

Metsätalouden vaikutukset vesistöjen ekologiseen tilaan vesienhoitoalueilla

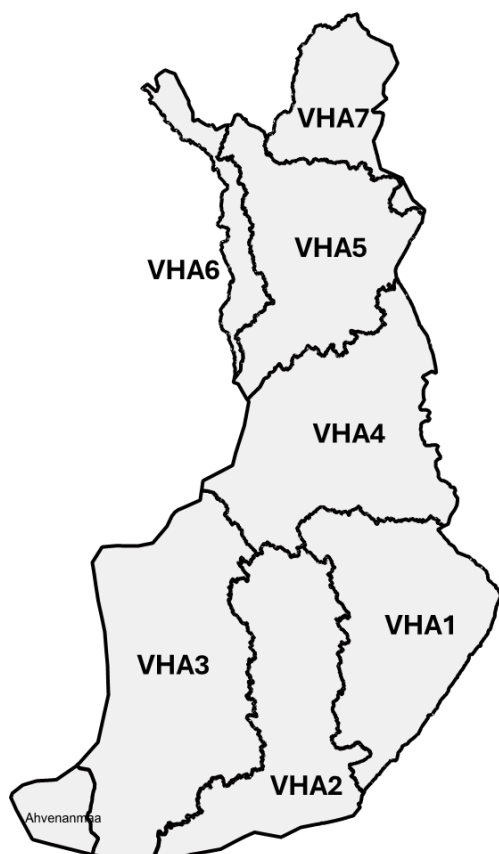
*Heikki Mykrä
Suomen ympäristökeskus*

Sisällys

Selvityksen aihealueet.....	3
Vesien ekologinen tilan arviointi ja vesien ekologinen tila Suomessa	3
Selvityksen aineistot.....	4
Seuranta-aineistot.....	4
Pienten valuma-alueiden uomien luonnontilan muuttuneisuus ja valuma-alueiden maankäyttö	7
Ilmastonmuutokset mahdolliset vaikutukset metsätalousvaltaisten valuma-alueiden jokien hydrologiaan ja vesistökuormitukseen.....	8
Tulokset.....	9
Metsätalousvaltaisten valuma-alueiden vesistöjen ekologinen tila vesienhoitoalueilla	9
VHA1 Vuoksen vesienhoitoalue.....	9
VHA2 Kymijoen-Suomenlahden vesienhoitoalue.....	10
VHA3 Kokemäenjoen-Saaristomeren-Selkämeren vesienhoitoalue	12
VHA4 Oulujoen-Iijoen vesienhoitoalue	13
VHA5 Kemijoen vesienhoitoalue	15
VHA6 Tornionjoen vesienhoitoalue	16
Pienten uomien luonnontilan muuttuneisuus ja metsätalouden maankäyttö pienillä valuma-alueilla.....	18
Pienten uomien luonnontilaisuuden ennusteet.....	18
Ojitettujen turvemaiden osuus turvemaiden pinta-alasta	19
Ojitettujen turvemaiden osuus valuma-alueiden pinta-alasta	20
Ilmastonmuutoksen vaikutukset jokien hydrologiaan ja vesistökuormitukseen.....	21
Koosteiden aineistot.....	21
Jokien keskivirtaama.....	22
Jokien alivirtaaman suhde keskivirtaamaan.....	23
Veden fosforipitoisuus	23
Veden typpipitoisuus.....	24
Orgaanisen hiilen pitoisuus.....	25
Yhteenveto ja aineiston virhelähteet	25
Tärkeimmät tulokset	26
Viitteet	27

Selvityksen aihealueet

Selvityksen ensimmäiseen osaan on koottu saatavilla olevista seuranta-aineistoista biologisten laatutekijöiden ekologiset tilaluokat sekä fysikaaliskemialliset tilaluokat metsätalousvaltaisilla valuma-alueilla vesienhoitoalueittain lukuun ottamatta Tenojoen-Näätämöjoen-Paatsjoen (VHA7) vesienhoitoaluetta (Kuva 1). Selvityksen toisessa osassa esitetään katsaus pienten virtavesiuomien luonnontilaisuuden mallinnuksesta sekä tähän liittyen metsätalouden maankäytöstä vesienhoitoalueilla. Selvityksen kolmannessa osassa esitetään vesistömallinnukseen ja ilmastomalleihin perustuvia skenaarioita jokien hydrologian ja vesistökuormituksen mahdollisista tulevaisuuden muutoksista vesienhoitoalueilla.



Kuva 1. Suomen vesienhoitoalueet. VHA1 = Vuoksen vesienhoitoalue, VHA2 = Kymijoen-Suomenlahden vesienhoitoalue, VHA3 = Kokemäenjoen-Saaristomerén-Selkämeren vesienhoitoalue, VHA4 = Oulujoen-Iijoen vesienhoitoalue, VHA5 = Kemijoen vesienhoitoalue, VHA6 = Tornionjoen vesienhoitoalue, VHA7 = Tenojoen, Näätämöjoen ja Paatsjoen vesienhoitoalue. Ahvenanmaa = VHA8.

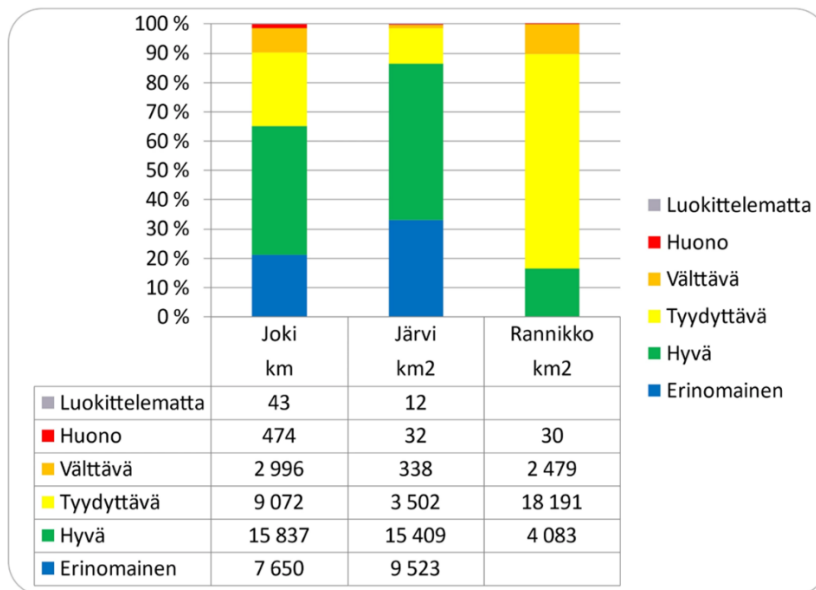
Vesien ekologinen tilan arviointi ja vesien ekologinen tila Suomessa

Vesien tilan arviointi perustuu Vesipuitedirektiivin mukaiseen ekologisen tilan luokitteluun, jossa vesien tilaa arvioidaan biologisten laatutekijöiden sekä näitä tukevien hydrologis-morfologisten ja fysikaalis-kemiallisten tekijöiden perusteella. Ekologisen tilan luokittelu on viisiportainen (erinomainen, hyvä, tyydyttävä, välttävä ja huono). Jokien biologiset laatutekijät ovat päällyslievien piilevät ja vesikasvit, pohjaeläimet ja kalat. Järvissä näiden lisäksi biologisiin laatutekijöihin kuuluu kasviplankton. Järvien pohjaeläimiä seurataan sekä kivikkorannoilla että syvänteissä. Jokaisen laatutekijän tilaa arvioidaan laatutekijän seuranta-aineistosta laskettavien luokittelumuuttujien

perusteella. Muuttujat kuvaavat tekijän yhteisön monimuotoisuutta, lajiston koostumusta ja lajiston herkkyyttä ympäristön muutoksille. Ekologinen tila määritetään ekologisen laatusuhteena, joka lasketaan jakamalla luokiteltavan vesistön laatutekijöiden luokittelumuuttujien havaitut arvot joki- tai järviyypikohtaisella vertailuarvolla. Laatutekijän ekologinen tila lasketaan luokittelumuuttujien keskiarvona (kasviplanktonilla mediaanina). Hydrologis-morfologisia tekijöitä ovat virtaaman ja vedenkorkeuteen liittyvät tekijät, jokien esteettömyys, uoman ja rantavyöhykkeen rakenne ja yhteys pohjaveteen. Fysikaalis-kemiallisia tekijöitä ovat puolestaan mm. ravinneolot ja jokivesissä lisäksi veden pH.

Aiemmillä vesienhoidon suunnittelukausilla ekologien tilaluokka on laskettu ekologisten laatusuhteiden keskiarvona. Lisäksi hydrologis-morfologisten ja fysikaalis-kemiallisten tekijöiden on erinomaisessa tilassa tullut vastata häiriintymättömiä oloja ja hyvässä tilassa on sallittu vain vähäisiä poikkeamia häiriintymättömistä oloista. Luokittelumuuttujat, vesistötyypit ja luokittelun kulku on kuvattu yksityiskohtaisesti ekologisen luokittelun oppaassa (Aroviita ym. 2019). Neljännelle vesienhoitokaudelle luokittelua muutetaan siten, että ekologinen tilaluokka määräytyy heikoimman laatutekijän luokituksen perusteella.

Vesienhoidossa olevat vesistöt on jaettu vesimuodostumiksi. Yksittäinen joki tai järvi voi muodostaa vesimuodostuman tai se voi olla jaettu useampaan vesimuodostumaan, jos se on vesienhoidon kannalta perusteltua. Suomessa oli vesienhoidon 3. kaudella 4639 järvi- ja 1960 jokimuodostumaa sekä 276 rannikkomuodostumaa. Kaikkia pienempiä vesiä ei ole määritetty vesimuodostumiksi eivätkä ne siten kuulu luokittelun piiriin. Vesien ekologisessa tilassa ei ole tapahtunut merkittäviä muutoksia kolmen vesienhoitokauden aikana. Viimeisimmän (2019) arvion mukaan järvien pinta-alasta 87 % ja jokivesistä 65 % on hyvässä tai erinomaisessa tilassa (Kuva 2). Vesimuodostumia ja niiden tietoja voi tarkastella Vesikartta-karttapalvelussa (<https://syke.maps.arcgis.com/apps/instant/sidebar/index.html?appid=fc479c4c87814c469dcb53094fe9cabd>).



Kuva 2. Suomen pintavesien ekologinen tila vuoden 2019 arvioinnin mukaan (<https://www.vesi.fi/vesitieto/vesien-ekologinen-ja-kemiallinen-tila/>).

Selvityksen aineistot

Seuranta-aineistot

Selvityksessä hyödynnettiin vuosina 2000–2020 kerättyjä vesieliöiden seuranta- ja havaintoaineistoja. Kaikkiaan aineistot kattavat lajistotietoja 2672 virtavesien havaintopaikalta ja 1944 järvivesimuodostumasta koko Suomen alueelta. Lisäksi hyödynnettiin biologisten lajiryhmien havaintopaikkojen tietoja ja havaintopaikkojen yläpuolisten valuma-alueiden tietoja. Tähän selvitykseen pyrittiin muodostamaan aineisto, joissa metsätalous on valuma-alueen pääasiallinen maankäyttömuoto. Tämän vuoksi aineistoista rajattiin pois seurantapaikat, joiden valuma-alueella oli merkittävästi maataloutta (peltojen osuus valuma-alueen pinta-alasta > 5 %) tai kaupunkimaista ympäristöä (rakennetun maan osuus > 5 %). Maatalousmaita ei kuitenkaan rajattu pois, mikäli valuma-alueen pinta-alasta merkittävä osuus (> 20 %) on ojitettua turvemaata. Aineistosta rajattiin lisäksi pois voimakkaasti muutetut ja keinotekoiset vesimuodostumat sekä joet, joiden valuma-alueen pinta-ala on yli 1000 km² (suuret ja erittäin suuret joet). Suuret joet rajattiin pois, koska niiden ekologisen tilan ja maankäytön suhde voi olla hyvin vaihteleva ja riippua seurantapaikan sijainnista suhteessa maankäyttömuotoihin. Tutkimukset ovat myös osoittaneet, että metsätalouden vesistövaikutukset ovat voimakkaimpia pienemmissä vesistöissä (Rajakallio ym. 2021). Pieniä (valuma-alueen koko < 100 km²) jokia on rajattu vesimuodostumiksi vain murto-osa niiden todellisesta määrästä. Selvitykseen sisällytettiin kuitenkin mahdollisimman paljon muitakin kuin vesimuodostumiksi rajattua jokia, joten aineiston kokojakauma vastaa paremmin todellista virtavesien kokojakaumaa verrattuna rajattuihin vesimuodostumiin, joissa suuret vesistöt saavat isomman painoarvon. Kaikista aineiston vesimuodostumiksi rajatuille vesimuodostumille haettiin tiedot fysikaalis-kemiallisten tekijöiden luokituksista, minkä lisäksi seurantapaikoilta poimittiin lisäksi veden ravinnepitoisuudet, mikäli näistä oli edustavat tiedot saatavilla.

