

# Hydrologiset tarkastelut Satakunnassa

---

Tiia Vento, Markus Huttunen  
Vesikeskus/vesistömalliryhmä  
Suomen ympäristökeskus  
27.01.2015

## Sisällys

1	VEMALA-malli.....	1
2	Lapinjoki 33.....	3
3	Pyhäjoki 34.06.....	6

## 1 VEMALA-malli

VEMALA-malli on operatiivinen, koko Suomen kattava ravinnekuormitusmalli vesistöille (Huttunen ym., lähetetty julkaistavaksi). Se simuloi ravinteiden prosesseja, huuhtoutumista ja kulkeutumista maalla, joissa ja järvissä. Malli simuloi ravinteiden kokonaiskuormaa vesistöihin, pidättymistä ja Suomen vesistöistä Itämereen lähtevää kuormaa. VEMALA koostuu pääosin kahdesta osamallista: hydrologiaa simuloivasta WSFS-mallista (Vehviläinen 1994) ja ravinneprosesseja simuloivasta VEMALA-mallista (Huttunen ym., lähetetty julkaistavaksi). Mallia on kehitetty vuosien kuluessa, ja tällä hetkellä neljä malliversiota on operatiivisessa käytössä. Malliversiot simuloivat eri ravinteita ja prosesseja. Mallin peräkkäisten versioiden kehitys johtaa yhä prosessipohjaisempaan ravinnekuormitusmalliin.

VEMALAlla voi simuloida päivittäistä vedenlaatua Suomen joissa ja yli hehtaarin kokoisissa järvissä sekä tuottaa reaaliaikaisia tuloksia. Sillä pystyy myös analysoimaan eri kuormituslähteiden osuutta kokonais- tai biologisesti käyttökelpoisista ravinteista sekä biologisesti käyttökelpoisten ravinteiden osuutta mereen menevästä kuormituksesta. VEMALAlla voi simuloida erilaisten maatalous- ja ravinnekuormitusta vähentävien toimenpiteiden vaikutusta kokonais- tai biologisesti käyttökelpoisten ravinteiden kuormitukseen, mikä helpottaa vesipuitedirektiivin täytäntöönpanoa. Lisäksi simuloinneissa voidaan huomioida ilmastonmuutoksen vaikutus. Myös reagoimattomien yhdisteiden kulkeutumista jokireiteissä voidaan simuloida esimerkiksi tahattoman vuodon seurauksena alajuoksuun päätyvän pitoisuuden arvioimiseksi

