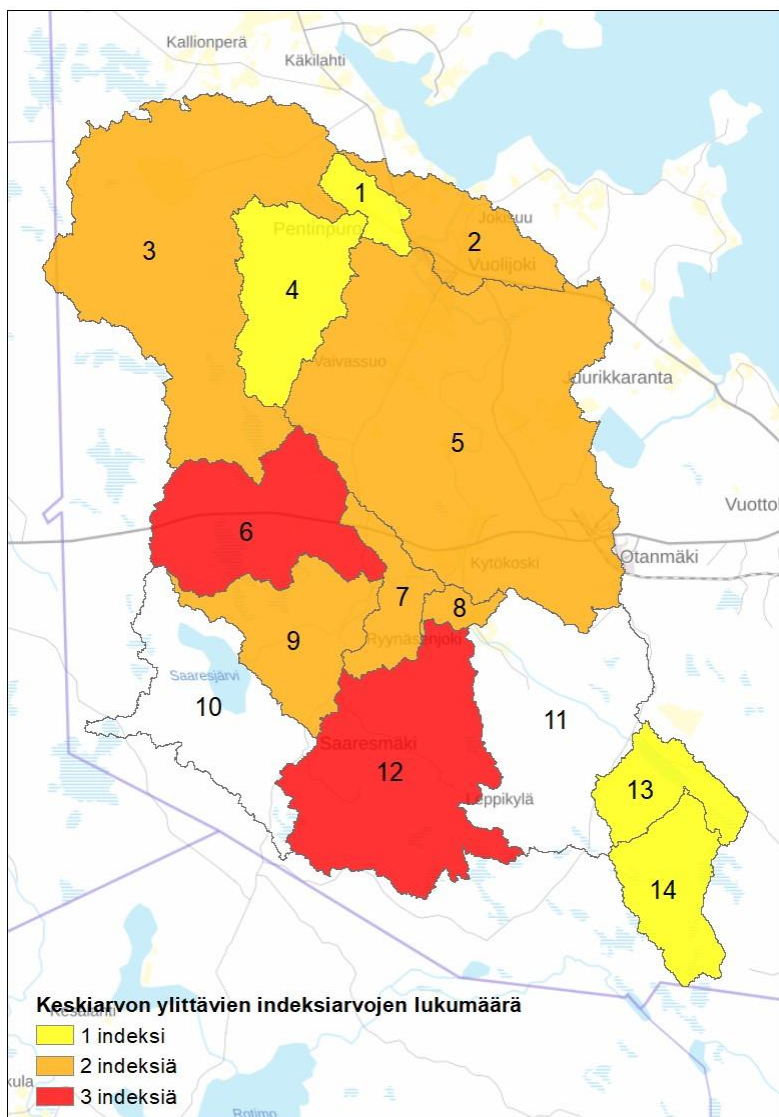
Kuva 14. Monimuotoisuusindeksin koostuminen eri indikaattoreista osavaluma-alueittain



Kuva 15. Monimuotoisuusindeksiin vaikuttavat indikaattorit Vuolijoen valuma-alueella