Jokien biologisiin seuranta-aineistoihin valittiin yhteensä 1855 näytepaikan biologisten aineistojen luokittelutulokset. Aineistoa oli runsaammin saatavilla pohjaeläimille ja piileville kuin kaloille, mutta seurantatulosten määrä vaihteli vesienhoitoalueiden välillä suunnilleen samalla tavalla kaikilla kolmella laatutekijällä (Taulukko 1). Runsaammin aineistoa oli saatavilla Oulujoen-Iijoen (VHA4) ja Kokemäenjoen-Saaristomeren-Selkämeren (VHA3) vesienhoitoalueilta (Taulukko 1). Kaikista kolmesta laatutekijästä samalta seurantapaikalta kerättyä tietoa oli huomattavasti vähemmän verrattuna laatutekijäkohtaisiin seurantapaikkojen määriin (Taulukko 1). Fysikaalis-kemiallisiin tekijöihin perustuva tilaluokitus oli saatavilla 1382 vesimuodostumaksi rajatulle vesistölle. Ravinnetiedot poimittiin noin 700 näyteasemalta. Selvityksen tuloksissa käsitellään mainittuja laskennallisia aineistoja. Selvitykseen ei sisälly vaikutusten arviointia, joten tuloksia ei voi suoraan verrata valtakunnalliseen vesienhoidon ekologisen tilan luokitteluun, jossa taustalla on seuranta-aineistojen tulosten lisäksi vesimuodostumakohtainen painetekijöiden vaikutusten laaja-alainen arviointi.

Taulukko 1. Selvityksen aineistoon valittujen jokien seurantapaikkojen lukumäärät vesienhoitoalueittain biologiselle laatutekijöille ja fysikaalis-kemiallisen tilan luokituksille.

VHA	Piilevät	Pohjaeläimet	Kalat	Kaikki laatutekijät	Fyskem
VHA1	142	132	95	28	231
VHA2	105	118	147	31	229
VHA3	124	193	240	29	385
VHA4	344	405	170	42	301
VHA5	108	164	78	31	157
VHA6	44	67	73	18	79
Yhteensä	848	1057	345	177	1382

Aineistoon valittujen jokien valuma-alueen vesienhoitoalueen keskimääräinen pinta-ala vaihtelee 16 neliökilometristä 203 neliökilometriin (Taulukko 2). Veden ravinnepitoisuudet ovat selvästi korkeampia eteläisillä vesienhoitoalueilla sekä Oulujoen-Iijoen (VHA4)

vesienhoitoalueella. Ojitettujen turvemaiden osuus valuma-alueen pinta-alasta on myös eteläisillä vesienhoitoalueilla korkeampi kuin pohjoisilla. Kokemäenjoen vesienhoitoalueella (VHA3) peltojen osuus valuma-alueen pinta-alasta on suhteellisen suuri verrattuna muihin vesienhoitoalueisiin (Taulukko 2). Valuma-alueet ovat suunnilleen yhtä metsäisiä kaikilla vesienhoitoalueilla (Taulukko 2).

Taulukko 2. Selvityksen aineistoon valittujen jokien seurantapaikkojen veden ravinnepitoisuuksien keskiarvot ja valuma-alueiden ominaisuudet.

VHA	Valuma- alue (km ²)	Kok. P (µg/l)	Kok. N (µg/l)	Ojitus (%)	Pelto (%)	Metsä (%)
VHA1	160	22,7	568	26,4	2,7	85,6
VHA2	116	22,7	585	18,0	2,6	83,4
VHA3	200	50,6	931	27,1	7,9	79,3
VHA4	129	36,2	553	24,8	2,0	83,3
VHA5	203	11,9	244	14,0	0,6	82,0
VHA6	157	12,6	208	10,1	0,7	87,6

Järvien biologisiin seuranta-aineistoihin valittiin 1337 järven seuranta-aineistot. Järvistä runsaimmin seuranta-aineistoa oli Järvi-Suomesta, Vuoksen (VHA1) ja Kymijoen-Suomenlahden (VHA2) vesienhoitoalueilta (Taulukko 2). Kasviplankton on selvästi useimmin seurattu laatutekijä 1177 seurantapaikan aineistollaan. Vesikasveista, syvänteiden pohjaeläimistä ja kaloista seuranta-aineistoa on noin 350–400 järvestä, mutta rantavyöhykkeen piileviä ja pohjaeläimiä on seurattu selvästi vähemmän (Taulukko 2). Järvillä laajaan luokitteluun muodostettiin aineisto siten, että jokaisesta järvestä on seuranta vähintään neljästä laatutekijästä. Vähintään neljään seurattuun laatutekijään perustuvaa aineistoa oli järvistäkin saatavilla niukasti suhteessa yksittäisiin laatutekijöihin (Taulukko 2). Fysikaalis-kemiallisiin tekijöihin perustuva luokittelu saatavilla 2020 järvesimuodostumalle. Ravinnetiedot koottiin noin 1500 järvestä.

Taulukko 2. Selvityksen aineistoon valittujen järvien seurantapaikkojen lukumäärät vesienhoitoalueittain biologiselle laatutekijöille ja veden fosfori- ja typpipitoisuuksille. Pohjaeläinseuranta on sekä kivikkorannoilta (K) että syvänteistä (S).

VHA	Kasviplank.	Piilevät	Vesikasvit	Pohjael. (K)	Pohjael. (S)	Kalat	4 tekijää	Fyskem
VHA1	424	103	113	77	134	82	78	625
VHA2	276	36	75	41	125	89	34	419
VHA3	193	29	50	34	45	94	31	308
VHA4	192	44	74	23	69	74	27	424
VHA5	57	16	24	32	17	26	12	161
VHA6	35	9	12	13	8	18	7	83
Yhteensä	1177	237	348	220	398	383	189	2020

Aineistoon valittujen järvien tai niiden vesimuodostumiksi rajattujen keskimääräinen pinta-ala vaihtelee vesienhoitoalueilla 301 hehtaarista 806 hehtaariin (Taulukko 4). Veden ravinnepitoisuuksissa ei ole jokia vastaavaa maantieteellistä vaihtelua. Ravinnepitoisuudet ovat korkeimmat Kokemäenjoen vesienhoitoalueella, missä myös järvien valuma-alueiden peltojen osuus on suurin (Taulukko 4). Ravinnepitoisuudet ovat korkeita myös Oulujoen-Lijoen valuma-alueella sekä Tornionjoen vesienhoitoalueella. Jälkimmäisestä on hyvin vähän vedenlaatutietoja, joten tuloksissa saattaa painottua ongelmajärviin suunnattua seuranta. Ojitettujen turvemaiden osuus

valuma-alueen pinta-alasta on eteläisillä vesienhoitoalueilla korkeampi kuin pohjoisilla (Taulukko 4).

Taulukko 4. Selvityksen aineistoon valittujen järvien tai niiden osa-altaiden pinta-ala, veden ravinnepitoisuudet ja valuma-alueiden ominaisuudet vesienhoitoalueittain.

VHA	Pinta-ala (ha)	Kok. P (µg/l)	Kok. N (µg/l)	Ojitus (%)	Pelto (%)	Metsä (%)
VHA1	806	18,5	448	17,2	2,3	80,5
VHA2	610	16,8	475	14,1	2,6	79,1
VHA3	453	29,2	594	18,8	4,4	78,3
VHA4	444	23,2	456	21,5	1,4	77,0
VHA5	393	18,4	380	10,7	0,5	75,9
VHA6	301	23,7	416	8,9	0,4	78,8

Pienten valuma-alueiden uomien luonnontilan muuttuneisuus ja valuma-alueiden maankäyttö

Syke tuotti Purohelmi-hankkeessa mallinnukseen perustuvat aviot pienten (valuma-alueen koko alle 100 km²) virtavesien habitaattien luonnontilan muuttuneisuudesta. Työn pohjana oli Metsähallituksen tekemät purouomien maastoinventoinnit noin 600 purosta. Inventoinnissa purojen varret kuljetaan kokonaisuudessaan läpi ja samalla kirjataan tietoja puron ominaisuuksista ja luonnontilan muuttuneisuudesta (Hyvönen 2005). Puronvarret jaetaan eripituisiin jaksoihin uoman muotojen, virtaustyyppien, alueen kasvutyyppien ja ihmistoiminnan perusteella. Luonnontilan muuttuneisuus on keskeisin maastossa arvioitava tekijä. Luonnontilaa muuttaneita arvioitavia tekijöitä ovat metsäojitukset, uoman perkaukset, rantavyöhykkeen hakkuut ja maan muokkaukset. Lisäksi arvioidaan mudan ja hiekan määrää purouomassa sekä vedenlaadun mahdollista muutosta. Kaikki osatekijät ja kokonaisarvio purohabitaatin luonnontilan muuttuneisuudesta arvioidaan kuusiportaisella asteikolla 0–5. Pistearvo 5 edustaa luonnontilaista tilannetta, jossa ei ole uomaan ja lähivaluma-alueeseen kohdistuneita tai muita ihmistoiminnasta aiheutuneita muutoksia (Hyvönen ym. 2005). Jos purojakso saa pistearvon 0 tai 1, se on voimakkaasti ihmistoiminnan muuttama ja sen suojeluarvo on vähäinen. Inventointimenetelmä on kehitetty purojen kunnostustarpeen arviointiin, mutta se soveltuu hyvin myös uomien morfologisen muuttuneisuuden arviointiin.

Puron luonnontilan muuttuneisuus mallinnettiin koneoppimisalgoritmillä uoman valuma-alueen maankäytön ja uoman mutkaisuuden perusteella. Mallinnusta varten luokittelun pisteytys muutettiin viisiportaiseksi (luokat 1–5). Puron luonnontilaisuutta selittäviksi muuttujiksi valikoituivat uoman mutkaisuusindeksi, ojitettujen turvemaiden osuus valuma-alueesta, ojitettujen turvemaiden osuus rantavyöhykkeellä, puiden keskimääräinen ikä rantavyöhykkeellä, ojitettujen turvemaiden osuus rantavyöhykkeellä ja ojittamattomien turvemaiden osuus rantavyöhykkeellä. Mallinnus tuotettiin tämän jälkeen koko Suomen kattavalle purouomien aineistolle. Aineistona käytettiin ns. Ranta10 aineiston uomia, josta rajattiin noin 110 000 erillistä uomaa ja niiden valuma-aluetta. Mallinnetut uomat ja niiden luonnontilaisuuden ennusteet ovat saatavilla hankkeen verkkosivulla (<https://luontotieto.syke.fi/aineisto/arviot-pienten-virtavesien-luonnontilan-muuttuneisuudesta-purohelmi-hanke/>). Tähän selvitykseen koottiin pienten uomien mallinnetut VHA-kohtaiset ennusteet ja niihin liittyvät valuma-alueiden metsätalouden maankäyttöön liittyvät tiedot. Selvityksessä metsätalouden maankäyttöä tarkastellaan ojitettujen turvemaiden aineiston (Sojt), avulla.

Ilmastonmuutokset mahdolliset vaikutukset metsätalousvaltaisten valuma-alueiden jokien hydrologiaan ja vesistökuormitukseen

Ympäristöministeriön BIOMON-ohjelman rahoittamassa Syken VESIBIO-hankkeessa (<https://www.syke.fi/fi/projektit/sisavesien-monimuotoisuuden-mallinnus-ja-lajikadon-arviointi-biologisten-seuranta-aineistojen-avulla>) tuotettiin arviot sisävesien lajiston monimuotoisuudessa tapahtuneista muutoksista. Hankkeessa tuotettiin lisäksi arvioita ilmastonmuutoksen mahdollisista vaikutuksista jokien hydrologiaan, vesistökuormitukseen ja pohjaeläinlajiston monimuotoisuuteen. Ilmastonmuutoksen mahdollisten vaikutusten arvioinnissa hyödynnettiin Syken WSFS-Vemala mallia. Vemala-malli on koko Suomen kattava vesistöjen kuormitusmalli. Se simuloi ravinteiden huuhtoutumista, kulkeutumista ja prosesseja maalla, joissa ja järvissä. Malli arvioi vesistöihin kohdistuvaa kokonaiskuormitusta, ravinteiden pidättymistä sekä Suomen vesistöistä Itämereen kulkeutuvaa kuormaa (Huttunen 2016). Mallia on kehitetty vuosien varrella, ja tällä hetkellä käytössä oleva versio kuvaa fosforin, typen, kiintoaineksen ja orgaanisen hiilen kuormitusta vesistöihin ja prosesseja vesistöissä. Fosforin ja Vemala-malli on osa Suomen ympäristökeskuksen vesistömallijärjestelmää.

VESIBIO-hankkeessa ilmastonmuutoksen vaikutuksia hydrologiaan ja fosforin, typen ja kiintoaineksen kuormitukseen simuloitiin ilmastoskenaariolla (RCP 4.5) seuraaville 90 vuodelle. Tämä ilmastoskenaario on keskimääräinen päästöskenaario (RCP 4.5) laskettuna ilmastomallilla Met Office Hadley Centre (MOHC) HadGEM2-ES. Skenaariossa ravinnekuormitukseen vaikuttavien ihmistoimintojen oletetaan pysyvän nykytasolla. Maa- ja metsätalouden kuormitus ja luonnonhuuhtouma kuitenkin muuttuvat ilmastonmuutoksen vaikutuksesta lähinnä hydrologian, erityisesti valunnan muutosten seurauksena. Tulokset analysoitiin kolmelle jaksolle: 2021–2041, 2041–2070 ja 2071–2100. Vertailujaksoina käytettiin jaksoja 1991–2020 ja 1961–1990. Tähän selvitykseen on koottu hankkeessa tuotetut ravinteiden ja hiilen skenaariot 609 metsätalousvaltaisten valuma-alueiden jokien seurantapaikalle. Skenaariot koottiin vuosilta 2041–2070.

