



**SAVONIA**

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# JÄRVEN VEDENPINNAN NOSTON VAIKUTUKSET VEDENKORKEUKSIIN JA VEDENLAATUUN

TEKIJÄ: Ville Sorvali

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Ympäristötekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä Ville Sorvali	
Työn nimi Järven vedenpinnan noston vaikutukset vedenkorkeuksiin ja vedenlaatuun	
Päiväys	6.6.2017
Sivumäärä/Liitteet	61/2
Ohjaajat Projekti-insinööri Ville Matikka ja yliopettaja Pasi Pajula	
Toimeksiantaja Pohjois-Savon elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli arvioida Pohjois-Savon ELY-keskuksen toiminta-alueella tehtyjen järvien vedenpinnan nostohankkeiden vaikutuksia vedenkorkeuksiin ja vedenlaatuun. Järven vedenpinnan nostohankkeet vaativat useiden vuosien työtä, täsmällistä suunnittelua ja ne ovat pitkäkestoisia prosesseja. Työssä arvioitiin nostohankkeiden suunnitelmien toteutumista ja pohdittiin, miten hankkeiden toteutumista voisi arvioida entistä paremmin.</p> <p>Vedenpinnan nostohankkeiden vaikutuksia järviin arvioitiin 15 kohdejärven perusteella. Arviointi suoritettiin tarkastelemalla kohdejärvien kunnostussuunnitelmissa esitettyjä tulevia vedenkorkeustasoja ja vertaamalla niitä järvien vedenkorkeushavaintoihin. Vedenkorkeushavaintoja tarkasteltiin ennen nostoa ja sen jälkeen. Vedenpinnan noston vaikutuksia vedenlaatuun tarkasteltiin piirtämällä kuvaajia eri vedenlaadun parametreista järville, joista vedenlaatatietoja oli saatavilla. Kuvaajista etsittiin muutoksia arvoissa ja trendeissä, jotka ajoittuvat vedenpinnan nostoon.</p> <p>Tämän opinnäytetyön tarkastelun perusteella aliveden- ja keskivedenkorkeuden osalta päästiin usein suhteellisen lähelle tavoiteltuja korkeustasoja. Ylivedenkorkeudet olivat useimmiten suunniteltujen korkeustasojen alapuolella, mikä selittynee sillä, etteivät havaintojaksot olleet täysin vertailukepoisia. Tällä aineistolla vedenpinnan nostoilla ei havaittu vaikutuksia järven vedenlaatuun.</p> <p>Johtopäätöksenä voidaan todeta, että kunnostushankkeiden suunnitteluvaiheessa järvikunnostuksille tulisi asettaa selkeät tavoitteet, jotta hankkeiden toteutumista voisi arvioida paremmin. Lisäksi kunnostuksien jälkiseurantaan tulisi panostaa ja sitä tulisi suorittaa säännöllisemmin ja johdonmukaisemmin hankkeiden toteutumisen arvioinnin helpottamiseksi.</p>	
Avainsanat järven vedenpinnan nosto, vedenkorkeus, järvien kunnostus, vesiensuojelu	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Environmental Technology			
Author Ville Sorvali			
Title of Thesis Effects of Raised Water Level on the Water Levels and Water Quality of Lakes			
Date	6 June 2017	Pages/Appendices	61/2
Supervisors Mr. Ville Matikka, Project Engineer and Mr. Pasi Pajula, Principal Lecturer			
Client Organisation Centre for Economic Development, Transport and the Environment			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this thesis was to evaluate the effects of raised water level on the water levels and water quality of lakes in projects carried out in the operating area of North Savo's Centre for Economic Development, Transport and the Environment. The project of raising the water level of a lake takes several years from planning to implementation. In the thesis, the realization of the project plans was evaluated and it was considered how the evaluating can be done more closely.</p> <p>The effects of water raising projects on lakes were evaluated on the basis of 15 target lakes. The evaluation was performed by examining the planned future water levels in the lake's restoration plans and comparing them with the water level observations of the lakes. Water level observations were examined before and after raising the water level. The effects of increased water level on water quality were studied by plotting graphs from different water quality parameters. From the graphs, it was searched possible changes in values and trends that were dated simultaneously with the raising of water level.</p> <p>Based on the review in the thesis, the lowest water level and mean water level often settled relatively close to the planned water levels. The high water level generally settled below the planned water levels, which could possibly be explained by the fact that the observation periods were not fully comparable with each other. According to the data used in this thesis, any effects from raising the water levels in the lakes on water quality were not detected.</p> <p>As a conclusion, it was noted that in the restoration planning phase clear aims should be set for the restoration so that the realization of the projects could be evaluated better. Also, the monitoring after the restoration should be more consistent, regular and planned better.</p>			
Keywords raised water level on lake, lake restoration, water protection			

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	5
2	JÄRVIEN KUNNOSTUS.....	7
2.1	Järven yleisimmät kunnostusmenetelmät.....	7
2.2	Järven vedenpinnan nosto .....	8
2.2.1	Pohjapato ja uuden vedenkorkeuden määrittäminen .....	9
2.3	Järven kunnostushanke .....	11
2.4	Vesilaki ja lupa-asiat .....	14
3	AINEISTO JA MENETELMÄT.....	16
3.1	Vedenpinnan nostohankkeet ja niiden vaikutusten arviointi.....	18
3.1.1	Ala-Varpanen .....	18
3.1.2	Hernejärvi.....	21
3.1.3	Hetejärvi .....	25
3.1.4	Kangaslampi .....	28
3.1.5	Keyritty .....	31
3.1.6	Luupuvesi.....	35
3.1.7	Osmanginjärvi.....	39
3.1.8	Ruokojärvi .....	43
3.1.9	Sukevanjärvi .....	47
3.1.10	Suuri-Luotonen .....	51
3.1.11	Väärä .....	55
3.1.12	Muut kohteet .....	58
4	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA.....	60
4.1	Tulosten yhteenveto .....	60
4.2	Pohdinta.....	63
	LÄHTEET .....	64
	LIITE 1: PINTA-ALA- JA TILAVUUSKUVAAJAT .....	66
	LIITE 2: VEDENLAATUKUVAAJAT .....	70

## 1 JOHDANTO

Suurin osa suomalaisista elää alle puolen kilometrin etäisyydellä jostain vesistöstä. Vesistöt tarjoavat meille lukemattomia virkistyskäyttömahdollisuuksia, puhtaita vesiä sekä ravintoa. Suomen järvistä 85 prosenttia on hyvässä tai erinomaisessa tilassa, mikä on vesiensuojelun ja sen kehityksen ansiota. Kasvava maataloustuotanto, maankäytön tehostuminen ja ilmastonmuutos kuitenkin uhkaavat ja huonontavat jatkuvasti vesiemme tilaa. Suomen vesiensuojelun menestystarinaa halutaan jatkaa ja Suomen vesialueiden hyvä tila halutaan säilyttää, mutta se vaatii nykyistä tehokkaampia toimia vesiensuojelun kannalta. (Suomen ympäristökeskus, 2017.)

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana on Pohjois-Savon ELY-keskus, jonka toiminta-alueella on toteutettu 1990-luvulta lähtien useita järven vedenpinnan nostohankkeita. Nostohankkeiden tavoitteena on ollut parantaa järvien tilaa ja käyttökelpoisuutta. Hankkeiden toteutumista ja niiden vaikutuksia ei ole aiemmin arvioitu ELY-keskuksen toimesta kattavasti. Tässä työssä arvioidaan vedenpinnan nostohankkeiden vaikutuksia vedenkorkeuksiin ja vedenlaatuun 15 kohdejärven osalta, joissa on tehty vedenpinnan nostohanke osana järvikunnostusta. Muut mahdolliset vaikutukset on rajattu tarkastelun ulkopuolelle. Hämeen ammattikorkeakoulun opiskelija on aloittanut samaan aikaan opinnäytetyön tekemisen osittain samojen vedenpinnan nostohankkeiden vaikutuksista vesi- ja rantakasvillisuuteen.

Työn tavoitteena on tuottaa työn tilaajalle tietoa vedenpinnan nostohankkeiden toteutumisesta. Tulosten perusteella tässä työssä tullaan arvioimaan, miten hankkeet ovat toteutuneet ja kuinka hyvin nykyisin kerättävä aineisto tukee nostohankkeiden toteutumisen arvioimista. Tulosten tarkastelun pohjalta hankkeiden suunnitteluun ja jälkiseurantaan etsitään kehitysideoita.

Opinnäytetyö alkaa teoriaosuudella, jossa käsitellään yleisesti järvien kunnostusta Suomessa ja esitellään yleisimmät kunnostusmenetelmät lyhyesti. Kunnostusmenetelmistä järven vedenpinnan nostaminen käsitellään tarkemmin. Prosessina järven kunnostus on usein raskas ja pitkäkestoinen sekä vaatii viranomaisen myöntämän lainmukaisen luvan. Järven kunnostushanke, sen vaiheet ja siihen liittyvät lupa-asiat selvitetään yksityiskohtaisesti. Teoriaosuuden jälkeen esitellään aineisto ja menetelmät, joita työn tekemiseen käytetään. Samassa luvussa esitellään kohdejärvet ja niiden kunnostussuunnitelmat tarkastellen niitä yksi kerrallaan.

Tarkastelun tuloksena muodostuu käsitys järvien vedenpinnan noston vaikutuksista järvien vedenkorkeuksiin ja sitä kautta tilavuuteen sekä pinta-alaan, vedenkorkeuksien vaihteluihin sekä vedenlaatuun. Viimeisessä kappaleessa tulokset kootaan yhteen. Tulosten laatua, luotettavuutta ja merkitystä pohditaan ja pohdinnan perusteella pyritään esittämään kehitysehdotuksia järvien kunnostushankkeiden suunnitteluun, vedenpinnan nostohankkeiden toteuttamiseen ja toteutumisen arviointiin jatkossa.

*Lyhenteet ja määritelmät*

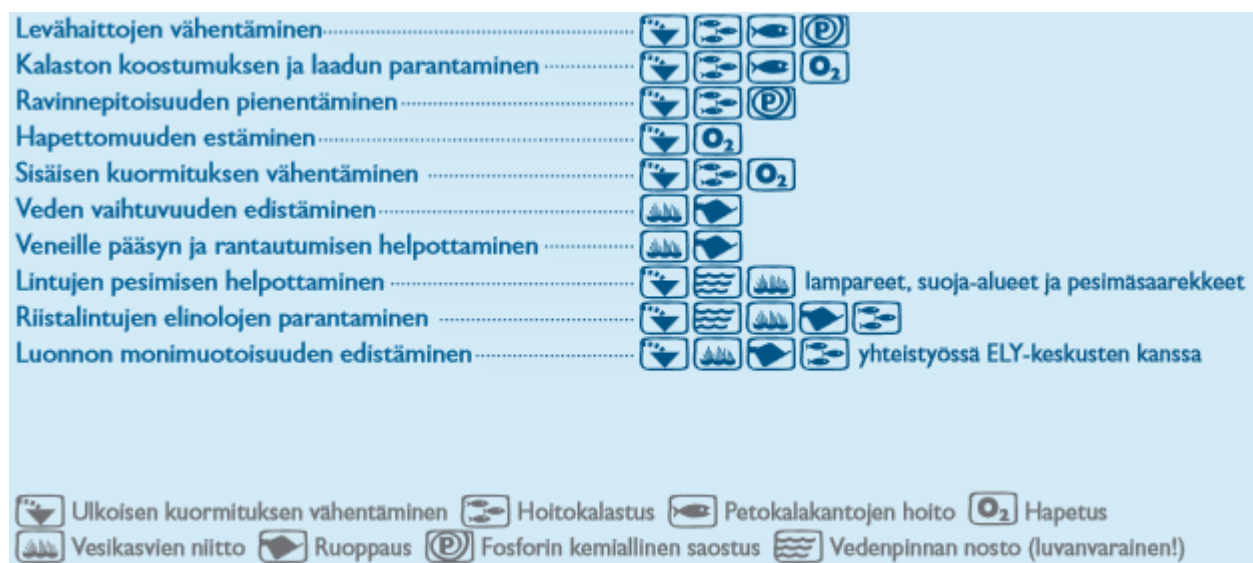
Alivedenkorkeus (NW)	= havaintojakson alin vedenkorkeus
Alusvesi	= järven talvi- tai kesäkerrostuneisuuden aikana lämpötilan harppauskerroksen alapuolella esiintyvä kerros
Eutrofinen	= runsasravinteinen/rehevä
ELY-keskus	= elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus
Keskialivedenkorkeus (MNW)	= toistuvien havaintojaksojen, esimerkiksi vuosien alivedenkorkeuksien keskiarvo
Keskivedenkorkeus (MW)	= havaintojakson vedenkorkeuksien keskiarvo
Keskiylivedenkorkeus (MHW)	= toistuvien havaintojaksojen ylivedenkorkeuksien keskiarvo
N43, N60	= Korkeusjärjestelmä, joka määrittelee lähtötason, johon muiden pisteiden korkeuksia verrataan. Suomessa on ollut käytössä useita korkeusjärjestelmiä, joilla on eri nollapistet. Esimerkiksi N60-korkeusjärjestelmässä nollataso on Helsingin sataman mereografin mittaama keskimerenpinta vuonna 1960 (Bilker-Koivula & Ollikainen, 2009).
Päällysvesi	= Järven talvi- tai kesäkerrostuneisuuden aikana lämpötilan harppauskerroksen sekä alusveden yläpuolella esiintyvä kerros.
SYKE	= Suomen ympäristökeskus
Vedenkorkeus (W)	= vedenpinnan korkeus
Ylivedenkorkeus (HW)	= havaintojakson ylin vedenkorkeus

## 2 JÄRVIEN KUNNOSTUS

Suomessa ryhdyttiin jo 1960-luvulla pitkäjänteiseen työhön vesien suojelemiseksi. Valtioneuvoston hyväksymissä vesiensuojelun tavoiteohjelmissa asetetaan kansalliset tavoitteet vesiensuojelulle ja kolme viimeisintä tavoiteohjelmaa on hyväksytty valtioneuvoston periaatepäätöksinä. Viimeisimmässä Ympäristöministeriön laatimassa tavoiteohjelmissa (2007) vesiensuojelun suuntaviivat esitetään vuoteen 2015 saakka. Tavoiteohjelma on laadittu suuntaamaan vesiensuojelua kansallisella tasolla oikeaan suuntaan jo aiemmin asetettujen tavoitteiden saavuttamiseksi, minkä lisäksi siinä vastataan edeltävien ohjelmien jälkeen ilmaantuneiden uusien ongelmien asettamiin haasteisiin. Ohjelman mukaan vesien kunnostushankkeiden tarve tulee lisääntymään ja vesien kunnostuksen edistämiseksi eri toimijoiden ja rahoittajien välistä yhteistyötä tulee edistää. (Ympäristöministeriö, 2007.)

### 2.1 Järven yleisimmät kunnostusmenetelmät

Kunnostustoimenpiteitä ja -menetelmiä on erilaisia ja ne valitaan järven kunnostussuunnitelmassa asetettujen tavoitteiden, järven lähtötilanteen ja saatavilla olevien resurssien perusteella. Parhaimmat tulokset saadaan usein yhdistämällä useita menetelmiä ja toimenpiteitä, mutta yleensä resurssit ovat rajallisia ja kunnostukseen voidaan joutua valitsemaan vain osa suunnitelluista toimenpiteistä. (Sarvilinna & Sammalkorpi, 2010, s. 47–58) Kuvassa 1 esitetään eri kunnostusmenetelmien soveltuvuus kunnostustavoitteiden mukaan.



KUVA 1. Eri menetelmien soveltuvuus järven kunnostukselle asetettujen tavoitteiden perusteella (Sarvilinna & Sammalkorpi, 2010)

Sarvilinnan ja Sammalkorven (2010) mukaan ulkoisen kuormituksen vähentäminen soveltuu lähes kaikissa tapauksissa järven tilan parantamiseen. Mikäli valuma-alueelta tuleva liian suuri ulkoinen kuormitus on syy järven heikentyneeseen tilaan, sitä tulisi ensisijaisesti vähentää. Muuten kunnostus on vain oireen eikä syyn hoitoa, ja vaikutukset jäävät lyhytaikaisiksi. Vesikasvien poistamisella parannetaan järven virkistyskäyttömahdollisuuksia, ja lisäksi se parantaa kalaston ja linnuston elinolosuhteita. Järven hoitokalastus ja petokalakantojen hoito toimivat hyvin ulkoisen kuormituksen vähentämisen kanssa, ja se parantaa järven kalataloudellista arvoa. Hoitokalastuksella voidaan vähentää sinileväkukintoja ja parantaa veden laatua. Hapetuksella pyritään estämään alusveden happikatoa, mikä voi ai-

heuttaa kala- ja rapukuolemia talvisin. Happitilanteen parantamisella hillitään myös fosforin liukenemistä pohjasedimentistä veteen, mikä pienentää sisäistä fosforikuormitusta. Ruoppauksilla puolestaan parannetaan matalien rantojen virkistyskäyttömahdollisuuksia sekä lintujen elinolosuhteita, mutta veden laatua se ei paranna. Fosforin kemiallisella saostuksella pyritään pienentämään järven sisäistä kuormitusta tapauksissa, joissa järven rehevyys johtuu fosforin vapautumisesta pohjasedimenteistä. Järven vedenpinnan nosto soveltuu Sarvilinnan ja Sammalkorven (2010) mukaan järven kunnostusmenetelmäksi, kun kunnostuksen tavoitteina on lintujen pesimisen helpottaminen ja riistalintujen elinolojen parantaminen. (Sarvilinna & Sammalkorpi, 2010, s. 47–58)

## 2.2 Järven vedenpinnan nosto

Järven vedenpinnan nostolla tarkoitetaan keskivedenkorkeuden tai kesävedenkorkeuden pysyvää muuttamista korkeammalle tasolle aikaisempaan tilanteeseen verrattuna. Vedenpinnan nostolla tavoitellaan järven käyttökelpoisuuden ja vedenlaadun parantamista sekä umpeenkasvun rajoittamista ja estämistä. Vedenpinnan nostolla vaikutetaan yleensä myös vedenkorkeuden vaihteluun. (Lakso, 1990, s. 362–367.)

Vedenpinnan nosto soveltuu järven kunnostusmenetelmäksi, kun mataluus on järvessä suurin ongelmia aiheuttava tekijä. Nostohankkeen yhteydessä toteutetaan usein myös muita sitä täydentäviä kunnostustoimenpiteitä, kuten vesikasvien poistoa ja pohjan ruoppausta. Suomessa tarvetta vedenpinnan nostoille lisäävät vedenpinnan laskut, joita tehtiin 1700-luvun loppupuolelta 1900-luvun puoliväliin saakka. Tällaisten kohteiden osalta vedenpinnan palauttaminen alkuperäistä vastaavalle tasolle on edullinen ja suotava kunnostusmenetelmä, jos se ei aiheuta haittoja ranta-alueille ja rantojen käytölle. Vedenpinnan nosto voi aiheuttaa rantapeltojen tai metsien vettymistä ja lisäksi siitä voi olla haittaa rantakiinteistöille. Vedenpinnan noston edellytyksenä on, että sen hyötyjen on oltava huomattavasti suurempia kuin haittojen. (Lakso, 2005, s. 227–239.)

Teknisen toteutuksen osalta vedenpinnan nosto on Lakson (2005) mukaan yleensä suhteellisen yksinkertainen ja edullinen toimenpide. Yleensä järven luusuaan rakennetaan pato tai siinä jo valmiiksi olevaa säännöstelypatoa muokataan. Kiinteä pohjapato on yleisin ratkaisu, sillä se ei vaadi säännöstely- tai säätötoimenpiteitä normaalitilanteessa. Vedenkorkeuden vaihteluihin voidaan vaikuttaa padon harjan muotoiluilla. Toisaalta Lakso huomauttaa, että vedenpinnan nostohankkeen toteutus vaatii laajan selvityksen ranta-alueiden maankäytöstä, kiinteistöistä, hankkeen hyödyistä ja haitoista. (Lakso, 2005, s. 227–239.)

Järven vedenpinnan nostolla voidaan vaikuttaa myös järven talviaikaiseen happitilanteeseen sitä parantaen. Vedenpinnan noustessa järven vesitulavuus kasvaa. Järven pohjasedimentillä on happea kuluttava vaikutus ja vedenpinnan noston jälkeen se kohdistuu aiempaa suurempaan vesimäärään. Lisäksi pohja jäätyy talvisin pienemmältä alueelta. (Sarvilinna & Sammalkorpi, 2010, s. 47–58)

Vesisyvyyden kasvaessa veneily, järvellä liikkuminen ja uiminen helpottuvat matalassa järvessä. Veneilymahdollisuuksien parantuessa myös kalastusmahdollisuudet paranevat. Vesikasvillisuuden ja umpeenkasvun rajoittaminen ja estäminen vaikuttavat myös virkistyskäyttömahdollisuuksiin niitä parantaen ja tuoden näin ollen arvonalisäystä ranta-kiinteistöille ja vesialueille.