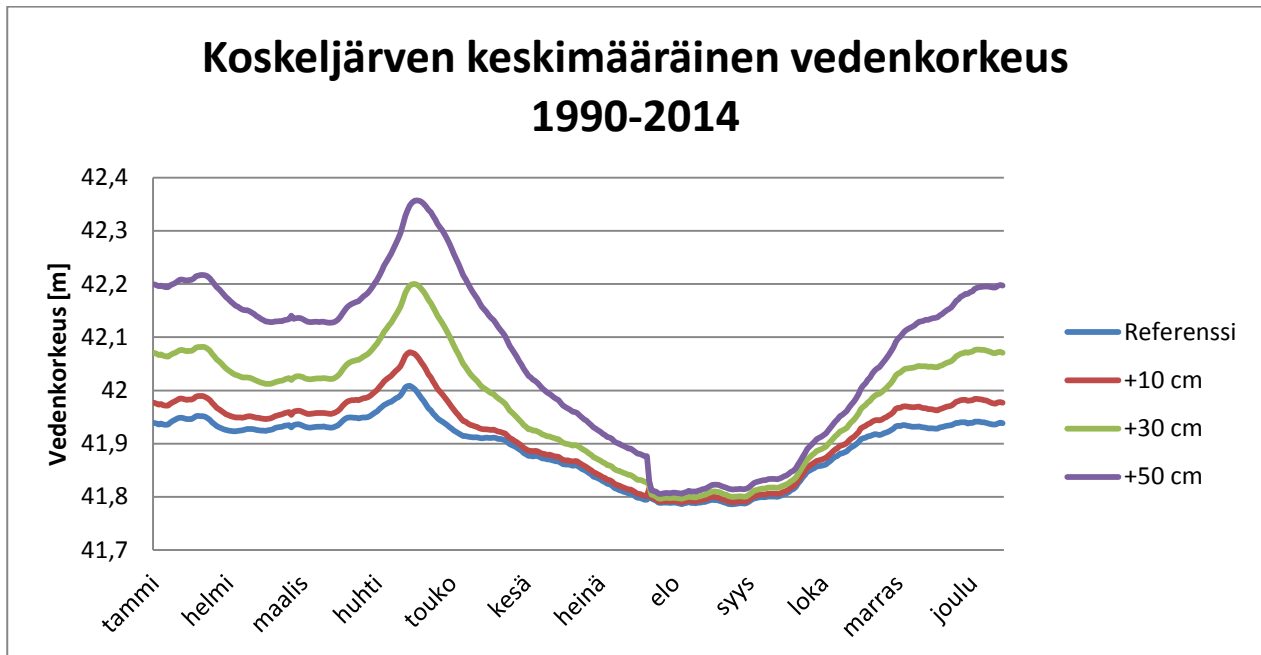
VEMALA-N simuloi nitraatin ( $\text{NO}_3^-$ ), orgaanisen typen (Norg) ja kokonaistypen (TN) huuhtoutumista ja kuormituksen muodostumista valuma-alueetasolla. Simulointiyksikkö on viljelykasvi- tai maankäyttöluokka, joita on yhteensä kuusi: viisi eri viljelykasviluokkaa ja yksi metsäluokka. Malli simuloi typen pääprosessien (mineralisaatio, nitrifikaatio, denitrifikaatio ja kasvien typenotto) riippuvuutta maaperän kosteudesta ja lämpötilasta. VEMALA-N-mallilla voidaan simuloida ilmastonmuutoksen, eri maankäyttömuotojen ja viljelykasvien sekä mineraalilannoituksen ja karjanlannan vaikutusta nitraatin huuhtoutumiseen ja siihen liittyviin reaktioihin. Prosessipohjainen ICECREAM-malli (esim. Jaakkola ym. 2012) simuloi maataloudesta tulevaa partikkeleihin sitoutuneen fosforin (PP) ja fosfaatin ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) kuormitusta sekä eroosiota peltomittakaavassa. Mallilla lasketaan erikseen jokaisen Suomen pellon fosforikuormitus. Simuloinnissa käytetään lähtötietoina pellon ominaisuuksia: maalajia (savi, hiesu, karkea tai turve), pellon kaltevuutta ja suorakulmion muotoisen peltolohkon kokoa. ICECREAMin simuloimia tuloksia (päivittäistä kokonaisfosforikuormaa) käytetään VEMALA-mallin syötteenä.

VEMALAlla tehtiin hydrologisia tarkasteluja Lapinjoen ja Eurajoen Pyhäjoen alueella järvien pinnan noston ja kosteikkojen rakentamisen vaikutuksista. Samalla arvioitiin kosteikkojen vaikutusta fosforikuormitukseen Pyhäjoen valuma-alueelta. Skenaarioiden simuloinnissa ei oteta kantaa siihen,

