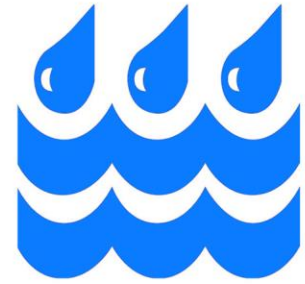


SAIMAAN VESI- JA YMPÄRISTÖTUTKIMUS OY

Hietakallionkatu 2, 53850 LAPPEENRANTA
PL 17, 53851 LAPPEENRANTA



No 103/19



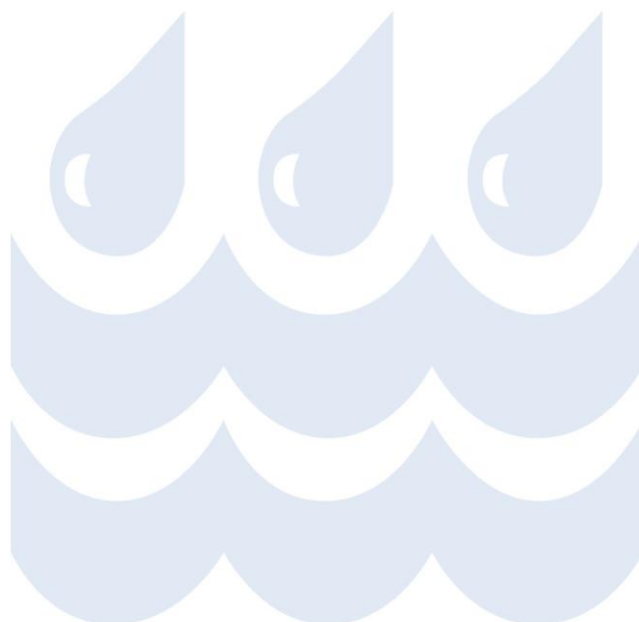
KUTILAN KANAVAN YHTEYTEEN SUUNNITELTUIJEN PUMPPAAMOIDEN VAIKUTUS MAAVEDEN VEDENLAATUUN JA ELIÖSTÖÖN

Lappeenrannassa 18. päivänä tammikuuta 2019

Mikael Kraft
limnologi

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	3
2 MAAVESI JA SEN VALUMA-ALUE	4
3 MAAVEDEN VEDENLAATU	5
4 SUUR-SAIMAAN VEDENLAATU JA VEDEN JOHTAMISEN VAIKUTUS MAAVEDEN VEDENLAATUUN.....	11
5 KASVIPLANKTON.....	13
6 POHJAEELÄIMET	14
7 KALASTO.....	16
8 VESIKASVILLISUUS.....	18
9 SEDIMENTTI.....	19
KIRJALLISUUS.....	20



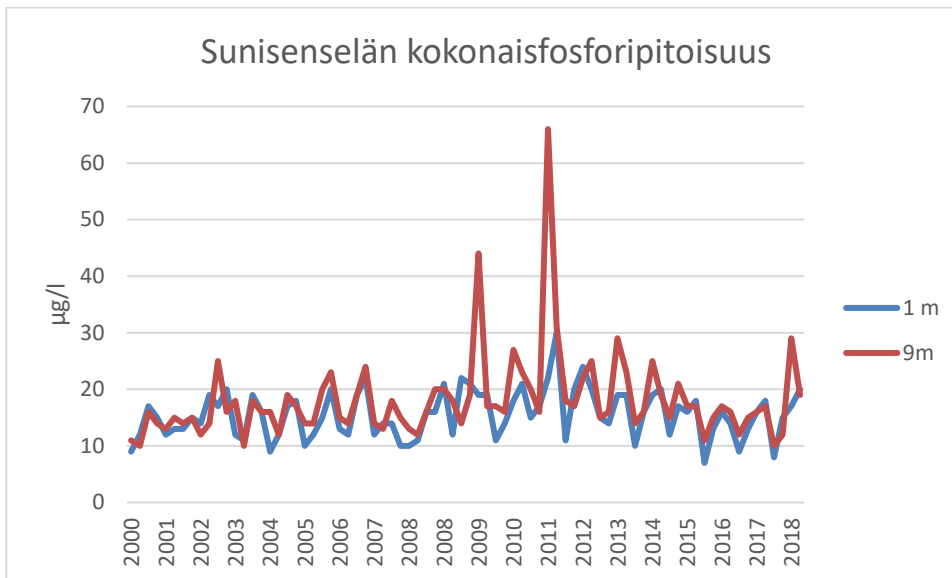
1 JOHDANTO

Maavesi on luonteeltaan matala ja loivarantainen vesistö, jonka kapeat salmet jakavat useaan osaan. Vesistö on kesäaikana sameavetinen ja lievästi humusvaikutteinen. Ravinnetasoltaan Maavesi on rehevyyden kannalta keskeisen ravinteen, fosforin, osalta rehevä. Kesäaikana vesi on huomattavasti talvikautta huonompilaatuista runsaamman valuma-alueelta tulevan kuormituksen sekä järven sisäisen, mm. aallokon aiheuttaman kuormituksen johdosta. Mataluudesta johtuen veden kerrostuneisuus on kesäkaudella heikkoa eikä pohjanläheisen vesikerroksen kesäaikaista happikatoa esiinny. Talvikausina osalla pisteistä pohjanläheisessä vesikerroksessa esiintyy usein voimakasta happikatoa. Veden virkistyskäyttöä haittaavat avovesikaudella lähes jokavuotiset sinileväkukinnat ja keltaruskolevän *Gonyostomum semen* -limalevän esiintyminen.

Maaveteen kohdistuu huomattavassa määrin pääasiassa maa- ja metsätaloudesta peräisin olevaa hajakuormitusta. Muita hajakuormituslähteitä ovat haja-asutus ja vapaa-ajan asutus. Lisäksi Maaveteen kohdistuu pistekuormitusta Vapo Oy:n Suursuon turvetuotantoalueelta. Muita pistemäisiä kuormituslähteitä ei valuma-alueella ole. Ravinnetasuuksien perusteella Maavesi on myös merkittävältä osin sisäkuormitteinen vesistö.

Ulkoisista tekijöistä Maaveden vedenlaatuun vaikuttavat myös Leväsen- ja Kopinsalmien kautta Pien-Saimaalta saapuvan parempilaatuisen veden määrä, sääolot (pääasiassa tuulisuus ja sen aiheuttaman aallokon vaikutus) sekä valumavesien määrä ja laatu. Em. tekijöiden vaihdellessa myös Maaveden vedenlaatu voi vaihdella melko voimakkaasti.

Maaveden vedenlaadun parantamiseksi Kutilan kanavan ja Kopinsalmen yhteyteen on suunniteltu kahta vaakasuuntaisesti vettä siirtävää pumppaamoja. Vastaavanlaisia pumppuratkaisuja on toteutettu Pien-Saimaalle jo aiemminkin ja niistä on saatu varsin hyviä kokemuksia. Ensimmäinen rakennettiin UPM:n toimesta Vehkataipaleelle jo vuonna 1936. Vehkataipaleen pumppuasema pumpkaa Suur-Saimaan vettä Pien-Saimaalle noin 40 m³/s ja takaa puhtaan raakaveden UPM:lle sekä samalla parantaa itäisen ja läntisen Pien-Saimaan vedenlaatua. Vehkataipaleen pumppuaseman johdosta Pien-Saimaalla vallitsee jatkuva ylipaine, jonka takia Kutilan kanavan yhteyteen tarvitaan sulkuportti, jotta Pien-Saimaan vesi ei virtaisi Suur-Saimaalle. Sulkuportin lisäksi kanavaan suunnitellun pumppaamon avulla johdetaan lisää Suur-Saimaan parempilaatuista vettä Pien-Saimaalle. Samankaltainen pumppaamo rakennettiin vuonna 2015 myös Kivisalmeen. Kivisalmen pumppaamo pumpkaa Kivisalmen itäpuolen vettä noin 10 m³/s teholla länteen ja parantaa vedenlaatua läntisellä Pien-Saimaalla. Sunisenselän kokonaisfosforipitoisuuksista (kuva 1) voidaan nähdä veden laadun positiivista kehitystä Kivisalmen pumppaamon vaikutusalueella. Vuosien 2009 – 2014 korkeita kokonaisfosforipitoisuuksia ei ole enää pumppaamon käynnistämisen (kevättalvi 2015) jälkeen esiintynyt, paitsi jälleen kesällä 2018, jolloin poikkeuksellisen kuuma kesä sai vesipatsaan kerrostumaan. Kerrostumisen seurauksena happi loppui alusvedestä ja sisäinen kuormitus käynnistyi.



Kuva 1. Sunisenselän kokonaisfosforipitoisuus alus- ja päänlysvvedessä eri vuodenaikoina ja vuosina (2000-2018).