### 2.2.1 Pohjapato ja uuden vedenkorkeuden määrittäminen

Pohjapatoja rakennetaan turvaamaan riittäviä alivedenkorkeuksia luonnonuomissa, kanavissa ja järvien luusuoissa. Pohjapadoilla voidaan parantaa vesimaisemaa ja edistää vesistön virkistyskäyttöä, turvata kastelu- ja talousveden riittävyys, estää eroosiota ja rantasortumia sekä suppojään muodostumista. Padolla voidaan saada aikaan myös ilmastusta ja happitilanteen parantumista. Toisaalta haittaa voi koitua kalastukselle ja veneilylle, mikäli pohjapato estää kalannousun ja liikkumisen katkaisemalla vapaan kulun joessa. Padon yhteyteen voidaan suunnitella kalaporaita ja veneilyä helpottavia rakenteita. (Vesihallitus, 1985.)

Järven luusuaan rakennettavan vedenpinnan nostoon tarkoitetun pohjapadon mitoitus voidaan tehdä Polenin kaavalla (1), jolla lasketaan pohjapadon purkautuminen eli kokonaisvirtaama eri vedenkorkeuksilla (Vesihallitus, 1985).

$$Q = \frac{2}{3} \mu b \sqrt{2gh}^3, \quad (1)$$

jossa

- $\mu$  = purkautumiskerroin
- $b$  = padon harjan pituus (m)
- $h$  = painekorkeus (m)
- $g$  = putoamiskiihtyvyyys ( $m/s^2$ ).

Kaava (1) on voimassa padoille ja padon osille, joissa on vaakasuora kynnys (Vesihallitus, 1985). Alaveden ollessa padon harjan yläpuolella vaikutus huomioidaan alaveden vaikutuskertoimella. Purkautumiskäyrän määrittämiseksi on tehty erilaisia Polenin kaavaan perustuvia sovelluksia ja se voidaan määrittää myös esimerkiksi HEC-RAS -virtausmalliohjelmalla. Yhdysvaltain armeijan kehittämällä ilmaisohjelmalla voi mallintaa lisäksi myös avouomassa tapahtuvaa virtausta.

Purkautumiskäyrän muutoksen aiheuttamia vaikutuksia järven vedenkorkeuteen voidaan mallintaa myös vesitaseyhtälön avulla. Järven vesitaseyhtälön (2) mukaan järven vesivaraston muutos on yhtä suuri kuin järveen tulevan nettotulovirtaaman ja järvestä lähtevän nettomenovirtaaman erotus. Nettotulovirtaama muodostuu maanpäällisestä tulovirtaamasta, maanalaisesta tulovirtaamasta ja järveen tulevasta sadannasta. Nettomenovirtaama puolestaan on maanpäällisen ja maanalaisen menovirtaaman sekä järven haihdunnan summa. (Kuusisto, 1986, s. 261–266.)

$$\Delta s = I_s + I_u + P_l - (Q_s + Q_u + E_l), \quad (2)$$

jossa

- $I_s$  = maanpäällinen tulovirtaama
- $I_u$  = maanalainen tulovirtaama
- $P_l$  = sadanta järveen
- $Q_s$  = maanpäällinen menovirtaama
- $Q_u$  = maanalainen menovirtaama
- $E_l$  = haihdunta järvessä.

Yhtälö voidaan esittää muodossa

$$\Delta W = 0,0864 * p(Q_{tulo} - Q_{meno})/A , \quad (3)$$

jossa

$\Delta W$  = vedenkorkeuden muutos laskentajaksolla (m)

$p$  = laskentajakson pituus (vrk)

$Q_{tulo}$  = jakson nettotulovirtaama ( $m^3/s$ )

$Q_{meno}$  = jakson nettomenovirtaama ( $m^3/s$ )

$A$  = järven pinta-ala ( $km^2$ )

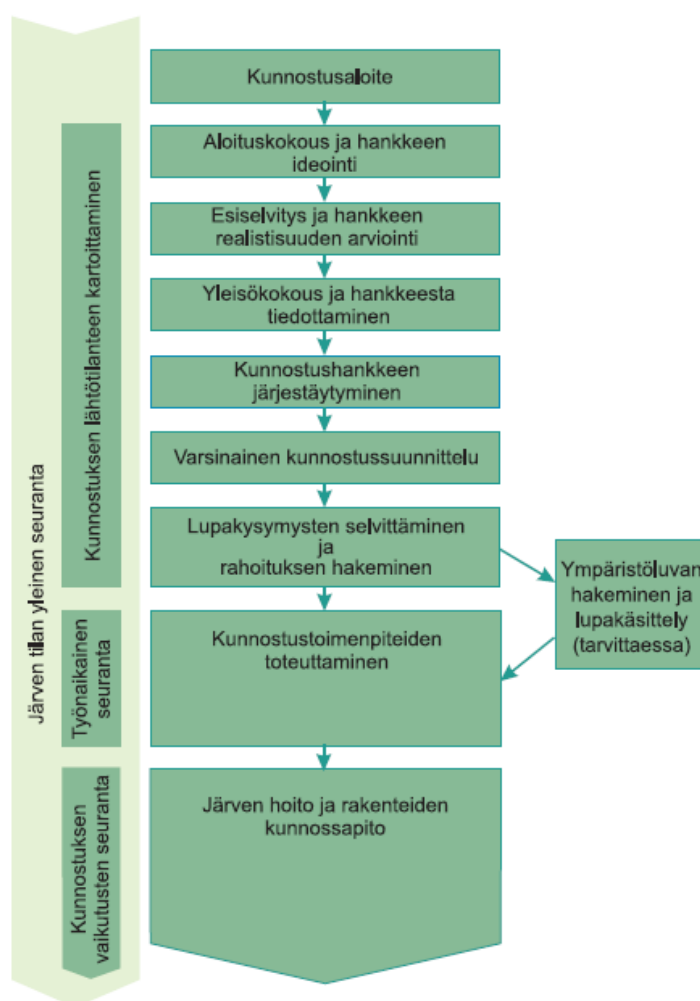
0,0864 = muunnoskerroin vuorokauden, sekunnin, metrin ja kilometrin välillä.

Kaavasta (3) voidaan määrittää jakson nettotulovirtaama ( $Q_{tulo}$ ), kun tunnetaan jakson nettomenovirtaama ( $Q_{meno}$ ) sekä vedenkorkeuden muutos laskentajaksolla ( $\Delta W$ ). Lisäksi tarvitaan lähtötiedoiksi järven pinta-alakäyrä. Tämän jälkeen voidaan saman yhtälön perusteella laskea tulevat vedenkorkeudet, kun järveen rakennettavan pohjapadon purkautumiskäyrä on määritetty.

## 2.3 Järven kunnostushanke

Kuten kaikki järvien kunnostushankkeet, myös vedenpinnan nostohanke on pitkäkestoinen prosessi. Hanke saattaa kestää useita vuosia kunnostusaloitteesta toimenpiteiden toteuttamiseen. Vedenpinnan nostohanke on monivaiheinen, projektinomainen ja se etenee yleisellä tasolla kuten muutkin järvien kunnostushankkeet (Vääriskoski & Ulvi, 2005, s. 31–48.)

Kuvassa 2 esitetään järven kunnostushankkeen vaiheet Vääriskosken ja Ulvin (2005) mukaan. Malli on yleinen järvien kunnostushankkeiden etenemismalli, ja sen avulla voidaan käydä läpi myös vedenpinnan nostohankkeen etenemistä.



KUVA 2. Järven kunnostushankkeen vaiheet (Vääriskoski & Ulvi, 2005)

Kunnostushanke lähtee liikkeelle vapaamuotoisesta, yleensä kirjallisesta yksityisen henkilön, henkilöiden tai yhteisön aloitteesta, jonka tarkoituksena on saattaa idea kunnostuksesta aloitteen tekijän tai tekijätahon lisäksi myös muiden tietoisuuteen. Aloitetta vie eteenpäin useimmiten jokin hyödynsaajayhteistö, joka voi olla esimerkiksi osakaskunta, yhdistys tai kylätoimikunta. Aloite kannattaa tuoda esiin kunnan tai suuremmissa hankkeissa valtion viranomaisille, jotka ovat panneet aluille ja vetäneet useita kunnostushankkeita ja tarjonneet asiantuntija-apua sekä rahoitusta hankkeisiin. Hankkeen varhaisessa vaiheessa ja käynnistämisessä on ensisijaisen tärkeää paikallinen aktiivisuus sekä kaikkien mahdollisten osapuolten selvittäminen, joita voivat olla esimerkiksi yhdistykset, yritykset, järjestöt ja yhteisöt. (Vääriskoski & Ulvi, 2005, s. 31–48.) Myös Sarvilinna ja Sammalkorpi (2010) painottavat järvien

kunnostushankkeissa ja varsinkin niiden alkuvaiheissa paikallisen yhteistyön, aktiivisuuden ja vuorovaikutuksen tärkeyttä. Kunnostusaloitteen ensimmäisiksi askeliksi mainintaan paikallisen yhteistyön käynnistäminen. Järven kunnostuksen kannalta tärkeitä toimijoita ovat kaikki vesialueen omistajat, asukkaat, mökkeilijät ja kalastajat. Toimijoiden on suotavaa perustaa paikallinen järven suojelu- tai hoitoyhdistys, johon kaikki halukkaat saavat vapaasti liittyä, ja johon on hyvä kuulua myös kunnan tai viranomaisten edustajia ja asiantuntijoita. (Sarvilinna & Sammalkorpi, 2010, s. 31–35.)

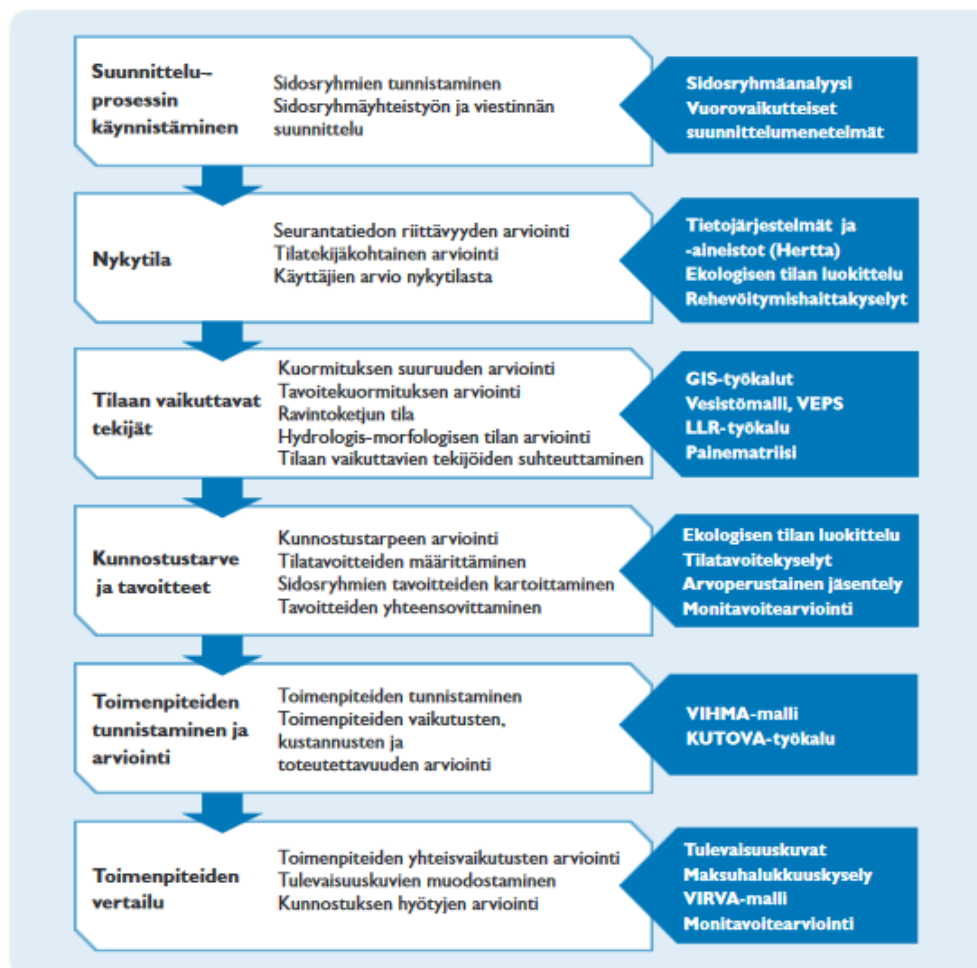
Osapuolten selvittämisen jälkeen järjestetään aloituskokous, johon kutsutaan kaikkien osapuolten edustajia. Aloituskokouksessa valitaan kunnostushankkeen vastuutaho ja valmistelijat, sekä keskustellaan kunnostustarpeesta ja kunnostustavoitteista. Järven ongelmien ja niiden syiden, olemassa olevan tiedon, kunnostushankkeen tyyppin ja käytettävissä olevien resurssien määrän selvittäminen tulisi olla aloituskokouksen asialistalla. Ennen raskaita suunnittelu- ja lupaprosesseja kannattaa teettää esiselvitys ja kerätä taustatietoja, joiden perusteella saadaan yleiskuva järven tilasta ja ongelmista ja joiden perusteella voidaan arvioida alustavasti kunnostusmenetelmiä ja tavoitteita. Esiselvityksessä tulisi olla yleistiedot järven hydrologiasta ja vedenlaadusta, valuma-alueista ja niiden maankäytöstä, kohteen historiasta sekä mahdollisista suojelualueista ja kaavamääräyksistä. (Vääriskoski & Ulvi, 2005, s. 31–48.)

Ennen varsinaista kunnostushankkeen käynnistämistä Vääriskoski ja Ulvi (2005) suosittelevat yleisötilaisuuden tai yleisökokouksen pitämistä, jossa jokaisella järven käyttäjällä on mahdollisuus tuoda näkemyksiään esille. Tavoitteena on tuoda esille erilaisia mielipiteitä ja herättää keskustelua kunnostuksesta. Tilaisuudessa esitetään kunnostuksen esiselvitys ja siihen mennessä kertyneet taustatiedot, joiden perusteella jokainen järven käyttäjä saa muodostettua kuvan kunnostushankkeesta. Yleisökokouksessa pyritään selvittämään hankkeen kannatus ja päättämään hankkeen jatkosta. Hyvin valmisteltu ja esitetty kunnostushanke saa todennäköisimmin hyvän kannatuksen ja saa ihmiset sitoutumaan hankkeeseen. (Vääriskoski & Ulvi, 2005, s. 31–48.)

Seuraava vaihe on kunnostushankkeen järjestäytyminen. Kunnostushanketta käsitellään kertaluontoisena projektina, jolle luodaan projektiorganisaatio. Hankkeen vetämiseksi on tehtävä projektisuunnitelma. Kattavasta projektisuunnitelmasta selviää hankkeen taustat ja tavoitteet, hyödynsaajat, projektiorganisaatio, avainhenkilöt ja vastuut, kustannusarvio, rahoitussuunnitelma, aikataulu ja suunnittelun toteutus. Hankkeelle määritetään vetäjä sekä ympäristöluvan hakija. Hankkeen vetäjä on vastuussa suunnittelun ja kunnostustoimenpiteiden järjestämisestä ja toteutuksesta. Muut vastuut on hyvä selvittää tarkasti ennen hankkeen aloittamista. Useimmiten päävastuussa on taho, joka tekee toimenpiteitä tai hakee ympäristölupaa. (Vääriskoski & Ulvi, 2005, s. 31–48.)

Vääriskoski ja Ulvi (2005) korostavat suunnittelun merkitystä, joka luo onnistuneelle kunnostukselle tarvittavat edellytykset. Kunnostussuunnitelma kerää esiselvitykset ja aiemmat tiedot yhteen, ja muodostaa niiden perusteella kattavan suunnitelman kunnostushankkeen etenemisestä ja tehtävistä toimenpiteistä. Tarvittaessa kunnostussuunnitelman pohjaksi laaditaan lisäselvityksiä ja täydentäviä tutkimuksia. Hyvästä kunnostussuunnitelmasta löytyvät muun muassa kohteen perustiedot, valuma-alue ja sen maankäyttö, vesistön käyttömuodot, tila ja kehitys, hankkeen aikaisemmat vaiheet, ranta- ja vesialueiden omistustiedot, hankkeen tavoitteet, suunnitellut toimenpiteet ja niiden vaikutusten arviointi sekä oikeudelliset edellytykset, sopimukset ja lupa-asiat. Lisäksi rahoitussuunnitelma ja kustannusarvio on esitettävä kunnostussuunnitelmassa. (Vääriskoski & Ulvi, 2005, s. 31–48.) Myös kunnostussuunnitelman laatimisessa painotetaan yhteistyötä ja kaikkien sidosryhmien välistä vuorovaikutusta. Sidosryhmien tunnistaminen ja ryhmien välisen viestinnän suunnittelu on ensimmäinen osa suunnitteluprosessia. Osallisilla saattaa olla erilaisia

näkemyksiä hankkeen hyödyistä ja haitoista ja suunnitelmassa tulee pyrkiä asettamaan mahdollisuuksien mukaan tavoitteet, jotka tyydyttävät kaikkia osapuolia. Tällaisiin ratkaisuihin päästään vain hyvän viestinnän, tiedonkulun ja vuorovaikutuksen kautta. (Martinmäki, ym., 2010.) Kunnostushankkeen yleissuunnittelun vaiheet, tehtävät sekä työkalut ja menetelmät esitetään kuvassa 3.



KUVA 3. Kunnostushankkeen yleissuunnittelun vaiheet (Martinmäki, ym., 2010)

Martinmäki ym. (2010) esittävät kuvassa useita eri työkaluja suunnitteluprosessin tueksi. Vesistön nykytilan selvittämiseen soveltuvia työkaluja ovat esimerkiksi GIS-työkalut eli paikkatietojärjestelmät, SYKE:n kehittämä vesistömalli VEPS, LLR-työkalu ja painematriisit. VIHMA-malli, KUTOVA-työkalu, VIRVA-malli taas liittyvät toimenpiteiden suunnitteluun ja vertailuun. Lisäksi erilaiset erilaiset kyselyt, luokittelut ja arvioinnit tukevat kaikkia vaiheita. VEPS-järjestelmällä arvioidaan vesistökuormituksia. LLR-työkalulla voidaan arvioida puolestaan kuormituksen vaikutuksia ja tehdä järvi-kohtaisia ennusteita esimerkiksi ravinnepitoisuuksista. Painematriisilla arvioidaan ihmisen merkitystä järven vedenlaatuun. Toimenpiteiden arviointiin soveltuvalla VIHMA-työkalulla voidaan arvioida valuma-alueen kuormituksen tasoa ennen kunnostustoimenpiteitä sekä arvioida lisätoimenpiteiden tarvetta. KUTOVA-työkalu on kehitetty kustannustehokkaiden toimenpiteiden valintatyökaluksi ja se muodostaa mahdollisimman kustannustehokkaan toimenpideyhdistelmän. VIRVA-laskentamalli laskee veden laadun muutoksen taloudellisia vaikutuksia virkistysmahdollisuuksien kannalta. Kuvan viimeisen vaiheen jälkeen voidaan valita kunnostustoimenpiteet, ja aloittaa niiden yksityiskohtainen valmistelu ja toteutus. (Martinmäki, ym., 2010.)

Kun hanke- tai kunnostussuunnitelma on hyväksytty, rahoitus varmistettu ja lupa-asiat ovat kunnossa, kunnostustoimenpiteet voidaan käynnistää. Kunnostustoimenpiteet on suoritettava siten ja sellaiseen vuodenaikaan, että niistä aiheutuu ranta-alueiden ja vesialueiden omistajille sekä järven käyttäjille mahdollisimman vähäistä haittaa. Mikäli hanke saa julkista rahoitusta, suunnitellut työt on kilpailutettava. Kaikki työvaiheet on syytä dokumentoida asianmukaisesti ja työnaikaisten vaikutusten seuranta on tehtävä säännöllisesti. Työtä tulee valvoa pätevän valvojan toimesta. Toimenpiteiden valmistuttua tilaaja tarkastaa ja hyväksyy lopuksi tehdyt työt. Kunnostustoimenpiteiden jälkeen, kuten koko hankkeen ajankin, on suoritettava seuranta. Jälkiseurannalla saadaan tietoa kunnostushankkeen toteutumisesta ja tavoitteiden saavuttamisesta ja sen kautta saadaan ohjattua huolto- ja kunnossapitotoimia oikeaan suuntaan. (Vääriskoski & Ulvi, 2005, s. 31–48.)

## 2.4 Vesilaki ja lupa-asiat

Vesilain (587/2011) 3 luvun 2 ja 3 §:ssa määritellään vesitaloushankkeet, joille on oltava lupaviranomaisen myöntämä lupa. Tällaisia hankkeita ovat muun muassa hankkeet, jotka voivat muuttaa vesistön asemaa, syvyyttä, vedenkorkeutta, virtaamaa, rantaa tai vesiympäristöä ja sitä kautta aiheuttaa esimerkiksi tulvan vaaraa, vaaraa tai vahinkoa terveydelle, luonnolle ja ympäristön viihtyisyydelle, kalastukselle, vesiliikenteelle tai luonnontilan säilymiselle. Lisäksi luvanvaraisia ovat esimerkiksi myös hankkeet, jotka voivat aiheuttaa edunmenetystä toisen vesialueelle, maalle tai kiinteistölle. Edellä mainittujen hankkeiden lisäksi vesilaissa määritetään aina luvanvaraiset hankkeet, joita ovat esimerkiksi veden ottaminen vesihuoltolaitoksen tarpeisiin, veden imeyttäminen tekopohjavedeksi, vesivoimalaitoksen rakentaminen sekä maa-alueen muuttaminen pysyvästi vesialueeksi vesistön vedenkorkeutta nostamalla. (Vesilaki 587/2011.)