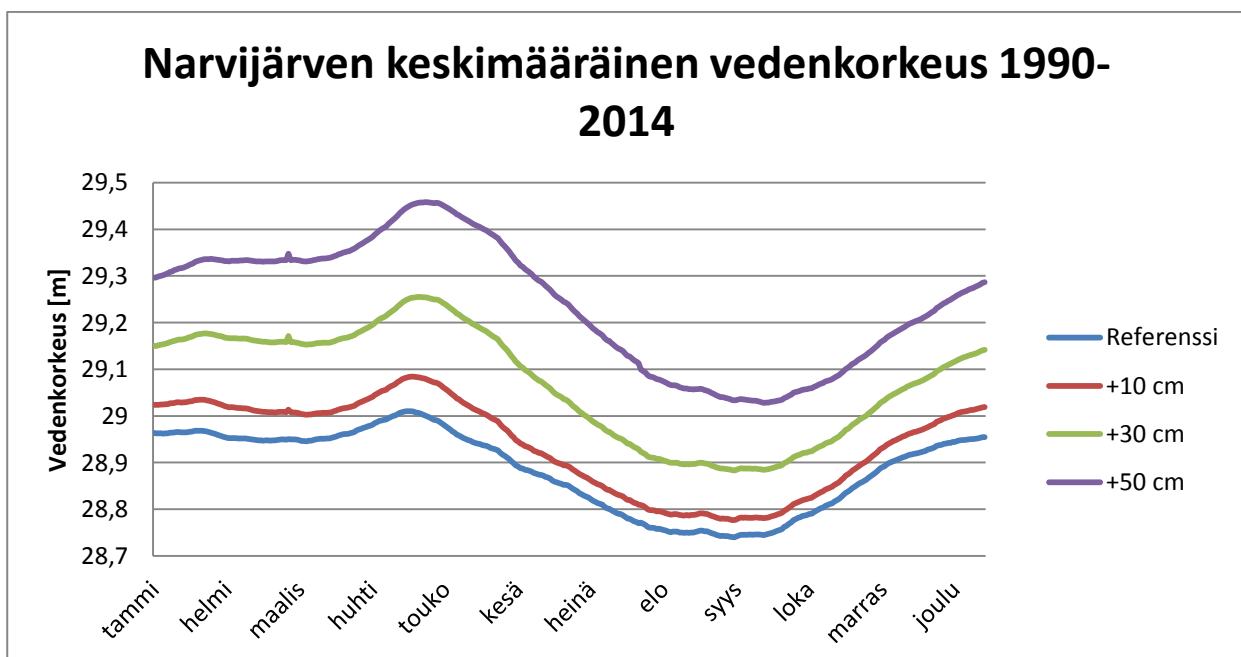


## 2 Lapinjoki 33

Lapijoen valuma-alueella on useita laskettuja järviä. Simuloinneilla tutkittiin miten järvien vedenkorkeuden nosto vaikuttaisi tulvahuippujen tasoittamiseen. Järvien purkautumista on mallissa muokattu siten, että vesiä pidättyy enemmän. Koskeljärven, Narvijärven, Saarnijärven, Kauklaisen ja Lutanjärven pinnan annetaan tulva-aikana nousta 50 cm, 30 cm ja 10 cm korkeammalle, jolloin tulvanpidätyskapasiteetti lisääntyy. Mallissa tämä toteutettiin niin, että järven purkautumista pienennettiin sopivalla kertoimella siten että keskiyliveden korkeus (MHW) nousi keskimäärin noin 50cm , 30 cm ja 10 cm. Simuloinnit toteutettiin historiajaksolle, vuosille 1990-2014. Kuvissa Kuva 2-Kuva 7 on esitetty muutokset järvien keskimääräisiin vedenkorkeuksiin.