Kanavan yhteyteen tulevan pumpun tarkoitus on siis pumpata (5 m³/s) Suur-Saimaan parempilaatuista vettä Kutilankanavasta Pien-Saimaalle. Kutilankanavasta Pien-Saimaalle ohjattu vesi on taas tarkoitus ohjata toisella pumpulla (5 m³/s) Maavedelle. Tässä työssä on tarkoitus arvioida miten Suur-Saimaalta Maavedelle ohjattu parempilaatuinen vesi tulee vaikuttamaan Maaveden vedenlaatuun, sedimenttiin sekä sen eliöstöön.

2 MAAVESI JA SEN VALUMA-ALUE

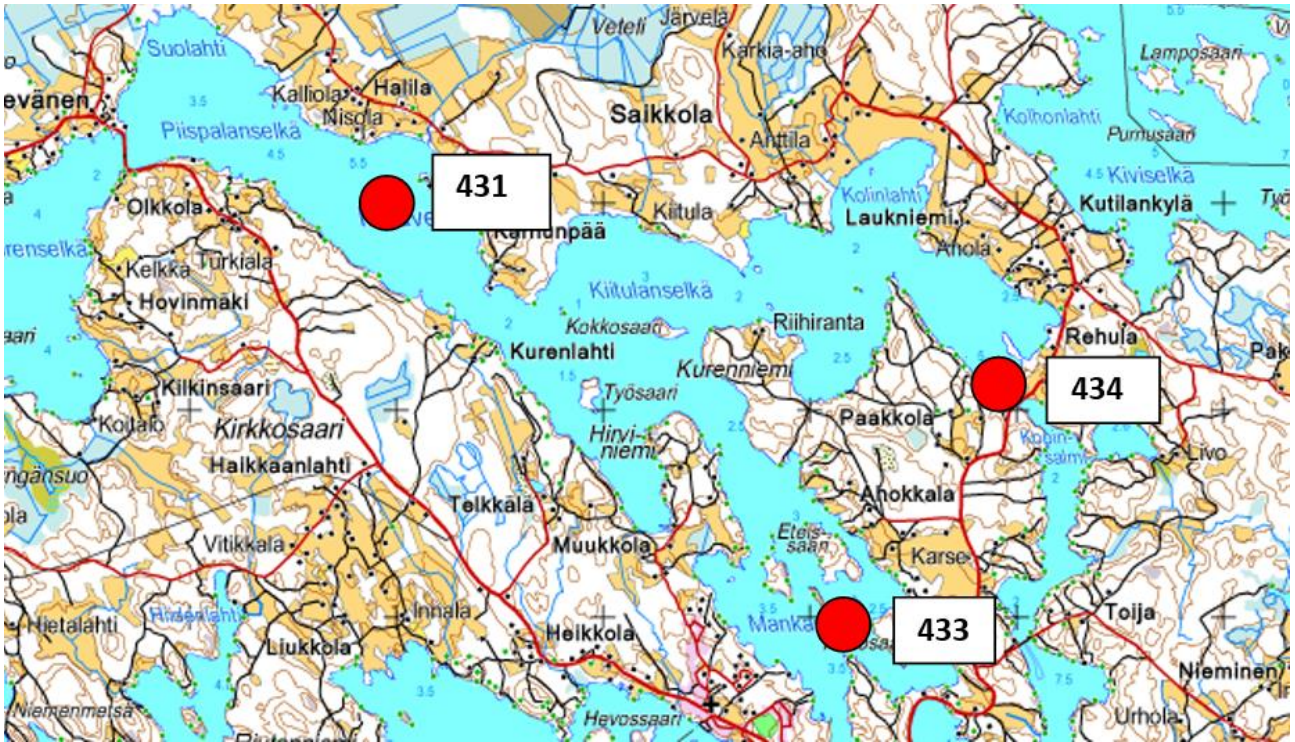
Maavesi luokitellaan pieniin ja keskikokoisiin vähähumuksisiin järviin ja sen ekologinen tila on luokiteltu välttäväksi vesien hoidon toisella luokittelukierroksella vuonna 2016. Maaveden kemiallinen tila on hyvä, mutta fysikaalis-kemiallinen tila tyydyttävä ja biologinen on vain välttävä. Maaveden alue rajautuu Leväsensalmesta Kopinsalmeen ja veden virtaussuunta on tuulista riippuvainen. Jääpeitteiseen aikaan virtaussuunta on lännestä itään. Maaveden keskisyvyys on varsin pieni eli n. 2 metriä, jonka johdosta tuuli pyörittää koko vesipatsasta aina jäättömänä aikana, eikä vesi pääse kesällä juurikaan kerrostumaan. Pieneen tilavuuteen nähden veden viipymä on Maavedellä varsin pitkä eli noin 15 kuukautta. Veden hitaasta vaihtuvuudesta ja kohtalaisen suuresta kokonaiskuormituksesta johtuen vesi onkin varsin ravinteikasta. Vesitilavuuden ja viipymän perusteella Maaveden laskennallinen virtaama on vain n. 0,4 m³/s.

Taulukko 1. Maaveden vesialueen (Leväsen- ja Kopinsalmien välinen alue) yleistiedot (Jantunen 2004):

Maaveden valuma-alueen sijainti	Vuoksen vesistöalueen (4) Ala-Saimaan vesistöalue (4.11) ja tarkemmin Ala-Saimaan lähialue (4.112)
sijaintikunta	Taipalsaari
pinta-ala	12,7 km ² (18 % kokonaisvaluma-alueesta)
vesitilavuus	16,7 milj. m ³
keskisyvyys (peruskartan syvyyskäyrien perusteella arvioituna)	n. 2 m
veden viipymä	455 vrk
Virtaama (viipymän ja tilavuuden avulla arvioituna)	0,4 m ³ /s
valuma-alueen kokonaispinta-ala	68,8 km ²
maapinta-ala	56,1 km ²
peltopinta-ala	7,7 km ² (11 %)
metsäpinta-ala	37,4 km ² (53 %)
suopinta-ala	7,1 km ² (10 %)
turvetuotantoalueen pinta-ala	3,86 km ² (5 %)

3 MAAVEDEN VEDENLAATU

Vapo Oy:n Suursuon turvetuotantoalueella on ollut tarkkailuveloitteeseen perustuva kuormitus- ja vesistö tarkkailu vuodesta 1981 lähtien. Nykyisen Suursuon turvetuotantoalueen veloitettarkkailuohjelman mukaisesti Maaveden järvihavaintopaikoilta otetaan vesistönäytteet neljä kertaa vuodessa. Näytteenottoajankohtia ovat loppupalvi maaliskuussa, kevätkierron aikana toukokuussa, loppukesällä elokuussa ja syyskierron aikana lokakuussa. Maaveden tarkkailuohjelmaan kuuluu fysikaalis-kemiallisen tarkkailun lisäksi biologinen tarkkailu, joka sisältää klorofyllinäytteenoton sekä kasviplankton- ja kalastotutkimuksia. Aiemmin myös kasvillisuuskartoitus sekä pohjaeläintutkimukset kuuluivat tarkkailun pariin. Tässä vedenlaatua seurataan pisteiltä 431 Piisapalanselkä, 433 Mankaselkä ja 434 Kopinsalmi (kuva 2).



Kuva 2. Maaveden seurantapistteet.

Vuosien 2000 - 2018 seurantatulosten mukaan Maaveden vesi (pisteiden 431, 433 ja 434 keskiarvo) on nykyiseltä laadultaan ympärivuotisesti tarkasteltuna keskimäärin sameaa, kiintoainepitoista, happamuudeltaan neutraalia ja värittään humusvaikutteista (taulukko 2). Vesialueen keskimääräinen fosforipitoisuus on rehevälle ja typpipitoisuus lievästi rehevälle vesialueelle ominainen. Perustuotannon suuruutta epäsuorasti kuvaava avovesikauden (touko-syyskuu) klorofyllipitoisuus on rehevälle vesialueelle ominainen. Lisäksi orgaanisen aineen pitoisuus on kohtuullinen.

Taulukko 2. Maaveden seurantapisteyden 431, 433 ja 434 keskimääräinen vedenlaatu vuosina 2000-2018.