Vuonna 2012 voimaan tullut uusi vesilaki (587/2011) korvasi noin 50 vuotta voimassa olleen vanhan vesilain (264/1961), ja tällöin lakiin tuli uutena hanketyyppinä keskivedenkorkeuden pysyvä muuttaminen. Vanhassa vesilaissa keskivedenkorkeuden pysyvää alentamista kutsuttiin järjestelyksi, mutta uusi vesilaki ottaa huomioon myös keskivedenkorkeuden pysyvän nostamisen. Uudet säännökset antavat paremman perustan järvien vedenpinnan nostohankkeille. (Ympäristöministeriö, 2012.)

Lupaa vedenpinnan nostohankkeelle voi hakea yksityinen hyötyä saavan kiinteistön omistaja tai useiden hyödynsaajien vesilain nojalla perustama yhteisö, yhteisen vesialueen osakas tai osakaskunta, valtion viranomainen tai kunta (Vesilaki 587/2011, 2011). Useimmiten vesistöjen kunnostushankkeita toteuttaa useampi asianomainen ja aina kun luvanhakijoita on enemmän kuin yksi, on perustettava vesioikeudellinen yhteisö. Hankkeesta hyötyvät tekevät aloitteen yhteisön perustamisesta, jolloin heidän on kutsuttava kokoukseen kaikki hyödynsaajat sekä muut mahdolliset jäsenet. Kaikki hankkeesta hyötyvien kiinteistöjen omistajat, hankkeen rakenteista hyötyvät ja niitä käyttävät ovat vesioikeudellisen yhteisön jäseniä. Kokouksesta tulee tiedottaa julkisesti ja siellä päätetään yhteisön säännöistä sekä valitaan hallitus tai toimitsijoita. (Ympäristöministeriö, 2012.)

Keskivedenkorkeuden nostamisen oikeuttavan vesilain (587/2011) mukaisen luvan myöntämisen edellytyksinä on, että vähintään kolme neljäsosaa niiden maa-alueiden omistajista, joiden maata jää veden alle, ovat suostuneet hankkeeseen. Lisäksi lupa voidaan myöntää, mikäli luvan hakija omistaa käyttöoikeuden yli puoleen veden alle jäävistä alueista. Vedenpintaa ei saa kuitenkaan nostaa, mikäli siitä aiheutuu haittaa jonkin rantakiinteistön omistajalle eikä tämä ole suostunut hankkeeseen tai mikäli vedenpinnan nostosta aiheutuu luonnonsuojeluarvon

kannalta huomattavaa vähenemistä. Tapauksissa, joissa keskivedenkorkeuden nostaminen on yleisen edun tai muun vastaavan tarkoituksen, esimerkiksi yhteiskunnan vedenhankinnan tai luonnonsuojelun kannalta erityisen tärkeää, alueen omistajien myöntymisiä ei tarvita. (Vesilaki 587/2011.)

Lupapäätöksessä voidaan lupahakemuksen perusteella jakaa hankkeen kustannuksia. Yksityistä hyötyä saavat voidaan velvoittaa osallistumaan hankkeen kustannuksiin summalla, joka vastaa hyödynsaajan osuutta koko hankkeen kokonaishyödyistä. Summa ei saa olla kuitenkaan korkeampi, kuin yksityisen hyödynsaajan saama yksityinen hyöty. Yksityinen hyöty tarkoittaa käytännössä vesialueen tai rantatontin ja -kiinteistön käyttöarvon nousua. (Ympäristöministeriö, 2012.)

### 3 AINEISTO JA MENETELMÄT

Opinnäytetyössä tutkittiin järven vedenpinnan nostohankkeiden toteutumista 15 kohdejärven perusteella. Kohteisiin ja kunnostushankkeisiin liittyvät tiedot, niiden tavoitteet ja taustat ovat suurilta osin peräisin Pohjois-Savon ELY-keskuksen arkistosta sekä verkkolevyiltä saaduista aineistosta. Pääosa aineistosta on ollut kunnostus- ja hankesuunnitelmia, lupapäätöksiä, kokousten pöytäkirjoja ja muita vedenpinnan nostohankkeisiin liittyviä asiakirjoja. Lisäksi tarkentavia tietoja hankkeista on saatu ELY-keskuksen henkilöstöltä.

Työn aineistona käytetyt vedenkorkeushavainnot ja vedenlaatutiedot haettiin ympäristötiedon hallintajärjestelmä Hertasta. Herttaan kerätään ympäristöhallinnon tuottamaa tietoa muun muassa vesivaroista, vesistöistä sekä pinta- ja pohjavesien tilasta.

Aineiston laatu vaihtelee paljon eri kohteiden välillä, ja muutamia kohteita jouduttiin jättämään pois tarkastelusta aineiston suppeuden tai puutteellisuuden vuoksi. Tarkasteluun valittiin kohteita, joista löytyi vedenpinnan noston suunniteltuja korkeuksia, vedenkorkeushavainnot ja vedenlaatutietoja ennen nostoa ja sen jälkeen.

Järven vedenpinnan nostohankkeiden vaikutuksia vedenkorkeuksiin ja vedenlaatuun arvioitiin vertaamalla vedenkorkeushavainnot ja vedenlaatuanalyysit ennen kunnostushanketta sen jälkeisen havaintojakson vastaaviin havaintoihin ja analyysihin. Ympäristötiedon hallintajärjestelmä Hertasta haettiin vedenkorkeushavainnot ja vedenlaatutietoja jokaisen kohteen osalta mahdollisimman pitkiltä havaintojaksoilta tarkastelun luotettavuuden varmistamiseksi. Aineisto käsiteltiin haluttuun muotoon, ja tarvittaville suureille ja havaintojaksoille laskettiin tunnuslukuja ja piirrettiin havainnollistavia kuvaajia Excel-taulukkolaskentaohjelmistolla.

Jokaiselle kohteelle laskettiin vedenkorkeudet (NW, MNW, MW, MHW ja HW) ennen nostohanketta ja sen jälkeen, ja korkeuksia verrattiin hankesuunnitelmissa mainittuihin korkeustasoihin. Hankesuunnitelmat olivat eri laatuisia. Joidenkin kohteiden osalta suunnitelmissa ilmoitettiin kattavasti nostohankkeen vaikutukset kaikkiin vedenkorkeuksiin, mutta joidenkin osalta ilmoitettiin vain yksi tuleva korkeustaso, jolloin jäi epäselväksi, haluttiinko muut vedenkorkeudet säilyttää ennallaan ja oliko uusia korkeustasoja kaikkien vedenkorkeuksien osalta edes laskettu. Vedenpinnan nostohankkeen ja suunnitelmien toteutumista arvioitiin jälkihavaintojakson korkeustasojen ja suunniteltujen uusien korkeustasojen välisellä poikkeamalla. Mitä pienempi poikkeama on, sitä lähemmäs suunniteltua korkeustasoa on päästy ja sitä paremmin nostohanke on onnistunut vedenkorkeuden osalta. Lisäksi vedenkorkeushavainnoista määritettiin vaihteluvälit, jolloin saatiin kuva vedenpinnan noston vaikutuksista vedenkorkeuden vuotuisiin vaihteluihin.

Vedenpinnan noston vaikutukset järvien pinta-alaan ja tilavuuteen määritettiin ekstrapoloimalla kohteiden pinta-ala ja tilavuuskuvaajia. Kuvaajien x-akselille merkittiin pinta-ala tai tilavuus ja y-akselille syvyys. Syvyys-akselille merkittiin keskivedenkorkeuden muutosta vastaava määrä ja pinta-ala ja tilavuuskäyriä jatkettiin muutoksen kohdalle. Leikkauspiste ilmoitti uuden pinta-alan ja tilavuuden vedenpinnan noston jälkeen. Tulokset luettiin silmämääräisesti kuvaajista, joten ne ovat suuntaa-antavia. Pinta-alan ja tilavuuden muutokset määritettiin kohteille, joiden syvyys-, tilavuus- ja pinta-ala-aineistot löytyivät Hertasta.

Järven vedenpinnan noston vaikutuksia vedenlaatuun tarkasteltiin piirtämällä kaavioita vedenlaatutiedoista ennen nostohankkeita ja niiden jälkeen. Kaavioista etsittiin mahdollisia nostohankkeen ajankohtana tapahtuneita muutoksia vedenlaadussa. Havaintopisteiksi valittiin ensisijaisesti järvien syvännealueet, edellyttäen että niistä oli laatutietoja



ennen nostoa ja sen jälkeen. Tarkasteltavia parametrejä olivat happipitoisuus, pääravinteet kokonaistyyppi ja kokonaisfosfori sekä klorofylli-a -pitoisuus. Kaaviot jaettiin talvikerrostuneisuuden ja kesäkerrostuneisuuden ajanjaksoihin. Talvikerrostuneisuuskaavioon valittiin vesinäytteet, jotka olivat otettu 1.1.–15.4. ja kesäkerrostuneisuuskaavioon näytteet ajalta 1.6.–31.8. Päälyys- ja alusvettä tarkasteltiin erikseen.

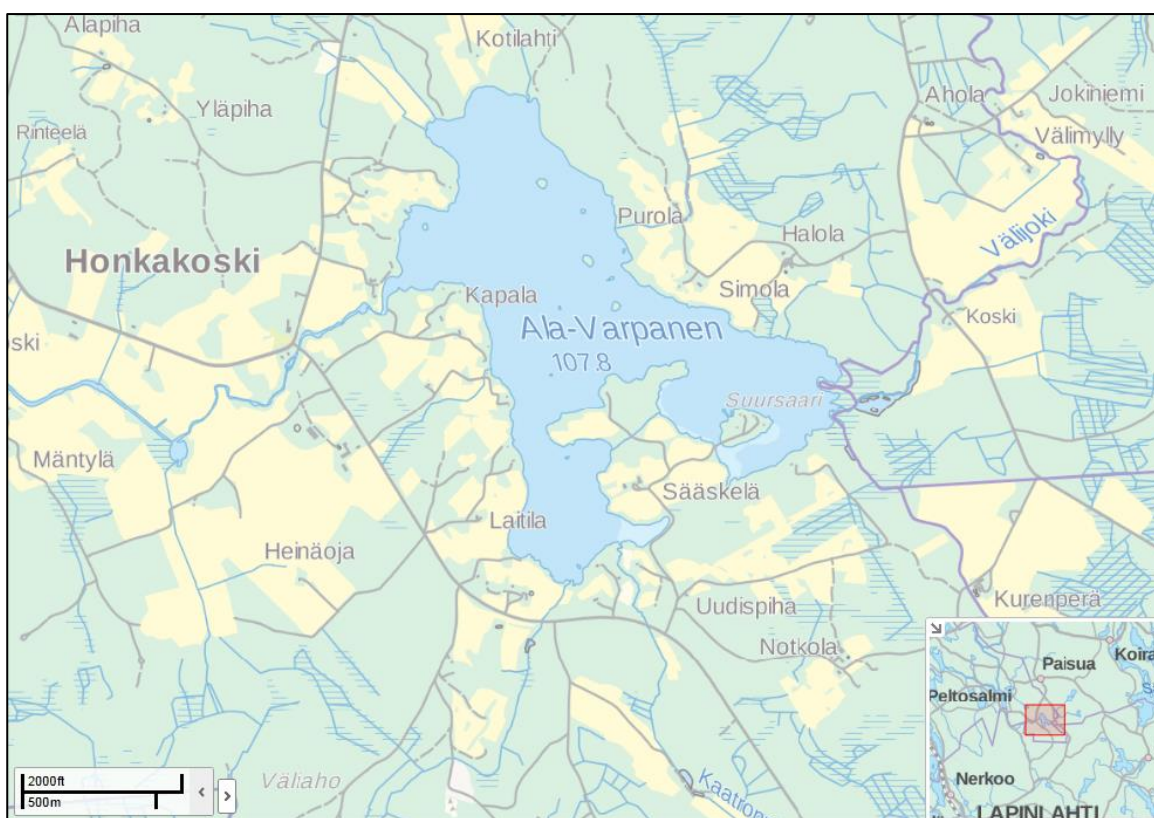
Seuraavaksi käydään läpi kohde kerrallaan vedenpinnannostohankkeet, niiden tavoitteet ja toteutuminen niiltä osin, kun aineistoa oli saatavilla.

### 3.1 Vedenpinnan nostohankkeet ja niiden vaikutusten arviointi

Arvioitaviksi kohteiksi valittiin Pohjois-Savon ELY-keskuksen toiminta-alueella nostettuja järviä, joista löytyi tarvittavat nostohankkeiden taustatiedot ja tavoitteet. Usein vedenpinnan nosto on vain osa järven kunnostushanketta, joka koostuu useista eri toimenpiteistä. Seuraavassa tarkastelussa on arvioitu kaikkien nostohankkeiden vaikutuksia vedenkorkeuksiin ja lisäksi kohteista, joista oli saatavilla syvyys- ja pinta-ala-aineistoa sekä vedenlaatutietoja, arvioitiin vedenpinnan noston vaikutuksia myös niihin.

#### 3.1.1 Ala-Varpanen

Ala-Varpanen (04.589.1.008) sijaitsee Iisalmen keskustasta noin 20 km itään (kuva 4). Se kuuluu Varpasjoen valuma-alueeseen (04.589). Järven ranta-alueet rajautuvat Lapinlahden ja Sonkajärven kuntien rajalle. Ala-Varpasen pinta-ala on 1,45 km<sup>2</sup>, valuma-alueen pinta-ala yhteensä noin 94 km<sup>2</sup>, josta lähivaluma-alueen osuus on 4,3 km<sup>2</sup>. Valuma-alueen järvisyys on 3 % ja siitä suurin osa on metsämaata. Pääosa Ala-Varpasen virtaamasta tulee Välijokea pitkin Suuri-Luotoselta ja Ylä-Varpaselta. Ala-Varpasen vedet laskevat Varpasjokea pitkin Hernejärveen. Järven suurin syvyys on 7,5 m ja keskisyvyys 1,9 m, ja järven matalia alueita uhkaa rehevöityminen ja umpeenkasvu. Ala-Varpasen lähivaluma-alueella on 38 vakituista asuntoa sekä 22 kesäasuntoa, ja seudun asukkaat ja mökkiläiset käyttävät järveä veneilyyn, uimiseen ja kotitarvekalastukseen. Ala-Varpasta on laskettu ennen vuotta 1920 ja siihen laskevissa vesistöissä on harjoitettu uittoa 1960-luvulle asti. (Puustinen ja Käkelä, 2006.)



KUVA 4. Ala-Varpanen sijaitsee noin 20 km Iisalmesta itään (Maanmittauslaitos, 2017).

Ala-Varpasen kunnostussuunnitelman (Puustinen ja Käkelä, 2006) mukaan järvi on ollut vedenlaadullisesti hyvän ja tyydyttävän rajamailla ennen kunnostustoimenpiteitä. Tila on ollut vakaa jo useita vuosia, mutta pienetkin muutokset järven kuormitusolosuhteissa saattaisivat huonontaa järven tilaa. Puustinen ja Käkelä tulkitsevat järvestä aiemmin

kirjattuja vedenlaatutietoja ja vertaavat niitä kunnostussuunnitelman pohjaksi tehtyihin vesinäytteisiin, joiden mukaan etenkin fosforipitoisuudet ovat nouseet. Alusveden happitilanne on ollut heikko kaikkina talvihavaintokertoina ja a-klorofyllipitoisuus osoittaa rehevän järven tasoa. Typpipitoisuudet eivät sen sijaan ole nouseet, vaan kokonaistypen määrässä on havaittu jopa pientä laskua viimeisten vuosikymmenten aikana.

Järvellä tehtiin kasvillisuuskartoitus vuonna 2005 Pohjois-Savon ympäristökeskuksen toimesta. Tällöin tavattiin rauhoitettua suomenlumpeen punakukkaista muotoa Suursaaren itärannalla. Kalasto on tyypillistä alueen järville, ja järveen on istutettu siika- ja taimenkantoja. Järveen laskeva ja järvestä lähtevä joki ovat molemmat hyviä rapupaikkoja. Linnustoa alueelta ei ole selvitetty. Liikkuminen Ala-Varpasella tapahtuu soutu- ja perämoottoriveneillä. (Puustinen ja Käkelä, 2006.)

### *Nostohanke*

Ylä-Savon vesistöjen kunnostusohjelmassa Ala-Varpanen on nostettu ensisijaisten kunnostuskohteiden joukkoon vuonna 1999, ja vuonna 2004 Iisalmen kaupungin tekninen lautakunta teki kunnostusaloitteen Pohjois-Savon ympäristökeskukselle järven kunnostussuunnitelman laatimiseksi. Hankepääätös järven kunnostuksesta tehtiin 2005 syksyllä, minkä jälkeen suunnittelutyö aloitettiin. Puustinen ja Käkelä (2006) esittävät kunnostustoimenpiteiksi ulkoisen hajakuormituksen vähentämistä, ruoppauksia, vesikasvien poistoa sekä keski- ja alivedenkorkeuden nostamista pohjapadon avulla.

Ala-Varpasen kunnostussuunnitelmassa (Puustinen ja Käkelä, 2006) kunnostuksen tavoitteeksi mainitaan järven tilan pitäminen vähintään nykyisellä tasolla sekä virkistyskäyttöarvon parantaminen, jota erityisesti vedenpinnan nosto edistää.

Pohjapato valmistui Ala-Varpasen luusuaan vuonna 2009.

### *Vedenkorkeus*

Suunnitellun pohjapadon oli tarkoitus nostaa keskimääräistä alivedenkorkeutta (MNW) 0,18 m ja keskimääräistä vedenkorkeutta (MW) 0,13 m vaikuttamatta ylivedenkorkeuksiin (Puustinen ja Käkelä, 2006). Ala-Varpasen vedenkorkeushavainnot on kirjattu ympäristötiedon hallintajärjestelmiin vuoden 1999 lopulta vuoteen 2010 asti. Pohjapato on rakennettu vuonna 2009, joten jälkiseurantajakso sisältää ainoastaan vuoden 2010 ja on näin ollen erittäin suppea. Vuosi 2010 on ollut alueella hieman keskimääräistä vähäsateisempi (Ilmatieteenlaitos, 2017).

Taulukossa 1 verrataan suunnitelmassa esitettyjä vedenkorkeuksia sekä pohjapadon vaikutuksia vedenkorkeuksiin, ja niitä on verrattu vuoden 2010 vedenkorkeushavaintoihin.

TAULUKKO 1. Ala-Varpasen vedenkorkeudet ennen nostoa (1999–2008), noston jälkeen (2010) ja niiden muutokset

Vedenkorkeus (N60)	Ennen nostoa	Noston jälkeen <sup>1</sup>	Muutos (m)	Suunniteltu korkeus	Poikkeama suunnitelmasta korkeudesta (m)
NW	107,65	107,78	0,13		
MNW	107,73	107,78	0,05	107,96	-0,18
MW	107,96	107,99	0,03	108,07	-0,08
MHW	108,69	108,66	-0,03	108,81	-0,15
HW	109,22	108,66	-0,56		

(1) Vain yhden vuoden havainnoista laskettu, joten ali- ja ylivesistä ei keskiarvoja.

Taulukon 1 mukaan nosto on jäänyt hieman suunnitelmia pienemmäksi. Keskivedenkorkeus on ollut 0,08 metriä suunniteltua tasoa alempana. Jälkihavaintojakso on erittäin suppea, ja yhden vuoden ali- ja ylivedenkorkeushavainnoista ei pysty tekemään tarkkoja johtopäätöksiä. Kuitenkin alivesi ja keskivesi on ollut Sonkajärvellä vuonna 2010 lähellä keskimääräistä tasoa, joten ne lienevät lähellä todellisia muutoksia.