5.5 Prioriteettialueet kaikki indeksit huomioon ottaen

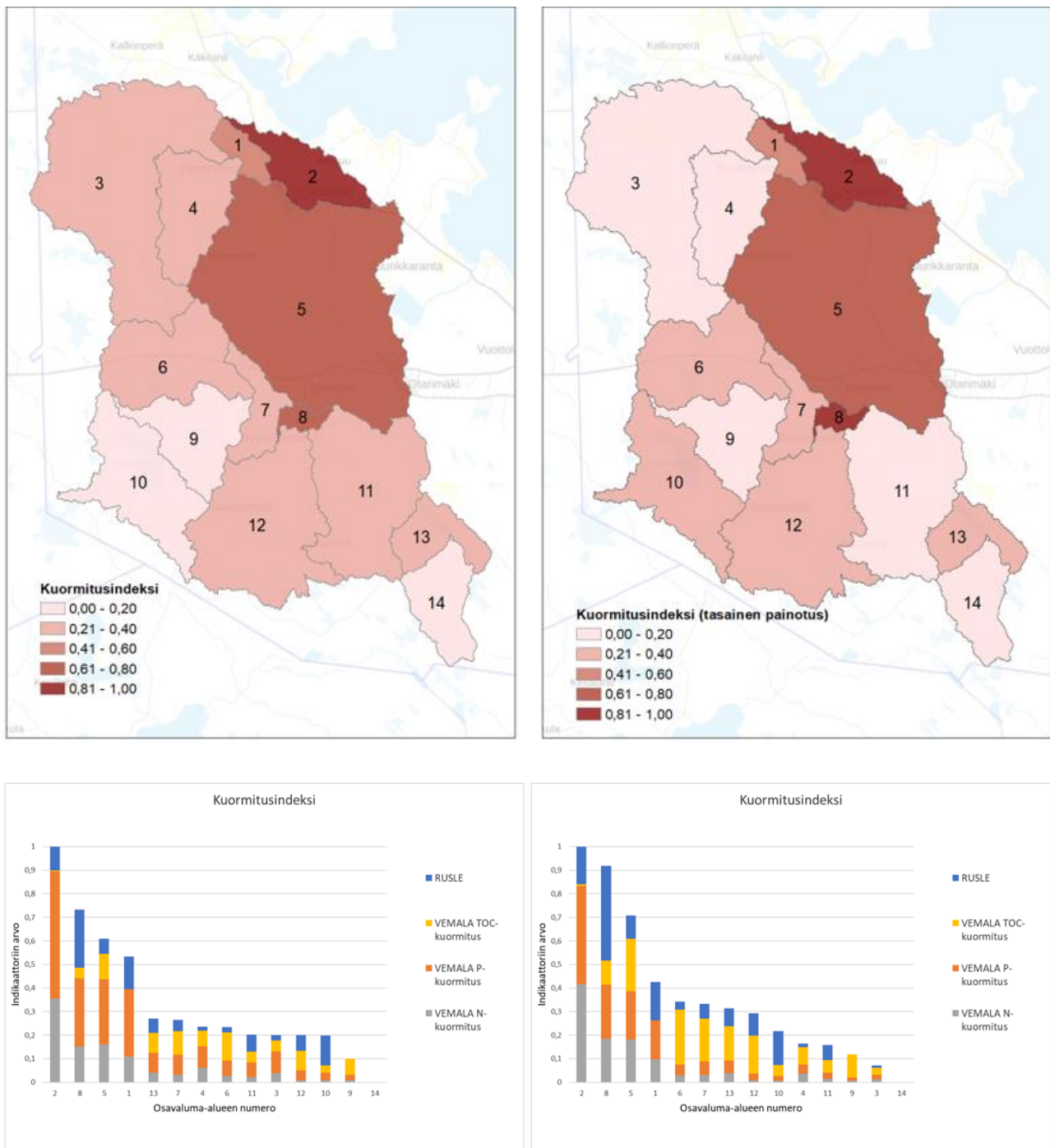
Kuvassa 16 on esitetty valuma-alueet, joilla yhden tai useamman indeksin arvo ylittää kyseisen indeksin keskiarvon. Kahdella valuma-alueella (valuma-alueet 6 ja 12) kolmen indeksin arvo on yli keskiarvon. Molemmilla valuma-alueilla on keskiarvon ylittävät ilmastopäästö-, sopeutumis-, ja monimuotoisuusindeksit. Tämän lisäksi kaksi indeksiä ylitti keskiarvon osavaluma-alueilla 2 ja 5 (ilmastopäästö- ja kuormitusindeksit), 3 (ilmastopäästö- ja sopeutumisindeksit), 7 (ilmastopäästö- ja monimuotoisuusindeksit), 8 (kuormitus- ja monimuotoisuusindeksit) ja 9 (sopeutumis- ja monimuotoisuusindeksit).