Vuosi	Lämpöti °C	*O2 mg/l	*O2 % %	*Sameus FTU	*K-aine mg/l	*pH	*Väri mg/l Pt	*CODMn mg/l	*Kok.N µg/l	*Kok-P µg/l	*PO4-P µg/l	*NH4-N µg/l	NO3+NO µg/l	a-Chl µg/l
2000	9	10	73	3	3	6,9	33	7	569	25	5	26	52	13
2001	12	10	83	3	4	7,0	40	8	608	26		20		17
2002	11	10	77	3	4	6,9	39	7	535	26		28		13
2003	13	9	78	5	5	7,1	35	6	563	31	7	24	87	10
2004	12	10	82	3	4	6,9	33	6	518	23		12		8
2005	13	9	80	3	4	7,0	45	9	596	28	9	19	107	12
2006	13	10	85	4	5	7,1	41	8	615	32	6	7	90	14
2007	13	10	87	3	3	7,1	45	8	575	25		8		13
2008	11	10	87	3	4	7,1	57	8	570	23		15		12
2009	11	11	88	5	5	7,3	56	9	673	32		27		16
2010	13	10	83	4	5	7,1	46	10	649	32		15		16
2011	12	10	80	5	5	7,0	44	7	641	36		29		19
2012	12	10	82	3	4	7,1	60	9	661	30	6	27	122	13
2013	14	10	84	4	4	7,3	63	9	634	34	6	17	20	20
2014	13	10	86	4	5	6,9	47	7	551	33	7	12	20	17
2015	12	9	82	3	4	7,0	43	7	503	26	6	9	125	12
2016	13	10	85	3	4	7,1	40	7	537	27	4	11	20	13
2017	13	10	88	3	4	7,1	41	7	494	26	5	14	20	7
2018	13	10	83	3	4	7,1	51	9	572	29	7	10	112	15
2000-2018	12	10	83	4	4	7,1	45	8	582	29	6	17	70	14

Talvikerrostuneisuuskauden (maaliskuu) aikana vesi on lievästi sameaa, lievästi hapanta, kiintoainepitoisuus alhainen, typpipitoisuus lievästi rehevälle / rehevälle ja fosforipitoisuus lievästi rehevälle vesialueelle ominainen (taulukko 3). Happipitoisuus on pintavedessä keskimäärin lievästi ja pohjanläheisessä vesikerroksessa voimakkaasti alentunut, jonka johdosta keskimääräinen happikyllästyneisyys on n. 45 %. Em. talviaikainen happivajaus aiheuttaa paikoin pohjanläheisen vesikerroksen vedenlaadun heikkenemistä, mikä ilmenee sisäisenä kuormituksena eli kohonneina kiintoaine-, ravinne- ja rautapitoisuuksina sekä sameus- ja väriarvoina.

Taulukko 3. Maaveden seurantapisteyden 431, 433 ja 434 loppupalven keskimääräinen vedenlaatu vuosina 2000-2018.

Vuosi	Lämpötilä °C	*O ₂ mg/l	*O ₂ % %	*Sameus FTU	*K-aine mg/l	*pH	*Väri mg/l Pt	*CODMn mg/l	*Kok.N µg/l	*Kok-P µg/l	*PO ₄ -P µg/l	*NH ₄ -N µg/l	NO ₃ +NO ₂ µg/l
2000	2	8	38	2	1	6,4	29	6	648	17			
2001	1	11	66	1	1	6,6	39	8	665	13		12	
2002	2	8	34	1	1	6,4	36	6	620	16		11	
2003	3	5	27	2	1	6,6	28	6	543	14	7	15	190
2004	2	9	46	1	1	6,3	28	5	597	14		7	
2005	2	9	41	2	1	6,6	43	9	678	16		19	
2006	2	10	53	2	1	6,6	44	8	658	18	7	7	268
2007	1	11	76	1	1	6,7	42	8	662	15		5	
2008	2	10	52	1	1	6,7	53	9	692	17		24	
2009	1	12	72	1	1	6,8	53	9	630	15		19	
2010	2	8	36	3	1	6,7	54	12	857	21		35	
2011	2	7	31	5	1	6,5	47	6	690	21		61	
2012	2	8	39	3	2	6,9	55	8	758	19	9	39	312
2013	2	8	35	2	1	6,8	68	11	712	24		13	
2014	2	10	66	3	1	6,6	43	7	700	17		11	
2015	4	8	36	3	1	6,5	47	7	620	20	9	9	262
2016	2	10	57	1	1	6,9	39	7	598	14		6	
2017	3	9	40	2	1	6,7	40	8	673	16		8	
2018	2	8	29	2	1	6,7	54	10	660	20	11	7	258
2000-2018	2	9	45	2	1	6,6	44	8	661	17	8	18	258

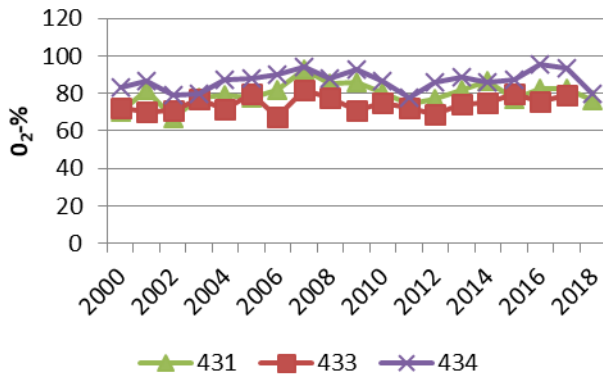
Maaveden keskimääräinen loppukesän (elokuu) vedenlaatu on selvästi talvikautta huonompaa (taulukko 4). Loppukesällä vesi on keskimäärin sameaa, runsaasti kiintoainetta sisältävää, fosforipitoisuudeltaan rehevää, typpipitoisuudeltaan lievästi rehevää ja lievästi emäksistä. Mataluuden johdosta tuulet sekoittavat vesipatsasta, jonka johdosta veden lämpötilakerrostuneisuus on heikkoa. Heikon kerrostuneisuuden vuoksi kesäaikainen happitilanne on kaikissa näytepisteissä ja syvyyksissä hyvä. Kesä- ja talvikerrostuneisuuskauden väliset vedenlaatuero ovat sameusarvon sekä kiintoaine- ja ravinnepitoisuuksien osalta selviä, sekä väriarvon ja orgaanisen aineen osalta melko vähäisiä tai vähäisiä. Ravinnepitoisuuksien erot johtuvat osittain kesän suuremmista valunnoista mutta suuremmalta osin tuulien aiheuttamasta sedimentin resuspendoitumisesta (sedimentin sekoittuminen takaisin vesipatsaaseen) eli toisin sanoen suuremmasta sisäisestä kuormituksesta. Sedimentin resuspendoituminen kesäaikaan näkyy varsinkin kiintoainepitoisuudessa, joka on kesällä n. kuusinkertainen talveen verrattuna. Kesällä veden emäksisyys (pH yli 7) johtuu levätuotannosta.

Taulukko 4. Maaveden seurantapisteiden 431, 433 ja 434 loppukesän keskimääräinen vedenlaatu vuosina 2000-2018.

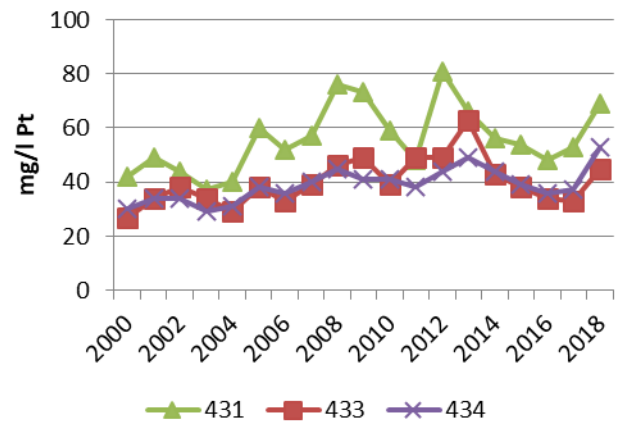
Vuosi	Lämpöti °C	*O2 mg/l	*O2 % %	*Sameus FTU	*K-aine mg/l	*pH	*Väri mg/l Pt	*CODMn mg/l	*Kok.N µg/l	*Kok-P µg/l	*PO4-P µg/l	*NH4-N µg/l	NNO3+N0 µg/l	a-Chl µg/l
2000	18	9	87	3	4	7,2	40	7	510	31	5	19	20	
2001	20	9	97	6	7	7,4	40	9	657	35		14		26
2002	22	9	97	4	5	7,3	39	8	568	35		34		12
2003	19	9	98	6	8	7,5	39	7	610	36		27		19
2004	18	9	90	3	6	7,2	39	6	462	31		6		11
2005	21	8	93	3	4	7,3	49	8	550	31		14		19
2006	21	8	92	6	8	7,3	40	9	672	44	8	9	20	21
2007	23	8	79	4	4	7,3	46	8	585	30		5		13
2008	18	9	91	3	4	7,3	43	8	540	21		7		19
2009	22	8	79	7	6	7,7	47	9	735	32		41		30
2010	24	7	72	4	6	7,3	40	9	618	38		6		20
2011	21	8	89	6	9	7,3	46	8	588	50		6		21
2012	17	9	90	3	5	7,2	65	10	552	35	5	9	20	14
2013	21	10	88	5	5	7,9	60	10	715	34	4	10	20	28
2014	25	7	80	5	6	7,1	54	9	598	34	7	6	20	31
2015	18	9	89	3	4	7,2	39	8	495	28	4	6	20	17
2016	18	9	91	4	6	7,3	38	8	588	31	4	6	20	21
2017	21	9	94	4	5	7,2	38	8	527	33	3	6	20	17
2018	20	8	87	3	4	7,2	53	10	540	34	6	5	20	16
2000-2018	20	9	89	4	6	7,3	45	8	585	34	5	12	20	20