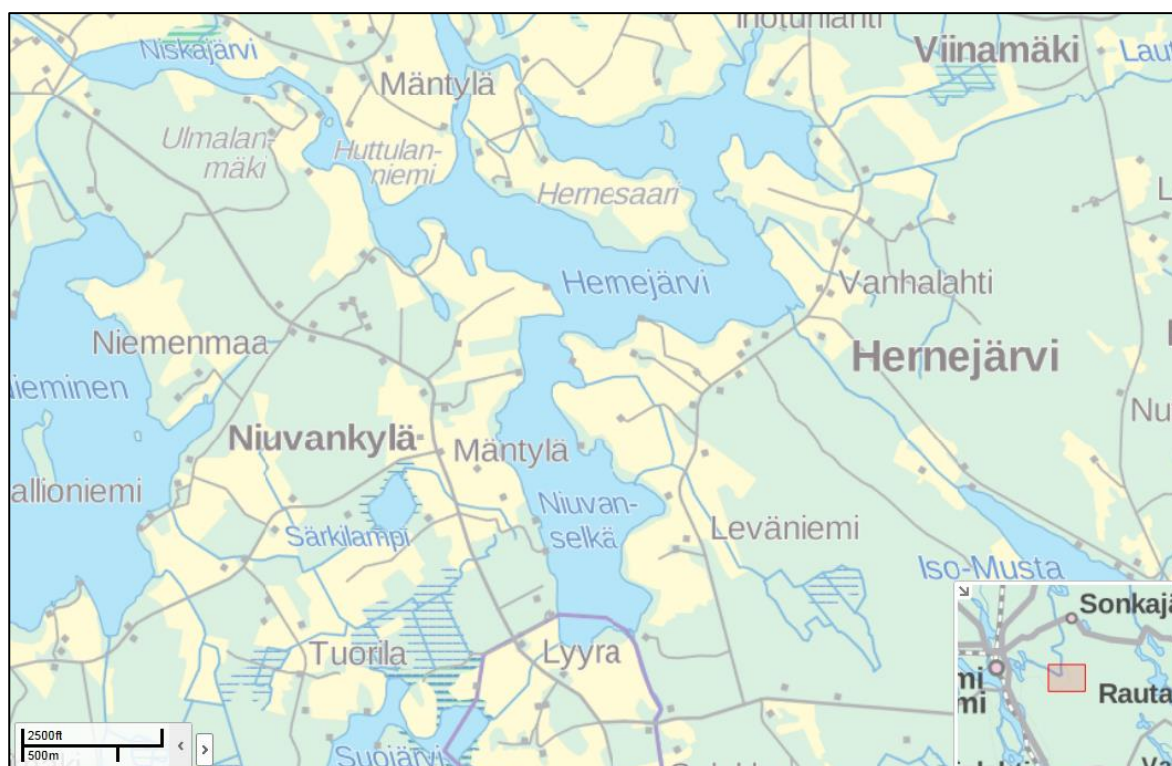
#### *Vedenlaatu*

Ala-Varpasen vesinäytteet on otettu havaintoasemasta Ala-Varpanen 048, jossa järven syvyys on noin 7 metriä. Päällysveden näytteet on otettu metrin syvyydestä ja alusvesinäytteet noin 6–7 metrin syvyydestä. Näytteenottoa on suoritettu yhteensä 27 kertaa vuosina 1986–2015. Liitteeseen 2 on piirretty talvi- ja kesäkerrostuneisuuden aikoina happipitoisuus, kokonaistyyppi- ja kokonaisfosforipitoisuus sekä kesäajan klorofylli-a -pitoisuus.

Kaavioista pyrittiin havaitsemaan muutoksia nostoa edeltävässä ja sen jälkeisessä tilassa, mutta minkään parametrin osalta vedenpinnan nostoon yhdistettäviä muutoksia ei tapahtunut. Järven vedenpinnan nosto ei ole ainakaan tällä tarkasteluvälillä ja aineistolla vaikuttanut minkään parametrin osalta vedenlaatuun tai sen kehityksen suuntaan.

### 3.1.2 Hernejärvi

Hernejärvi (04.581.1.021) sijaitsee noin 15 km Iisalmen kaupungista itään (kuva 5) ja se kuuluu Kilpijärven–Hernejärven vesistöalueeseen (04.581). Hernejärven jatkeena sen länsipuolella on Niskajärvi, jonka kautta vedet virtaavat Poroveteen. Järveen laskee Matkusjoki, pienempiä järviä ja lampia. Pinta-alaltaan Herne- ja Niskajärven alue on noin 310 ha, valuma-alue Niskajärven luusuassa on noin 1309 km<sup>2</sup> ja järvisyys 4,4 %. Hernejärven ranta-alueet ovat pääosin yksityisomistuksessa, ja siellä sijaitsee kesäasuntoja. Lisäksi lähivaluma-alueella on paljon peltoja ja maataloutta. Hernejärven lähiympäristössä 1930-luvulla toteutetun vedenlaskuhankkeen seurauksena sekä hajakuormituksesta johtuen järven tila on huonontunut merkittävästi. (Tiihonen, 1993.)



KUVA 5. Hernejärvi sijaitsee Iisalmesta noin 15 km itään (Maanmittauslaitos, 2017).

Hernejärven kunnostus -raportissa (Tiihonen, 1993) esitetään kattava kuvaus Hernejärven tilasta ennen kunnostusta. Tiihonen (1993) tulkitsee raportissa vuosina 1987–1992 tehtyjä vedenlaatututkimuksia, joiden perusteella Matkusjoesta, josta noin 90 % Hernejärven tulovirtaamasta on peräisin, purkautuu järveen suuria ravinnepitoisuuksia. Matkusjoen fosfori-, typpi- ja rautapitoisuudet ovat korkeampia kuin alueen vesistöissä keskimäärin. Pienempien Hernejärveen laskevien jokien ja purojen ravinnepitoisuudet ovat vieläkin korkeampia, ja useassa lasku-uomassa on havaittu runsaasti fekaalisia koliformisia bakteereita. Niuvanselällä ravinnepitoisuudet seuraavat Matkusjoen pitoisuuksia ja järven pohjoisosassa Pikkuselällä pitoisuudet ovat korkeampia. Hernejärven happitilanne on syvänteissä heikko ympäri vuoden ja klorofylli-a -pitoisuuden perusteella järvi voidaan luokitella erittäin reheväksi.

Iisalmen kaupunki on laatinut Hernejärven lähivaluma-alueen hajakuormitus selvityksen (1993). Selvityksessä todetaan, että sekä fosforin että typen osalta yli 70 % kuormituksesta on peräisin maataloudesta. Haja-asutuksen osuus on fosforin osalta merkittävä, yli 7 %, mutta typen osalta vähäinen. Metsätalouden osuus on pieni, ja loput tulevat luonnonhuuhtouman mukana.

Vuosina 1985 ja 1991 tehtyjen kasvillisuuskartoitusten sekä vuosina 1991 ja 1992 tehtyjen linnusto- ja kalastoselvitysten perusteella kasvillisuus on etenkin järven matalilla alueilla runsasta, linnusto ympäristölle tyypillistä ja kalakannat yleisesti vahvoja Tiihosen (1993) tulkitsemana. Harvinaisista lajeista tavattiin punakukkainen lumme sekä tarkkailtaviin lajeihin kuuluva uposvesitähti. Linnusto on tyypillistä alueen rehevien järvien linnustoa, ja arvokkain osa linnuston kannalta on Pikkuselkä. Hernejärvellä tavattiin kaikkia yleisimpiä vesilintulajejamme, ja vuoksi linnustus on suhteellisen suosittua. Kalastusta haittaa järven mataluus ja veden huono laatu.

Loma-asutus ja sen tuoma vapaa-ajan veneily ja kalastus ovat lisääntyneet Hernejärvellä huomattavasti sekä järven itäpäässä sijaitseva uimaranta lisää virkistyskäyttömahdollisuuksia, mutta runsas vesikasvillisuus ja järven alhainen vedenkorkeus haittaa ja rajoittaa virkistyskäyttöä (Tiihonen, 1993).

### *Kunnostushanke*

1930-luvulla toteutetun järvenlaskun seurauksena Hernejärven vedenpinta laski enemmän kuin suunniteltiin, ja jo vuonna 1944 tehtiin aloite vedenpinnan nostamiseksi. Hernejärven kalastuskunta on esittänyt lukuisia aloitteita vuodesta 1974 lähtien Iisalmen kaupungille ja Kuopion vesi- ja ympäristöpiirille järven tilan parantamiseksi. Kunnostushankkeen suunnittelu saatiin käyntiin vuonna 1991. (Tiihonen, 1993.)

Kunnostushankkeen tarkoituksiksi Tiihonen mainitsee kunnostussuunnitelmassa (1993) Hernejärven yleisen tilan ja käyttökelpoisuuden parantamisen. Suunniteltuja toimenpiteitä olivat vedenpinnan nostaminen, jolla estetään umpeenkasvua ja parannetaan järven happitilannetta. Pohjapadon avulla pyrittiin nostamaan alivedenkorkeutta, aiheuttamatta kuitenkaan merkittävää ylivedenkorkeuden nousua. Lisäksi suunnitelmassa esitettiin, että järvellä tehtäisiin ruoppauksia, vesikasvillisuuden poistoa, kalataloudellista kunnostusta ja rakennettaisiin kaksi venevalkamaa. (Tiihonen, 1993).

Pohjapato valmistui Niskajärven luusuaan vuonna 2000, ja muut kunnostustyöt vuoteen 2006 mennessä.

### *Vedenkorkeus*

Hernejärven kunnostus -raportissa on laskettu, että pohjapato nostaa alivedenpinnan korkeutta 0,38 metriä tasolle +91,21 m, keskivedenkorkeutta 0,11 m tasolle +91,58 m ja ylivedenkorkeus nousee 0,04 m. (Tiihonen, 1993). Suunnitelmassa silloiset vedenkorkeudet (ennen nostoa) on mitattu todennäköisesti Parkinlahden mitta-asteikosta, josta ei hankkeen jälkeen ole enää havainnoitu vedenkorkeuksia. Sen sijaan Niskajärven mittauspisteestä on kirjattu havaintoja ennen nostohanketta ja sen jälkeen. Näin ollen vedenkorkeuden muutoksia voidaan arvioida ainoastaan Niskajärven vedenkorkeusasteikon havaintojen perusteella. Niskajärven vedenpinta on ollut noin 0,04–0,18 metriä alempana kuin Hernejärven ja se seuraa Hernejärven muutoksia melko tiiviisti ja johdonmukaisesti (Tiihonen, 1993).

Taulukossa 2 esitetään suunnitelmien mukaiset vedenpinnan nostot ja niiden toteutuminen. Ennen nostoa -havainnot ovat vuosilta 1992–1995 ja noston jälkeiset havainnot vuosilta 2001–2004.

TAULUKKO 2. Hernejärven vedenkorkeudet Niskajärven mittapisteeltä ennen nostoa (1992–1995), noston jälkeen (2001–2004) ja niiden muutokset

Vedenkorkeus (N60)	Ennen nostoa	Noston jälkeen	Muutos (m)	Suunniteltu korkeus <sup>1</sup>	Poikkeama suunnitellusta korkeudesta (m)
NW	90,78	91,08	0,30	91,21	-0,13
MNW	91,01	91,15	0,14	91,30	-0,15
MW	91,45	91,37	-0,08	91,58	-0,21
MHW	93,06	92,04	-1,02	93,38	-1,34
HW	93,52	92,39	-1,13	93,75	-1,36

(1) Suunniteltu korkeus on todennäköisesti laskettu Parkinlahden mitta-asteikon kohdalle.

Alivedenkorkeutta pyrittiin nostamaan 0,38 metriä, ja nostoa saatiin aikaiseksi 0,30 metriä. Keskivedenkorkeutta pyrittiin myös nostamaan, mutta sen sijaan se on laskenut. Suunniteltu nosto oli keskivedenkorkeudelle 0,11 metriä, mutta havaintojen mukaan se laski 0,08 metriä. Kunnostuksen tavoitteena oli, ettei ylivedenpinta nouse merkittävästi (Tiihonen, 1993). Havaintojen mukaan ylivedenpinnat ovat laskeneet yli metrin, vaikka niiden suunniteltiin nousevan 0,04 metriä.

Edellä mainittujen vedenkorkeuden muutosten perusteella vedenpinnan nostohanke ei ole mennyt suunnitelmien mukaisesti. Ainoastaan alivedenpinta nousi ja pääsi lähelle tavoitetta. Virhettä tuloksiin voi aiheuttaa vedenkorkeusasteikon vaihtuminen ja vedenkorkeushavaintojen otanta on ollut melko suppea, mutta tuloksia voidaan pitää ali- ja keskivedenkorkeuksien osalta hyvinkin suuntaa-antavina, sillä Niskajärven vedenpinta on seuraa tiiviisti Hernejärven vedenpintaa. Ylivedenkorkeuksien osalta noston jälkeinen havaintojakso on ollut selkeästi kuivempi kuin jakso ennen nostoa, mikä selittää ylivedenkorkeuksien laskun.

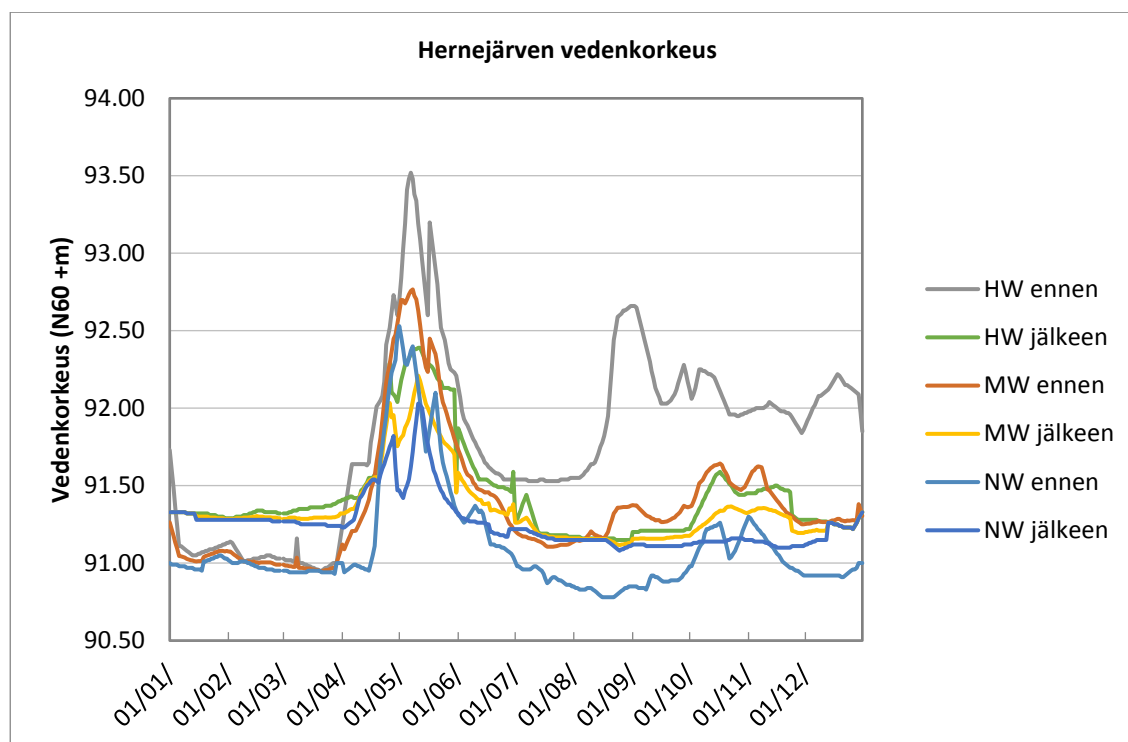
Pohjapadon vaikutuksia vuotuisiin vedenkorkeuden vaihteluihin tarkastellaan taulukossa 3.

TAULUKKO 3. Hernejärven vedenkorkeuden vaihtelut

	Ennen nostoa			Noston jälkeen		
	Min	Max	Vaihteluväli (m)	Min	Max	Vaihteluväli (m)
NW	90,78	92,53	1,75	91,08	92,03	0,95
MW	90,94	92,77	1,82	91,12	92,21	1,09
HW	90,95	93,52	2,57	91,14	92,39	1,25

Taulukosta 3 huomataan, kuinka kaikkien vedenkorkeuksien osalta vaihteluvälit ovat pienentyneet merkittävästi. Eniten on pienentynyt ylivedenkorkeuden vaihtelu, joka ennen nostohanketta on seilannut välillä +90,95...+93,52 m, jolloin vaihteluväli on ollut jopa 2,57 metriä. Noston jälkeen vaihteluväli on 1,25 metriä.

Kuviossa 1 havainnollistetaan Hernejärven kunnostushankkeen vaikutuksia vedenkorkeuksiin ja vedenkorkeuksien vaihteluihin.



KUVIO 1. Hernejärven vuotuiset vedenkorkeudet

#### *Pinta-ala ja tilavuus*

Hernejärven pinta-ala oli ennen kunnostushanketta noin 278,1 ha ja tilavuus noin  $6392 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ . Järven keskivedenkorkeus laski 0,08 metriä, jolloin pinta-ala väheni noin 2,9 % (8,1 ha) ja tilavuus noin 2,2 % ( $142 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ ). Hernejärven uusi pinta-ala on noin 270 ha ja tilavuus noin  $6250 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ . Pinta-ala- ja tilavuuskaaviot esitetään liitteessä 1.

#### *Vedenlaatu*

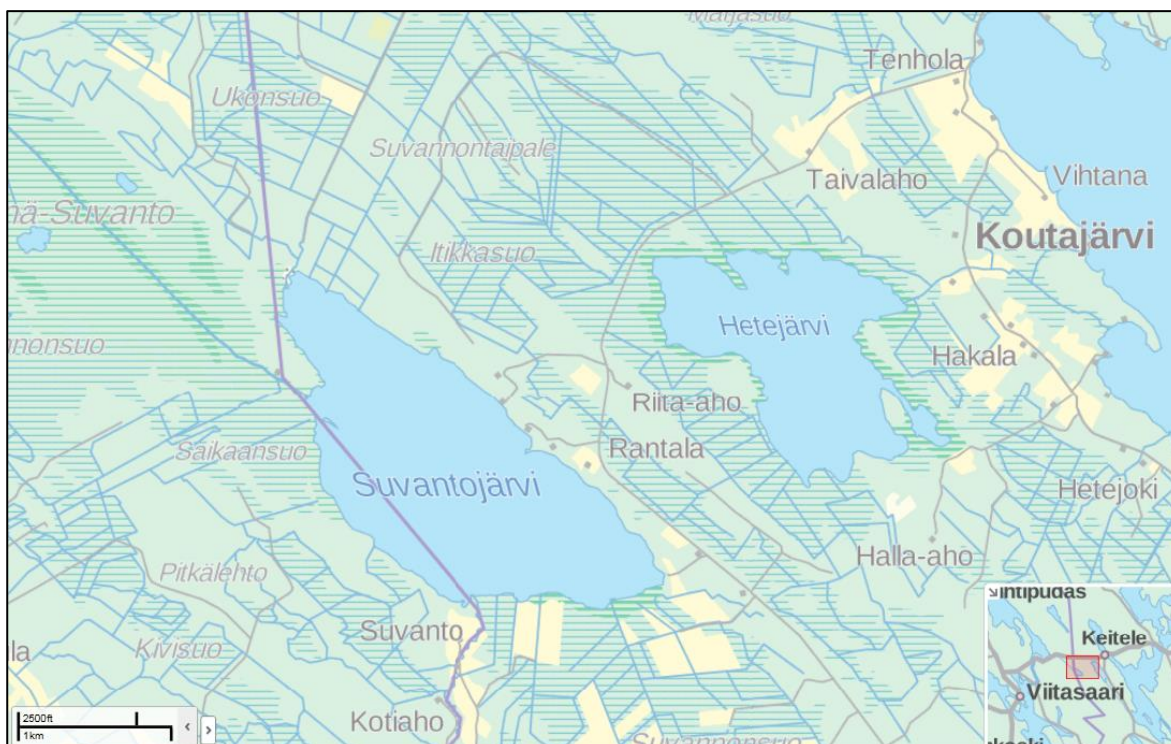
Hernejärven vesinäytteet on otettu Hernejärven keskiosassa olevasta havaintopisteestä Hernejärvi 026. Pisteessä järven syvyys on 11,8 metriä. Päälyysvesinäytteet otettiin metrin syvyydeltä ja alusvesinäytteet noin metrin vesipatsaasta pohjan tuntumasta. Hernejärven näytteenottoa on tehty vuosina 1984–2016, ja liitteeseen 2 on piirretty vedenlaatukaavioita happipitoisuudesta, pääravinteista ja klorofylli-a -pitoisuudesta.

Hernejärven talven aikainen alusveden happipitoisuus on ollut hieman nousujohteista vedenpinnan noston jälkeen. Tosin muutosta on tapahtunut todella hitaasti, ja happipitoisuus oli nollassa vielä vuonna 2007, kun nosto tehtiin vuonna 2000. Kesäaikainen happipitoisuus on ollut sen sijaan huonompi noston jälkeen kuin sitä ennen. Muiden tarkasteltavien parametrien osalta vedenpinnan nostoon linkitettäviä vedenlaatumuutoksia ei voida osoittaa tämän aineiston perusteella.



### 3.1.3 Hetejärvi

Pinta-alaltaan 155 hehtaarin kokoinen Hetejärvi (14.732.1.004) sijaitsee noin kuuden kilometrin päässä Keiteleen kirkonkylästä lounaaseen. Se kuuluu Koutajoen valuma-alueeseen (14.732). Järvi muodostaa suojellun Natura 2000 -alueen (FI0900046 Heinä-Suvanto–Hetejärvi) yhdessä Heinä-Suvannon ja Suvantojärven kanssa (kuva 6). Alue on linnustoltaan kansainvälisesti arvokas suojelukohde ja se kuuluu valtioneuvoston vahvistamaan lintujensuojeluohjelmaan. Hetejärvi on vahvistettu Ylä-Savon maakuntakaavassa luonnonsuojelualueeksi ja sinne on perustettu vuosina 1999–2002 yhteensä yhdeksän luonnonsuojelualuetta, joiden yhteispinta-ala on 3,14 km<sup>2</sup>. Valuma-alueen pinta-ala on 10,8 km<sup>2</sup> ja järvisyys 14,3 %. Järven vedet laskevat Koutajärveen noin 1,5 km päähän. (Könönen, 2003.)



KUVA 6. Hetejärvi, Suvantojärvi ja kuvan vasempaan laitaan rajautuva Heinä-Suvanto (Maanmittauslaitos, 2017).