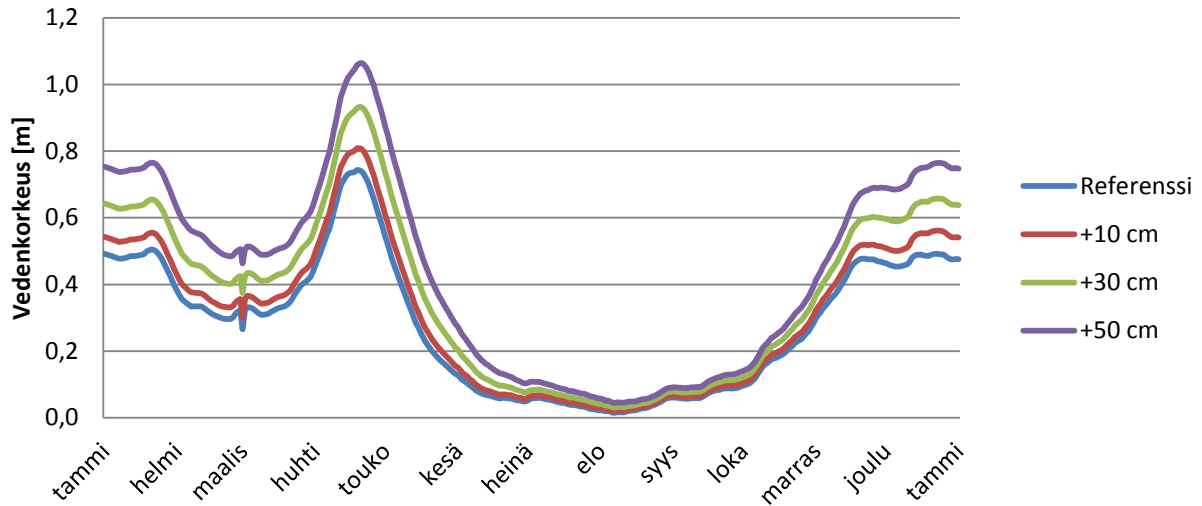


Kuva 2 Koskeljärven keskimääräinen vedenkorkeus 1990-2014, kun keskiylivettä nostetaan 10, 30 ja 50 cm.



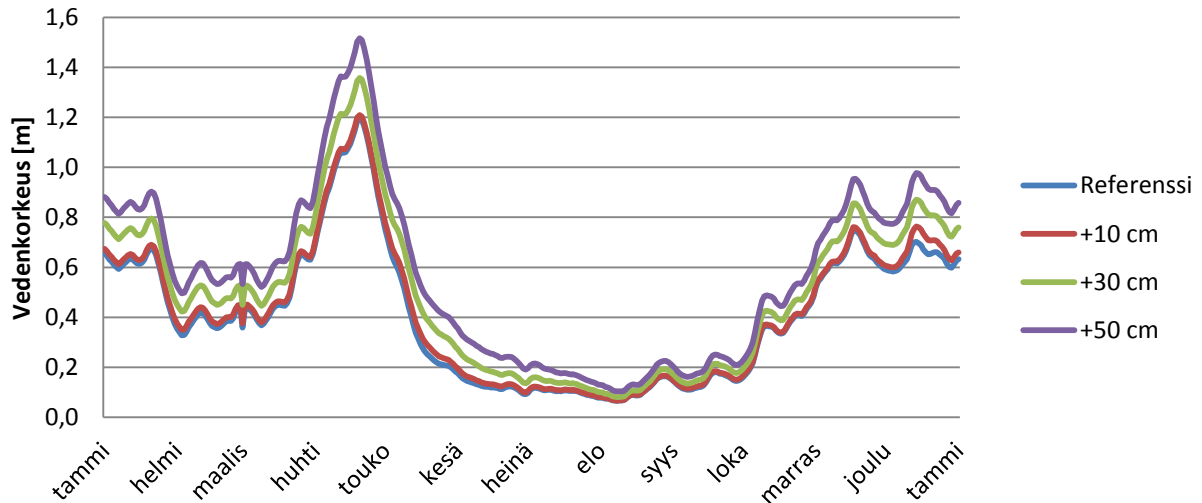
Kuva 3 Narvijärven keskimääräinen vedenkorkeus 1990-2014, kun keskiylivettä nostetaan 10, 30 ja 50 cm.

## Kauklaisen vedenkorkeus 1990-2014



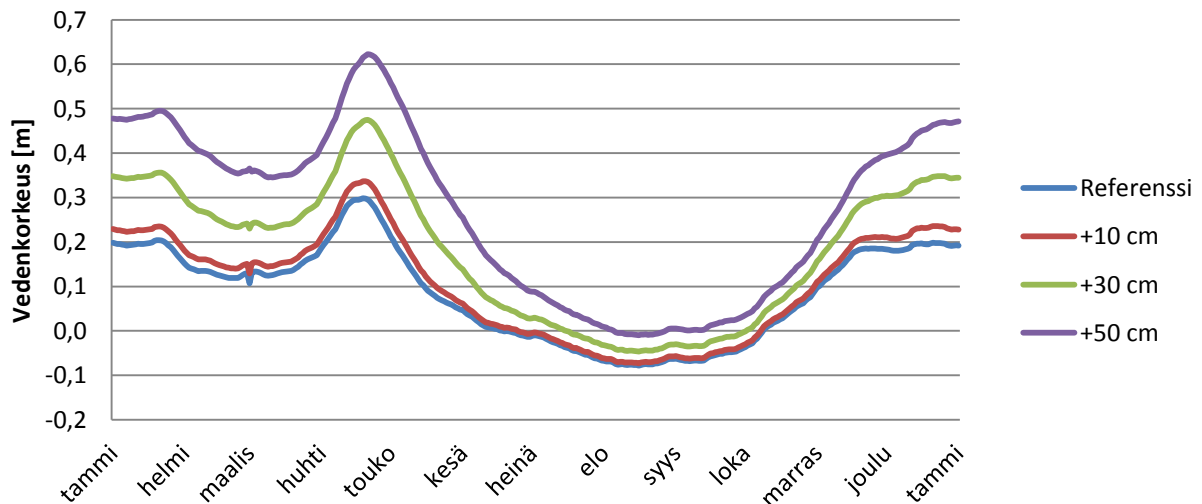
Kuva 4 Kauklaisen keskimääräinen vedenkorkeus 1990-2014, kun keskiylivettä nostetaan 10, 30 ja 50 cm.