Nykyinen keskimääräinen (vuosien 2000-2018 havainnot) kokonaisvedenlaatu Maavedellä on parhaita Kopinsalmessa 434 (kuvat 3-10), kun taas Piispalanselän 431 ja Mankanselän vedenlaatu on kutakuinkin saman veroisia. Piispalanselän vedenlaatua heikentää valuma-alueelta tuleva ulkoinen kuormitus joka näky muihin pisteisiin korkeampina humuspitoisuuksina (väriluku ja kemiallinen hapenkulutus) sekä Kopinsalmea suurempina ravinnepitoisuuksina. Mankanselällä vesi pääsee vaihtumaan pisteistä kaikkein huonoiten, joka näkyy alusveden muihin pisteisiin matalampana happikyllästyneisyytenä. Manka- ja Piispalanselän suurempi kuormitus näkyy myös Kopinsalmea korkeampina rehevyytenä (ravinne ja klorofyllipitoisuudet). Kopinsalmen vedenlaatuun vaikuttanee sen eteläpuolelta ajoittain tuulien ansiosta saapuva parempilaatuinen vesi, kuormituslähteiden kaukaisempi sijainti ja pohjanlaatu (kova hiekka/savi).

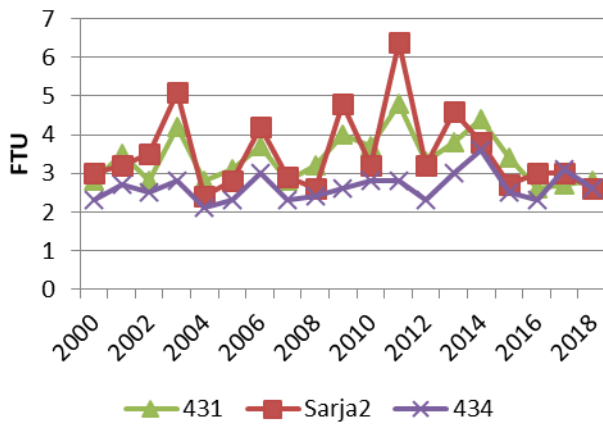
Alusveden hapen kyllästysaste (%)



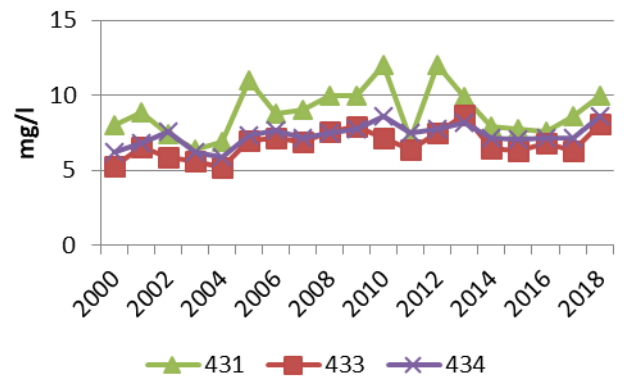
Väri



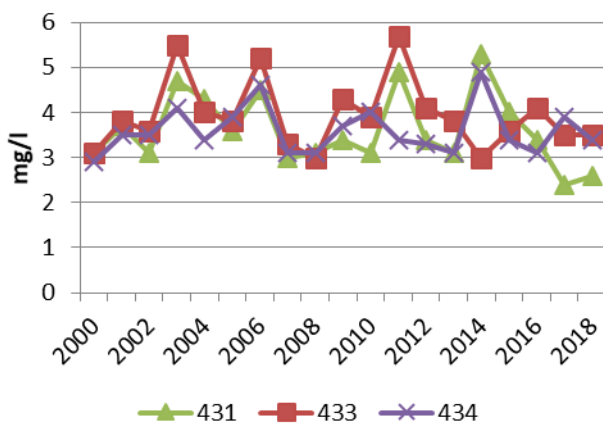
Sameus



Kemiallinen hapenkulutus, COD_{Mn}

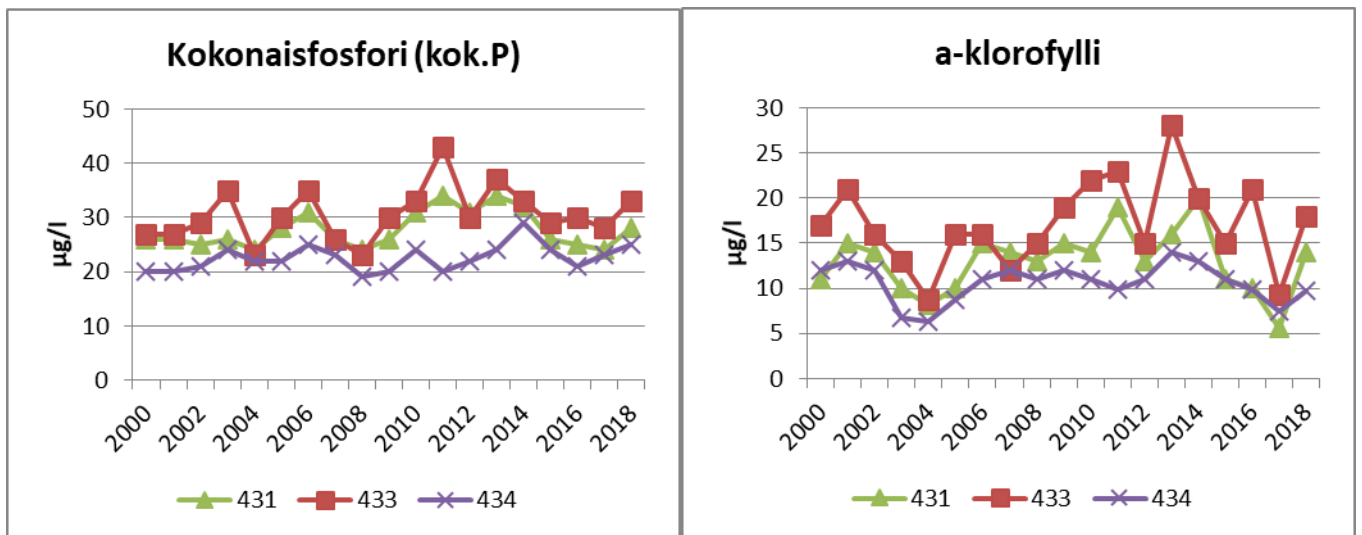


Kiintoaine



Kokonaistyyppi (kok.N)





Kuvat 3-10. Maaveden seurantapisteiden vedenlaatutekijät eri vuosina (2000-2018). Pitoisuudet ovat koko vesipatsaan ja koko vuoden keskiarvopitoisuuksia. Hapen kyllästysaste on vain alusvedestä.

4 SUUR-SAIMAAN VEDENLAATU JA VEDEN JOHTAMISEN VAIKUTUS MAAVEDEN VEDENLAATUUN

Maaveden vedenlaadun parantamiseksi Kutilan kanavan ja Kopinsalmen tai Käkeläntaipaleen yhteyteen on suunniteltu kahta vaakasuuntaisesti vettä siirtävää pumppaamoja. Vehkataipaleen pumppuaseman johdosta Pien-Saimaalla vallitsee jatkuva ylipaine, jonka takia Kutilan kanavan yhteyteen tarvitaan sulkuportti, jotta Pien-Saimaan vesi ei virtaisi Suur-Saimaalle. Kutilan kanavan yhteyteen tulevan pumppuaseman (5 m³/s) avulla saadaan ohjattua lisää Suur-Saimaan parempilaatuista vettä Pien-Saimaalle. Kutilankanavasta Pien-Saimaalle ohjattu vesi on taas tarkoitus ohjata toisella pumpulla (5 m³/s) Maavedelle. Maaveden suuntaan vettä siirtävä pumppuasema tulee sijoitamaan joko Kopinsalmessa tai Käkeläntaipaleella riippuen Suomen Ympäristökeskuksen virtausmallinuksista. Jos pumppuasema tullaan sijoittamaan Kopinsalmeen, on riskinä, että Mankaselän veden vaihtuvuus ei tule parantumaan niin paljoa kuin Kiitulanselän ja Piispalanselällä. Käkeläntaipaleelle sijoitettuna virtaus saattaa taas pääasiassa kääntyä Kiitulanselältä kohti Kopinsalmea tai Leväsensalmea, jolloin Piispalanselän ja Kopinsalmen veden laatu ja sen vaihtuvuus tulevat eroamaan toisistaan. Koska pumppuasemalla luodaan Maavedelle ylipaine, olisi yhtenä ratkaisuna parantaa edellä mainittujen ongelma-alueiden veden vaihtuvuutta, esimerkiksi suurentamalla Leväsensalmea tai puhkaisemalla virtausaukko Käkeläntaipaleelle. Suurempien ulosmeno aukkojen avulla virtaus voitaisiin saada suunnattua paremmin kahteen eri suuntaan.