Ennen kunnostusta Hetejärven kunnostussuunnitelman (Könönen, 2003) mukaan järven umpeenkasvu oli edennyt pitkälle ja liikkuminen järvellä on vesikasvillisuuden takia lähes mahdotonta. Umpeenkasvua kiihdytti vuosina 1820–1830 toteutettu kuivatushanke, jonka tarkoituksena oli lisätä viljelymahdollisuuksia. Avovesialueiden syvyys vaihteli vain 0-1,2 metrin välillä ja laskupuron sekä veden ajoittaisen hapettomuuden takia järvessä ei todennäköisesti ollut kaloja. Linnusto oli sen sijaan erittäin runsasta. Suojeluarvon kannalta arvokkain laji oli mustakurkku-uikku. Perinteistä virkistyskäyttöä, kuten veneilyä, uintia ja loma-asuntokäyttöä Hetejärvellä ei ole, mutta virkistyskäytöksi voi mainita lintuharrastuksen ja siihen liittyvän luontoretkeilyn. Vähäistä kuormitusta järveen aiheuttavat peltoviljely ja valuma-alueen ojitus. Järven hapenkulutus oli suuri, vesi oli humuspitoista ja ravinnepitoisuudet osoittivat lievää rehevyyttä. Rautapitoisuudet kohosivat talvisin hapettomuudesta johtuen. Sen sijaan fosforipitoisuudet eivät olleet kohonneet, mikä on poikkeuksellista.

### Kunnostushanke

Hetejärven kunnostussuunnitelman pohjaksi on tehty selvityksiä ja tutkimuksia vuosina 1996–2000. Alueella on tehty vesi- ja ranta-alueiden kartoitus, kasvillisuuskartoitus, vesianalyyseja ja linnustonselvityksiä. Lisäksi vedenkorkeushavainnot on kerätty vuosilta 1997–1999. Kunnostusmenetelmäksi valittiin vedenpinnan nosto, jonka tavoitteena on hidastaa järven umpeenkasvua ja parantaa runsaan vesi- ja rantalinnuston, erityisesti mustakurkku-uikon elinympäristöä. Selvitysten ja tutkimusten pohjalta Hetejärven luusuaan ehdotettiin rakennettavaksi pohjapato vedenkorkeuden nostamiseksi sekä järven eteläosaan esitettiin rakennettavaksi noin 200 metriä pitkä pengeri, joka estää mahdolliset pellon vettymishaitat. Lisäksi järvelle ja sen läheisyyteen esitettiin kunnostussuunnitelmassa rakennettavaksi kaksi lintujen havaintotornia, polkuja, pitkospuita, nuotiopaikkoja ja kaksi parkkipaikkaa. (Könönen, 2003.)

Pohjois-Savon ympäristökeskuksen vastaanottotarkastuspöytäkirjan (2005) mukaan pohjapato valmistui vuonna 2005.

### Vedenkorkeus

Hetejärven kunnostussuunnitelmassa on laskettu, että alivedenkorkeuden (NW) nousevan 0,58 metriä, keskivedenkorkeuden (MW) 0,42 metriä ja keskiylivedenkorkeuden (MHW) 0,03 metriä (Könönen, 2003). Arvoja verrataan Hetejärven vedenpinnan korkeushavaintoihin, joita on kirjattu kahdessa jaksossa. Ensimmäinen havaintojakso ulottuu keväältä 1996 loppuvuoteen 1999 ja toinen hankkeen jälkiseurantaan kuuluva havaintojakso on väliltä 2005–2009. Vedenpinnan nosto on toteutettu vuonna 2005, joten se on jätetty laskuista pois. Myös vuosi 2006 on jätetty tarkastelussa huomiotta, sillä se on ollut alueella poikkeuksellisen vähäsateinen ja voisi näin ollen vääristää tuloksia.

Taulukossa 4 esitetään suunnitelman mukaiset Hetejärven vedenpinnan korkeudet ennen hanketta vuosilta 1996–1999, suunnitellut uudet korkeudet, ja niitä verrataan noston jälkeiseen havaintojaksoon 1.1.2007–28.11.2009.

TAULUKKO 4. Hetejärven vedenkorkeudet ennen nostoa (1996–1999), noston jälkeen (2007–2009) ja niiden muutokset

Vedenkorkeus (N60)	Ennen nostoa	Noston jälkeen	Muutos (m)	Suunniteltu korkeus	Poikkeama suunnitellusta korkeudesta (m)
NW	133,00	133,76	0,76	133,65	0,11
MNW	133,11	133,80	0,69		
MW	133,27	133,83	0,56	133,70	0,13
MHW	133,73	133,88	0,15	133,84	0,04
HW	133,81	133,92	0,11		

Taulukosta 4 voidaan todeta, että vedenkorkeus on noussut enemmän kuin suunniteltiin. Kaikkien vedenkorkeuksien osalta on päädytty suunniteltua korkeammalle tasolle. Alivedenkorkeus nousi 0,76 metriä päätyen 0,11 metriä suunnitellun korkeustason yläpuolelle. Keskivedenkorkeus on noston jälkeen 0,13 metriä ja keskiylivedenkorkeus 0,04 metriä suunniteltuja tasoja korkeammalla.

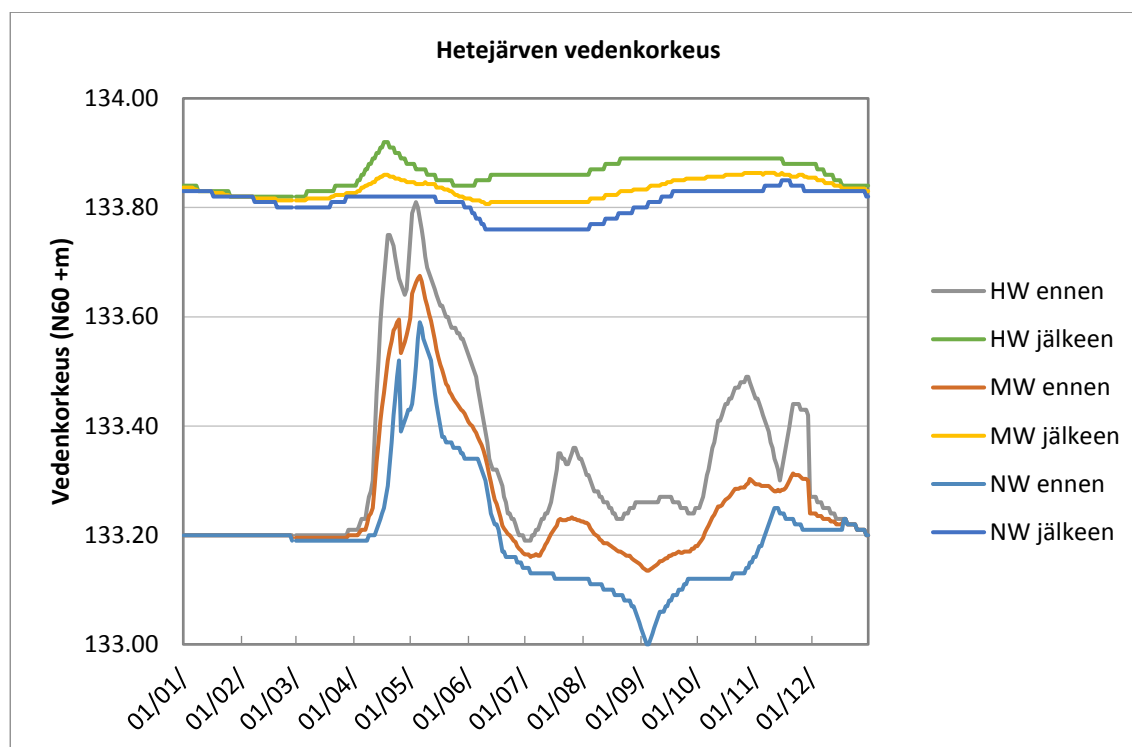
Pohjapadon vaikutuksia vuotuisiin vedenkorkeuden vaihteluihin tarkastellaan taulukossa 5. Taulukkoon on kirjattu ali-, keski- ja ylivedenkorkeuksien pienimmät ja suurimmat arvot sekä niiden erotus ennen nostoa olevasta havaintojaksosta ja niitä verrataan noston jälkeiseen havaintojaksoon.

TAULUKKO 5. Hetejärven vedenkorkeuden vaihtelut

	Ennen nostoa			Noston jälkeen		
	Min	Max	Vaihteluväli (m)	Min	Max	Vaihteluväli (m)
<b>NW</b>	133,00	133,59	0,59	133,76	133,85	0,09
<b>MW</b>	133,13	133,68	0,55	133,81	133,86	0,05
<b>HW</b>	133,19	133,81	0,62	133,82	133,92	0,10

Taulukosta 5 nähdään, että Hetejärven vuotuiset vedenkorkeuden vaihtelut ovat pienentyneet huomattavasti. Esimerkiksi alivedenkorkeus on vaihdellut ennen nostohanketta välillä +133,00 m...+133,59 m, jolloin vaihteluväli on ollut 0,59 metriä, ja nostohankkeen jälkeen vaihteluväli on ollut vain 0,09 metriä. Myös muiden vedenkorkeuksien osalta vaihteluvälit ovat pienentyneet noin 0,5 metriä.

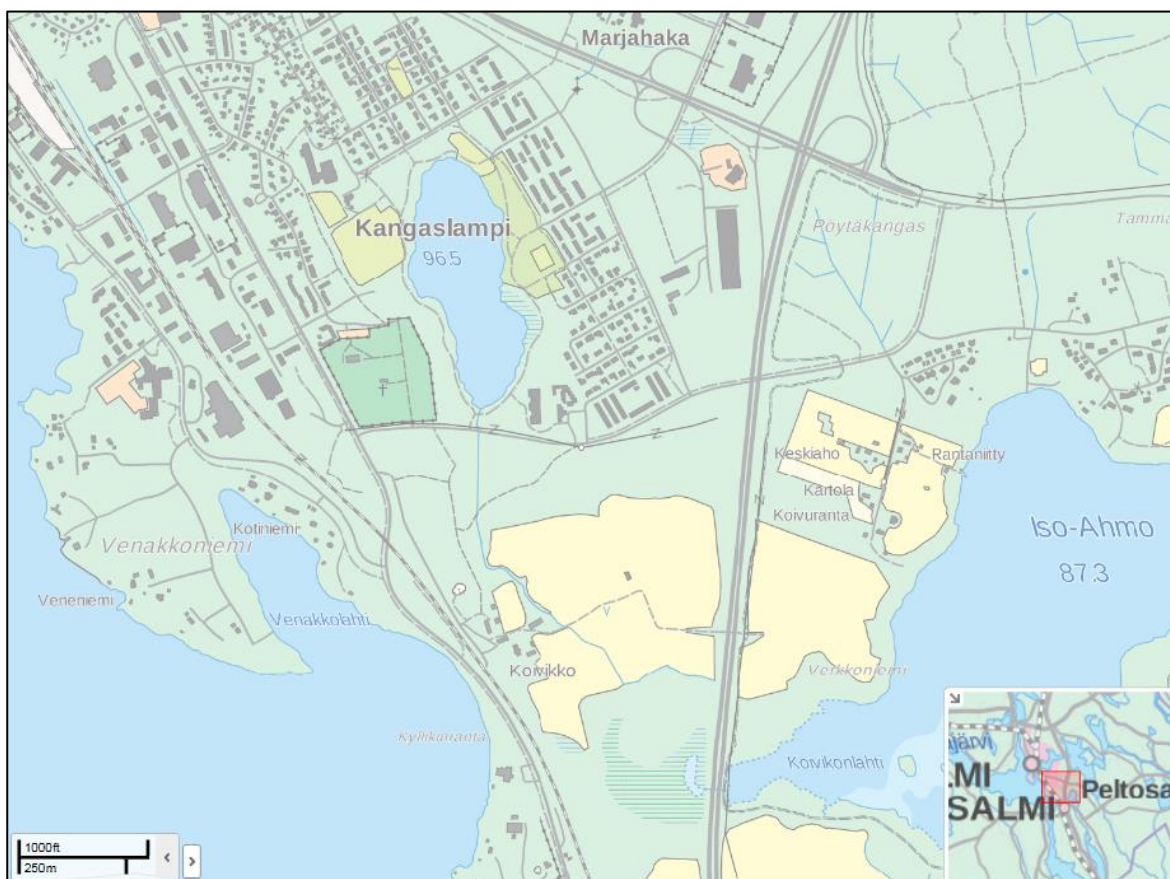
Kuviossa 2 havainnollistetaan Hetejärven vedenpinnan nostohankkeen vaikutuksia vedenkorkeuksiin ja vedenkorkeuksien vaihteluihin.



KUVIO 2. Hetejärven vuotuiset vedenkorkeudet

### 3.1.4 Kangaslampi

Kangaslampi (04.516.1.004) sijaitsee Iisalmen Paloiskylässä keskellä asutusta (kuva 7) ja se kuuluu Kirmanjoen valuma-alueeseen (04.516). Sen pinta-ala on noin 11 ha ja valuma-alue noin 98 ha. Valuma-alueen järvisyys on 12 %. Lammen keskisyvyys on 1,95 metriä ja suurin syvyys 5,9 metriä. Kangaslampi laskee Iso-Ahmoon ja vesialueen sekä sen lähistön maa-alueet omistaa Iisalmen kaupunki. Kangaslammien lähiympäristössä on pientaloasutusta, koulu, urheilukenttiä, hautausmaa ja ulkoilualueita. (Laakso, 2003.)



KUVA 7. Kangaslampi on asutuksen ympäröimä ja se laskee Iso-Ahmoon (Maanmittauslaitos, 2017).

Kangaslammien kunnostussuunnitelman (Laakso, 2003) mukaan Kangaslampi voidaan luokitella tyypiltään kirkasvetiseksi ja karuhkoksi järveksi, jonka ravinnepitoisuudet ovat suhteellisen alhaiset. Väriluku ja COD-arvo ovat erinomaista tasoa. Sen sijaan happitilanne on ajoittain huono, ja loppupalvisin pohjan lähellä jopa hapeton. Pintaveden kokonaisfosforipitoisuus sekä levämäärät mitattuna a-klorofyllipitoisuutena indikoivat lievistä rehevyydestä. Kokonaistyyppipitoisuudet ovat olleet suhteellisen alhaiset. Merkittävin kuormitus Kangaslampeen on hulevesien mukana tuleva fosfori- ja typpikuormitus, joka on peräisin lähiympäristön nurmialueiden ja jalkapallokenttien lannoituksesta.

Vuonna 2001 Iisalmen kaupungin tekemässä kasvillisuuskartoituksessa Kangaslammesta ei löytynyt yhtään suojeltavaa kasvilajia. Onkiminen ja viehekalastus ovat sallittuja, ja pääkalalajeja ovat hauki ja ahven. Linnustus on kielletty. Lammen virkistyskäyttöarvo on merkittävä Iisalmen asukkaille, sillä koko kaupungin toiseksi vilkkain uimaranta on Kangaslammien rannalla. Vesiliikenne on pääosin soutuveneliikennettä, mutta yleistä veneiden pitopaikkaa ei ole. (Laakso, 2003).

### Kunnostushanke

Kunnostushanke juontaa juurensa vuoteen 1996, jolloin Kangaslammin asukasyhdistys ry. toimitti Iisalmen kaupungille esityksen Kangaslammen ja Kangaslammen asuntoalueen kunnostuksesta. Kunnostushanketta perusteltiin alueen merkittävyydellä Iisalmen asukkaille. Suosittu uimaranta, antoisa kalastuskohde ja maisemallisesti viihtyisä ympäristö muodostavat tärkeän suojeltavan kohteen asuinalueen keskelle. Kunnostuksen tavoitteena oli parantaa virkistyskäyttömahdollisuuksia, uintiolosuhteita ja ulkoilukäyttöarvoa sekä mahdollistaa kalastaminen ympäri vuoden. (Laakso, 2003.)

Hanke toteutetaan Iisalmen kaupungin ja Pohjois-Savon ympäristökeskuksen yhteistyönä. Kangaslammella suoritetaan lammen ruoppaus, venevalkaman rakentaminen sekä vedenpinnan nosto rakentamalla pohjapato lammen luusuaan. Padon tarkoituksena on pitää alivedenkorkeus riittävänä kuivina kausina. Lisäksi ulkoista fosfori- ja typpikuormitusta pyritään vähentämään ohjeistamalla alueen asukkaita ja Iisalmen kaupunkia lannoiteiden käytössä. (Laakso, 2003.) Pohjapato valmistui vuonna 2003.

### Vedenkorkeus

Kunnostussuunnitelman mukaan Kangaslammen vedenpinnan nosto vaikuttaa alivedenkorkeuteen ja keskivedenkorkeuteen. Alivedenkorkeus (NW) nousee 0,36 metriä ja keskivedenkorkeus (MW) 0,27 metriä. Ylivedenkorkeuksiin pohjapato ei aiheuta muutoksia. (Laakso, 2003.) Suunnitelmassa laskettuja tulevia korkeustasoja ja niiden toteutumista tarkastellaan taulukossa 6. Kangaslammen pinnankorkeushavainnot ennen hanketta ovat vuodelta 2002, ja jälkeen-havainnot vuosilta 2007–2009.

TAULUKKO 6. Kangaslammen vedenkorkeudet ennen nostoa (2002), noston jälkeen (2007-2009) ja niiden muutos

Vedenkorkeus (N60)	Ennen nostoa	Noston jälkeen	Muutos (m)	Suunniteltu korkeus	Poikkeama suunnitellusta korkeudesta (m)
NW	97,03	97,30	0,27	97,40	-0,10
MNW	97,03	97,34	0,31		
MW	97,16	97,39	0,23	97,42	-0,03
MHW	97,57	97,48	-0,09	97,57	-0,09
HW	97,57	97,54	-0,03		

Taulukko 6 osoittaa, että vedenkorkeudet ovat jääneet hieman suunniteltuja tasoja alemmas. Alivedenkorkeutta pyrittiin nostamaan tasoon +97,40 m, ja noston jälkeen se on ollut tasolla +97,30 m jääden 0,10 metriä suunnitellusta korkeudesta. Keskivedenkorkeus pääsi lähelle tavoitetta jääden 0,03 metrin päähän. Ylivedenkorkeuksiin ei padon rakentamisella kaavailtu olevan muutoksia, mutta havaintojen mukaan ne olisivat laskeneet hieman. Vedenpinnan noston tavoitteena oli vaikuttaa eniten alivedenkorkeuteen pitämällä se riittävänä kuivina kausina. Alivedenkorkeus nousi 0,27 metriä, mitä voidaan pitää huomattavana muutoksena.

Kangaslammen pinnankorkeutta ei ole havainnoitu ennen vuotta 2002. Täysin luotettavaa tietoa nostohankkeen vaikutuksista vedenkorkeuteen on hankala arvioida, kun hanketta ennen olevat havainnot ovat vain yhden vuoden

otannasta. Toisaalta vuosi 2002 on ollut alueella sademäärältään keskimääräinen, joten tuloksia voidaan pitää hyvinkin suuntaa-antavina.

### *Pinta-ala ja tilavuus*

Kangaslammen pinta-ala oli ennen järven pinnannostoa noin 11,4 ha ja tilavuus noin  $223 \cdot 10^3$  m<sup>3</sup>. Pohjapato nosti järven keskivedenkorkeutta 0,23 metriä kasvattaen pinta-alaa noin 6,0 % ja tilavuutta noin 7,6 %. Nostohankkeen jälkeen Kangaslammen pinta-ala on noin 12,1 ha ja tilavuus noin  $240 \cdot 10^3$  m<sup>3</sup>. Liitteessä 1 esitetään järven pinta-ala- ja tilavuuskäyrät ja niiden ekstrapolointi.

### 3.1.5 Keyritty

Keyritty (04.673.1.001) on 18,2 km<sup>2</sup> kokoinen järvi, joka sijaitsee Rautavaaran ja Nilsian kunnissa (kuva 8). Ainoastaan eteläinen kärki ulottuu Nilsian kunnan puolelle. Järvi kuuluu Keyritynjoen lähes 550 km<sup>2</sup> kokoiseen vesistöalueeseen (04.673), jonka järvisyys on 5,90 %. Keyrityllä on rantaviivaa 64,3 km, sen pituus on noin 16 km ja leveys 0,5–2,5 km. Keyrityn valuma-alue on 449,48 km<sup>2</sup>. Syvin kohta sijaitsee järven pohjoisosassa, jossa enimmäisyvyvyydeksi on mitattu 31 metriä keskivedenpinnasta. Suurimmaksi osaksi järvi on kuitenkin hyvin matala. Ranta-alueet ovat pääosin yksityisomistuksessa. (Heikkinen;Könönen;Turunen;& Katajamäki, 2010.)



KUVA 8. Keyrityn eteläkärki ulottuu Nilsian alueelle (Maanmittauslaitos, 2017).

Keyritynjärven kunnostussuunnitelmassa (Heikkinen ym. 2003) mainitaan, että vedenlaatua on havainnointu Rautavaaran kunnan toimesta osana jätevedenpuhdistamon veloitettarkkailua vuodesta 1967. Kunnostussuunnitelman mukaan happitilanne on ollut lopputalvisin pohjan tuntumassa välttävä tai huono, mutta pintaveden osalta hyvä. Pintaveden typpipitoisuuksissa on lievä nouseva suuntaus loppukesäisissä mittauksissa. Sen sijaan fosforipitoisuuksissa on ollut havaittavissa laskua 1980-luvun alkupuolen pitoisuuksiin verrattuna ja veden hygieeninen laatu on todettu harvoja poikkeuksia lukuunottamatta hyväksi. Klorofylli-a -pitoisuuden perusteella Keyritty luokitellaan lievästi reheväksi tai reheväksi järveksi. Vuonna 1998 tehdyssä kasvillisuuskartoituksessa löytyi rauhoitettuja punakukkaisten lumpeitten muotoja.