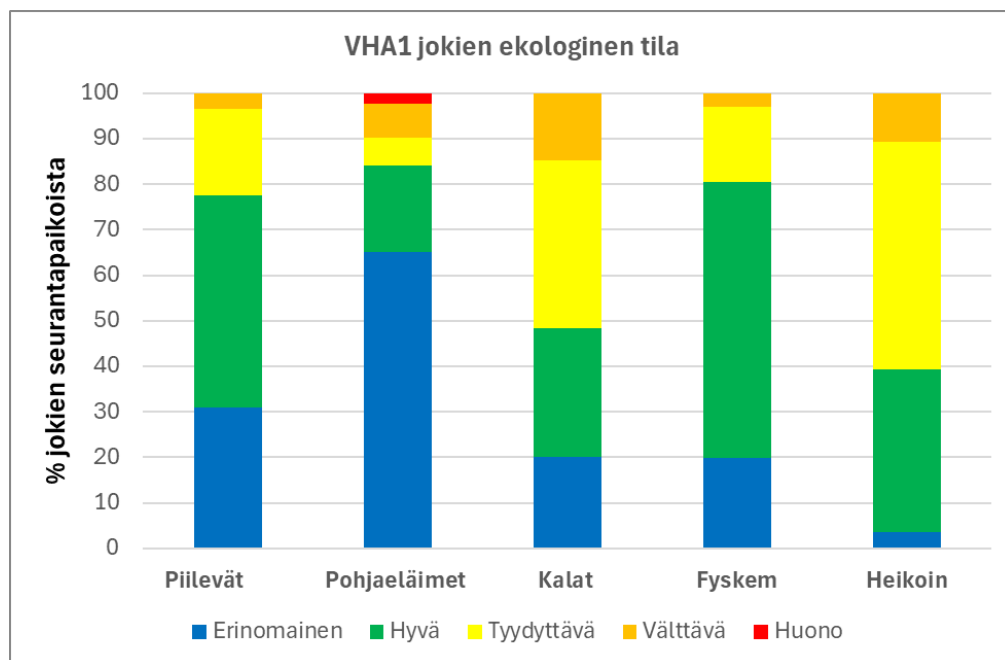
Tulokset

Metsätalousvaltaisten valuma-alueiden vesistöjen ekologinen tila vesienhoitoalueilla

VHA1 Vuoksen vesienhoitoalue

Joet

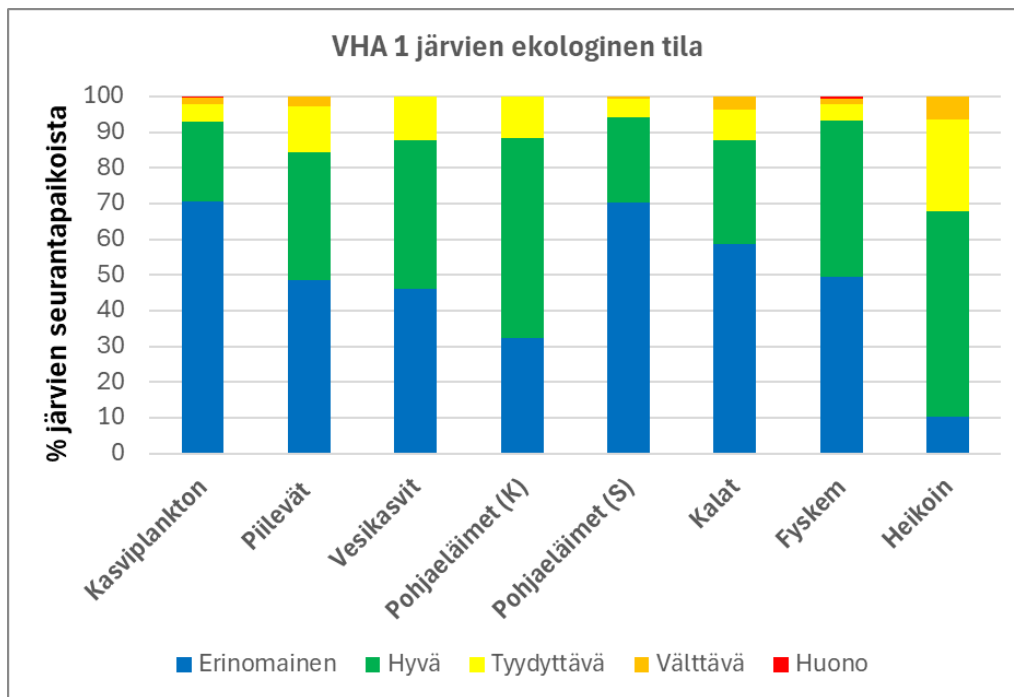
Vuoksen vesienhoitoalueella jokien piilevien ja pohjaeläinten ekologinen tila on pääasiassa joko hyvä tai erinomainen (Kuva 3). Kalojen perusteella hyvässä tai erinomaisessa tilassa on 48 % jokien seuranta-alueista. Fysikaalis-kemiallisten tekijöiden perusteella 81 % jokien vesimuodostumista on vähintään hyvässä tilassa. Biologisten laatu-tekijöiden ja fysikaalis-kemiallisten tekijöiden heikoimman tuloksen perusteella hyvässä tai erinomaisessa tilassa on 40 % jokipaikoista (Kuva 3).



Kuva 3. Jokien biologistenlaatu-tekijöiden ekologinen tila ja fysikaalis-kemiallisten tekijöiden tila Vuoksen vesienhoitoalueen metsätalousvaltaisten valuma-alueiden jokien seuranta-alueilla. Heikoin ekologinen tila on määritetty kaikkien biologisten laatu-tekijöiden ja fysikaalis-kemiallisten tekijöiden luokitusten perusteella (tulokset 28 seuranta-alueelta).

Järvet

Vuoksen vesienhoitoalueella järvien kaikki biologiset laatu-tekijät ilmentävät hyvää tai erinomaista tilaa (Kuva 4). Myös fysikaalis-kemialliset tekijät ilmentävät hyvää tai erinomaista tilaa. Neljän biologisen laatu-tekijän ja fysikaalis-kemiallisten tekijöiden heikoimman luokituksen perusteella hyvässä tai erinomaisessa tilassa on 68 % vertailuun valituista järvistä (Kuva 4).

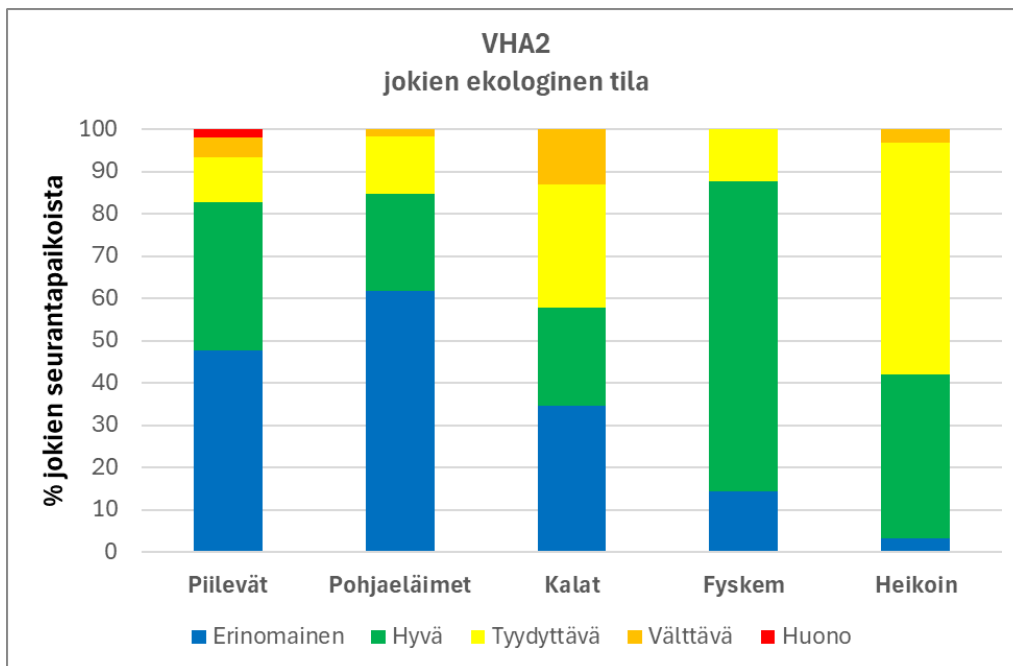


Kuva 4. Järvien biologistenlaatutekijöiden ekologinen tila ja fysikaalis-kemiallisten tekijöiden tila Vuoksen vesienhoitoalueen metsätalousvaltaisten valuma-alueiden seurantajärvissä. Heikoin ekologinen tila on määritetty vähintään neljän biologisen laatutekijän ja fysikaalis-kemiallisten tekijöiden luokitusten perusteella (tulokset 78 seurantajärvestä). Pohjaeläimiä seurataan sekä kivikkorannoilla että syvänteissä.

VHA2 Kymijoen-Suomenlahden vesienhoitoalue

Joet

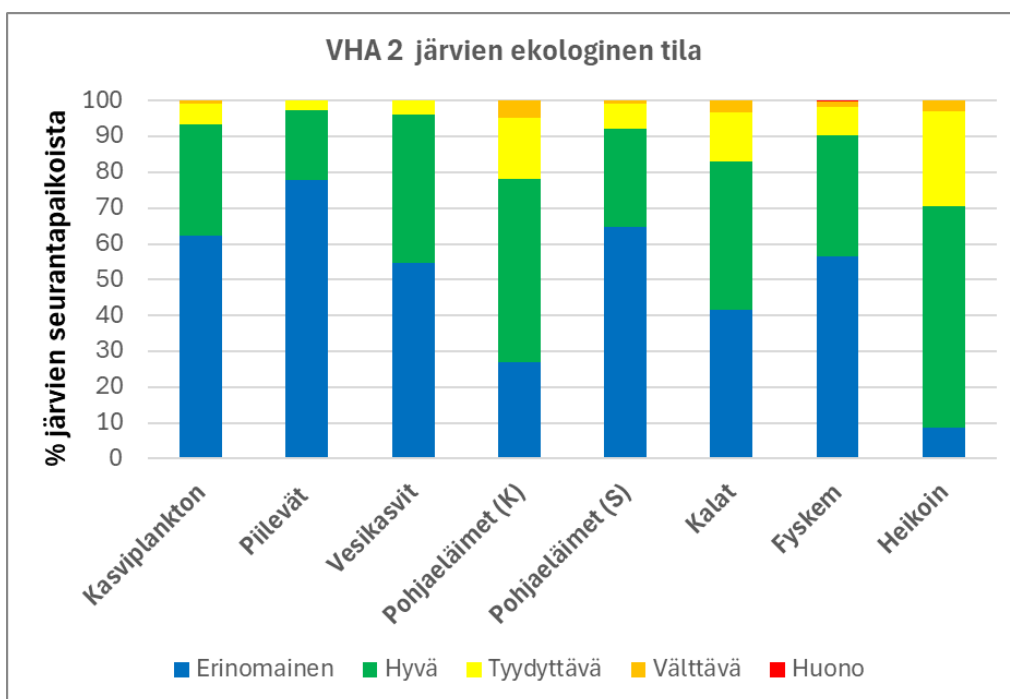
Kymijoen-Suomenlahden vesienhoitoalueella jokien ekologinen tila on kaikilla biologisilla laatutekijöillä pääasiassa joko hyvä tai erinomainen, joskin kalojen ekologinen tila on selvästi heikompi verrattuna piileviin ja pohjaeläimiin myös tällä vesienhoitoalueella (Kuva 5). Fysikaalis-kemiallisten tekijöiden perusteella 87 % jokien vesimuodostumista on vähintään hyvässä tilassa. Heikomman tekijän perusteella hyvässä tai erinomaisessa tilassa on 42 % jokipaikoista (Kuva 5).



Kuva 5. Jokien biologisten laatutekijöiden ekologinen tila ja fysikaalis-kemiallisten tekijöiden tila Kymijoen-Suomenlahden vesienhoitoalueen metsätalousvaltaisten valuma-alueiden jokien seuranta- paikoilla. Heikoin ekologinen tila on määritetty kaikkien biologisten laatutekijöiden ja fysikaalis-kemiallisten tekijöiden luokitusten perusteella (tulokset 31 seuranpaikalta).

Järvet

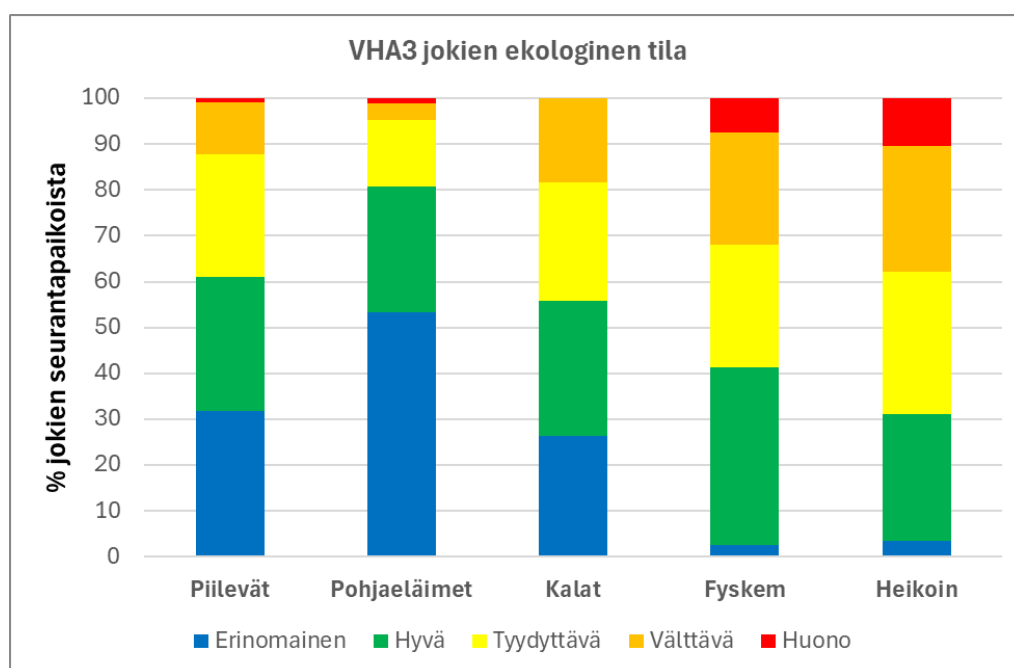
Kymijoen-Suomenlahden vesienhoitoalueella järvien kaikki biologiset laatutekijät ilmentävät pääasiassa hyvää tai erinomaista tilaa (Kuva 6). Myös fysikaalis-kemiallisiin tekijöihin perustuva tila on pääasiassa erinomainen tai hyvä. Heikoimman luokituksen perusteella hyvässä tai erinomaisessa tilassa on 71 % järvistä (Kuva 6).