Kutilansalmea lähin Suur-Saimaan vedenlaadun seurantapiste sijaitsee Ilkonselällä. Suur-Saimaalta Maavedelle pumpattava vesi eroaa Maaveden vedenlaadusta lähes jokaisen vedenlaatutekijän osalta. Taulukossa 5 on kuvattuna Ilkonselän keskimääräinen vedenlaatu vuosina 2000-2018.

Ilkonselän vesi on väriluvun ja kemiallisen hapenkulutuksen perusteella lievästi humuspitoista, mutta kirkasta (sameus). Ravinne- ja klorofyllipitoisuuksiltaan Ilkonselän vesi ilmentää karua vesialuetta.

Ilkonselän vedenlaatutulokset ovat oletettavasti parempilaatuista, kuin mitä Suur-Saimaan vesi on Kutilansalmessa eli tulevan kanavan itäpuolella. Kutilankanavan pumppuaseman jälkeen vedenlaatuun vaikuttaa vielä ainakin Umianlammen läpivirtauksen aikana tapahtuvat vedenlaadun muutokset ennen kuin vesi saadaan pumpattua Kopinsalmesta tai Käkeläntaipaleelta Maavedelle.

Suur-Saimaalta Maavedelle ohjatun veden ja sen vaikutuksia Maaveden vedenlaatuun on hyvin vaikea arvioida ennen virtausmallinnuksia. Tuli pumppuasema sijaitsemaan Maavedellä kummassa pisteessä tahansa, tulee vedenlaatu olemaan parhainta mitä lähempänä pumppuasemaa ollaan ja huonontumaan siitä asteittain mitä kauemmas pumppuasemasta mennään. Lisäksi päävirtaussuunnan ulkopuolelle jäävät alueet tulevat eroamaan vedenlaadultaan huomattavasti päävirtauksen vaikutuksen alaisista paikoista. Joka tapauksessa Maaveden vedenlaatu parantuu kauttaaltaan riippumatta siitä mihin pumppuasema tullaan sijoittamaan. Tällä hetkellä Maaveden laskennallinen virtaama on vain 0,4 m³/s, jolloin pumppuasema tulisi noin kymmenkertaistamaan Maaveden laskennallisen virtaaman. Lisävirtaaman ansiosta veden viipymä voisi parhaillaan siis laskea 15 kuukaudesta hieman yli kuukauteen. Lisäveden ansioista Maaveden vesi koostuisi pääosin pumppuaseman kautta pumpatusta vedestä. Lisäveden johtaminen heikentäisi talviajan kerrostuneisuutta ja vähentäisi hapettomuudesta johtuvaa sisäistä kuormitusta.

Avovesiaikaan Maavesi on varsin sisäkuormitteinen (sedimentin resuspensio) vesialue. Sedimentin resuspendoituminen johtuu tuulien aiheuttamista aalloista ja turbulenssista, joiden vaikutuksesta sedimentti pölyyää ajoittain takaisin vesipatsaaseen. Pumppuaseman johtama vesi tulee pitämään veden entistä enemmän kierrossa aiheuttaen lisää turbulenssia vesipatsaaseen. Sedimentin resuspendoitumisen takia Maaveden vedenlaatu ei luultavasti parannu aivan niin paljoa mitä pelkkien pitoisuserojen perusteella voisi olettaa. Pumppuaseman pyörittyä hetken ja tilanteen vakiinnuttua Maavedellä, keskimääräinen vedenlaatu voisi parantua rehevästä vesialueesta lievästi reheväksi. Veden värilukuun ja orgaanisen aineksen pitoisuuteen lisäveden johtamisella olisi luultavamminkin pienempi vaikutus, sillä Suur-Saimaankin puolella vesi on jo valmiiksi lievästi humuspitoista. Veden sameuteen ja kiintoainepitoisuuteen lisäveden johtamisella on sen sijaan luultavamminkin huomattavasti suurempi vaikutus. Kiintoainepitoisuuden, sameuden, väriluvun ja levämäärien vähentyminen tulee näkymään mm. suurempana näkösyvyytenä eli valon tunkeutumisenä syvemmälle vesipatsaaseen. Edellä mainitut arviot vedenlaadun muutoksista ja taulukon 5 luvut eivät perustu mihinkään mallinnukseen, joten niihin tulee suhtautua lähinnä suuntaa antavina muutoksina.

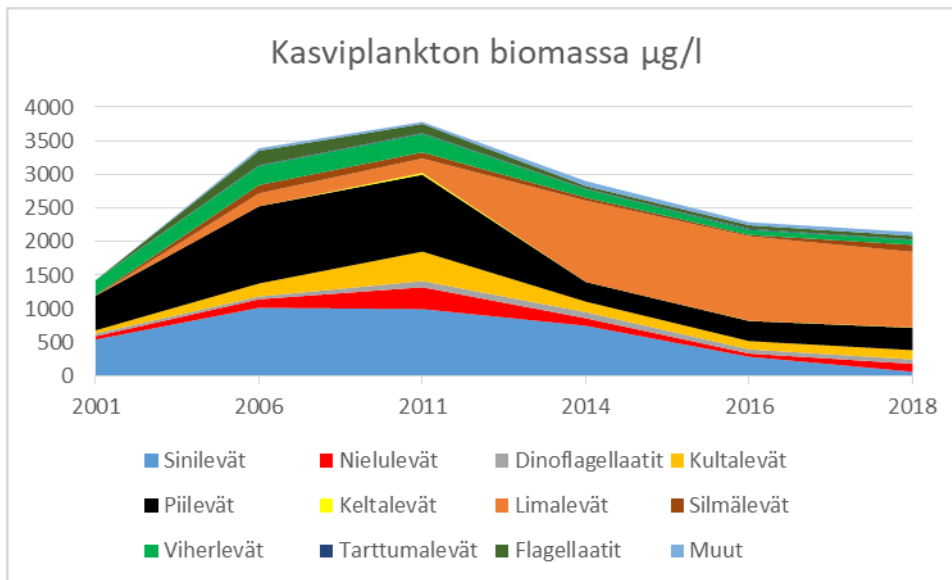
Taulukko 5. Ilkonselän ja Maaveden keskimääräinen vedenlaatu vuosilta 2000-2018 sekä arvio pumppaamoiden vaikutuksista Maaveden keskimääräiseen vedenlaatuun.

	Ilkonselkä 2000-2018	Maavesi 2000-2018	Maavesi Arvio
Lämpötila °C	6,6	12,3	
Happi mg/l	11,0	9,9	
Happi %	90,0	82,8	>90
Sameus FTU	0,3	3,5	1,8
K-aine mg/l		4,2	2,2
pH	7,1	7,1	7,1
Väriluku mg/l Pt	33,0	45,2	38
COD _{Mn} mg/l	7,2	7,8	7,4
Kok-N µg/l	422,0	582,3	480
Kok-P µg/l	6,0	28,6	15
a-Chl mg/l	2,2	13,7	6

5 KASVIPLANKTON

Kasviplankton/levät ovat mikroskooppisen pieniä, vedessä keijuvia, yhteyttäviä soluja. Ne hyödyntävät vesikasvien tapaan auringonvaloa ja ravinteita tuotannossaan. Isoissa järvissä kasviplankton muodostaa pääosan järven perustuotannosta (yhteyttäjäien muodostama energiamäärä) ja siitä syystä ne ovat tärkeä ravinnonlähde eläinplanktonille ja pohjaeläimille. Kasviplanktonlajiston ja -biomassan avulla voidaan arvioida järven rehevyyttä. Karun järven rajana voidaan pitää märkäpainoa joka on < 500 µg/l. Kasviplankton on tärkeä biologinen muuttuja, jota käytetään vesimuodostumien ekologisen tilan arvioinnissa. Kasviplanktonin käyttö indikaattorina perustuu sen kykyyn reagoida nopeasti veden laadun muutoksiin (Järvinen ym. 2011).