Keyrityn vedenkorkeushavaintoja on kirjattu kahdesta havaintopaikasta. Pohjoisosassa Kalmensaaren havaintoasteikkoa on havaittu vuodesta 1979 lähtien ja järven eteläosassa luusuassa olevasta havaintopisteestä on kirjattu

tietoja vuodesta 1986 lähtien. Vedenkorkeuden vaihtelut ovat suuria, ja keväisin vedenkorkeus saattaa nousta yli 1,5 metriä kesänaikaista vedenkorkeutta ylemmäksi. Järven pintaa on aikaisemmin myös laskettu. Järvenlaskuun vuonna 1862 myönnetty lupa oikeutti laskemaan vedenkorkeutta jopa 2,1 metriä, minkä ansiosta paljastui lisää maata lähes 500 hehtaaria. (Heikkinen ym. 2010.)

### *Kunnostushanke*

Kuopion vesi- ja ympäristöpiiri esitti vuosina 1979–1984 Keyritynjoen vesistön yleissuunnitelmassa toimenpide-ehdotuksia Keyrityn kunnostamiseksi. Eräänä vaihtoehtona esitettiin järven alivedenkorkeuden nostamista. Vuonna 1991 laaditussa Kuopion vesi- ja ympäristöpiirin suunnitelmassa esitetään lisäksi ruoppaustoimenpiteitä, venevalkaman rakennusta ja uimarannan kunnostusta. Myös Rautavaaran kunta ja alueen kalastuskunnat olivat tehneet aloitteita ja olleet aktiivisia Keyrityn kunnostamisen puolesta. Vuonna 1997 Rautavaaran kunta nosti aloitteessaan esille Pohjois-Savon ympäristökeskukselle pohjapadon ja venerannan rakentamisen. Pohjois-Savon ympäristökeskus laati kunnostussuunnitelman vuonna 2000, jota on päivitetty Itä-Suomen ympäristölupaviraston antamien ohjeiden mukaisesti vuonna 2005. Suunniteltuja toimenpiteitä ovat vedenpinnan nostaminen rakentamalla pohjapato Keyrityn luusuaan sekä ruoppaukset. Lisäksi rakennetaan vene- ja uimapaikkoja. (Heikkinen ym. 2010.)

Keyritynjärven kunnostussuunnitelman (Heikkinen ym. 2010) mukaan vedenpinnan noston tavoitteena on estää vesistön umpeenkasvua ja parantaa ranta-alueiden käyttömahdollisuuksia. Järvimaisema pyritään varmistamaan sekä kalojen elinolosuhteisiin ja vedenlaatuun vaikutetaan suotuisasti kasvattamalla vesitilavuutta ja sen myötä myös happivarastoa. Lisäksi merkittävänä hyötynä ranta-asukkaille virkistyskäyttömahdollisuudet paranevat kun uiminen ja veneily helpottuvat. Ruoppauksella parannetaan umpeenkasvamisen estämisen lisäksi järven virtausta, ja näin ollen pohjois- ja eteläosissa olevat korkeuserot pienenevät.

Rakennustyöt suoritettiin Pohjois-Savon ELY-keskuksen vastaanottotarkastuskokouksen pöytäkirjan (2011) mukaan vuonna 2011.

### *Vedenkorkeus*

Kunnostussuunnitelmassa (Heikkinen ym. 2010) on laskettu pohjapadon nostavan pohjoisosassa keskivedenkorkeutta (MW) 0,05 m ja alivedenkorkeuksia (MNW ja NW) 0,16 ja 0,20 metriä. Pohjoisosan ylivedenkorkeuksiin vedennosto ei vaikuta. Eteläosassa alivedenkorkeus nousee 0,33 metriä, keskivedenkorkeus 0,16 metriä ja ylivedenkorkeus 0,06 metriä.

Pohjoisosan korkeushavaintoja ei ole kirjattu hankkeen toteuttamisen jälkeen ympäristöhallinnon tietojärjestelmiin, joten tarkastelu rajautuu vain eteläosassa olevan luusuan korkeusasteikon lukemien tarkasteluun. Taulukossa 7 esitetään Keyrityn vedenkorkeudet ennen nostohanketta vuosilta 1986–2010 (pois lukien 1994–1997 ja 2006) ja niitä verrataan nostohankkeen jälkeisiin vedenkorkeushavaintoihin vuosilta 2012–2017.



TAULUKKO 7. Keyrityn vedenkorkeudet ennen nostoa (1986–2010), noston jälkeen (2012-2017) ja niiden muutokset

Vedenkorkeus (N60)	Ennen nostoa	Noston jälkeen	Muutos (m)	Suunniteltu korkeus	Poikkeama suunnitellusta korkeudesta (m)
NW	119,48	119,86	0,38	119,90	-0,04
MNW	119,68	119,91	0,23		
MW	120,06	120,15	0,09	120,21	-0,06
MHW	121,15	120,97	-0,18		
HW	121,76	121,50	-0,26	121,82	-0,32

Taulukosta 7 ilmenee, että alivedenkorkeudet ja keskivedenkorkeus ovat nousseet ja ylivedenkorkeudet laskeneet. Alivedenkorkeus on noussut 0,38 metriä asettuen 0,04 metriä suunnitellusta tasosta alemmas. Suunniteltu taso oli +119,90 m ja noston jälkeen vedenkorkeus on ollut +119,86 m. Myös keskivedenkorkeus on asettunut lähelle suunniteltua tasoa, 0,06 metrin päähän. Sen sijaan ylivedenkorkeudet ovat laskeneet suunnitelmista poiketen 0,18 ja 0,26 metriä, vaikka niihin kaavailtiin pientä nousua.

Aliveden- ja keskivedenkorkeuden osalta nostohanke on mennyt suunnitelmien mukaisesti oikeaan suuntaan, jääden hieman vajaaksi suunniteltuun korkeuteen verrattuna. Ylivedenkorkeus on sen sijaan jäänyt aiempaa alemmaksi, mikä selittyy havaintojaksojen huonosta vertailukelpoisuudesta. Ennen nostoa -jaksolle sijoittuu muun muassa 1980-luvun lopulla olleet tulvavuodet, joiden toistuvuus on harvemmin kuin kerran 30 vuodessa.

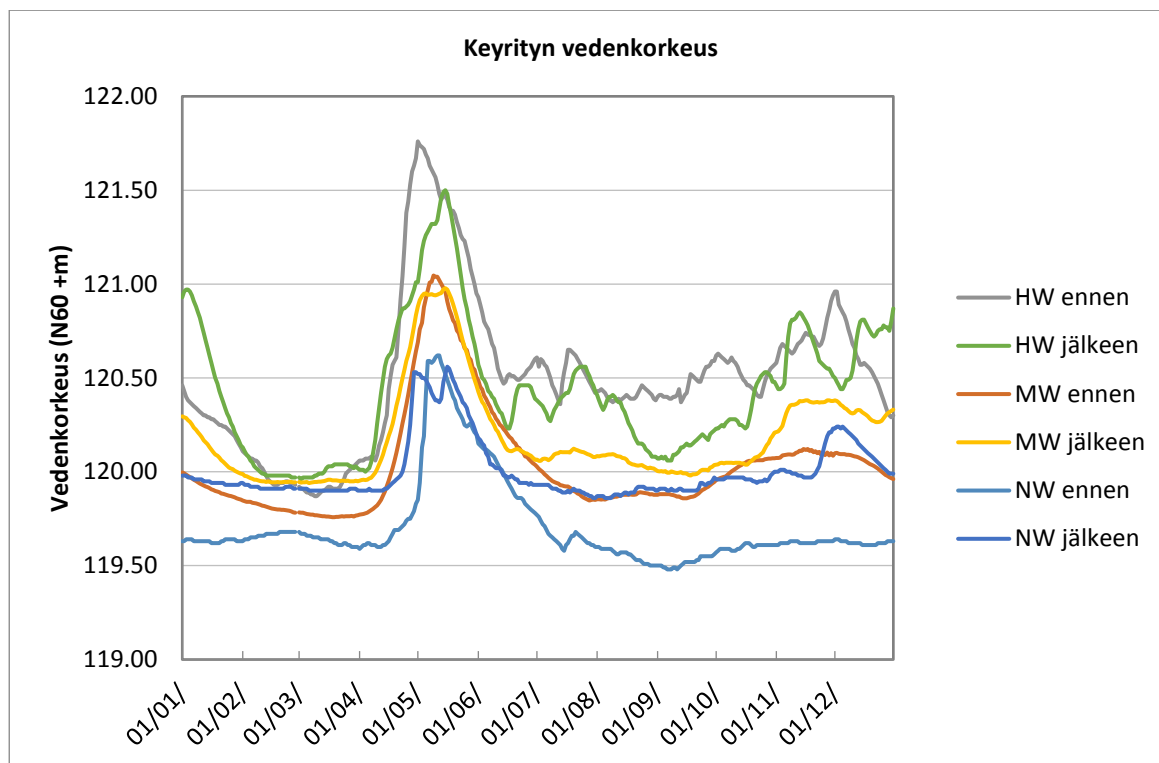
Hankkeen vaikutuksia vedenkorkeuden vaihteluihin arvioidaan taulukossa 8. Siihen on kirjattu Keyrityn vuotuisat vedenkorkeuksien vaihtelut.

TAULUKKO 8. Keyrityn vedenkorkeuden vaihtelut

	Ennen nostoa			Noston jälkeen		
	Min	Max	Vaihteluväli (m)	Min	Max	Vaihteluväli (m)
<b>NW</b>	119,48	120,62	1,14	119,86	120,56	0,70
<b>MW</b>	119,76	121,05	1,29	119,94	120,98	1,04
<b>HW</b>	119,87	121,76	1,89	119,96	121,50	1,54

Pohjapadon rakentaminen on vaikuttanut kaikkien vedenkorkeuksien osalta huomattavasti vuotuisiin vaihteluihin niitä pienentäen. Vaihteluväli esimerkiksi alivedenkorkeuden osalta on pienentynyt 1,14 metristä 0,70 metriin ja ylivedenkorkeuden osalta 1,89 metristä 1,54 metriin.

Keyrityn kunnostushankkeen vaikutuksia vedenkorkeuksiin ja vedenkorkeuden vaihteluihin havainnollistetaan kuviossa 3.



KUVIO 3. Keyrityn vuotuisat vedenkorkeudet

#### *Pinta-ala ja tilavuus*

Keyrityn keskivedenkorkeus nousi 0,10 metriä. Näin ollen pinta-ala kasvoi noin 1,1 % 1829 hehtaarista 1850 hehtaariin. Tilavuus kasvoi noin 1,9 %. Ennen vedenpinnan nostoa järven tilavuus oli  $78500 \cdot 10^3 \text{ m}^3$  ja noston jälkeen noin  $80000 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ . Keyrityn pinta-ala- ja tilavuuskaaviot ja niiden ekstrapolointi esitetään liitteessä 1.

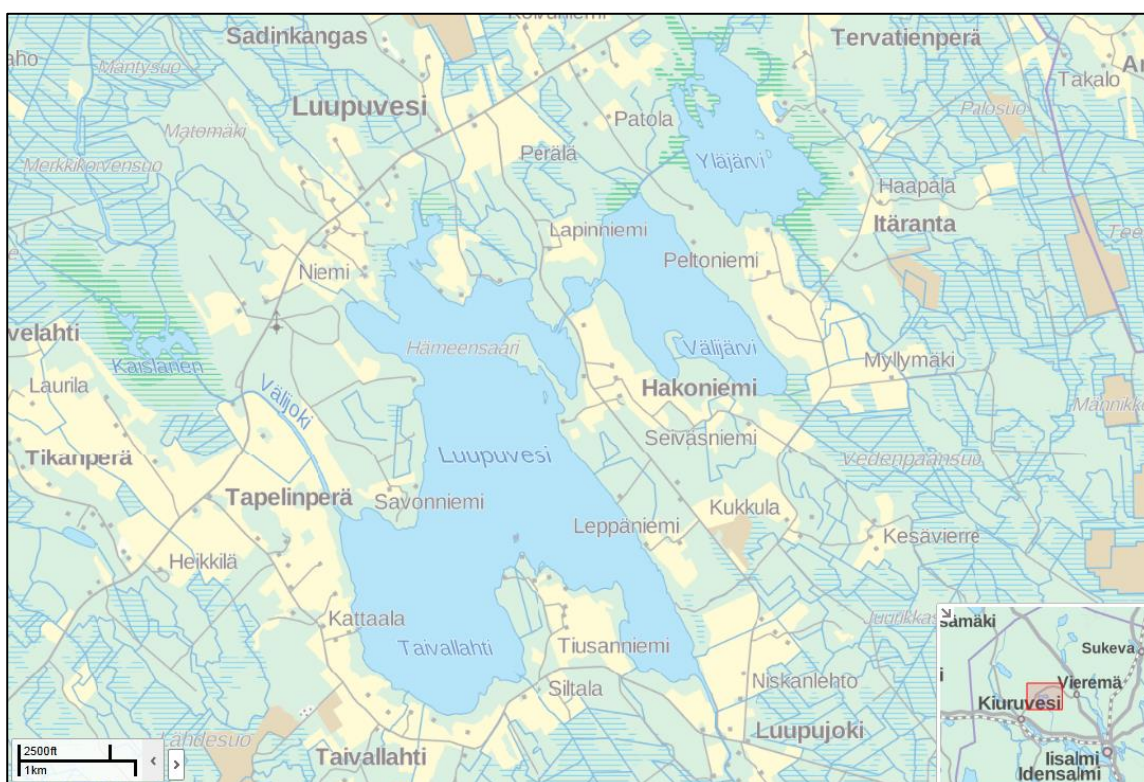
#### *Vedenlaatu*

Keyrityn vedenlaatua on havainnoitu järven pohjoisosassa sijaitsevasta havaintopisteestä Keyrity 6 vuosilta 1974–2016. Pistessä järven syvyys on 10 metriä. Liitteessä 2 kuvataan Keyrityn happipitoisuutta, pääravinnepitoisuuksia ja klorofylli-a -pitoisuutta.

Järven vedenlaatu ja sen vaihtelut ovat jatkuneet kuvaajien mukaan jotakuinkin samanlaisina verrattaessa nostoa edeltävää tilaa noston jälkeiseen tilaan. Mitään nostoon yhdistettäviä muutoksia ei havaittu, ja tämän aineiston perusteella vedenpinnan nosto ei ole vaikuttanut järven vedenlaatuun.

### 3.1.6 Luupuvesi

Luupuvesi (04.572.1.001) sijaitsee noin 7 kilometriä Kiuruvedeltä koilliseen (kuva 9) ja se kuuluu Luupuveden vesistöalueeseen (04.572). Järvi ja sen kanssa samassa tasossa olevat Ylä- ja Välijärvi muodostavat yhteisen järviryhmän, joka on pinta-alaltaan yhteensä noin 10 km<sup>2</sup>. Valuma-alueen suuruus Luupuveden luusuassa on 237 km<sup>2</sup> ja järvisyys 5,0 %. Järviryhmän keskisyvyys on 0,7 m ja suurin syvyys 1,2 m. Luupuvettä on aikaisemmin laskettu noin 1,8 metriä. Silloin järven luusuaan rakennettiin pohjapato, joka kuitenkin rikkoutui tulvien ja jään vaikutuksesta ja näin ollen järven pinta pääsi laskemaan suunniteltua enemmän. Valuma-alueella on turvetuotantoa, maa- ja karjataloutta ja metsäojitettuja suoalueita sekä rannoilla jonkin verran loma-asutusta. Alue kuuluu valtioneuvoston vahvistamaan lintujensuojeluohjelmaan kansainvälisesti arvokkaana kohteena sekä Natura2000-verkoston (FI0600074 Luupuveden lintujärvet). (Voutilainen, 1988)



KUVA 9. Luupuvesi sijaitsee Kiuruveden koillispuolella noin 7 kilometrin päässä (Maanmittauslaitos, 2017).

Ennen kunnostustoimenpiteitä Luupujoen vesistön kunnostus -suunnitelmassa (1988) Voutilainen luokittelee Luupuveden sekä Ylä- ja Välijärvien veden laadun huonoksi. Syy huonoon vedenlaatuun on hajakuormitus, joka on peräisin rantatilojen maa- ja karjataloudesta, turvetuotannosta ja metsäojituksista. Luupuveden ravinnepitoisuudet ovat olleet korkeita. Kokonaistyyppipitoisuudet ovat vaihdelleet noin 980–3960 µg/l välillä ja kokonaisfosforipitoisuudet noin 31–330 µg/l välillä osoittaen selvää rehevyyttä. Vesi sisältää runsaasti humusta ja on väriltään ruskeaa. Pienen vesitilavuuden johdosta happitilanne on heikko, ja talvisin useimmiten hapeton, mistä seuraa keskimäärin joka toinen vuosi kalojen joukkokuolemia.

Voutilaisen (1988) mukaan vesistön pääasiallisia käyttömuotoja ovat kotitarve- ja virkistyskalastus sekä vesilintujen metsästys. Loma-asutus kärsii rantojen vesijättövyöhykkeestä ja suurista vedenkorkeusvaihteluista, joiden seurauksena mökkeilyyn sopivia rantoja on nykyisin vähän. Voutilainen esittelee vuonna 1980 tehtyä kasvillisuuskartoitusta,

jonka mukaan Väli- ja Yläjärvi ovat käytännössä katsoen kasvaneet umpeen kaislikkoa. Luupuvesi on hieman avoimempi sen suuremman koon vuoksi.

### *Kunnostushanke*

Luupoveden kunnostusta ovat ajaneet eteenpäin alueen kalastuskunnat ja rannanomistajat sekä Kiuruveden kunta. Vuonna 1982 valmistuneessa Kiurujoen vesistön yleissuunnitelmassa Luupujoen kunnostuksen yhtenä osana esitettiin Luupoveden ja Ylä- ja Välijärvien välisten salmien ruoppauksia sekä alivedenpinnan nostoa. Vesihallitus asetti Luupoveden kunnostuksen hankesuunnittelun kiireellisyysjärjestyksessä kolmannelle sijalle, ja yksityiskohtainen kunnostussuunnitelma valmistui vuonna 1988. (Voutilainen, 1988.)

Kunnostussuunnitelmassa (Voutilainen, 1988) esitetään ensisijaiseksi tavoitteeksi nopean umpeenkasvun estäminen. Lisäksi happitilannetta pyritään parantamaan siten, että kalat selviävät järvissä talven yli ja vesikasvillisuutta raivataan, jolloin liikkuminen vesistössä helpottuu. Kunnostustoimenpiteiksi esitetään järven vedenpinnan nosto, Luupoveden lasku-uoman eli Luupujoen yläosan perkaus, vesikasvillisuuden niitto- ja ruoppaustoimenpiteitä useissa kohdissa sekä ilmastus. Vene- ja uimarantoja kunnostetaan.

Pohjapato valmistui järven luusuaan vuonna 1997.

### *Vedenkorkeus*

Kunnostussuunnitelman mukaan pohjapadolla nostetaan Luupoveden keskialivedenkorkeus tasoon +127,15 m (Voutilainen, 1988). Luupoveden vedenkorkeushavainnot ennen nostohanketta ovat vuosilta 1980–1990, ja jälkeenhavainnot vuosilta 1998–2003

Taulukossa 9 esitetään Luupoveden vedenkorkeudet ennen pohjapatoa ja sen rakentamisen jälkeen, ja niitä verrataan suunniteltuun vedenkorkeuteen.

TAULUKKO 9. Luupoveden vedenkorkeudet ennen nostoa (1980–1990), noston jälkeen (1998–2003) ja niiden muutokset

Vedenkorkeus (N43)	Ennen nostoa	Noston jälkeen	Muutos (m)	Suunniteltu korkeus	Poikkeama suunnitellusta korkeudesta (m)
NW	126,25	126,67	0,42		
MNW	126,41	126,89	0,48	127,15	-0,26
MW	126,80	127,13	0,33		
MHW	127,99	128,02	0,03		
HW	128,43	128,58	0,15		

Taulukosta 9 nähdään, että keskialivedenkorkeus, jota nimenomaan pyrittiin nostamaan, on noussut eniten. Se nousi 0,48 metriä tasoon +126,89 m, kun suunniteltu taso oli +127,15 m. Vedenkorkeus jäi näin ollen suunnitellusta tasosta 0,26 metriä alemmas.