Kuva 16. Valuma-alueet, joiden indeksien arvot ylittävät keskiarvon

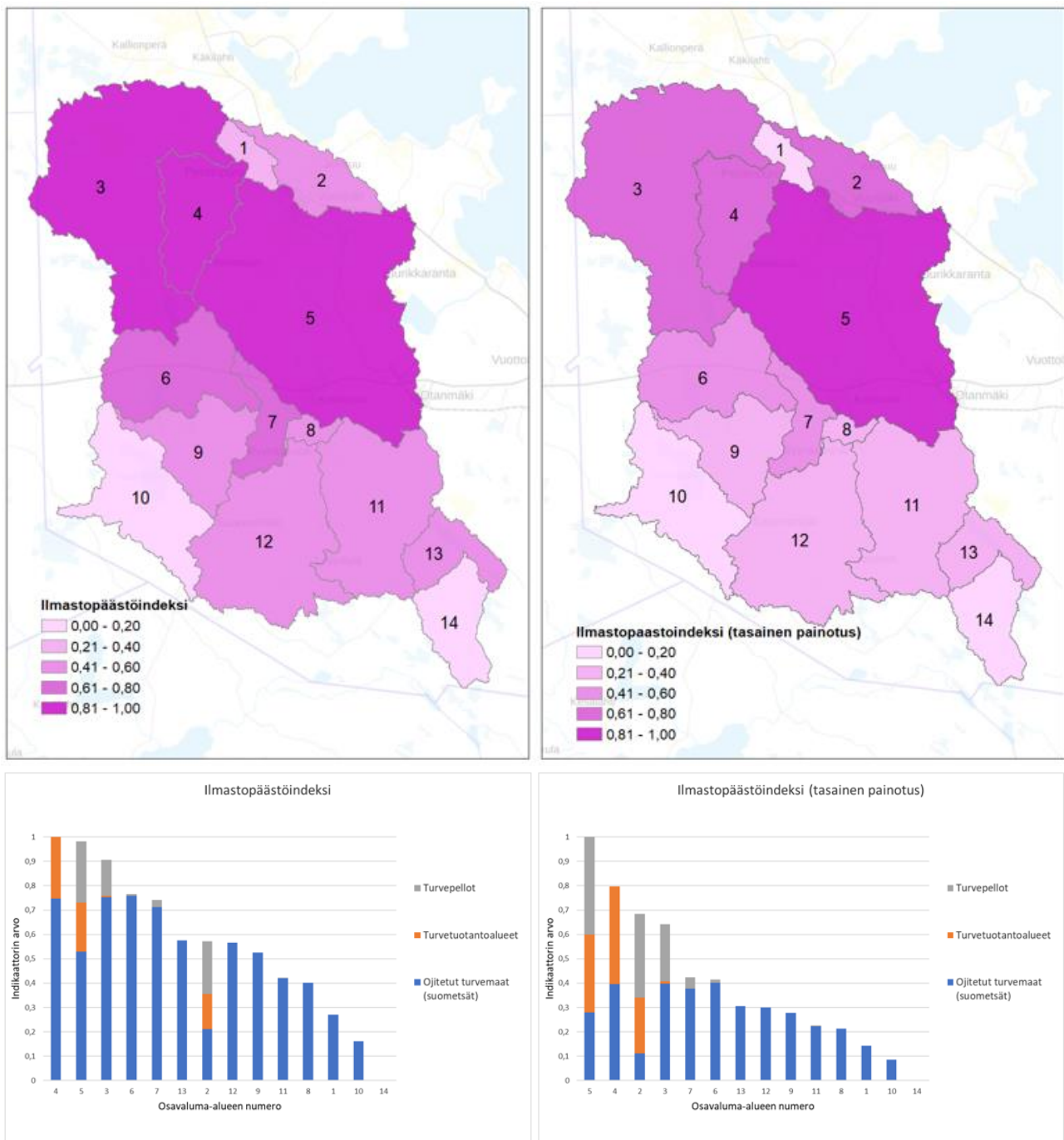
5.6 Herkkyystarkastelu

Tulosten herkkyyttä painoarvojen muutoksille tarkasteltiin laskemalla kunkin indeksin tulokset myös tasaisilla painoarvoilla ja vertailemalla niitä aiemmin laskettuihin indeksiarvoihin.



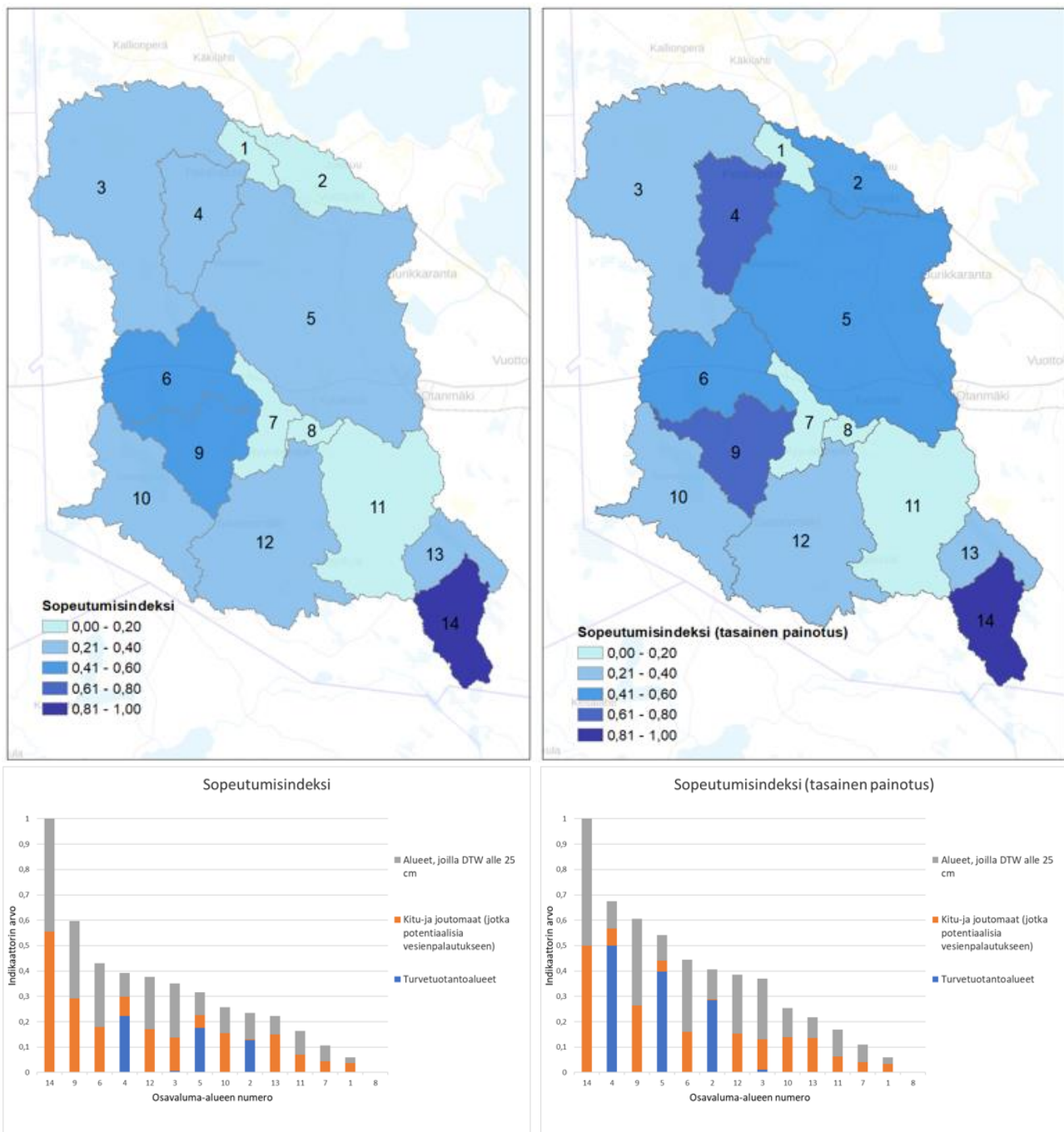
Kuva 17. Painoarvojen herkkyytarkastelu kuormitusindeksin osalta. Vasemmanpuoleisessa kuvassa on asiantuntijan antamilla painoarvoilla tehty tarkastelu ja oikeanpuoleisessa kuvassa tasapainotus.