Maaveden kasviplanktonyhteisöstä on tutkimustietoa alkaen 1980-luvun puolivälistä, jolloin vesistön tilan säännöllinen seuranta aloitettiin. Veijolan (1986) raportoimien yhteen näytteenottokertaan perustuvien tulosten ja nykyisten (2000 luvun) mukaan kasviplanktonbiomassat ovat Piispalanselällä sekä Mankasaarenselällä useimmiten rehevälle ja Kopinsalmessa lievästi rehevälle vesialueelle ominaisia. Piispalan- (kuva 11) ja Mankaselällä hyvin suuri osa kasviplanktonbiomassasta koostuu sinileivistä. Maavedellä on havaittu ajoittain myös runsaasti vesistön virkistyskäyttöä haittaavaa Gonyostomum semen –keltaruskolevää/limalevää, joka tekee uimarin ihon liukkaaksi ja kuivuessaan muodostaa iholle kiristävän tuntuisen pinnan. Keltaruskolevä ei ole myrkyllinen, mutta se saattaa aiheuttaa herkkäihoisille iho-oireita, kuten voimakasta punoitusta ja kutinaa. Levä suosii mm. tummavetisiä ravinnetasoltaan reheviä järviä. Kun sinileviä on esiintynyt paljon, näyttäisi limalevää olevan vähemmän ja toisin päin.



Kuva 11. Maaveden Piispalanselän (431) kesäaikainen kasviplanktonbiomassa vuosina 2001-2018.

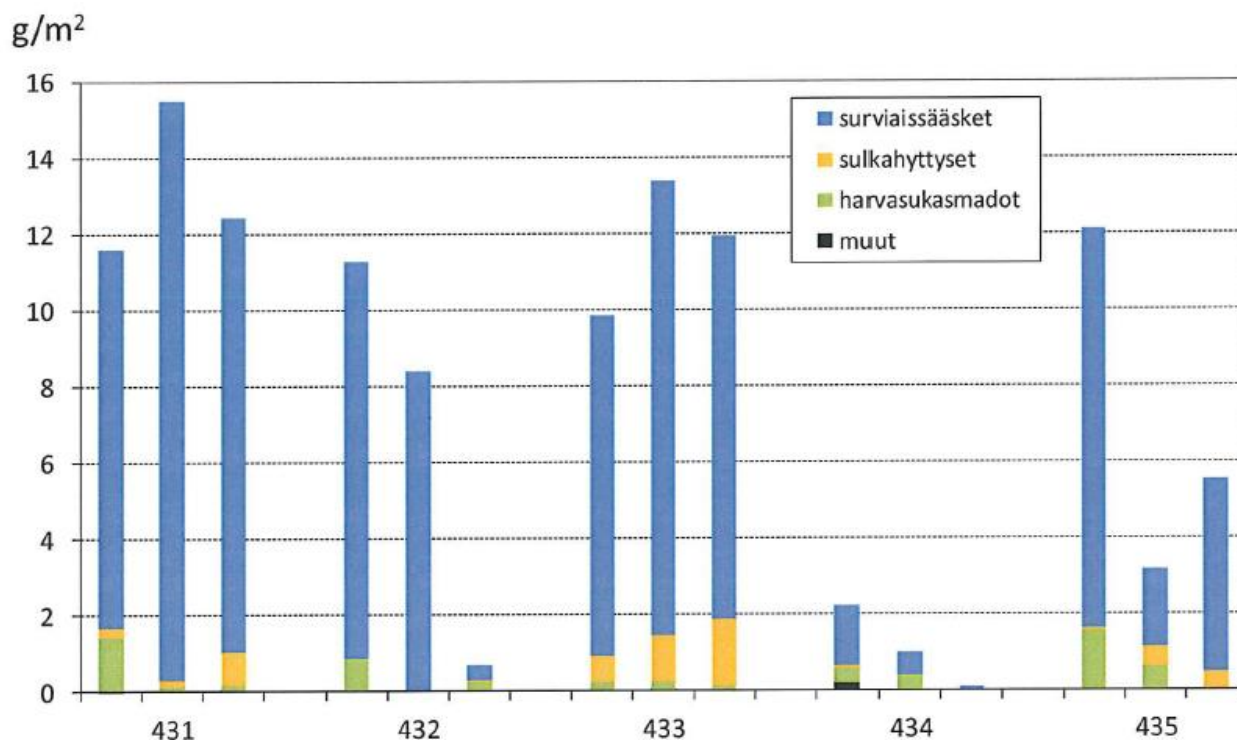
Lisäveden johtaminen Maavedelle tulee laskemaan Maaveden ravinnepitoisuuksia, joten on oletettavaa, että myös kasviplanktonin biomassa tulee laskemaan. Fosforilla ja kasviplanktonbiomassalla on havaittu olevan lähes lineaarinen korrelaatio toisiinsa nähden, kun fosfori on tuotantoa rajoittavana tekijänä (Janus ja Vollenweider 1981). Ravinnepitoisuuksien tapaan myös kasviplanktonin biomassa voisi laskea lähemmäs lievästi rehevän vesistön raja-arvoa > 1000µg/l. Biomassan vähenemisen lisäksi leväryhmien biomassaosuuksissa ja ryhmien sisäisessä lajikoostumuksessa voi tapahtua muutoksia. Leväryhmien biomassaosuuksissa sinilevien ja limalevien osuus luultavamminkin laskee, kun taas piilevien, nielulevien, kultalevien ja viherlevien osuus biomassasta voi kasvaa (Willen 2007). Piilevien biomassaosuuden kasvua puoltaa myös turbulenssin kasvu vesipatsaassa. Painavan kuoren takia piilevät pärjäävät paremmin turbulentsissa vesissä. Turbulenssi estää piilevien painumisen vesipatsaassa valaistun kerroksen ulkopuolelle ja parantaa niiden kilpailukykyä.

Maaveden mataluudesta johtuen vesikasvit kilpailevat kasviplanktonin kanssa vahvasti. Mahdolliset muutokset vesikasvien levinneisyydessä voivat siis entisestään vähentää kasviplanktonituotantoa Maaveden alueella. Nykyiset kasviplanktonin mittauspaiikat ovat kuitenkin syvänteissä, joten niitä tarkasteltaessa kilpailua tuskin pystytään havaitsemaan.

6 POHJAEIÄIMET

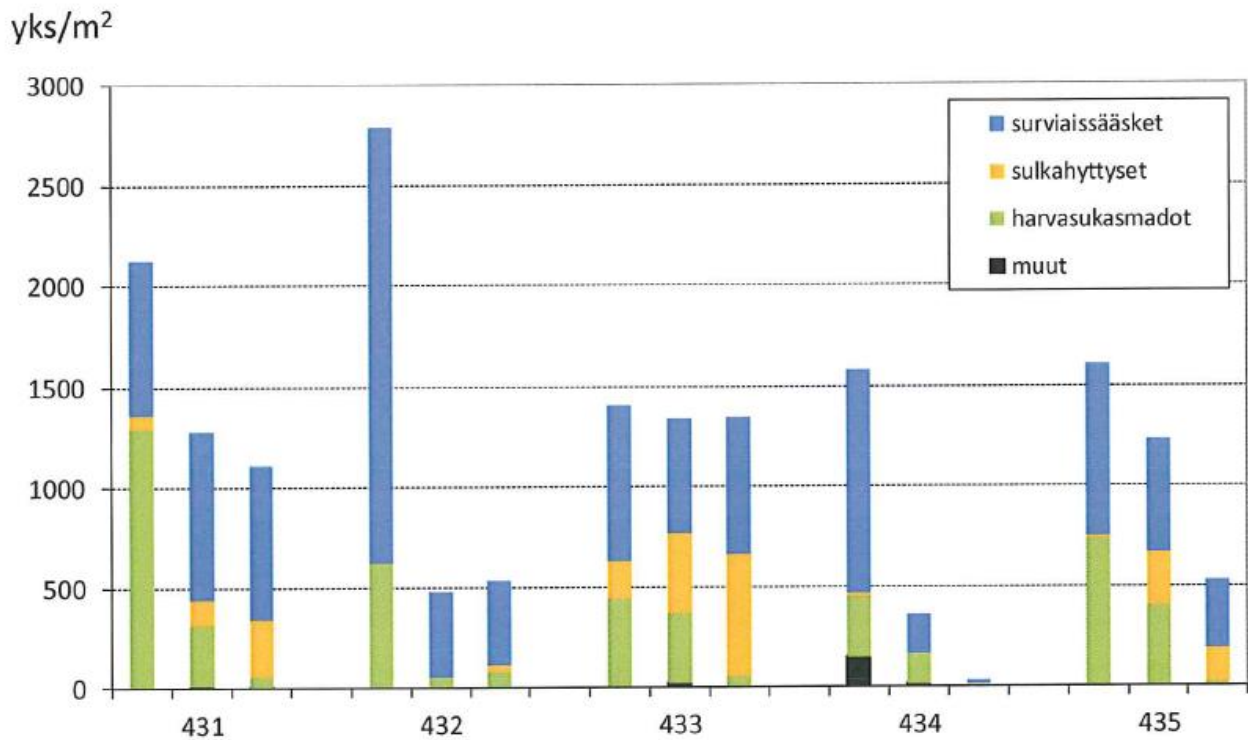
Vuosina 2001, 2006 ja 2011 Suursuon turvetuotantoalueen velvoitetarkkailun osana tehdyn pohjaeläintutkimuksen mukaan kaikissa Maaveden velvoitetarkkailun vesistöasteissa pohjaeläimistö kuvasti ravinteikasta, rehevää (biomassa > 6 g/m²) ja vähähappista ympäristöä (kuva 12). Pohjaeläimistö koostui pääasiassa surviaissääsken toukista ja harvasukasmadoista, joiden

lisäksi tavattiin sulkahyttysten toukkia sekä pieniä määriä simpukoita, päivänkorentoja, vesiperhosia ja vesipunkkeja. Rehevää ja ravinteikasta pohjaa suosivat pohjaeläimet olivat dominoivia.