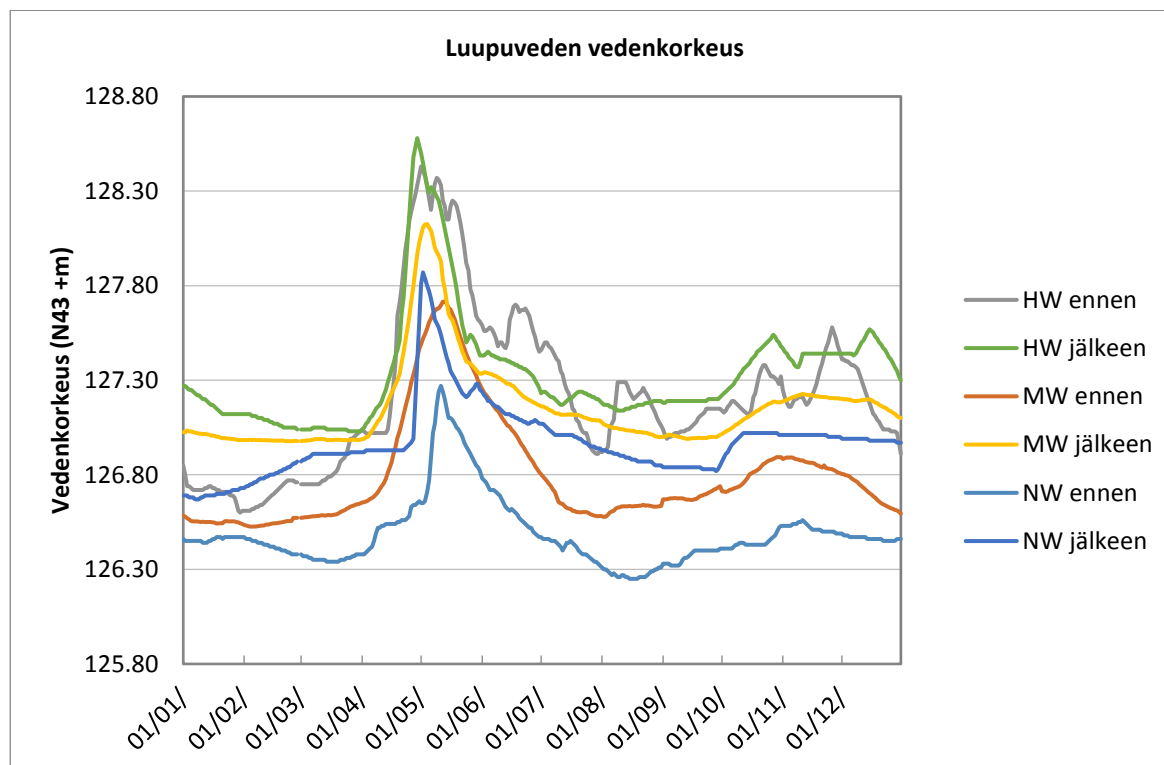
Kunnostussuunnitelmassa mainitaan, että loma-asutus kärsii suurista vedenkorkeuden vaihteluista (Voutilainen, 1988). Vedenkorkeuden vuotuisia vaihteluja ja pohjapadon aiheuttamat muutokset vaihteluihin on esitetty taulukossa 10.

TAULUKKO 10. Luupuveden vedenkorkeuden vaihtelut

	Ennen nostoa			Noston jälkeen		
	Min	Max	Vaihteluväli (m)	Min	Max	Vaihteluväli (m)
<b>NW</b>	126,25	127,27	1,02	126,67	127,87	1,20
<b>MW</b>	126,53	127,72	1,19	126,98	128,13	1,15
<b>HW</b>	126,60	128,43	1,83	127,03	128,58	1,55

Vedenkorkeuden vaihtelut ovat suuria sekä ennen nostoa että sen jälkeen. Alivedenkorkeuden vaihteluväli on kasvanut noin 0,2 metriä, keskivedenkorkeuden vaihtelu on pysynyt jotakuinkin samana ja ylivedenkorkeuden vaihteluväli on pudonnut noin 0,3 metriä.

Pohjapadon vaikutuksia Luupuveden vedenkorkeuksiin ja vuotuisiin vaihteluihin havainnollistetaan kuviossa 4.



KUVIO 4. Luupuveden vuotuiset vedenkorkeudet

Voidaan todeta, että Luupuveden vedenpinnan nostohanke on mennyt suunnitelmien suuntaisesti, mutta nosto on jäänyt hieman vajaaksi. Vedenkorkeuden suuret vaihtelut mainittiin ongelmaksi, mutta niihin ei erikseen pyritty vaikuttamaan. Vaihtelut ovat edelleen suuria. Ennen nostoa -havaintojaksolle sijoittuu 1980-luvulla olleet tulvavuodet, joiden toistuvuus on harvemmin kuin kerran 30 vuodessa, mutta siitä huolimatta noston jälkeen havaitut ylivedenkorkeudet ovat olleet korkeampia. Hanke on voinut vaikuttaa niihin.

### *Pinta-ala ja tilavuus*

Luupuveden keskivedenkorkeutta nostettiin 0,33 metriä. Se vaikutti järven pinta-alaan ja tilavuuteen kasvattaen niitä huomattavasti. Pinta-ala oli ennen nostoa 704 ha ja noston jälkeen se on noin 900 ha. Tilavuus puolestaan kasvoi  $6800 \cdot 10^3$  kuutiometristä noin  $7900 \cdot 10^3$  kuutiometriin. Pinta-ala kasvoi noin 27,8 % ja tilavuus noin 16,2 %. Liitteessä 1 esitetään pinta-ala- ja tilavuuskäyrien ekstrapolointi.

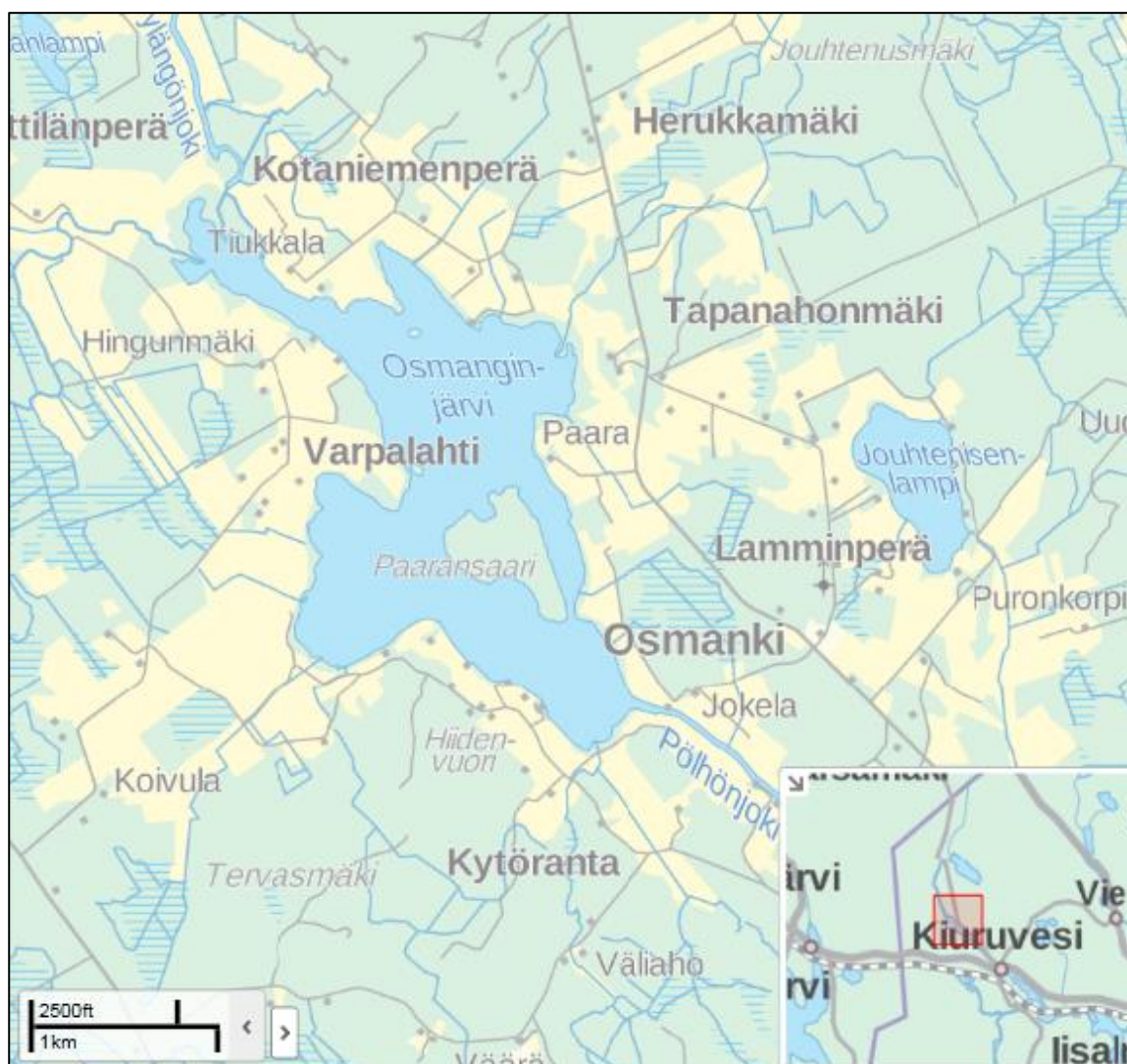
### *Vedenlaatu*

Havaintopiste Luupuvesi 3 sijaitsee keskellä Luupuvettä. Syvyys on pisteessä 1,3 metriä ja vesinäytteitä on otettu vuosina 1977–2016. Järven mataluuden vuoksi alusveden ja päällysveden erottelu saattaa tuottaa tarkasteluun epämääräisyyksiä, mutta päällysvedeksi luettiin tarkastelussa vesinäytteet 0,5 syvyydestä ja alusvedeksi sitä syvemältä. Liitteeseen 2 on piirretty kuvaajia Luupuveden vedenlaadusta.

Kuvaajien perusteella happipitoisuudessa ja pääravinnepitoisuuksissa ei havaittu selkeitä muutoksia, joita voisi selittää vedenpinnan nostolla. Klorofylli-a -pitoisuus on ollut sen sijaan noston jälkeen jatkuvasti suurempi kuin nostoa ennen, mikä ei tosin selittyne vedenpinnan nostolla. Järven kunnostuksella pyrittiin parantamaan happitilannetta, mutta happipitoisuus on edelleen talvisin heikko ja ajoittain alusvesi on ollut hapetonta.

### 3.1.7 Osmanginjärvi

Osmanginjärvi (04.562.1.001) kuuluu Kiuruveden kuntaan ja se sijaitsee noin 12 kilometrin päässä kunnan keskusta Pyhännän suuntaan (kuva 10). Se kuuluu Osmanginjärven–Jylängönjoen vesistöalueeseen (04.562). Osmanginjärvi on noin 3 km pitkä ja 0,5-1,6 km leveä. Se on osittain umpeenkasvanut ja järven lahdet ovat pääosin hyvin matalia. Keskisyvyys järvestä on 1,2 metriä. Osmanginjärven vedet laskevat Pöyhönjokea ja Koskenjokea pitkin Kiuruvedeen. Ranta-alueet ovat etupäässä yksityisomistuksessa, ja karja- ja viljelystiloja alueella on merkittävästi. Valuma-alueella on lisäksi turvetuotantoa ja suoalueita. Vesialueiden hoidosta ja käytöstä vastaa Remekselän ja Niemisjärven kalastuskunnat. (Hyypä & Voutilainen, 1999.)



KUVA 10. Osmanginjärvi sijaitsee Kiuruvedeltä luoteeseen (Maanmittauslaitos, 2017).

Pinta-alaltaan Osmanginjärvi on 278 hehtaarin kokoinen. Sen valuma-alueen pinta-ala on 74,5 km<sup>2</sup> ja järvi on pintavesityypiltään runsasravinteinen ja runsaskalkkinen. (Lax & Vallinkoski, 2012.)

Kokonaisfosforin määrä järvestä on Osmanginjärven kunnostussuunnitelman (Hyypä ja Voutilainen, 1999) mukaan ollut ennen kunnostustoimenpiteitä keskimäärin 80 µg/l ja kokonaistyyppi on ollut keskimäärin 1000 µg/l. Korkeat ravinnepitoisuudet johtuvat valuma-alueen peltoviljelystä, karjataloudesta ja laaja-alaisesta turvetuotannosta. Lisäksi

humusta huuhtoutuu järveen suurilta suoalueilta. Happipitoisuus on huonoimmillaan noin 4 mg/l kevättalvella. Vesistöalueen muihin järviin verrattuna Osmanginjärven vedenlaatu on ollut jossain määrin kuitenkin parempi.

Kasvillisuutta on alueella kartoitettu Kuopion vesi- ja ympäristöpiirin toimesta vuosina 1981 ja 1982. Ilmaversoiset kasvit muodostavat lähes yhtenäisen kasvialueen järven rantoja kiertäen ja myös monia lahtia peittää runsas kasvillisuusmatto. Osmanginjärvellä tavattiin erittäin uhanalaisena lajina pidetty sarjarimpi sekä silmällä pidettävänä lajeina kilpukka ja konnanulpukka. Myös kalakanta on suhteellisen runsas. Järven rannan asukkaat harrastavat paljon kalastusta, minkä lisäksi kalastajia käy järvellä myös ympäristöstä. Kalastus on kotitarve- ja virkistyskalastusta. Vesilintuselivitystä järvellä ei ole tehty, mutta asukkaiden mukaan järvellä esiintyy runsas vesilintukanta. Virkistyskäyttöä rajoittaa sankka kasvillisuus ja järven mataluus, jotka haittaavat uintia, veneilyä ja kalastusta. (Hyypä & Voutilainen, 1999.)

Osmanginjärven vedenkorkeutta on aikaisemmin laskettu kaksi kertaa. Vuonna 1899 Kuopion läänin kuvernööri myönsi järvenlaskuun luvan, ja lasku toteutettiin vuosina 1908–1912. Seuraavan kerran järveä laskettiin vuonna 1958 toisen vesistötoimikunnan myöntämällä luvalla. Tällöin Osmanginjärven luusuaan rakennettiin pohjapato, johon rannanomistajan rakensivat vuonna 1979 säädettävän koroke-elementin. (Itä-Suomen ympäristölupavirasto, 2000.)

### *Kunnostushanke*

Osmanginjärven kunnostuksen tavoitteita ovat estää järven umpeenkasvu alivedenkorkeutta nostamalla, vaikuttaa suuriin vedenkorkeusvaihteluihin ja parantaa järven yleistä tilaa ja käyttökelpoisuutta. Lisäksi parannetaan virkistyskäyttömahdollisuuksia rakentamalla venepaikkoja ja uimarantoja. Ruoppauksilla edistetään veneilyä ja vesilinnuston elinympäristöä. Hajakuormituksen vähentämisellä varmistetaan muiden kunnostustoimenpiteiden vaikutuksia ja veden laatua. (Hyypä & Voutilainen, 1999.)

Pohjapato rakennettiin ympäristöhallinnon tietojärjestelmien mukaan Osmanginjärven luusuaan vuonna 2001 vanhan pohjapadon rakenteita hyödyntäen.

### *Vedenkorkeus*

Kunnostussuunnitelman mukaan alivedenkorkeutta nostetaan 0,40 m, keskialivedenkorkeutta 0,32 m ja keskivedenkorkeutta 0,08 m vaikuttamatta ylivedenkorkeuksiin (Hyypä ja Voutilainen, 1999). Taulukossa 11 esitetään pohjapadon vaikutukset Osmanginjärven vedenkorkeuksiin. Ennen nostoa -havainnot ovat vuosilta 1978–2000 ja noston jälkeiset vedenkorkeushavainnot ovat vuosilta 2002–2005.



TAULUKKO 11. Osmanginjärven vedenkorkeudet ennen nostoa (1978–2000), noston jälkeen (2002–2005) ja niiden muutokset

Vedenkorkeus (N43)	Ennen nostoa	Noston jälkeen	Muutos (m)	Suunniteltu korkeus	Poikkeama suunnitellusta korkeudesta (m)
NW	98,89	99,30	0,41	99,36	-0,06
MNW	99,04	99,31	0,27	99,40	-0,09
MW	99,34	99,50	0,16	99,44	0,06
MHW	100,77	100,19	-0,58		
HW	101,65	100,67	-0,98		

Aliveden- ja keskivedenkorkeuksien osalta on päästy melko lähelle suunniteltuja korkeustasoja. Alivedenkorkeus nousi 0,41 metriä jääden 0,06 m päähän suunnitellusta tasosta. Keskivedenkorkeus taas nousi 0,06 m suunniteltua korkeammalle. Ylinvedenkorkeus on jäänyt sen sijaan huomattavasti aiempaa alemmaksi. Selitys lienee se, että ennen nostoa olevalle havaintojaksolle sijoittuu 1980-luvun tulvavuodet, joiden toistuvuus on harvemmin kuin kerran 30 vuodessa. Havaintojaksot eivät ole täysin vertailukelpoisia.

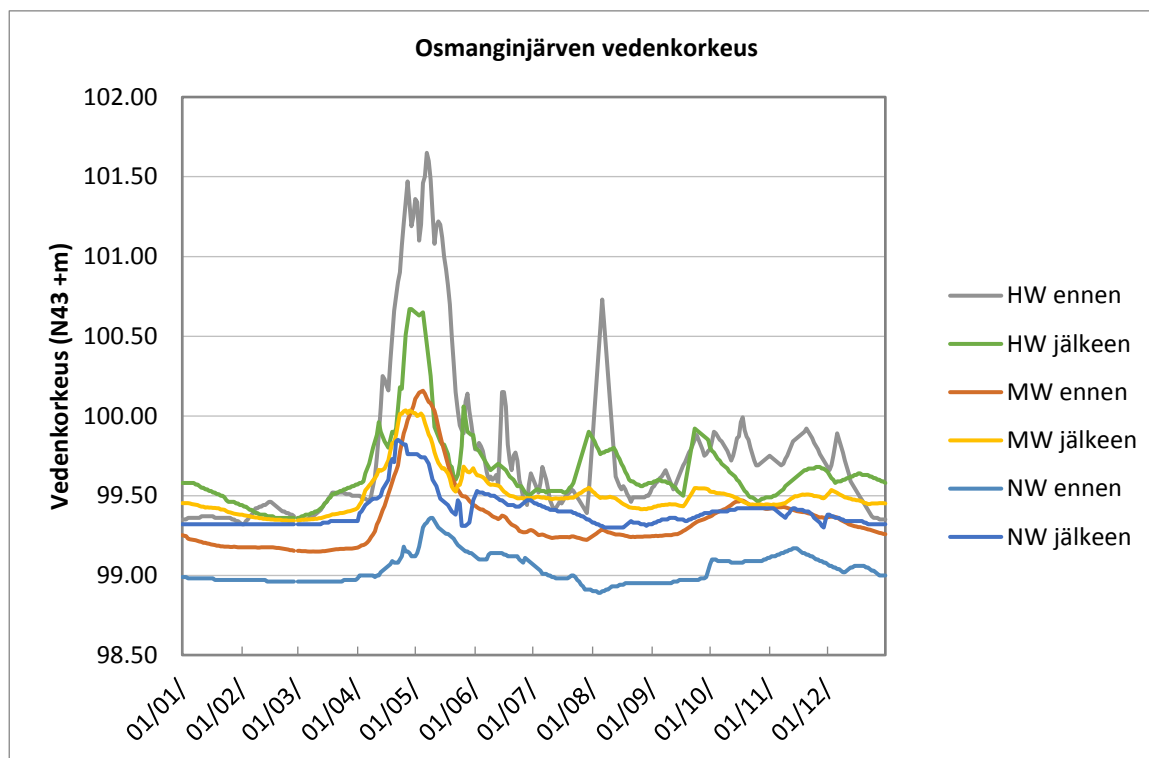
Pohjapadon vaikutuksia Osmanginjärven vuotuisiin vedenkorkeuden vaihteluihin tarkastellaan taulukossa 12.

TAULUKKO 12. Osmanginjärven vedenkorkeuden vaihtelut

	Ennen nostoa			Noston jälkeen		
	Min	Max	Vaihteluväli (m)	Min	Max	Vaihteluväli (m)
NW	98,89	99,36	0,47	99,30	99,85	0,55
MW	99,15	100,16	1,01	99,34	100,04	0,69
HW	99,32	101,65	2,33	99,36	100,67	1,31

Taulukosta 12 selviää, että vedenkorkeuden vaihtelut ovat keskivedenkorkeuden ja ylivedenkorkeuden osalta pienentyneet huomattavasti. Ylivedenkorkeus vaihteli ennen nostoa välillä +99,32...+101,65 m, jolloin vaihteluväli on ollut jopa 2,33 metriä. Noston jälkeen ylivedenkorkeuden vaihteluväli on pienentynyt 1,31 metriin. Keskivedenkorkeuden vaihteluväli on pienentynyt 0,32 metriä. Sen sijaan alivedenkorkeuden vaihteluväli on kasvanut hieman.

Osmanginjärven kunnostushankkeen vaikutuksia vedenkorkeuksiin sekä vedenkorkeuksien vaihteluihin havainnollistetaan kuviossa 5.



KUVIO 5. Osmanginjärven vuotuiset vedenkorkeudet

Hankkeen tavoitteena oli estää järven umpeenkasvua nostamalla alivedenkorkeutta ja vaikuttaa suuriin vedenkorkeuden vaihteluihin. Alivedenkorkeuden nosto sujui hyvin ja vedenkorkeus on asettunut lähelle suunniteltua tasoa. Myös suuret vedenkorkeuden vaihtelut ovat pienentyneet huomattavasti.

#### *Pinta-ala ja tilavuus*

Osmanginjärven vedenpintaa nostettiin 0,16 metriä. Ennen vedenpinnan nostoa pinta-ala oli 278 ha ja tilavuus  $3280 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ . Noston jälkeen pinta-ala on noin 300 ha eli se kasvoi noin 22 ha. Tilavuus kasvoi puolestaan noin  $470 \cdot 10^3 \text{ m}^3$  ja noston jälkeen se on noin  $3750 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ . Näin ollen pinta-ala kasvoi noin 7,8 % ja tilavuus noin 14,3 %. Liitteessä 1 esitetään pinta-alan ja tilavuuden kaaviot sekä ekstrapoloidut uudet arvot.