Tasaiseen painotukseen siirryttäessä etenkin TOC-kuormituksen painoarvo kasvoi ja P-kuormituksen painoarvo laski. Painotuksen muutos nosti indeksien keskiarvoa hieman (0,34:stä 0,36:een). Viisi kärkisijalla olevaa osavaluma-aluetta pysyivät muuten samoina, mutta valuma-alue 6 nousi kärkisijoille valuma-alueen 13 pudotessa sieltä. Suurimmat muutokset valuma-alueiden sijoittumisessa tapahtuivat osavaluma-alueilla 3 ja 4, jotka laskivat kolme sijaa ja osavaluma-alueilla 6, 10 ja 12, jotka puolestaan nousivat kolme sijaa. Suurin muutos indeksin arvossa tapahtui valuma-alueella 8, jossa indeksin arvo nousi 0,73:sta 0,91:een.



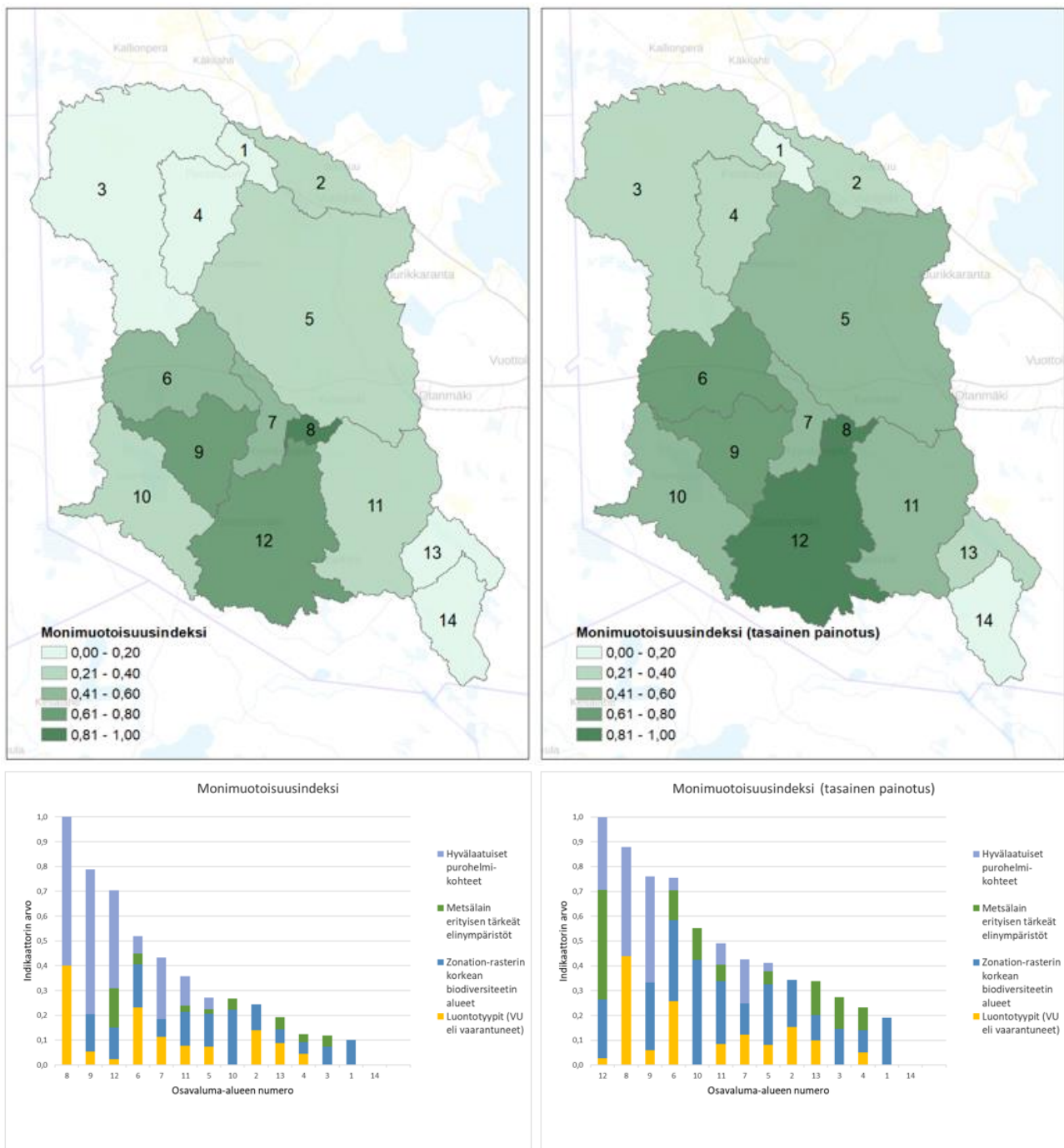
Kuva 18. Painoarvojen herkkyytarkastelu ilmastopäästöindeksin osalta. Vasemmanpuoleisessa kuvassa on asiantuntijan antamilla painoarvoilla tehty tarkastelu ja oikeanpuoleisessa kuvassa tasapainotus.