Kuva 6. Järvien biologistenlaatutekijöiden ekologinen tila ja fysikaalis-kemiallisten tekijöiden tila Kymijoen-Suomenlahden vesienhoitoalueen metsätalousvaltaisten valuma-alueiden seurantajärvissä. Heikoin ekologinen tila on määritetty vähintään neljän biologisen laatutekijän ja fysikaalis-kemiallisten tekijöiden perusteella (tulokset 34 seurantajärvestä). Pohjaeläimiä seurataan sekä kivikkorannoilla että syvänteissä.

VHA3 Kokemäenjoen-Saaristomer-Selkämeren vesienhoitoalue

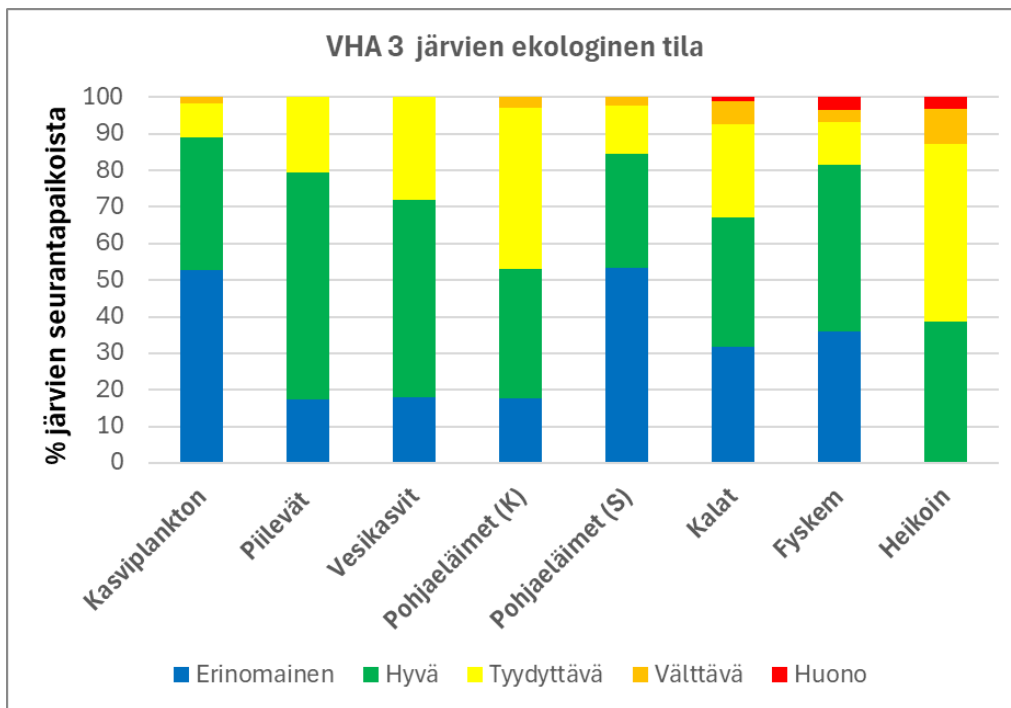
Kokemäenjoen-Saaristomer-Selkämeren vesienhoitoalueella jokien ekologinen tila on kaikilla laatutekijöillä pääsääntöisesti joko hyvä tai erinomainen, mutta tyydyttävässä tai sitä heikommassa tilassa olevien jokien osuus on alueella selvästi kohonnut (Kuva 7). Fysikaalis-kemiallisten tekijöiden perusteella 42 % alueen jokivesimuodostumista on vähintään hyvässä tilassa. Heikoimman tekijän perusteella Hyvään tai erinomaiseen ekologiseen tilaan luokituu vain 31 % seuranpaikoista (Kuva 7).



Kuva 7. Jokien biologistenlaatutekijöiden ekologinen tila ja fysikaalis-kemiallisten tekijöiden tila Kokemäenjoen-Saaristomer-Selkämeren vesienhoitoalueen metsätalousvaltaisten valuma-alueiden jokien seurantapaikoilla. Heikoin ekologinen tila on määritetty kaikkien biologisten laatutekijöiden ja fysikaalis-kemiallisten tekijöiden luokitusten perusteella (tulokset 29 seuranpaikalta).

Järvet

Kokemäenjoen-Saaristomer-Selkämeren vesienhoitoalueella järvien ekologinen tila on kaikilla laatutekijöillä pääsääntöisesti (<50 % järivistä) joko hyvä tai erinomainen, mutta myös järvissä tyydyttävässä tai sitä heikommassa tilassa olevien seurantajärvien osuus on alueella selvästi kohonnut (Kuva 8). Fysikaalis-kemiallisten tekijöiden perusteella 81 % järivistä luokituu vähintään hyvään tilaan. Heikoimman luokituksen perusteella 39 % järivistä on hyvässä tilassa. Erinomaiseen tilaan ei tässä vertailussa luokitu järviä lainkaan (Kuva 8).

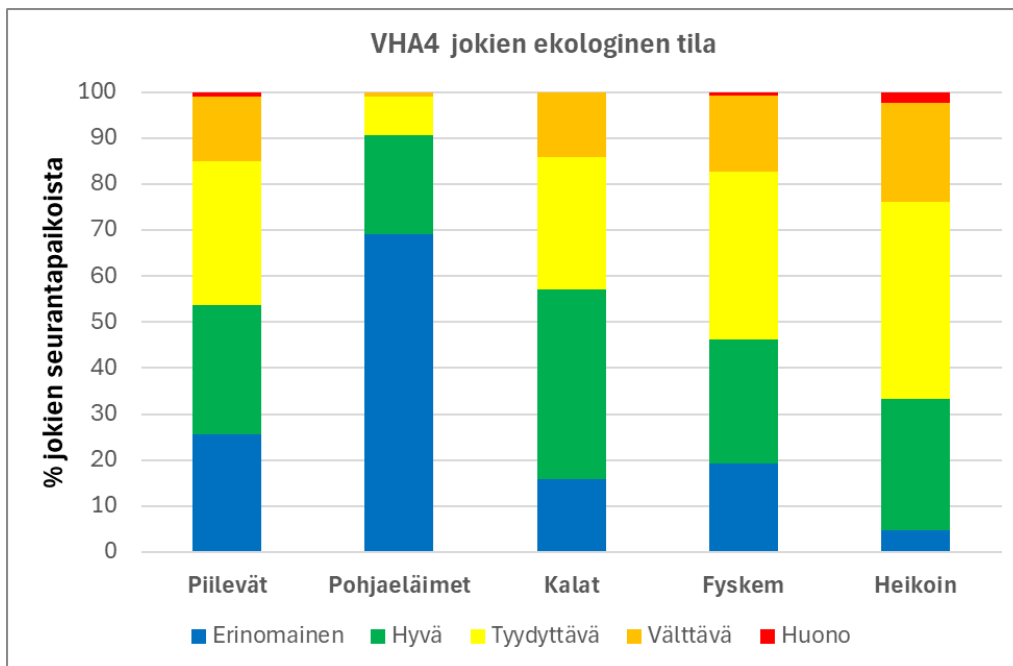


Kuva 8. Järvien biologistenlaatutekijöiden ekologinen tila ja fysikaalis-kemiallisten tekijöiden tila Kymijoen-Suomenlahden vesienhoitoalueen metsätalousvaltaisten valuma-alueiden seurantajärvissä. Heikoin ekologinen tila on määritetty vähintään neljän biologisen laatutekijän ja fysikaalis-kemiallisten tekijöiden perusteella (tulokset 31 seurantajärvestä). Pohjaeläimiä seurataan sekä kivikkorannoilla että syvänteissä.

VHA4 Oulujoen-Iijoen vesienhoitoalue

Joet

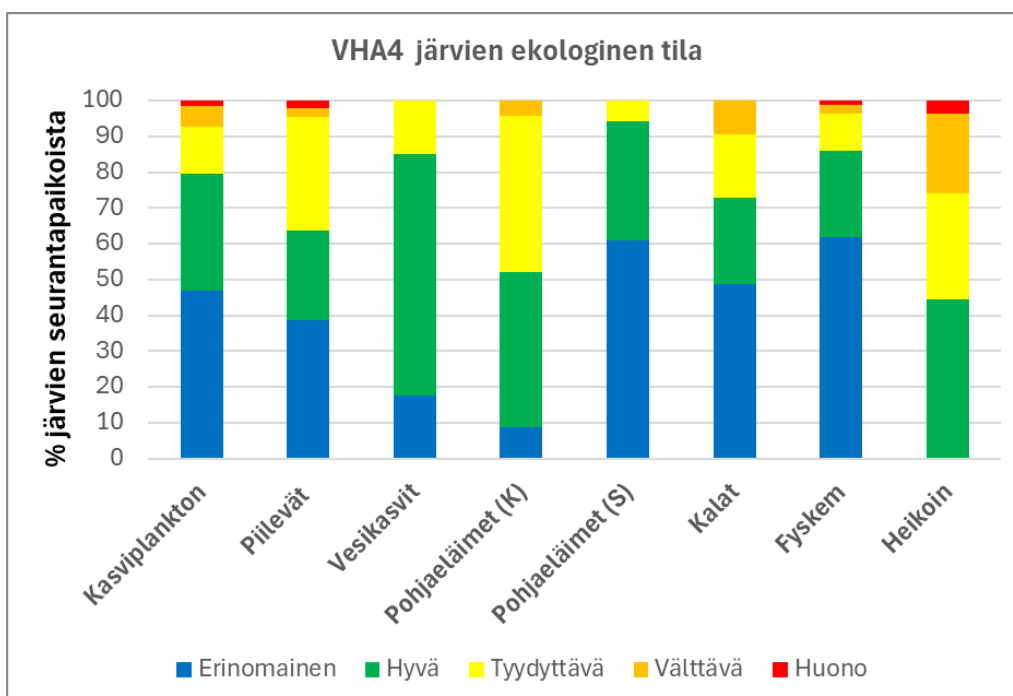
Oulujoen-Iijoen vesienhoitoalueella jokien ekologinen tila on kaikilla laatutekijöillä pääsääntöisesti joko hyvä tai erinomainen, mutta tyydyttävässä tai sitä heikommassa tilassa olevien jokien osuus on tälläkin vesienhoitoalueella alueella selvästi kohonnut (Kuva 9). Fysikaalis-kemiallisten tekijöiden perusteella 46 % alueen jokivesimuodostumista on vähintään hyvässä tilassa. Heikoimman tekijän perusteella hyvään tai erinomaiseen ekologiseen tilaan luokituu 34 % seuranpaikoista (Kuva 9).



Kuva 9. Jokien biologistenlaatutekijöiden ekologinen tila ja fysikaalis-kemiallinen tila Oulujoen-Iijoen vesienhoitoalueen metsätalousvaltaisten valuma-alueiden jokien seuranta- paikoilla. Heikoin ekologinen tila on määritetty kaikkien biologisten laatutekijöiden ja fysikaalis-kemiallisten tekijöiden luokitusten perusteella (tulokset 42 seuranpaikalta).

Järvet

Oulujoen-Iijoen vesienhoitoalueella järvien ekologinen tila on kaikilla laatutekijöillä pääsääntöisesti joko hyvä tai erinomainen, mutta tyydyttävässä tai sitä heikommassa tilassa olevien järvien osuus on kohonnut syvänteiden pohjaeläimiä lukuun ottamatta kaikilla laatutekijöillä (Kuva 10). Fysikaalis-kemiallisten tekijöiden perusteella 86 % järvistä tai niiden osa-altaista on vähintään hyvässä tilassa. Heikoimman luokituksen perusteella vähintään hyvässä tilassa on 44 % järvistä. Erinomaiseen tilaan ei tässä vertailussa luokitu järviä lainkaan (Kuva 10).