## Saarnijärven vedenkorkeus 1990-2014



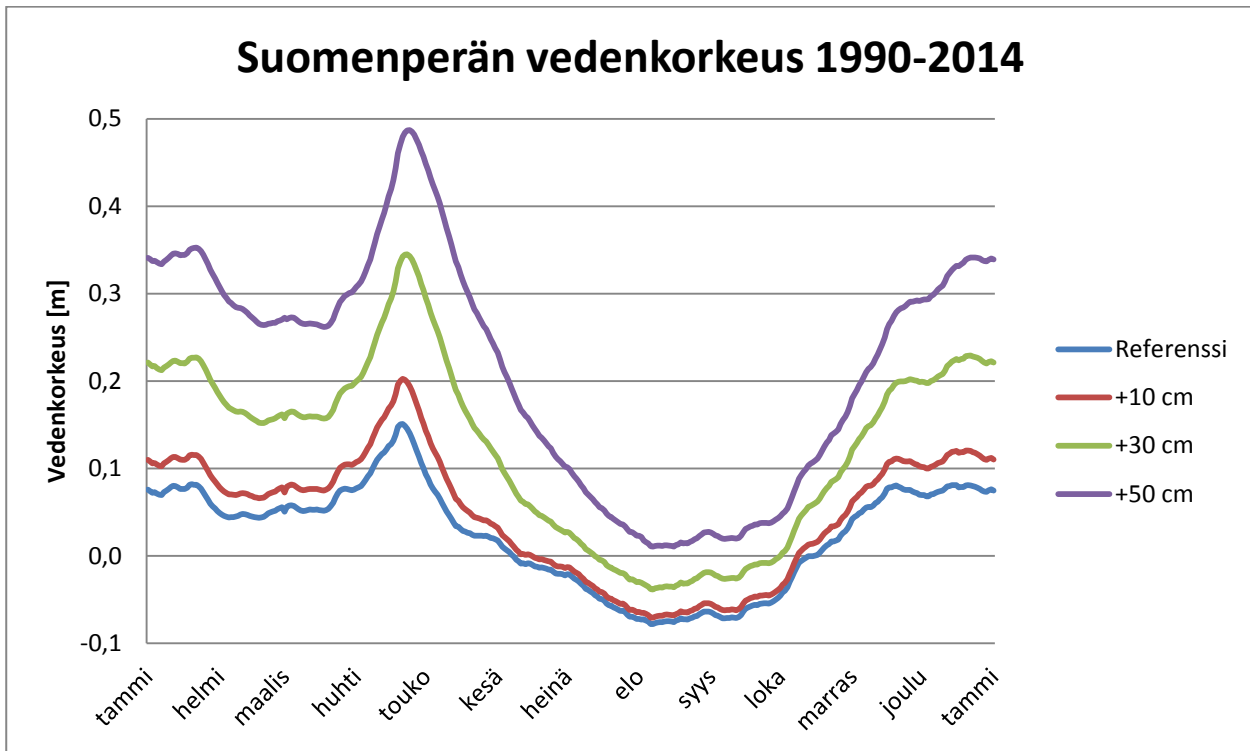
Kuva 5 Saarnijärven keskimääräinen vedenkorkeus 1990-2014, kun keskiylivettä nostetaan 10, 30 ja 50 cm.