Tasaiseen painotukseen siirryttäessä etenkin indikaattorin ”ojitetut turvemaat” painoarvo laski merkittävästi ja indikaattorien ”turvetuotantoalueet” ja ”turvepelto” painoarvot kasvoivat. Painotuksen muutos laski indeksien keskiarvoa merkittävästi (0,56:stä 0,39:ään). Kun siirryttiin tasaiseen painotukseen, suurimman indeksiarvon saavaksi valuma-alueeksi nousi valuma-alue 5 valuma-alueen 4 ohi. Viiden kärkejällä olevan valuma-alueen keskinäinen järjestys muuttui ja valuma-alue 2 nousi kärkisijoille valuma-alueen 6 pudotessa sieltä. Suurimmat muutokset valuma-alueiden sijoittumisessa tapahtuivat valuma-alueilla 2 joka nousi 4 sijaa ja valuma-alueella 6, joka putosi 2 sijaa. Suurin muutos indeksin arvossa tapahtui valuma-alueella 6, jossa indeksin arvo laski 0,77:stä 0,42:een.



Kuva 19. Painoarvojen herkkyytarkastelu sopeutumisindeksin osalta. Vasemmanpuoleisessa kuvassa on asiantuntijan antamilla painoarvoilla tehty tarkastelu ja oikeanpuoleisessa kuvassa tasapainotus.

Tasaiseen painotukseen siirryttäessä indikaattorin "turvetuotantoalueet" merkittävyys kasvoi huomattavasti. Indikaattorien "vedenpidätykseen sopivat kitu- ja joutomaat" ja "alueet, joilla dtw alle 25 cm" merkittävyys taas laski. Painotuksen muutos nosti indeksien keskiarvoa (0,32:stä 0,37:ään). Valuma-alue 14 pysyi kärkisijalle, mutta viiden kärkisijalla olevan valuma-alueen keskinäinen järjestys muuttui ja valuma-alue 5 nousi kärkisijoille valuma-alueen 12 pudotessa sieltä. Suurimmat muutokset valuma-alueiden sijoittumisessa tapahtuivat valuma-alueilla 2 ja 5, jotka nousivat molemmat 3 sijaa ja valuma-alueilla 3, 6 ja 12, joka putosivat 2 sijaa. Suurin muutos indeksin arvossa tapahtui valuma-alueella 4, jossa indeksin arvo nousi 0,39:stä 0,67:ään.