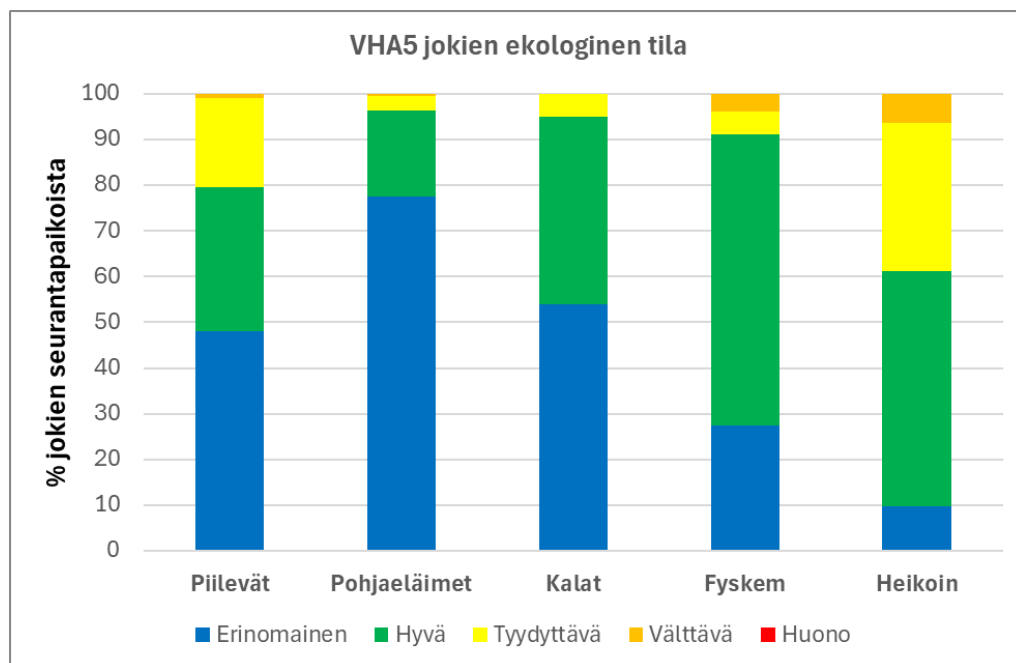


Kuva 10. Järvien biologistenlaatutekijöiden ekologinen tila ja fysikaalis-kemiallisten tekijöiden tila Oulujoen-Iijoen vesienhoitoalueen metsätalousvaltaisten valuma-alueiden seurantajärvissä. Heikoin ekologinen tila on määritetty vähintään neljän biologisen laatutekijän ja fysikaalis-kemiallisten tekijöiden perusteella (tulokset 27 seurantajärvestä). Pohjaeläimiä seurantaan sekä kivikkorannoilla että syvänteissä.

VHA5 Kemijoen vesienhoitoalue

Joet

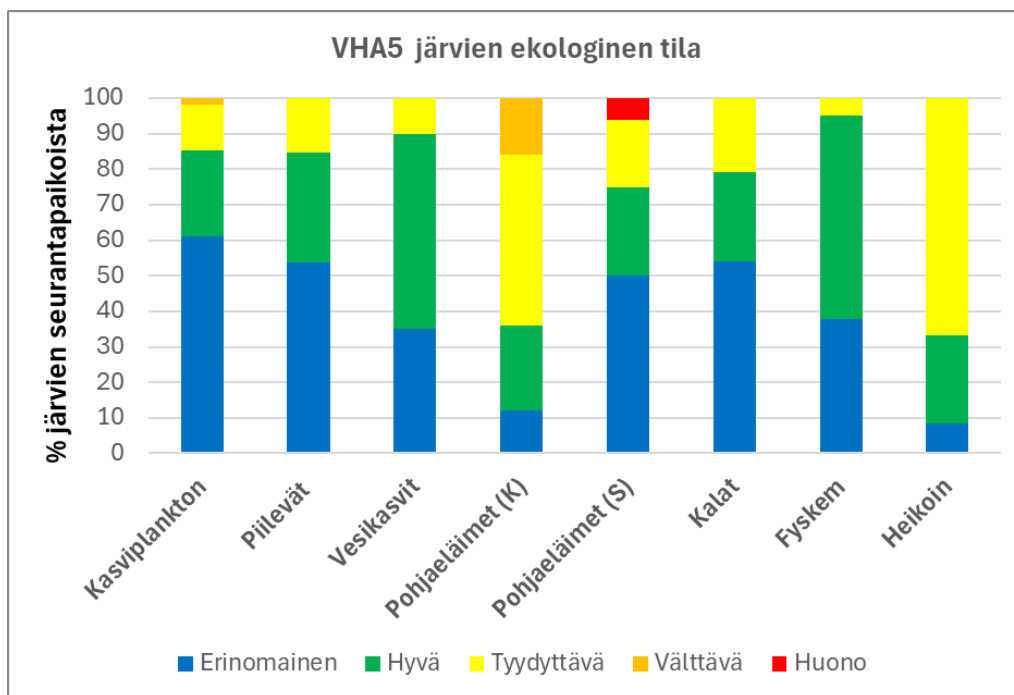
Kemijoen vesienhoitoalueella jokien ekologinen tila on pääasiassa hyvä tai erinomainen. Erinomainen ekologien tila on vallitseva kaloilla ja pohjaeläimillä, mutta myös piilevillä lähes puolet (48 %) seurantapaikosta luokituu erinomaiseen tilaan (Kuva 11). Fysikaalis-kemiallisten tekijöiden perusteella 91 % seurantapaikoista on vähintään hyvässä tilassa. Heikoimman tekijän perusteella 62 % seurantapaikoista luokituu hyvään tai erinomaiseen tilaan (Kuva 11).



Kuva 11. Jokien biologistenlaatutekijöiden ekologinen tila ja fysikaalis-kemiallinen tila Kemijoen vesienhoitoalueen metsätalousvaltaisten valuma-alueiden jokien seurantapaikoilla. Heikoin ekologinen tila on määritetty kaikkien biologisten laatutekijöiden ja fysikaalis-kemiallisten tekijöiden luokitusten perusteella (tulokset 31 seuranpaikalta).

Järvet

Kemijoen vesienhoitoalueella järvien ekologinen tila on kaikilla laatutekijöillä kivikkorantojen pohjaeläimiä lukuun ottamatta joko hyvä tai erinomainen (Kuva 12). Kivikkorantojen pohjaeläinten perusteella hyvässä tai erinomaisessa tilassa on vain 36 % seurantapaikoista. Tulos on hyvin poikkeava ja saattaa pääosin johtua pohjoisiin järviin liittyvistä luontaisista tekijöistä. Fysikaalis-kemiallisten tekijöiden perusteella 95 % järvistä on vähintään hyvässä tilassa. Kivikkorantojen pohjaeläinten vuoksi heikoimman luokituksen perusteella vähintään hyvässä tilassa on vain 33 % järvistä (Kuva 12). Yhdenmukaista luokitteluaaineistoa tässä vertailussa oli vain 12 järvestä.

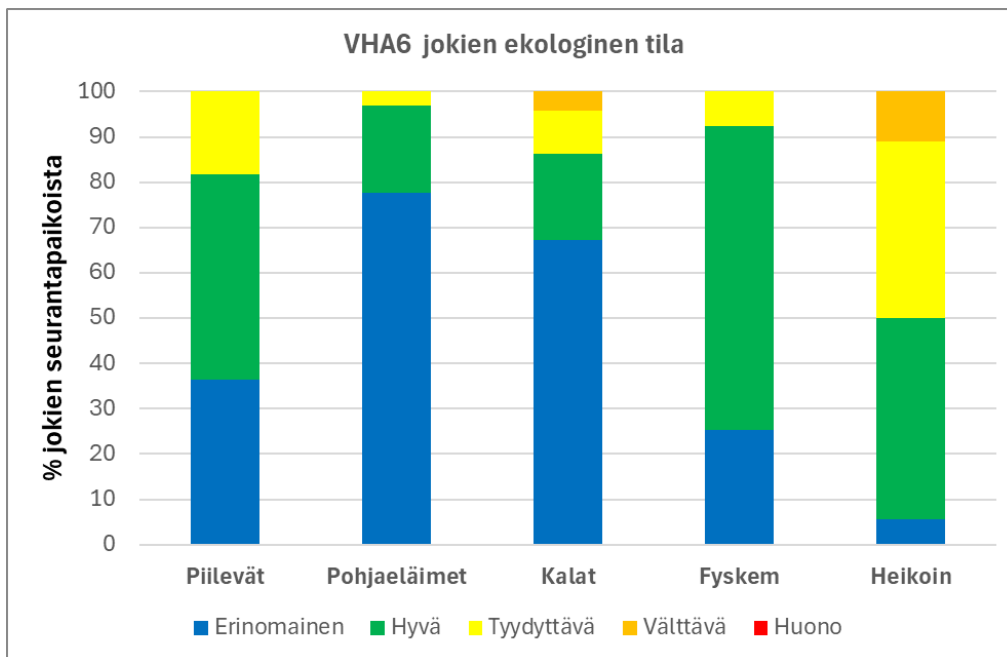


Kuva 12. Järvien biologistenlaatutekijöiden ekologinen tila ja fysikaalis-kemiallisten tekijöiden tila Kemijoen vesienhoitoalueen metsätalousvaltaisten valuma-alueiden seurantajärvissä. Heikoin ekologinen tila on määritetty vähintään neljän biologisen laatutekijän ja fysikaalis-kemiallisten tekijöiden perusteella (tulokset 12 seurantajärvestä). Pohjaeläimiä seurantaan sekä kivikkorannoilla että syvänteissä.

VHA6 Tornionjoen vesienhoitoalue

Joet

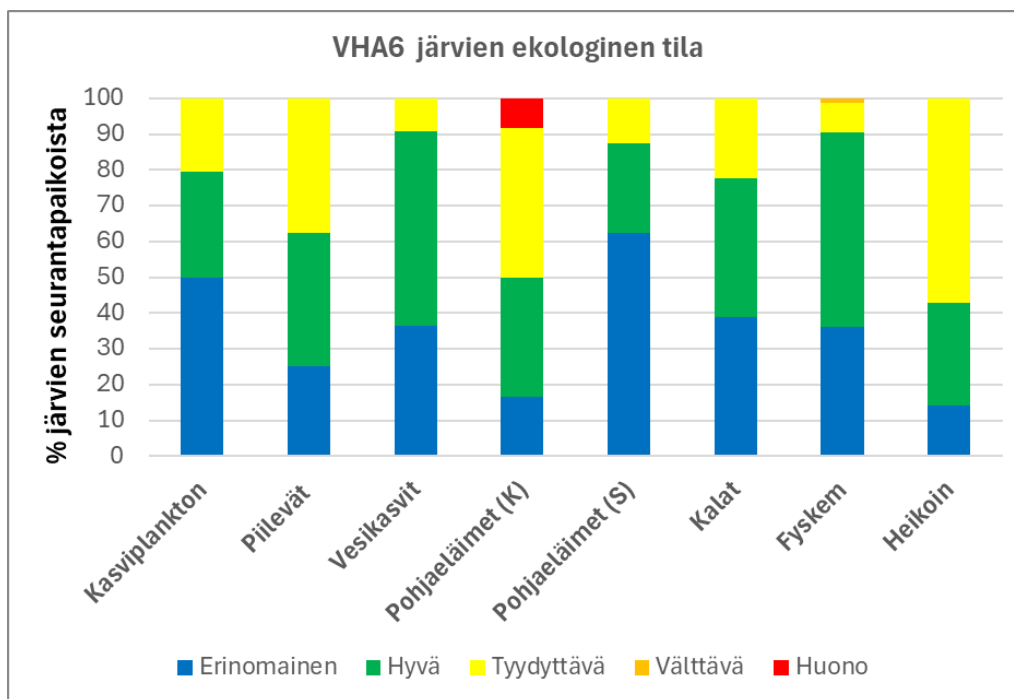
Tornionjoen vesienhoitoalueella jokien ekologinen tila on pääasiassa hyvä tai erinomainen. Erinomainen ekologien tila on vallitseva pohjaeläimillä ja kaloilla laatutekijöillä ja piilevilläkin 36 % paikoista luokituu erinomaiseen tilaan (Kuva 13). Fysikaaliskemialliset tekijät ilmentävät myös vähintään hyvää ekologista tilaa. Heikoimman tekijän perusteella 50 % seurantapaikoista luokituu hyvään tai erinomaiseen tilaan (Kuva 13). Yhdenmukaista luokitteluaineistoa oli tässä vertailussa saatavilla vain 18 seurantapaikalta.



Kuva 13. Jokien biologistenlaatutekijöiden ekologinen tila ja fysikaalis-kemiallinen tila Kemijoen vesienhoitoalueen metsätalousvaltaisten valuma-alueiden jokien seurantapaikoilla. Heikoin ekologinen tila on määritetty kaikkien biologisten laatutekijöiden ja fysikaalis-kemiallisten tekijöiden luokitusten perusteella (tulokset 18 seuranpaikalta).

Järvet

Tornionjoen vesienhoitoalueella järvien ekologinen tila on kaikilla laatutekijöillä kivikkorantojen pohjaeläimiä lukuun ottamatta joko hyvä tai erinomainen (Kuva 14). Kivikkorantojen pohjaeläinten perusteella hyvässä tai erinomaisessa tilassa on 47 % seurantapaikoista. Biologisten laatutekijöiden aineistoa oli kasviplanktonia lukuun ottamatta heikosti saatavilla, joten tulosten yleistettävyys on heikko. Fysikaalis-kemiallisten tekijöiden perusteella 90 % järvistä on vähintään hyvässä tilassa. Heikoimman tekijän luokituksiin oli aineistoa vain seitsemästä järvestä. Näistä vähintään hyvässä tilassa on kolme järveä (35 %) ja tyydyttävässä on neljä järveä (65 %) (Kuva 14).



Kuva 14. Järvien biologistenlaatutekijöiden ekologinen tila ja fysikaalis-kemiallisten tekijöiden tila Kemijoen vesienhoitoalueen metsätalousvaltaisten valuma-alueiden seurantajärvisä. Heikoin ekologinen tila on määritetty vähintään neljän biologisen laatutekijän ja fysikaalis-kemiallisten tekijöiden perusteella (tulokset 7 seurantajärvestä). Pohjaeläimiä seurataan sekä kivikkorannoilla että syvänteissä.