## Lutanjärven vedenkorkeus 1990-2014



Kuva 6 Lutanjärven keskimääräinen vedenkorkeus 1990-2014, kun keskiylivettä nostetaan 10, 30 ja 50 cm.

## Suomenperän vedenkorkeus 1990-2014



Kuva 7 Suomenperän keskimääräinen vedenkorkeus 1990-2014, kun keskiylivettä nostetaan 10, 30 ja 50 cm.

Järvien pinnan nosto ei vaikuta Lapinjoen keskivirtaamaan (MQ) Ylisenkoskessa, mutta keskiylivirtaama (MHQ) ja ylivirtaama (HQ) pienenevät kun järvissä on tulva-aikaan enemmän varastointikapasiteettia (ks. Taulukko 1). MHQ pienenee Ylisenkoskessa skenaariosta riippuen 0,5 – 1,7 m<sup>3</sup>/s, joka vastaa noin 3-9 % pienennystä. MQ laskee 0,9 – 2,7 m<sup>3</sup>/s. Minimivirtaama pysyy niin ikään ennallaan, mutta keskialivirtaama (MNQ) nousee 10-60 l/s skenaariosta riippuen.

Taulukko 1 Skenaarioiden vaikutus virtaamaan Ylisenkoskessa

	Referenssi	+10 cm	+30 cm	+50 cm
<b>MHQ</b>	19,22	18,70	17,99	17,48
Erotus [m <sup>3</sup> /s]		0,5	1,2	1,7
Erotus [%]		2,7	6,4	9,1
<b>MQ</b>	29,3	28,4	27,3	26,5
Erotus [m <sup>3</sup> /s]		0,9	2,0	2,7
Erotus [%]		3,1	6,9	9,4
<b>MNQ</b>	0,28	0,29	0,30	0,34
Erotus [m <sup>3</sup> /s]		0,01	0,02	0,06
Erotus [%]		1,4	7,3	21,9

### 3 Pyhäjoki 34.06

Mallilla tutkittiin vaikutuksia hydrologiaan ja ravinnekuormitukseen, jos Pyhäjoen valuma-alueen painanteita muutettaisiin kosteikoiksi. VEMALAssa on arvioitu potentiaalisia kosteikkoja, Pyhäjoen valuma-alueella niiden yhteenlaskettu pinta-ala on noin 85 ha. Kosteikkojen valuma-alueet on esitetty kuvassa 9. Kosteikkojen alaksi määritettiin 5 % valuma-alueidensa pinta-alasta ja arvioitiin, että tulvan aikana kosteikkoon noin 1 m vettä. Veden varastoituminen alkaa kun valunta ylittää rajan 1 mm/d. Kuormituslaskennassa oletettiin että kosteikko pidättää 50% fosforikuormasta keskimäärin vuoden aikana.