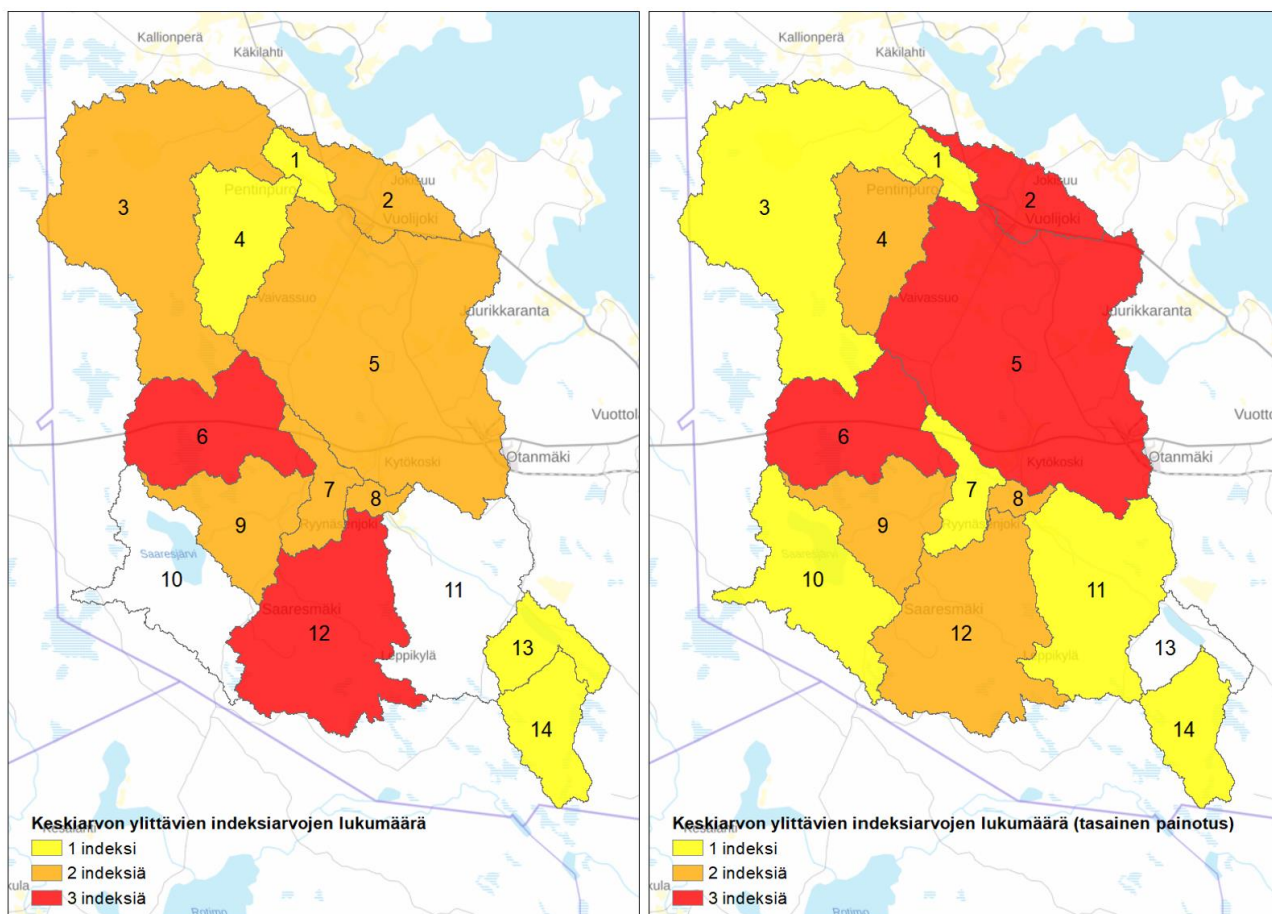


Kuva 20. Painoarvojen herkkyystarkastelu monimuotoisuusindeksin osalta. Vasemmanpuoleisessa kuvassa on asiantuntijan antamilla painoarvoilla tehty tarkastelu ja oikeanpuoleisessa kuvassa tasapainotus.

Tasaiseen painotukseen siirryttäessä indikaattorien ”metsälain erityisen tärkeät elinympäristöt” ja ”monimuotoisuudelle tärkeät metsäalueet” painoarvot kasvoivat, kun taas indikaattorien ”luontotyytit (VU eli vaarantuneet)” ja ”hyvälaatuiset pienvesistöt” merkitys pieneni. Painotuksen muutos nosti indeksien keskiarvoa merkittävästi (0,37:sta 0,47:ään).

Kun siirryttiin tasaiseen painotukseen, suurimman indeksiarvo saaneeksi valuma-alueeksi nousi valuma-alue 12 valuma-alueen 8 sijaan. Viiden kärkisijalla olevan valuma-alueen keskinäinen järjestys muuttui ja valuma-alue 10 nousi kärkisijoille valuma-alueen 7 pudotessa sieltä. Suurimmat muutokset valuma-alueiden sijoittumisessa tapahtuivat valuma-alueella 10 joka nousi kolme sijaa ja valuma-alueella 12, joka

nousi kaksi sijaa. Tämän lisäksi valuma-alue 7 laski kaksi sijaa. Suurin muutos indeksin arvossa tapahtui valuma-alueella 12, jossa indeksin arvo nousi 0,7:stä yhteen.



Kuva 21. Painoarvojen herkkyytarkastelu vaikutus valuma-alueisiin, joilla indeksien arvot ylittävät keskiarvon.