Pienten uomien luonnontilan muuttuneisuus ja metsätalouden maankäyttö pienillä valuma-alueilla

Pienten uomien luonnontilaisuuden ennusteet

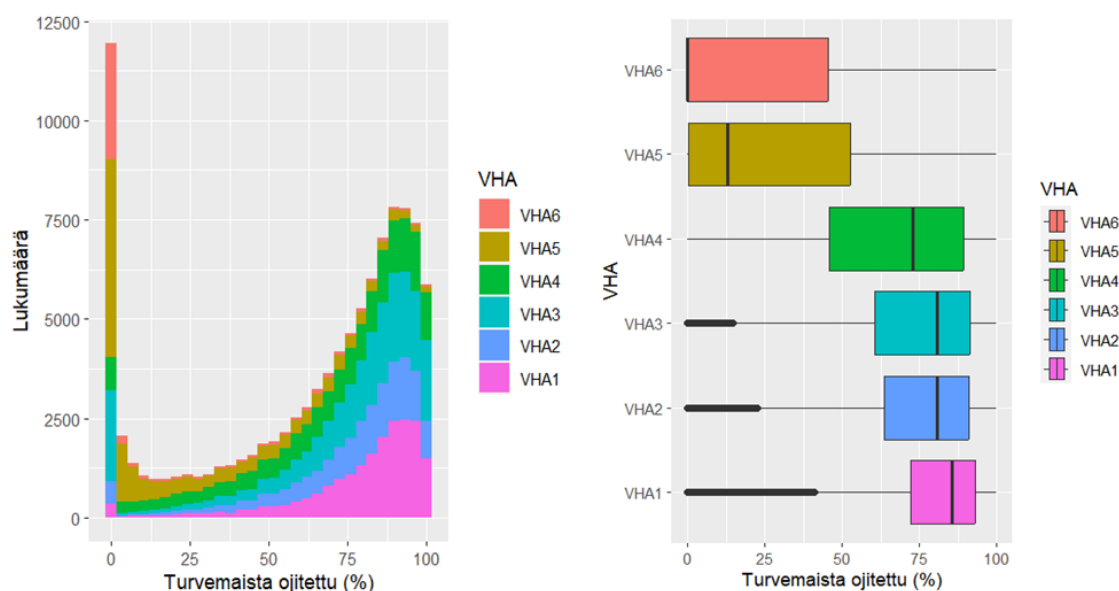
Valtakunnalliset ennusteet tuotettiin kaikille hankkeessa muodostetuille Ranta10 aineiston uomille. Ennusteista rajattiin pois hyvin pienet uomat (valuma-alue < 5 hehtaaria) sekä valuma-alueet, joilla oli turvemaita alle 5 % niiden pinta-alasta. Ennusteita ei tuotettu lainkaan Teno-, Näätämö- ja Paatsjoen vesienhoitoalueelle. Pohjoisilla vesienhoitoalueilla (Kemijoki ja Tornionjoki VHA 5 ja 6) yli puolet uomista ennustettiin luonnontilaisiksi, kun taas eteläisillä alueilla (VHA 1 -3) luonnontilaisiksi ennustettuja uomia oli vain prosentti kaikista uomista (Taulukko 5). Kaikkein heikoimpaan luokkaan ennustettujen uomia oli eteläisillä alueilla (38–50 % uomista). Toisaalta vähän (luokka 4) tai kohtalaisesti muutettuja (luokka 3) uomia on eteläisilläkin vesienhoitoalueilla runsaasti (Taulukko 5).

Taulukko 5. Purouomien ennustettu luonnontilan muuttuneisuus vesienhoitoalueilla. L1 on täysin muutetut uomat ja L5 edustaa luonnontilaisia uomia. Lähde (<https://luontotieto.syke.fi/aineisto/arviot-pienten-virtavesien-luonnontilan-muuttuneisuudesta-purohelmi-hanke/>).

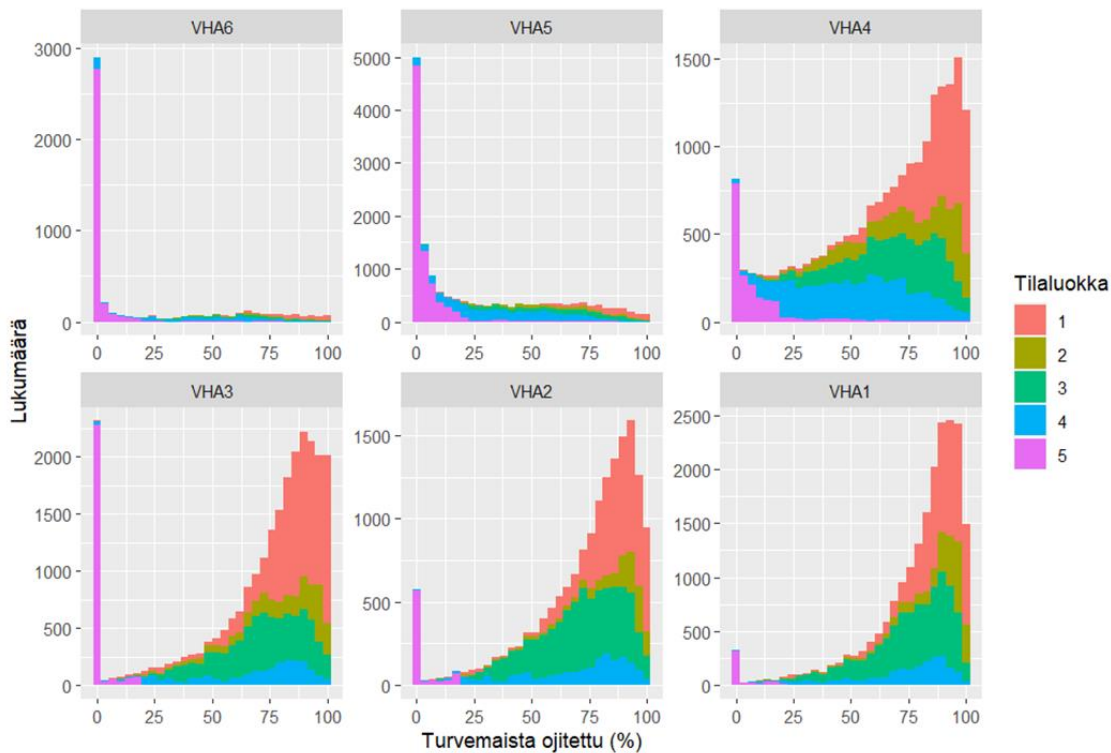
Vesienhoitoalue	L1 %	L2 %	L3 %	L4 %	L5 %	N uomia
VHA1	38	14	36	11	1	18755
VHA2	39	10	37	12	1	13058
VHA3	50	15	25	9	1	19529
VHA4	30	16	22	25	8	19163
VHA5	8	6	10	25	51	15966
VHA6	9	4	7	18	62	4601

Ojitettujen turvemaiden osuus turvemaiden pinta-alasta

Ojitettujen turvemaiden osuus turvemaiden pinta-alasta vaihtelee suuresti vesienhoitoalueittain. Valtaosa eteläisten vesienhoitoalueiden turvemaista on erittäin voimakkaasti ojitettu ja ojitettuja turvemaita on runsaasti etenkin Vuoksen vesienhoitoalueella (Kuva 15). Myös Kokemäenjoen- ja Kymijoen vesienhoitoalueilla on runsaasti ojitettuja turvemaita. Oulujoen-Iijoen vesienhoitoalueella on myös runsaasti ojitettuja turvemaita, mutta alueella on eteläisiin alueisiin verrattuna enemmän vähän ojitettuja tai täysin ojittamattomia turvemaita (Kuva 15). Ojitettujen turvemaiden osuus turvemaiden kokonaispinta-alasta on pienin Tornionjoen ja Kemijoen vesienhoitoalueilla (Kuva 15). Ojitettujen turvemaiden osuus turvemaiden pinta-alasta on tärkeä selittävä muuttuja purouomien luonnontilaisuuden mallinnuksessa. Luonnontilaisin habitaattiluokka 5 painottuukin lähinnä täysin ojittamattomiin alueisiin ja järjestyksessä seuraavat luokat painottuvat kohti täysin ojitettuja turvemaita (Kuva 16).



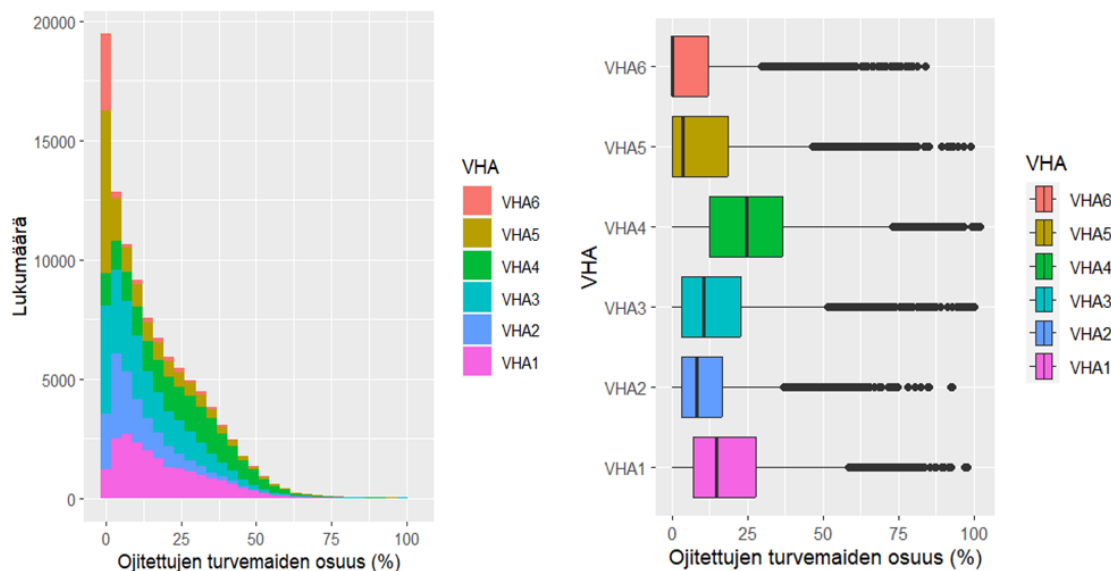
Kuva 15. Pienten virtavesien valuma-alueiden lukumäärän ja ojitettujen turvemaiden osuuden turvemaiden pinta-alasta suhde (vasenkuva) ja ojitettujen turvemaiden osuuden vaihtelu vesienhoitoalueilla (oikea kuva).



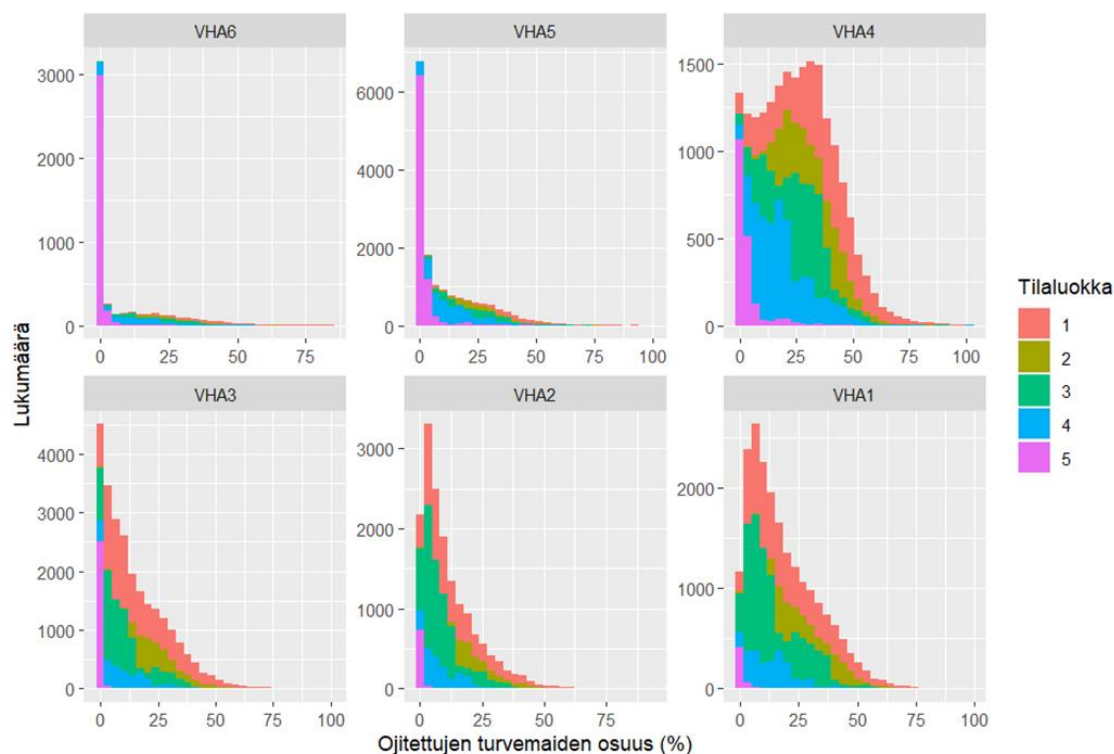
Kuva 16. Valuma-alueiden lukumäärän ja ojitettujen turvemaiden osuuden suhde purouomien mallinnetuissa luonnontilan muuttuneisuusluokissa vesienhoitoalueittain.

Ojitettujen turvemaiden osuus valuma-alueiden pinta-alasta

Ojitetun turvemaan osuus valuma-alueen pinta-alasta on alhaisin pohjoisilla vesienhoitoalueilla, mutta suurimmat ojitusalat löytyvät Oulujoen-Iijoen sekä Vuoksen vesienhoitoalueilta (Kuva 17). Myös ojitetun turvemaan osuus valuma-alueen pinta-alasta oli tärkeä selittävä muuttuja purouomien luonnontilaisuuden mallissa. Luonnontilaisuusluokat jakautuvat melko selkeästi järjestyksessään muuttuneisuuden mukaan ojittamattomien ja ojitettujen valuma-alueiden välille. Luonnontilaisimman luokan osuudet sijoittuvat enimmäkseen täysin ojittamattomille tai vähän ojitetuille valuma-alueilla, kun taas muutetuimman luokan valuma-alueet painottuvat voimakkaimmin ojitetuille valuma-alueille (Kuva 18).