Kuva 12. Maaveden havaintopaikkojen pohjaeläinbiomassat vuosina 2001, 2006 ja 2011 (Valkama 2012).

Runsaslukuisimpia olivat kaikilla havaintopaikoilla esiintyneet surviaissääsket ja harvasukasmadot (kuva 13). Pisteillä 431 ja 433 harvasukasmatojen tiheydet ovat hiljalleen vähentyneet, kun taas sulkahyttysten määrät ovat kasvaneet. Yleensä sulkahyttiset ilmentävät happitilanteen heikkenemistä ja niiden tiheyden lisääntyminen on niin ikään merkki pohjan tilan huononemisesta (Valkama 2012). Hieman vaateliaampia ja monipuolisempia pohjaeläimiä tavattiin ainoastaan Kopinsalmen havaintopaikalla. Kopinsalmessa pohjaeläimistö oli lajirikkainta sekä rehevää pohjaa ilmentävän *C. plumosus* -tyypin surviaissääskentoukkien tiheydet muihin asemiin verrattuna pieniä (Valkama 2012). Kopinsalmen havaintopaikka eroaa muista pisteistä myös pohjan laadultaan. Muilla pisteillä pohja on tummaa mutaa, kun Kopinsalmessa se on kovaa hiekkaa, jossa on hieman savea mukana. Valkaman (2012) mukaan Kopinsalmen pohja on hiljalleen muuttunut kovemmaksi, joka selittää laskun pohjaeläintihyöksissä ja –biomassoissa.



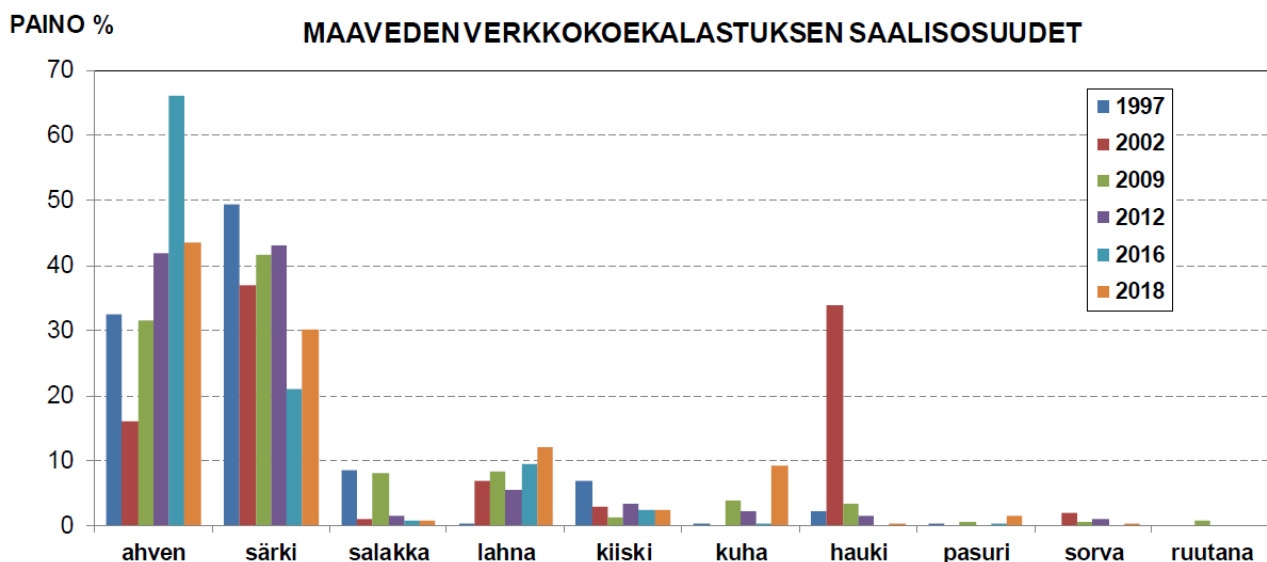
Kuva 13. Maaveden havaintopaikkojen pohjaeläintiheydet vuosina 2001, 2006 ja 2011.

Vedenlaadun parantuessa pohjaeläinyhteisössä tapahtuvat muutokset eivät ole niin nopeita kuin kasviplanktonilla. Vedenlaadun kehittyessä Maaveden seurantapisteen pohjaeläimistö tulee vielä vuosia kuvastamaan rehevää ja ravinnerikasta ympäristöä, sillä pohjaan on kerennyt varastoitua varsin paljon löyhää orgaanista aineista. Virtausolosuhteiden parantuminen vähentää kuitenkin pohjaan sedimentoituvan orgaanisen aineksen määrää, joka ainakin pitkällä aikavälillä tulee parantamaan sedimentin happitilannetta. Tällöin harvasukasmatojen tiheydet saattavat kasvaa tulevaisuudessa ja sulkahyttysten määrät taas laskea.

Matalimmilla alueilla vedenlaadun parantuminen johtaa valonmäärän lisääntymiseen vedessä, jolloin vesikasvit luultavamminkin levittäytyvät aiempaa syvemmälle. Vesikasvillisuuden ja varsinkin uposlehtisten ja kelluslehtisten lisääntyminen pitäisi lisätä näiden uusien kasvialueiden selkärangattomien tiheyksiä ja monimuotoisuutta.

7 KALASTO

Koekalastustulosten perusteella Maavedessä on vahvat ahven- ja särkikannat (kuva 14 ja taulukko 6). Lahna-, kiiski-, hauki ja salakkakannat ovat vähintään kohtuullisia, kuten viime vuosina myös kuhan osuus kokonaisbiomassasta on kasvanut.



Kuva 14. Maaveden verkkokoekalastusten saalisosuudet eri vuosina (Karels 2018).

Maaveden koeverkkosaaliit kuvastavat vesialueen rehevää luonnetta: yksikkosaalis > 2kg/verkko ja > 100kpl/verkko (Ulvi ja Lakso 2005), joskin särkikalojen osuuden lasku ja petokalojen osuuden nousu viimeisellä kahdella koekalastuskerralla antavat viitteitä kalastorakenteen parantumisesta.

Vedenlaadun parantumisen myötä kalabiomassan pitäisi laskea etenkin särkikalojen osalta. Biomassan lisäksi myös kannan tiheys pitäisi laskea. Rehevöityneessä järvessä kuten Maavedelläkin ravinnon suuri määrä, mutta heikentyneet saalistusolosuhteet (näkyvyys) johtavat yleensä ylitieheään kalakantaan, jonka johdosta kalojen keskipaino jää pieneksi. Vedenlaadun parantuessa ravinnonmäärä tulee laskemaan, mutta saalistusolosuhteiden paraneminen saattaa taas näkyä kalojen keskipainon ja kasvunopeuden lisääntymisenä. Edellä mainittu muutos voi tapahtua varsin nopeastikin, sillä petokalojen osuus kokonaisbiomassasta on varsin hyvä.

Vedenlaadun parantuminen ei luultavamminkaan muuta Maaveden kalalajistoa. Mataluudesta johtuen alueelle tuskin levittäytyy uusia lajeja, kuten taimenta tai muikkua.

Taulukko 6. Maaveden koeverkkokalastusten tunnuslukuja vuosilta 2009, 2016 ja 2018 (muokattu lähteestä Karels 2018).