Tasaiseen painotukseen siirryttäessä lähes kaikilla osavaluma-alueilla jokin indeksi ylitti keskiarvon. Tämän lisäksi osavaluma-alueiden lukumäärä, joilla kolme indeksia ylittää keskiarvon kasvoi yhdellä. Alueiden määrä, joilla kaksi indeksia ylittää keskiarvon puolestaan laski kuudesta neljään.

6. Epävarmuuksia

Kriteeriin TOC-kuormitus liittyy epävarmuuksia, jotka johtuvat Vemala-mallin kalibroinnissa mahdollisesti tapahtuneista virheistä. Tämän takia TOC-kuormituksen mallinnuksia ei voida pitää täysin luotettavana. Kuvassa 23 on esitetty TOC-kuormituksen ja ojitettujen turvemaiden määrän korrelaatio valuma-alueittain. Kuvasta voidaan todeta, että tekijöiden välillä on korrelaatiota. Yksi selkeä poikkeus on valuma-alueen kohdalla, jolla on 28 % ojitettuja turvemaita, mutta TOC-kuorma (yli 5500 kg/m²/v) kuitenkin huomattavasti suurempi kuin monilla alueilla, joilla ojitettujen turvemaiden osuus on yli 40 %.

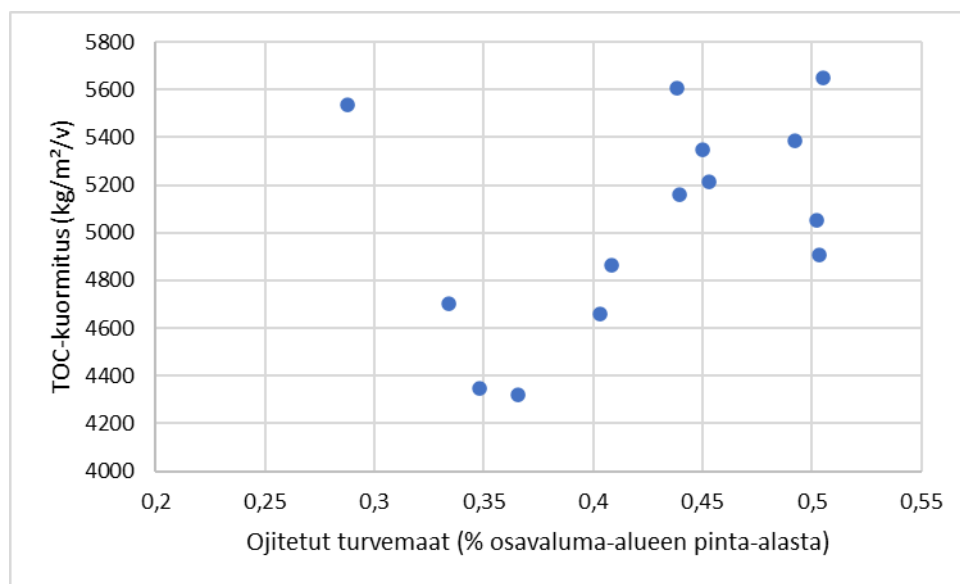
Raportissa on käytetty kahta eri paikkatietoaineistoa turvetuotantoalueista. Ilmastopäästö- ja sopeutumisindeksin laskentaa varten on käytetty Suomen ympäristökeskuksen Soiden ojitustilanne - aineistoa, jossa turvetuotantoalueiden toimintaa tai jälkikäyttöä ei ole määritelty erikseen. Indikaattorikartoissa (kuvat 9 ja 12) turvetuotantoalueita on taas havainnollistettu käyttäen Suomen ympäristökeskuksen aineistoa ”Turvetuotantoalueet ja niiden jälkikäyttö”, joka kuvaa turvetuotantoalueita vuosina 2005–2021 ja niiden jälkikäyttöä. Indeksien laskennassa päätettiin käyttää Soiden ojitustilanne-

aineistoa, koska samaa aineistoa on käytetty myös ojitettujen turvemaiden määrittämiseen. On huomattava, että kumpikaan paikkatietoaineisto ei välttämättä kuvaa realistisesti alueen turvemaiden nykytilaa. Tämän vuoksi nykytila on aina selvitettävä alueen toimijoiden kanssa tai maastokäyntien avulla.

Monimuotoisuusindeksin kohdalla indikaattorit metsälain ETE-kohteet ja monimuotoisuudelle tärkeät metsäalueet ovat osittain päällekkäiset. Tämä voi johtaa joillakin alueilla pistemäärän tuplalaskentaan.

Luontotyyppien uhanalaisuusarviointien aineistoista lasketaan vain lukumäärä suhteutettuna valuma-alueen kokoon. Näin ollen yksi pieni lähdekohde on tarkastelussa tämän indikaattorin kannalta yhtä arvokas kuin pitkä jokialue. Luontotyyppien uhanalaisuusarvioissa on käytetty koko Suomen laajuista IUCN suojelualueluokkaa. Jos käytettäisiin Pohjois-Suomen IUCN luokitusta, niin koko Vuolijoen valuma-alueelle sijoittuisi jonkin verran vähemmän vaarantuneita luontotyyppikohteita.