Kuva 17. Valuma-alueiden lukumäärän ja ojitettujen turvamaiden osuuden (valuma-alueen pinta-alasta) suhde sekä ojitettujen turvamaiden osuuden vaihtelu vesienhoitoalueilla.



Kuva 18. Valuma-alueiden lukumäärän ja ojitettujen turvamaiden osuuden valuma-alueen pinta-alasta suhde purouomien mallinnetuissa luonnontilan muuttuneisuusluokissa vesienhoitoalueittain.

Ilmastomuutoksen vaikutukset jokien hydrologiaan ja vesistökuormitukseen

Koosteiden aineistot

Ilmastomuutosskenaarioiden koosteisiin valikoitui jokien seurantapaikkoja suhteellisen edustavasti kaikilta vesienhoitoalueilta. Aineistossa on sekä pieniä (valuma-alue < 100 km²) että keskisuuria (valuma-alue 100–1000 km²), mutta keskimääräinen valuma-alueen pinta-ala on lähempänä pienten

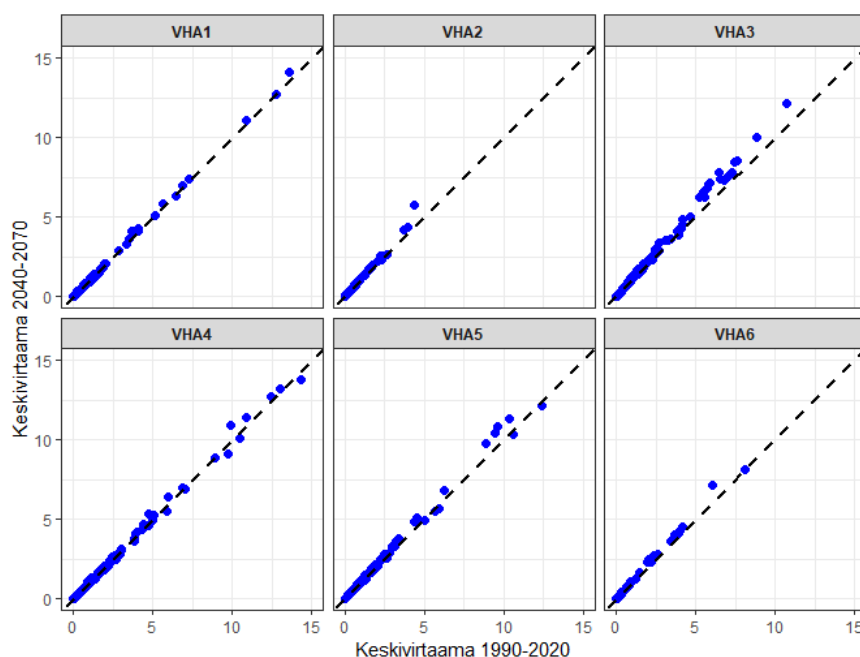
jokien pinta-alaa. Metsätalouden vaikutukset ovat nähtävissä valuma-alueen ojituksissa ja simuloituissa ravinteiden pitoisuuksissa (Taulukko 6). Ravinnepitoisuudet ovat keskimäärin korkeampia kuin varsinaisilta seuranta-alueilta mitatut pitoisuudet (ks. Taulukko 1). Valuma-alueen ojitusprosentit ovat eteläisillä valuma-alueilla jonkin verran korkeampia verrattuna pienten valuma-alueiden aineistoon (ks. kuva 18), mutta ero eteläisten ja pohjoisten alueiden välillä on selvä tässäkin aineistossa. Kokemäenjoen vesienhoitoalueen peltoprosentti on selvästi korkeampi kuin muilla vesienhoitoalueilla, mikä näkyy myös ravinnepitoisuuksissa (Taulukko 6).

Taulukko 6. Ilmastomuutoskenaarioiden koosteisiin valittujen jokien seuranta-alueiden keskimääräiset valuma-alueen koot, simuloitujen ravinteiden ja hiilen pitoisuudet (1991–2020) sekä valuma-alueen maankäyttöä kuvaavat muuttujat.

VHA	N	Valuma- alue (km ²)	Kok. P (µg/l)	Kok. N (mg/l)	TOC (mg/l)	Ojitus (%)	Pelto (%)	Metsä (%)
VHA1	80	150	31,8	0,61	18,5	28,5	3,2	86
VHA2	54	103	24,4	0,57	16,0	17,1	2,7	83
VHA3	128	213	48,6	1,10	22,3	29,1	10,0	79
VHA4	219	103	22,9	0,42	14,6	22,4	1,6	84
VHA5	81	157	19,3	0,32	14,1	13,3	0,4	81
VHA6	47	108	12,2	0,19	10,1	5,5	0,2	87

Jokien keskivirtaama

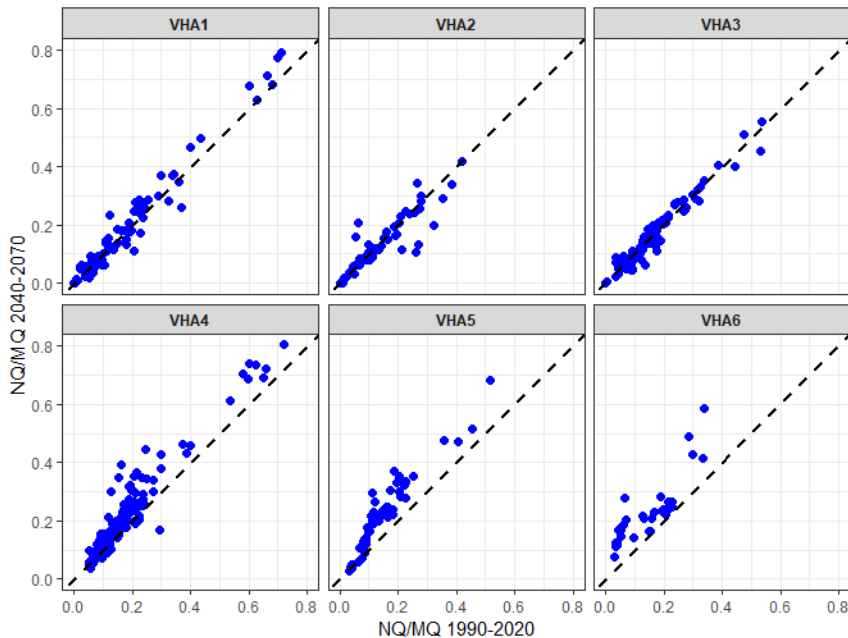
Muuttuva ilmasto vaikutti skenaarioissa jokien keskivirtaamiin suhteellisen vähän. Virtaamat olivat suunnilleen samalla tasolla kuin nykypäivänä tai jonkin verran korkeampia (Kuva 23). Suurinta virtaamien kasvu oli Kokemäenjoen (VHA3) vesienhoitoalueella.



Kuva 23. Jokien simuloitu keskivirtaama (m³/s) jaksoilla 1990-2020 ja 2040-2070. Katkoviiva kuvaa 1:1 suhdetta. Viivan alapuoliset arvot ovat tulevaisuuden skenaariossa nykypäivää alhaisempia ja viivan yläpuoliset arvot korkeampia.

Jokien alivirtaaman suhde keskivirtaamaan

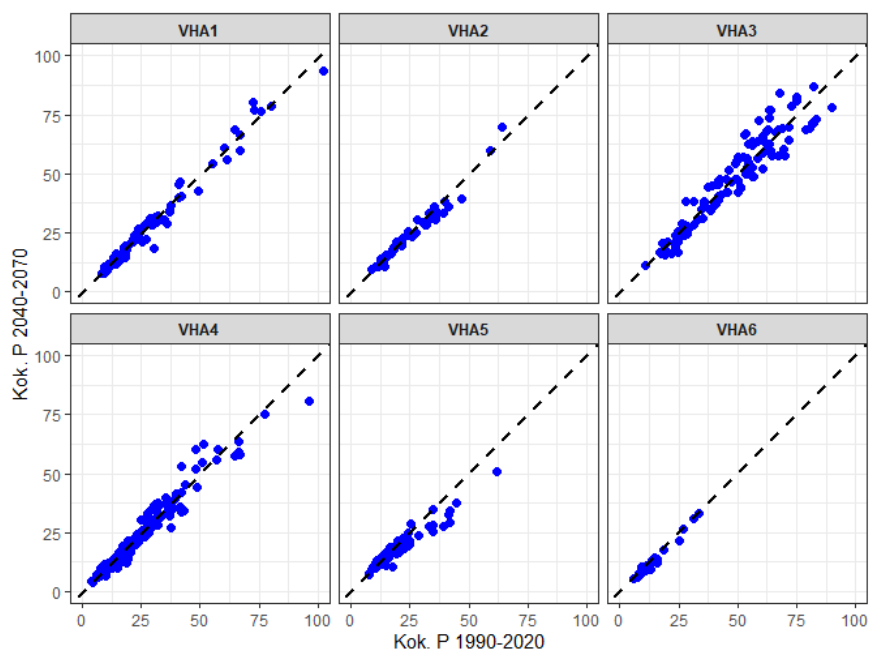
Jokien alivirtaaman (NQ) suhde keskivirtaamaan (MQ) kasvoi skenaarioissa pohjoisilla vesienhoitoalueilla, mutta eteläisillä alueilla muutos oli vaihtelevampi ja siinä on sekä alenemista että kasvua (Kuva 24).



Kuva 24. Jokien simuloitu alivirtaaman (NQ) ja keskivirtaaman (MQ) suhde jaksoilla 1990-2020 ja 2040-2070. Katkoviiva kuvaa 1:1 suhdetta. Viivan alapuoliset arvot ovat tulevaisuuden skenaariossa nykypäivää alhaisempia ja viivan yläpuoliset arvot korkeampia.

Veden fosforipitoisuus

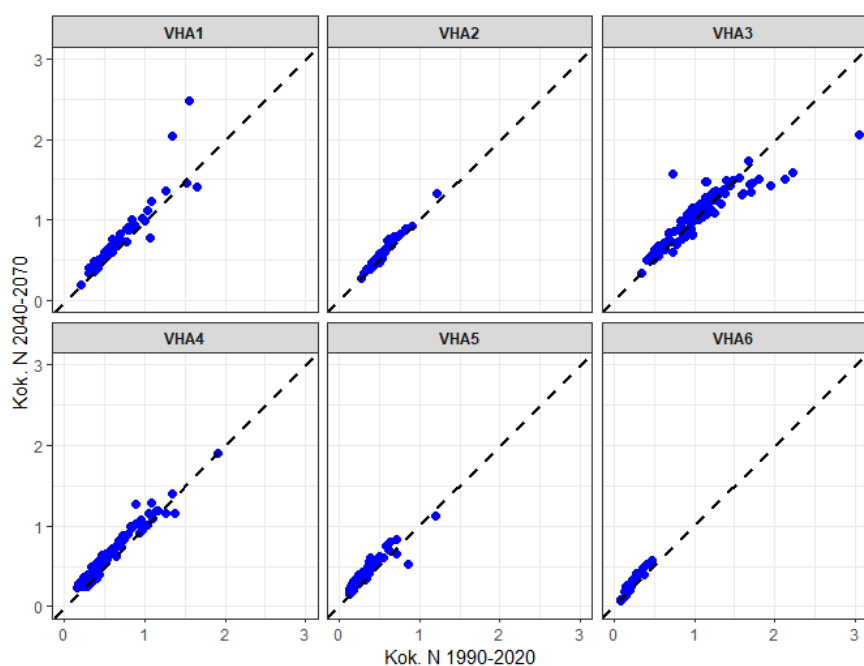
Veden fosforipitoisuuksien skenaarioissa oli myös vaihtelua vesienhoitoalueiden välillä. Voimakkaimmin pitoisuudet kasvoivat Kokemäenjoen vesienhoitoalueella, missä pitoisuudet toisaalta myös alenivat osassa seurantapaikkoja (Kuva 25).



Kuva 25. Jokien simuloitu veden kokonaisfosforin pitoisuus ($\mu\text{g/l}$) jaksoilla 1990-2020 ja 2040-2070. Katkoviiva kuvaa 1:1 suhdetta. Viivan alapuoliset arvot ovat tulevaisuuden skenaariossa nykypäivää alhaisempia ja viivan yläpuoliset arvot korkeampia.