	2009		2016		2018	
		Ekol. luokka		Ekol. luokka		Ekol. luokka
Lajeja (kpl)	10		7		9	
Yksikkösaalis (g/verkko)	2905	Hu	2437	Hu	2077	V
Yksikkösaalis (kpl/verkko)	167	Hu	128	Hu	126	Hu
Ahvenen osuus (%)	32		66		44	
Petoahvenien osuus (%)	13		46		24	
Petokalojen osuus (%)	20		47		33	
Särjen osuus (%)	42		21		30	
Särkikalajien osuus (%)	60	V	31	E	45	Hy

8 VESIKASVILLISUUS

Vesikasvit voivat varsinkin pienissä ja matalissa järvissä kuten Maavedellä muodostaa pääosan perustuotannosta (yhteyttäjäien muodostama energiamäärä). Vesikasvit kilpailevat ravinteista ja valosta kasviplanktonin/levien kanssa mutta niitä eniten rajoittava tekijä on valonmäärä vesipatsaassa ja sen paksuus. Vesikasvit levittäytyvät syvyysvyöhykkeisiin, jossa valoa on niiden perustuotantoon riittävästi. Vedessä esiintyvien ravinteiden määrä ei ole niin merkittävä tekijä, sillä monet vesikasvit ottavat ravinteet juurillaan sedimentistä, pois lukien osa upokaskasveista ja irtokellujista ja -keijujista. Vesikasvit voidaan syvyyden ja niissä esiintyvien vesikasvien mukaan jakaa yleensä vähintään kolmeen eri vyöhykkeeseen. Matalimmassa vedessä vallitsevat ilmaversoiset, jota seuraa kelluslehtisten ja sitä taas uposlehtisten vyöhykkeet.

Taipalsaaren Maaveden kasvillisuutta on tarkasteltu 2001 alussa kenttätutkimuksessa, jonka yhtenä tarkoituksena oli selvittää vesikasvillisuuden luonnetta ilmaversoisten ja kelluslehtisten kasvien valtalajien osalta. Havaintojen perusteella Maaveden vesikasvillisuuden selvä valtalaji on järviruoko, joka esiintyy yleisesti tiheinä, paksuina ja melko puhtaina kasvustoina. Järviruoko' on lisäksi ilmaversoisista vesikasveista vähäisemmässä määrin esiintyvät leveäosmankäämi, järvikorte, järvikaisla sekä rantaviivan tuntumassa sarat. Kelluslehtisistä vesikasveista säännöllisinä havaittiin ulpukka, vesitatar ja uistinviita sekä vähäisemmässä määrin siimapalpakko. Kelluslehtisten kasvien määrät olivat järviruokoon verrattuna vähäisiä (Jantunen 2001). Sekä ilmaversoisista, että kelluslehtisistä oli yleislajeja (huonoja indikaattorilajeja) lähes kaikki paitsi järvikorte, leveäosmankäämi, siimapalpakko ja uistinviita. Edellä mainituista uistinviita sekä leveäosmankäämi ilmentävät ravinteikasta kasvuympäristöä, kun taas järvikorte ja siimapalpakko vähäravinteista kasvuympäristöä.

Järviruokokasvustot sekä myös muu vesikasvillisuus on selvästi runsaampaa Maaveden pohjoisenpuoleisella rannalla. Erot kasvillisuudessa johtuvat pääsääntöisesti rannan ja pohjan luonteesta. Pohjoinen ranta on muuta aluetta loivempi ja pohjanlaadultaan runsaan kasvillisuuden kehittymiselle suotuisa. Pohjoisella rannalla on myös useita matalia ja suojaisia lahtia, joissa

kasvillisuus on rehevää. Muu Maaveden alue on keskimäärin karumpaa ja profiiltaan jyrkempää (Jantunen 2001). Pohjoisen rannan puoleisella valuma-alueella sijaitsevat myös huomattavimmat peltoalueet.

Pumppaamoiden vedenlaadun muutosten seurauksena Maaveden veden pitäisi muuttua hieman väriltömämmäksi, vähemmän kiintoainesta sisältävämmäksi ja ravinteiden kautta myös leväsamennuksen pitäisi vähetä. Edellä mainittujen muutosten takia vesipatsaan valaistun kerroksen syvyys pitäisi siis kasvaa. Valaistun kerroksen kasvu, tulee siirtämään jokaista kasvillisuusvyöhykettä hieman aiempaa syvemmälle, varsinkin Maaveden pohjoispuolella, jossa pohjanlaatu on muutenkin sopivampaa vesikasveille. Maaveden ja varsinkin sen pohjoispuolen mataluudesta johtuen vesikasvillisuus voi levitä varsin suurillekin alueille, mikäli valaistun kerroksen syvyys kasvaa riittävästi. Sedimentti tulosten perusteella Maaveden pohjassa on varsin paljon ravinteikasta sedimenttiä, jolloin veden ravinnepitoisuuksien lasku ei luultavamminkaan tule rajoittamaan vesikasvien leviämistä. Vesikasvien leviämisellä voi olla positiivisiakin puolia, kuten matalien alueiden sedimentin resuspendoitumisen hillitseminen sekä vahvistuneen kilpailun kautta kasviplanktonin/levien määrän väheneminen.

9 SEDIMENTTI

Saimaan Vesi- ja Ympäristötutkimus Oy luotasi Maaveden Piisपालanselällä sedimenttien kokonaispaksuutta 14. ja 21.7.2011 (Eteläpää ja Saukkonen 2013). Tutkimuksen mukaan virtausten mukana mahdollisesti liikkuvaa pohjasedimenttiä on karkeasti arvioiden Piisपालanselällä 700 000 m³. Kiitulanselkää ja Mankaselkää ei ole luodattu mutta oletettavasti myös näillä alueilla löyhää sedimenttiä on varsin runsaasti. Löyhää sedimenttiä on etenkin selkäalueilla, jotka toimivat Maavedellä, kuten muillakin järviältailla akkumulaatiopohjina eli ne keräävät valuma-alueelta sekä järven matalimmista osista (transportaatio pohjat) aallokon tai muiden virtausten takia syvemmälle kulkeutuvan sedimentin. Löyhä sedimentti on sellaista, joka saattaisi lähteä liikkeelle, jos alueelle pumpattaisiin vettä ja virtausolosuhteet muuttuisivat oleellisesti. Löyhä sedimentti on myös sellaista, josta mahdollinen fosforin liukeneminen alusveteen hapettomissa olosuhteissa pääosin tapahtuu.

Pumpun lisävirtaama aiheuttaa lisää turbulenssia vesipatsaaseen, joka sopivissa olosuhteissa saattaisi lisätä sedimentin resuspensiota. Sedimentin resuspensiota tapahtuu, kun sedimentin pinnan virtausnopeus ylittää sen liikkeelle lähdölle kriittisen arvon. Löyhän sedimentin liikkeelle lähdön kriittinen arvo on n. 0,5 - 1,7cm/s (Bengtsson 1990). Itse lisävirtaaman ei siis pitäisi itsessään vielä saada sedimenttiä liikkeelle kuin aivan kapeimmissa kohdissa Maavettä, kuten Kopin- ja Leväsensalmessa sekä aivan pumpun läheisyydessä. Pumpun aiheuttama veden mahdollinen samentuminen olisi kuitenkin hetkellistä. Pumppaamoiden aiheuttamasta lisäturbulenssista huolimatta, Maaveden resuspensio tulevaisuudessaakin johtunee pääasiassa tuulten ja aaltojen aiheuttamasta sedimentin resuspendoitumisesta.

KIRJALLISUUS

- Bengtsson L., Hellström T. ja Rakoczi L. 1990. Redistribution sediments in three Swedish lakes. *Hydrobiologia*, 192, 167-181.
- Eteläpää, A. ja Saukkonen, P. 2013. Piispalanselän sedimentin paksuusluotaus. Saimaan Vesi- ja Ympäristötutkimus Oy, nro. 782/13.
- Jantunen, M 2001. Taipalsaaren Maaveden kasvillisuus selvitykset alkusyksyllä 2001. Saimaan Vesiensuojeluyhdistys ry, nro. 1267/01.
- Jantunen, M. 2004. Maaveden vedenlaatu ja siihen liittyvät tekijät. Saimaan Vesiensuojeluyhdistys ry, nro. 1809/04
- Janus, L. ja Vollenweider, R. 1981. The OECD Cooperative Programme On Eutrophication. Summary Report. Canadian Contribution. Canada Center for Inland Waters, Burlington, 392.
- Järvinen, M., Forsström, L., Huttunen, M., Hällfors, S., Jokipii, R., Niemelä, M. ja Palomäki, A. (toim.) 2011. Kasviplanktonin tutkimusmenetelmät.
- Karels, A. 2018. Läntisen Pien-Saimaan kalaston selvitys vuonna 2018.
- Ulvi ja Lakso 2005. Järvien kunnostus, Suomen ympäristökeskuksen ympäristöopas nro 114.
- Valkama, J. 2012. Maaveden pohjaeläintarkkailu 2011. Saimaan Vesi- ja Ympäristötutkimus Oy, nro. 936/12
- Veijola, H. 1986. Suursuon turvetuotantoalue, Taipalsaari. Velvoitetarkkailun vuosiyhteenveto vuodelta 1986, Jyväskylän yliopisto, tutkimusraportti.
- Willén, E. 2007, Rapport 5/2007, Institutionen för Miljöanalys (SLU)

JAKELU Etelä-Karjalan liitto