Myös Purohelmi-aineiston mallinnusarvioissa on epävarmuuksia. Mallinnustapa antaa esimerkiksi paljon painoarvoa uoman mutkaisuudella, joten alueet, joilla on sekä entistä mutkaista uomaa että uusi suoristettu uoma, voivat Purohelmi-aineistossa luokitua virheellisesti luonnontilaisiksi.



Kuva 22. TOC-kuormituksen ja ojitettujen turvemaiden korrelaatio osavaluma-alueilla

7. Lähteet

Marttunen, M., Weber, C., Åberg, U., & Lienert, J. (2019). Identifying relevant objectives in environmental management decisions: An application to a national monitoring program for river restoration. *Ecological Indicators*, 101, 851-866.

Marttunen, M., Turunen V., Kokkonen S., Valkama P., Räsänen A., Kajanus M., Rantala T. (2025). Paikkatieto ja toimintamallit valuma-aluesuunnittelussa – esimerkkejä ja hyviä käytäntöjä. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 6/2025.

Reckien, D. (2018). What is in an index? Construction method, data metric, and weighting scheme determine the outcome of composite social vulnerability indices in New York City. *Regional environmental change*, 18: 1439-1451.

Liite 1. Indikaattorien ja indeksien arvot Vuolijoen valuma-alueella (arvot, jotka ylittävät keskiarvon korostettu harmaalla).

Valuma-alueen numero	VEMALA N-kuormitus	VEMALA P-kuormitus	VEMALA TOC-kuormitus	RUSLE	Ojitetut turvemaat (suometsät)	Turvetojantoalueet	Turvepellot	Vesienpalautukseen potentiaaliset kitu- ja loutomaat	Alueet, joilla DTW alle 25 cm	Luontotyytit (Cr eli äärimmäisen uhanalaiset)	Luontotyytit (EN eli erittäin uhanalaiset)	Luontotyytit (VU eli vaarantuneet)	Zonation-rasterin korkean biodiversiteetin alueet	Metsälain erityyppisen tärkeät elinympäristöt	Hyvälaatuiset purohelmi-kohteet	Kuormitusindeksi	Ilmastopaastoindeksi	Sopeutumisindeksi	Monimuotoisuusindeksi
1	0,36	0,62	0,00	0,61	0,36	0,00	0,00	0,07	0,05	0,00	0,00	0,00	0,52	0,00	0,00	0,46	0,21	0,05	0,09
2	1,00	1,00	0,02	0,38	0,28	0,57	0,86	0,01	0,23	0,00	0,00	0,38	0,47	0,00	0,00	0,74	0,45	0,15	0,19
3	0,20	0,30	0,44	0,16	0,99	0,02	0,59	0,24	0,48	0,00	0,00	0,00	0,37	0,33	0,00	0,27	0,72	0,31	0,10
4	0,29	0,28	0,55	0,12	0,99	1,00	0,00	0,14	0,21	0,00	0,00	0,13	0,24	0,24	0,00	0,29	0,79	0,25	0,11
5	0,51	0,58	0,63	0,27	0,70	0,79	1,00	0,09	0,20	0,00	0,00	0,20	0,60	0,13	0,08	0,51	0,78	0,20	0,21
6	0,13	0,20	1,00	0,15	1,00	0,00	0,03	0,32	0,57	0,00	0,00	0,59	0,75	0,28	0,12	0,29	0,61	0,39	0,38
7	0,14	0,25	0,80	0,28	0,94	0,00	0,12	0,08	0,14	0,00	0,00	0,30	0,31	0,00	0,43	0,30	0,59	0,10	0,32
8	0,46	0,57	0,25	1,00	0,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,58	0,32	0,00	0,71
9	0,08	0,12	0,97	0,00	0,69	0,00	0,00	0,53	0,69	0,00	0,00	0,14	0,63	0,00	0,98	0,21	0,42	0,54	0,57
10	0,04	0,11	0,29	0,87	0,21	0,00	0,00	0,28	0,23	0,00	0,00	0,00	1,00	0,30	0,00	0,27	0,13	0,23	0,21
11	0,11	0,21	0,41	0,49	0,55	0,00	0,01	0,12	0,21	0,00	0,00	0,20	0,60	0,16	0,21	0,27	0,33	0,15	0,27
12	0,05	0,14	0,77	0,45	0,75	0,00	0,00	0,31	0,46	0,00	0,00	0,06	0,54	1,00	0,66	0,27	0,45	0,34	0,51
13	0,18	0,24	0,67	0,35	0,76	0,00	0,00	0,27	0,16	0,00	0,00	0,25	0,25	0,34	0,00	0,31	0,46	0,20	0,15
14	0,00	0,00	0,92	0,08	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,15	0,00	0,90	0,02