Veden typpipitoisuus

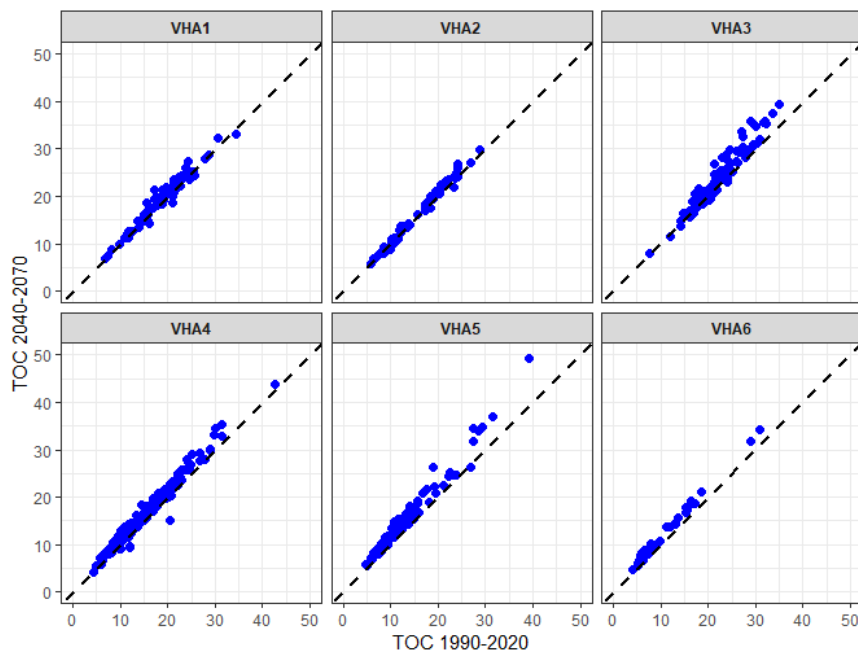
Typhen kokonaispitoisuudet olivat skenaarioissa hieman korkeampia nykypäivään verrattuna kaikilla vesienhoitoalueilla. Kokemäenjoen vesienhoitoalueella korkeimmat pitoisuudet olivat skenaariossa kuitenkin merkittävästi alhaisempia nykypäivään verrattuna (Kuva 26).



Kuva 26. Jokien simuloitu veden kokonaistypen pitoisuus (mg/l) jaksoilla 1990-2020 ja 2040-2070. Katkoviiva kuvaa 1:1 suhdetta. Viivan alapuoliset arvot ovat tulevaisuuden skenaariossa nykypäivää alhaisempia ja viivan yläpuoliset arvot korkeampia.

Orgaanisen hiilen pitoisuus

Orgaanisen hiilen kokonaispitoisuudet (TOC) olivat skenaarioissa pääsääntöisesti joko samalla tasolla tai korkeampia nykypäivään verrattuna korkeampia kaikilla vesienhoitoalueilla (Kuva 27).



Kuva 27. Jokien simuloitu orgaanisen hiilen (TOC) pitoisuus (mg/l) jaksoilla 1990-2020 ja 2040-2070. Katkoviiva kuvaa 1:1 suhdetta. Viivan alapuoliset arvot ovat tulevaisuuden skenaariossa nykypäivää alhaisempia ja viivan yläpuoliset arvot korkeampia.

Yhteenveto ja aineiston virhelähteet

Yksittäisten biologisten laatutekijöiden ekologinen tila on vesienhoitoalueilla lähes pääsääntöisesti vähintään hyvä, mutta heikoimpaan tekijään perustuvissa luokitteluissa keskimäärin vain 37 % jokipaikoista ja 55 % järvistä on biologisten laatutekijöiden ja fysikaalis-kemiallisten tekijöiden perusteella vähintään hyvässä ekologisessa tilassa vesienhoitoalueilla 1-4. Heikoin ekologinen tila on Kokemäenjoen ja Oulujoen-Iijoen vesienhoitoalueilla. Kokemäenjoen alueelta selvitykseen valittujen vesistöjen valuma-alueilla on enemmän maataloutta muihin vesienhoitoalueisiin verrattuna. Oulujoen-Iijoen alueen metsistä suurin osa on turvemaiden ojitetuilla alueilla, minkä lisäksi alueella on paljon ongelmallista maaperää, kuten sulfaatti- rautapitoisia maita. Fysikaalis-kemiallisten tekijöiden perusteella Kemijoen ja Tornionjoen vesienhoitoalueiden vesistöt ovat valtaosin hyvässä tai erinomaisessa tilassa, joten alueiden biologisten laatutekijöiden pieniin aineistoihin perustuvat luokittelut eivät anna todellista kuvaa ekologisesta tilasta. Huolimatta siitä, että selvitykseen on koottu käytännössä kaikki saatavilla olevat biologiset aineistot, ei aineisto välttämättä edusta erilaisia metsätalouden maankäytön tilanteita muillakaan vesienhoitoalueilla, koska heikoimman tekijän luokitteluun oli aineistoa saatavilla vain niukasti. Virheetön selvitys edellyttäisi laajoja satunnaisotoksia vesienhoitoalueiden vesistöistä.

Vesipuitelidirektiivin toimeenpanon myötä vesienhoidon käytössä olevien seurantatietojen määrä on kasvanut merkittävästi, mutta kattavat seurantatiedot puuttuvat edelleen suuresta osasta joki- ja järvesimuodostumista. Ekologista luokittelua on aiemmilla luokittelukausilla tehty ns. yhdenmetyt tarkastelun perusteella, jossa huomioidaan olemassa olevien aineistojen lisäksi laaja-alaisesti

esimuodostumaan vaikuttavia paineita ja muita tekijöitä. Tulevalla vesienhoitokaudella luokittelussa siirrytään käyttämään heikoimman laatutekijän periaatetta vesimuodostuman tilaluokan määräytymisessä. Nykyisillä aineistoilla laatutekijäkohtainen luokittelu on mahdollista vain murto-osassa vesimuodostumia, joten luokittelun laaja-alainen toteuttaminen tulee edelleen vaatimaan asiantuntija-arviointia. Luokittelun tueksi on tuotettu mallinnuspohjaisia ennusteita biologisten laatutekijöiden luokitteluista, minkä lisäksi mallinnuksella pyritään kattamaan myös hydrologisen ja morfologisen muuttuneisuuden arvioinnin puutteita.

Pienten valuma-alueiden puroumat ja niiden habitaatit ovat mallinnuksen perusteella voimakkaasti heikentyneet Oulun eteläpuolisilla alueilla. Uomien tilaennusteet jakautuvat voimakkaasti suhteessa turvemaiden ojituksiin. Tulos on odotettu, koska ojitusten määrä oli uomien maastossa arvioitua luonnontilan muuttuneisuutta voimakkaimmin selittävä muuttuja. Ojitusten osuus turvemaiden pinta-alasta on kuitenkin eteläisillä vesienhoitoalueilla todella suuri, eikä osuudessa ole juuri vaihtelua, eli valuma-alueilla olevat turvemaat on lähes systemaattisesti ojitettu. Vesienhoidon tavoitteet koskevat vain vesimuodostumiksi rajattua vesistöjä, joten pienten osavaluma-alueiden tilaa ei välttämättä ole riittävästi huomioitu vesienhoidon suunnittelussa, eikä toimenpiteitä ole tämän vuoksi suunnattu niiden vaikuttavuuden perusteella. Valuma-alueitasoinen vesienhoidon suunnittelu on nostettu keskeiseksi periaatteeksi neljännen vesienhoitokauden suunnittelussa, joten jatkossa pienemmät valuma-alueet tulevat todennäköisesti paremmin huomioituiksi vesienhoidon suunnittelussa.

Ilmastonuutoksen myötä virtaamat voivat tulevaisuudessa kasvaa ja lisääntyneen valunnan myötä myös vesistökuormitus tulee todennäköisesti lisääntymään (Huttunen ym. 2015). Toisaalta myös alivirtaamat saattavat voimistua ja pienempien uomien kuivuminen voi yleistyä (Mimeau ym. 2025). Selvitykseen kootuissa skenaarioissa on nähtävissä virtaamien lisääntyminen, mutta myös alivirtaamat saattavat eteläisillä vesienhoitoalueilla tulevaisuudessa voimistua. Skenaarioissa tarkasteltiin kuormituksen sijaan ravinteiden ja orgaanisen hiilen pitoisuuksia. Pitoisuuksien tarkastelu on eliöstön kannalta mielekkäämpää verrattuna kuormitukseen. Pitoisuudet vaikuttavat suoraan eliöstöön ja ne voivat olla korkeita myös alhaisten virtaamien aikaan, jolloin kuormitus on alhaista. Suurimmat poikkeamat ravinteiden skenaarioissa ennustettiin paikoille, joissa ravinnepitoisuudet ovat korkeita. Muutosten suunta ei kuitenkaan aina ollut kasvava, vaan joillakin paikoilla pitoisuudet alenivat. Ilmiö saattaa liittyä virtaamaan muutoksiin, jotka suoraan vaikuttavat kuormitukseen ja pitoisuuksiin, mutta ilmiö vaatii simulaatioiden tarkempaa analyysiä. Vesiensuojelun kannalta kohoavat pitoisuudet jo ennestään kuormitetuissa kohteissa olisivat haasteellista. Alivirtaamatilanteet tulevat lisäksi vaikeuttamaan pienempien vesien suojelua, eikä kuormituksen alentaminen välttämättä riitä parantamaan (tai edes ylläpitämään) vesistöjen ekologista tilaa, mikäli veden vähäisyyteen liittyy korkea veden lämpötila ja korkeat ravinnepitoisuudet. Orgaanisen aineen lisääntyminen ja vesien tummuminen voivat edelleen kiihdyttää hydrologian muutoksista johtuvia vaikutuksia vesistöissä. Nykyisessä ekologisessa luokittelun ohjeistuksessa on kiinnitetty aiempaa enemmän huomiota valuma-alueiden hydrologiseen muuttuneisuuteen ja luokittelun apuvälineeksi on lisäksi kehitetty mallinnukseen perustuvat jokien hydrologisen muuttuneisuuden arviot. Myös orgaanisen hiilen kuormituksen arviointi tullaan sisällyttämään osaksi painearviointia.

Tärkeimmät tulokset

1. Ekologinen tila

- Yksittäisten biologisten laatutekijöiden ekologinen tila on vesienhoitoalueilla lähes pääsääntöisesti vähintään hyvä, ekologinen tila on järvissä parempi.
- Heikoin ekologinen tila on Kokemäenjoen (VHA3) ja Oulujoen-Iijoen (VHA4) vesienhoitoalueilla.

- Heikoimpaan tekijään perustuvissa luokitteluissa keskimäärin vain 37 % jokipaikoista ja 55 % järvistä on biologisten laatutekijöiden ja fysikaalis-kemiallisten tekijöiden perusteella vähintään hyvässä ekologisessa tilassa eteläisillä (1–4) vesienhoitoalueilla.
- Kattavat seurantatiedot puuttuvat edelleen suuresta osasta joki- ja järvivesimuodostumista, asiantuntija-arvioilla on keskeinen rooli ekologisen tilan luokittelussa.

2. Pienten uomien luonnontilan muuttuneisuus ja metsätalouden maankäyttö pienillä valuma-alueilla

- Pohjoisilla vesienhoitoalueilla (VHA 5 ja 6) yli puolet uomista on mallinnuksen mukaan luonnontilaisia, eteläisillä alueilla (VHA 1-3) luonnontilaisia uomia on vain prosentti kaikista uomista.
- Vähän tai kohtalaisesti muuttuneita uomia on eteläisilläkin vesienhoitoalueilla suhteellisen runsaasti
- Uomien tilaennusteet jakautuvat voimakkaasti suhteessa turvemaiden ojituksiin, eteläisten vesienhoitoalueiden turvemaat on lähes systemaattisesti ojitettu.

3. Ilmastomuutoksen vaikutukset jokien hydrologiaan ja vesistökuormitukseen

- Virtaamat olivat skenaarioissa suunnilleen samalla tasolla kuin nykypäivänä tai jonkin verran korkeampia
- Jokien alivirtaaman suhde keskivirtaamaan kasvoi skenaarioissa pohjoisilla vesienhoitoalueilla, mutta eteläisillä alueilla suhteessa oli sekä alenemista että kasvua.
- Ravinnepitoisuudet pitoisuudet skenaarioissa jonkin verran korkeampia nykypäivään verrattuna, mutta myös alenemista voi tapahtua.
- Orgaanisen hiilen pitoisuudet olivat skenaarioissa korkeampia nykypäivään verrattuna.

Viitteet

- Aroviita, J., Mitikka, S., & Vienonen, S. (Toim.) (2019). Pintavesien tilan luokittelu ja arviointiperusteet vesienhoidon kolmannella kaudella. Suomen ympäristökeskuksen raportteja, 37.
- Huttunen, I., Lehtonen, H., Huttunen, M., Piirainen, V., Korppoo, M., Veijalainen, N., Viitasalo, M., Vehviläinen, B. 2015. Effects of climate change and agricultural adaptation on nutrient loading from Finnish catchments to the Baltic Sea. *Science of The Total Environment*. Volume 529, pp 168-181. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.05.055>
- Huttunen, I., Huttunen, M., Piirainen, V., Korppoo, M., Lepistö, A., Räike, A., Tattari, S., Vehviläinen, B., 2016. A national scale nutrient loading model for Finnish watersheds – VEMALA. *Environmental Modelling and Assessment* 21(1), 83–109. DOI: 10.1007/s10666-015-9470-6
- Hyvönen, S., Suanto, M., Luhta, P.-L., Yrjänä, T., Moilanen, E. 2005. Puroinventoinnit Iijoen valuma-alueella vuosina 1998-2003. PohjoisPohjanmaan ympäristökeskus, Oulu. Alueelliset ympäristöjulkaisut 403. 94 s.
- Mimeau, L., Kunne, A., Devers, A., Branger, F., Kralisch, S., Lauvernet, C., Vidal, J.-P., Bonada, N., Csabai, Z., Mykrä, H., Pařil, P., Polović, L., Datry, T. 2025. Projections of streamflow intermittence under climate change in European drying river networks. *Hydrology and Earth System Sciences Discussion* 2024, 1-34.
- Rajakallio, M., Jyväsjärvi, J., Muotka, T., Aroviita, J., 2021. Blue consequences of the green bioeconomy: Clear-cutting intensifies the harmful impacts of land drainage on stream

invertebrate biodiversity. J. Appl. Ecol. 58, 1523–1532. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13889>