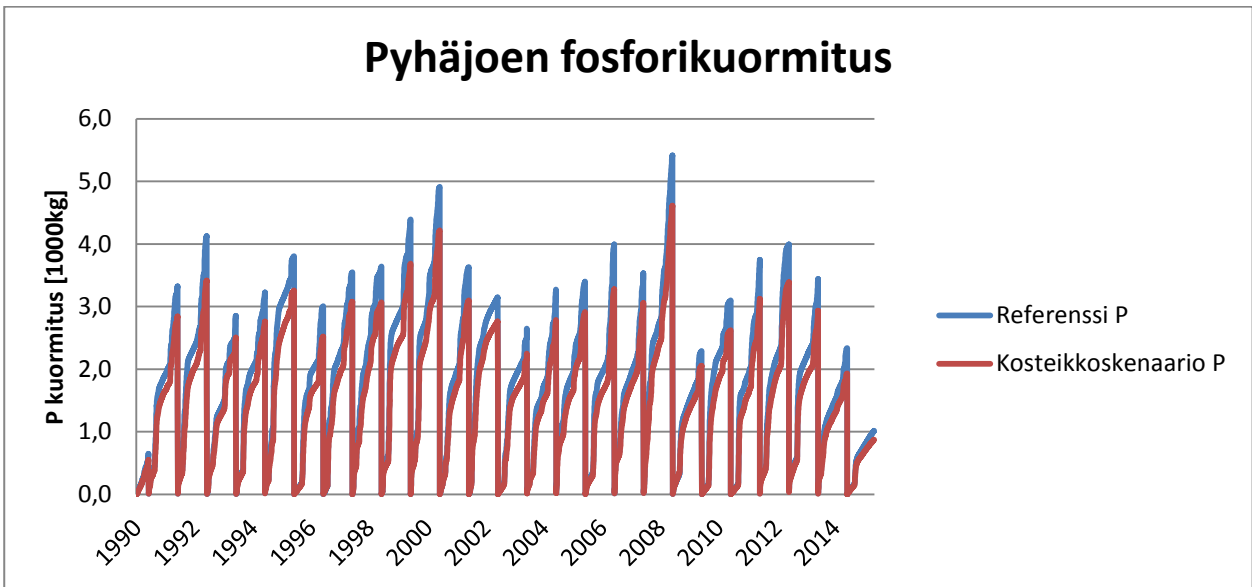
**Taulukko 2 Fosforikuormitus [1000kg] referenssitilanteessa sekä kosteikkoskenaariossa sekä näiden erotus vuosille 1991-2014**

Vuosi	Referenssi P kuormitus [1000kg]	Skenaario P kuormitus [1000kg]	Erotus [1000kg]	Erotus [%]
1991	1,66	1,42	0,24	14
1992	2,07	1,71	0,36	17
1993	1,43	1,25	0,18	12
1994	1,62	1,38	0,24	15
1995	1,90	1,63	0,27	14
1996	1,50	1,26	0,24	16
1997	1,78	1,54	0,24	13
1998	1,82	1,54	0,29	16
1999	2,20	1,85	0,35	16
2000	2,46	2,11	0,35	14
2001	1,82	1,55	0,27	15
2002	1,58	1,39	0,19	12
2003	1,33	1,13	0,20	15
2004	1,64	1,40	0,24	15
2005	1,70	1,46	0,24	14
2006	2,00	1,64	0,36	18
2007	1,78	1,54	0,24	13
2008	2,71	2,31	0,40	15
2009	1,15	1,03	0,12	10
2010	1,55	1,31	0,24	15
2011	1,88	1,57	0,32	17
2012	2,00	1,70	0,30	15
2013	1,73	1,47	0,26	15
2014	1,17	0,97	0,20	17
<b>Keskiarvo</b>	<b>1,77</b>	<b>1,51</b>	<b>0,26</b>	<b>15</b>

**Taulukko 3 Virtaaman tunnusluvut Pyhäjoen limnille referenssitilanteessa ja kosteikkoskenaariossa sekä näiden erotus**

Virtaaman tunnusluvut	Referenssi Q	Kosteikkoskenaario	Erotus [m3/s]	Erotus [%]
HQ	9,0	8,2	0,8	9
MHQ	4,9	3,9	0,9	19
MQ	0,7	0,7	0,0	0
MNQ	0,2	0,2	0,0	0
NQ	0,1	0,1	0,0	1

## Pyhäjoen fosforikuormitus



Kuva 8 Pyhäjoen fosforikuormitus referenssitilanteessa ja kosteikkoskenaariolla

Simulointien perusteella kosteikot pienentävät fosforikuormituksen määrää noin 12-17 % vuodesta riippuen (ks. kuva 8). Keskimääräinen pienennys vuosina 1991-2014 on 15 %. Tämä vastaa noin 260 kg fosforikuormitusta. Kosteikoilla oli myös hydrologisia, ylivirtaamia pienentäviä vaikutuksia. Vuosien 1990-2014 simuloitu ylivirtaama (HQ) pieneni arvosta 9,0 m<sup>3</sup>/s arvoon 8,2 m<sup>3</sup>/s. Keskiylivirtaama MHQ laski myös lähes 1 m<sup>3</sup>/s eli noin 20 %. Keskivirtaamassa, keskialivirtaamassa tai alivirtaamassa ei ollut juurikaan muutoksia.



Kuva 9 Kosteikkojen valuma-alueet