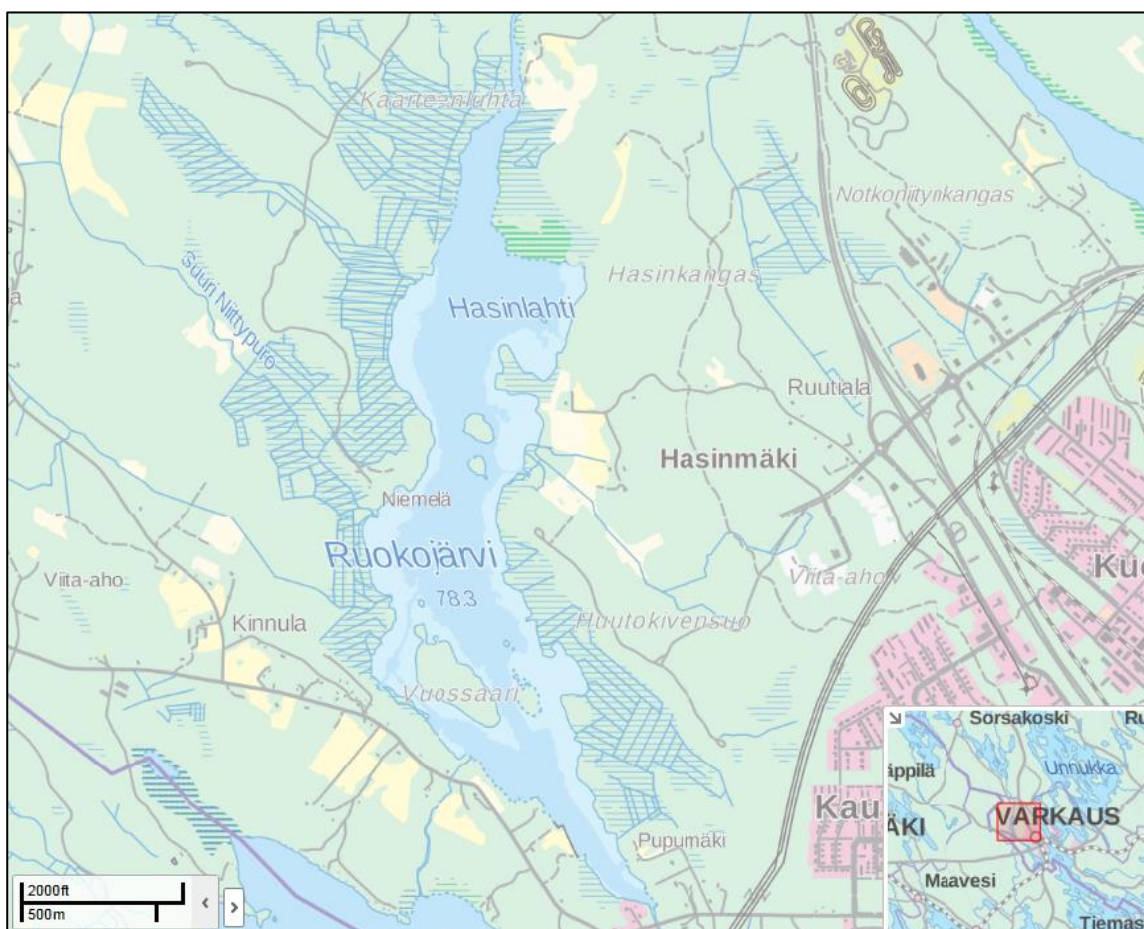
#### *Vedenlaatu*

Osmanginjärven vedenlaatua on seurattu kattavimmin pisteestä Osmanginjärvi 007, joka sijaitsee Hiidenniemen läheisyydessä. Järven syvyys on pisteessä 5,8 metriä. Vesinäytteitä on otettu vuosina 1987–2014 yhteensä 23 kertaa. Osmanginjärven happi-, pääraavinne- ja klorofylli-a -pitoisuudet on piirretty kuvaajiin liitteessä 2.

Talvikerrostuneisuuden aikana alusveden happipitoisuus on ollut järven noston jälkeen usein lähes hapeton, 0,1 mg/l. Myös kesäajan happipitoisuus on ollut alusveden osalta kahdessa mittauksessa 0,1 mg/l nostohankkeen jälkeen. Näin ollen vedenpinnan nosto ei ole ainakaan parantanut happitilannetta, jota vedenpinnan nostolla usein tavoitellaan. Pääravinteiden osalta vedenpinnan nostoa edeltävä tila ei juuri poikkea sen jälkeisestä tilasta. Klorofylli-a -pitoisuus on ollut noston jälkeen suurempi.

### 3.1.8 Ruokojärvi

Osmajoen vesistöalueeseen (04.261) kuuluva Ruokojärvi (04.261.1.007) sijaitsee Varkauden keskustan tuntumassa, noin kolme kilometriä länteen (kuva 11). Järven pinta-ala on noin 1,3 km<sup>2</sup> ja sen vesistöalueen pinta-ala on 640 km<sup>2</sup> ja järvisyys 20,8 %. Ruokojärvi kuuluu Sorsaveden vesistöalueeseen, jonka vedet virtaavat Sorsavedestä Osmajärveen, ja siitä edelleen Osmajokea pitkin Ruokojärveen. Järven vedet laskevat Väli- ja Alalammin kautta Mulajärveen. Noin nelisen kilometriä pitkä ja 100-700 metriä leveän Ruokojärven keskisyvyys on alle puoli metriä ja järvi on lähes umpeenkasvanut. Suurin syvyys on kolme metriä. Ranta-alueet ovat pääosin yksityisomistuksesta ja asutus koostuu maataloista ja omakotitaloista. Järven lounaisosassa sijaitsee Ruokojärven kylä, joka käsittää noin 50 taloutta. Loma-asutus on vähäistä. (Mikkonen;Tiihonen;& Jutila, 1989.)



KUVA 11. Ruokojärvi sijaitsee Varkaudessa (Maanmittauslaitos, 2017).

Ruokojärven tilasta on tehty varsin vähän vedenlaatuanalyysjä, mutta niissä vesi on osoittautunut kirkkaaksi, vähä-humuksiseksi ja happitilanne on ollut pääosin hyvä. Voimakkaimmin umpeenkasvaneilla alueilla happitilanne voi olla ajoittain heikompi veden huonon vaihtuvuuden takia. Klorofylli-a -pitoisuus on ollut korkeahko ja se indikoi runsasta levämäärää, minkä perusteella järvi voidaan luokitella lievästi reheväksi. Kokonaistyyppi- ja kokonaisfosforipitoisuudet ovat melko matalat. (Mikkonen ym. 1989.)

Kasvillisuutta on kartoitettu alueelta vuosina 1982, 1986 ja 1988. Järven kasvilajisto on runsas ja monipuolinen, ja siinä on todettu sekä rehevyyttä indikoivia että karulle vesistölle tyypillisiä kasveja. Alueelta löytyi rauhoitettua punakukkaista lummetta, vaarantuneeksi lajiksi luokiteltua jokileinikkiä ja silmälläpidettävistä lajeista tavattiin

vesiruttoa, kilpukkaa ja sahalehteä. 1986 ja 1988 kesällä tehtiin myös lintukartoituksia, jonka mukaan järvi on linnustoltaan monipuolinen ja runsas. Ruokojärvi kuuluu myös valtioneuvoston vuonna 1982 hyväksymään lintujensuojeluohjelmaan merkittävänä lintujärvenä sekä Natura2000-verkostoon, FI0600053 Ruokojärvi ja Mula. Ruokojärvellä harrastetaan kalastusta ja jonkin verran myös linnustusta. Mataluus ja kasvillisuus kuitenkin haittaavat kuitenkin merkittävästi liikkumista ja veneilyä, sekä näin ollen myös kalastusta ja metsästystä järvellä. Liikkuminen tapahtuu soutuveneillä vesikasvillisuuden salliessa. (Mikkonen ym. 1989.)

Ruokojärven pintaa on aikaisemmin laskettu vuonna 1939. Lasku tehtiin Mikkelin läänin maaherran antaman ja korkeimman hallinto-oikeuden vahvistamalla luvalla. Tällöin alivedenkorkeus laski 0,9 m, keskivedenkorkeus 0,8 m ja ylivedenkorkeus 0,6 m. (Mikkonen ym. 1989.)

### *Kunnostushanke*

Vuonna 1982 Kuopion vesipiiri teki Varkauden alueen vesiensuojelun ja -kunnostuksen yleissuunnitelman, jossa eräänä vesienkäytön ongelmana pidetään Ruokojärveä ja vuonna 1983 alueen asukkaat ja kesämökkiläiset tekivät aloitteen Ruokojärven kunnostuksesta Varkauden kaupungille. Varkauden kaupunginhallitus teki edelleen aloitteen kunnostussuunnitelman laatimisesta Kuopion vesipiirille vuonna 1984. Kuopion vesipiiri pyysi 1986 vesihallitukselta toimenpiteitä suunnittelutoiminnan käynnistämistä ja varoja ympäristöministeriöltä. (Mikkonen ym. 1989.)

Kunnostussuunnitelma valmistui vuonna 1989.

Hankkeen tavoitteena on parantaa Ruokojärven virkistyskäyttömahdollisuuksia ja samalla mahdollisuuksien mukaan parantaa lintujen elinolosuhteita. Kunnostussuunnitelman pohjaksi on tehty useita tutkimuksia, selvityksiä ja maastokäyntejä, joiden perusteella kunnostusmenetelmiksi ehdotetaan vedenkorkeuden nostoa pohjapadon avulla, tai vedenkorkeuden nostoa muuttamalla ylempänä sijaitsevan Sorsaveden säännöstelyä. Lisäksi suunnitelmassa esitetään uimarannan, veneväylien ja venevalkamien rakentaminen sekä vesikasvillisuuden niitto- ja ruoppaustyöt. Vedenpinnannostomenetelmäksi valittiin Sorsaveden säännöstelyn muuttaminen kustannussyistä. (Mikkonen ym. 1989)

Itä-Suomen vesioikeuden Ruokojärven kunnostusta koskevasta päätöksestä (1992) ilmenee että, suunnitelmassa oli kuitenkin virhe, mistä johtuen Sorsaveden säännöstelyn muuttaminen nosti Ruokojärven pintaa vain alle puolet suunniteltuun verrattuna.

Vuoden 1989 kunnostussuunnitelmassa esitetty, mutta kalliimpana vaihtoehtona hylätty pohjapadon rakentaminen herätettiin uudestaan henkiin Ruokojärven vene-/kalaväylän yleissuunnitelmassa, kun Sorsaveden säännöstelyllä ei saavutettu toivottuja vaikutuksia (Pohjamo & Alatalo, 1994). Pohjapato päätettiin rakentaa alkuperäisen suunnitelman mukaisesti ja se valmistui vuonna 1998. Keskivedenkorkeus ei noussut edelleenkään tavoitellulle tasolle, ja vuonna 2009 pohjapadon yhteyteen asennettiin settiparruja vedenpinnan nostamiseksi tavoitellulle tasolle.

## Vedenkorkeus

Ruokojärven kunnostussuunnitelmassa on laskettu, että pohjapato nostaa alivedenkorkeutta 0,25 metriä, keskivedenkorkeutta 0,11 metriä ja ylivedenkorkeutta 0,04 metriä (Mikkonen ym. 1989.) Ruokojärven vedenkorkeuteen on vaikutettu useaan otteeseen Sorsaveden säännöstelyn muuttamisella, pohjapadolla ja settiparruilla, joten taulukossa 13 tarkastellaan yksinkertaistamisen vuoksi ainoastaan vedenkorkeuksia ennen kaikkia toimenpiteitä ja vedenkorkeuksia kaikkien toimenpiteiden jälkeen. Pohjamo ja Alatalo (1994) esittävät Ruokojärven vene-/kalaväylän yleissuunnitelmassa, että alkuperäisiä laskelmia ja patosuunnitelmaa voidaan käyttää alkuperäisten tavoitteiden saavuttamiseksi, vaikka säännöstelyä onkin muutettu välillä. Vedenkorkeudet ennen toimenpiteitä ovat vuosilta 1964–1984 (Mikkonen ym. 1989.) Jälkeen-korkeudet ovat vuosilta 2010–2013.

TAULUKKO 13. Ruokojärven vedenkorkeudet ennen nostoa (1964–1984), noston jälkeen (2010–2013) ja niiden muutokset

Vedenkorkeus (N43)	Ennen nostoa	Noston jälkeen	Muutos (m)	Suunniteltu korkeus	Poikkeama suunnitellusta korkeudesta (m)
NW	77,80	77,77	-0,03	78,05	-0,28
MNW	77,90	78,01	0,11	78,11	-0,10
MW	78,17	78,24	0,07	78,28	-0,04
MHW	78,42	78,58	0,16	78,50	0,08
HW	78,85	78,65	-0,20	78,89	-0,24

Taulukosta 13 voidaan todeta heti, että nostohankkeessa ei ole päästy haluttuihin tasoihin tai edes haluttuun suuntaan. Alivedenkorkeutta pyrittiin nostamaan 0,25 metriä, mutta se laski 0,03 metriä. Settiparrujen lisääminenään ei ole parantanut tilannetta. Keskivedenkorkeuden osalta toteutus pääsi lähimmäs suunniteltua tasoa; 0,04 metrin päähän.

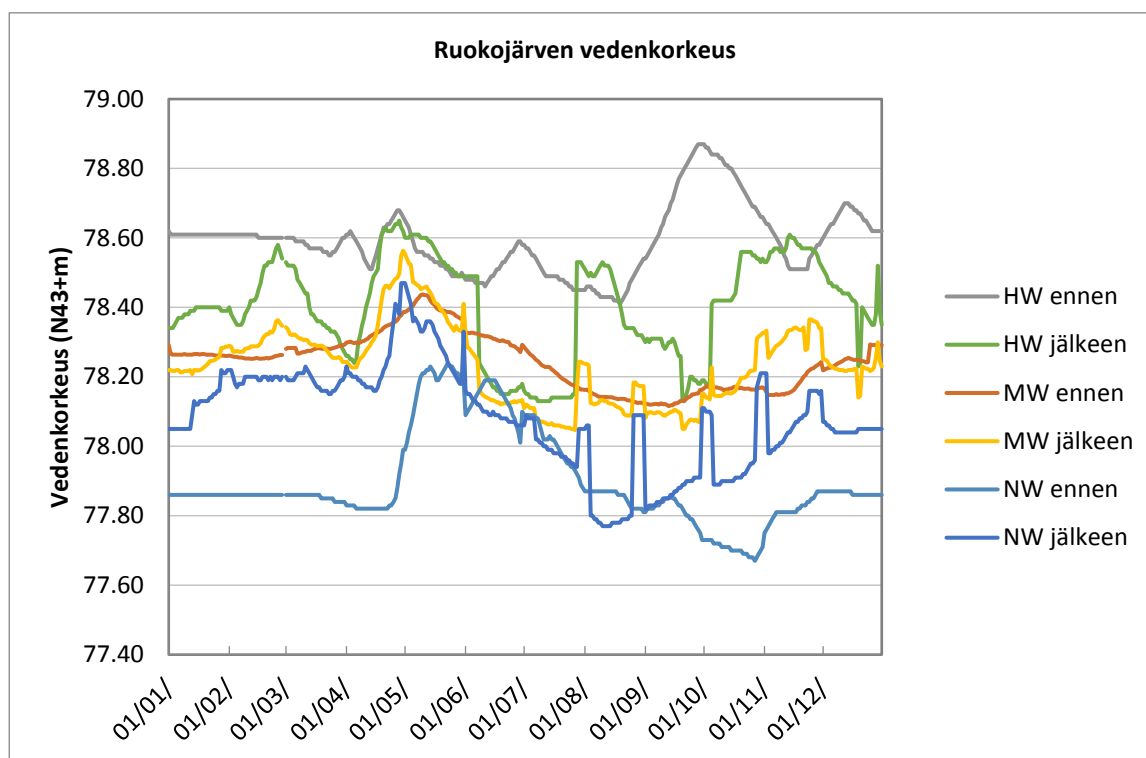
Ruokojärven kunnostuksen vaikutuksia vedenkorkeuden vuotuisiin vaihteluihin arvioidaan taulukossa 14. Havaintojakso ennen kunnostusta on aineiston saatavuudesta johtuen suppeampi kuin ylläolevassa tarkastelussa, mutta silti kattava. Vedenkorkeushavainnot ennen nostoa ovat vuosilta 1986–1997 ja jälkeen-havainnot vuosilta 2010–2013.

TAULUKKO 14. Ruokojärven vedenkorkeuden vaihtelut

	Ennen nostoa			Noston jälkeen		
	Min	Max	Vaihteluväli (m)	Min	Max	Vaihteluväli (m)
NW	77,67	78,24	0,57	77,77	78,47	0,70
MW	78,12	78,44	0,32	78,05	78,56	0,52
HW	78,41	78,87	0,46	78,13	78,65	0,52

Vedenkorkeuksien vaihtelut ovat kasvaneet kunnostushankkeen jälkeen. Keskivedenkorkeuden vaihteluväli on ollut ennen nostoa 0,32 metriä kun se on noston jälkeen 0,52 metriä. Myös muiden vedenkorkeuksien osalta vaihteluvälit ovat kasvaneet.

Kuviossa 6 pyritään havainnollistamaan Ruokojärven kunnostuksen vaikutuksia vedenkorkeuksiin ja sen vaihteluihin.



KUVIO 6. Ruokojärven vuotuisat vedenkorkeudet

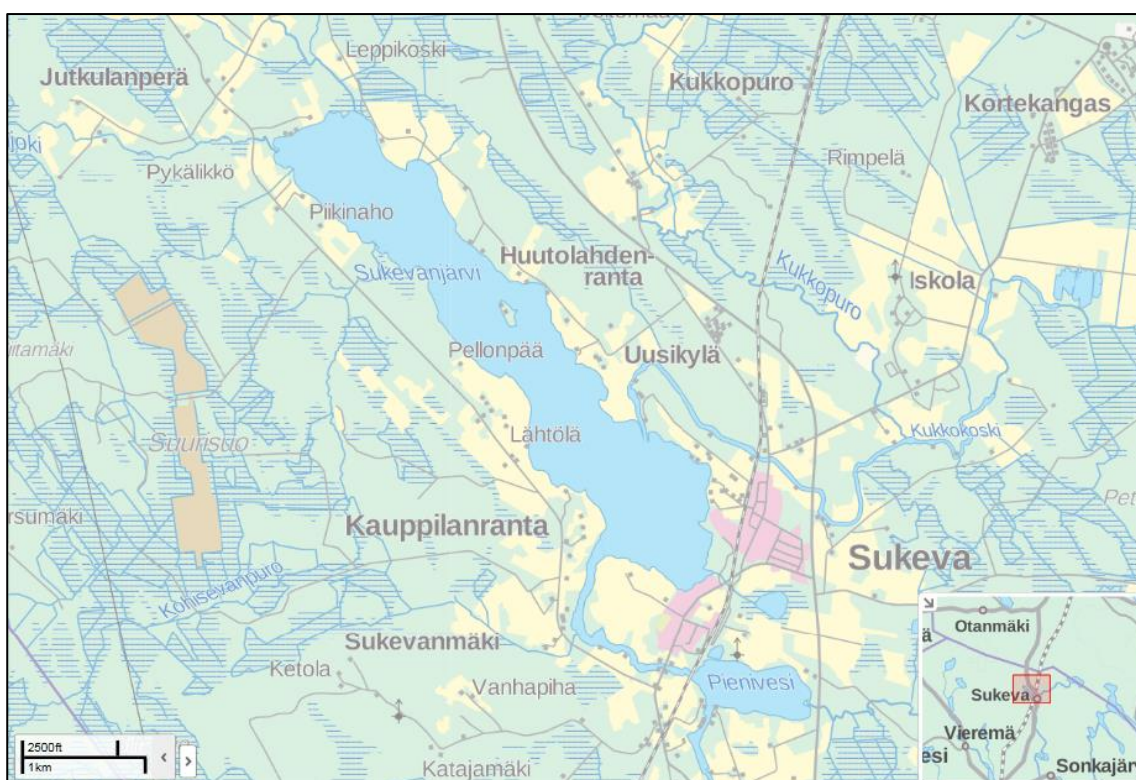
Jälkeen-havainnoissa olevat jyrkät piikit johtuvat katkonaisista havaintojaksoista jälkiseurannassa, ja vääristävät näin ollen kuvaa. Kaiken kaikkiaan voidaan kuitenkin todeta, että vedenkorkeuden vaihtelut ovat kasvaneet.

#### *Pinta-ala ja tilavuus*

Ruokojärven keskivedenkorkeus nousi 0,07 metriä. Pinta-ala ennen nostoa oli 97,48 ha ja noston jälkeen se on noin 105 ha. Tilavuus oli  $452,18 \cdot 10^3 \text{ m}^3$  ja noston jälkeen se on noin  $475 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ . Näin ollen Ruokojärven pinta-ala kasvoi noin 7,7 % ja tilavuus noin 5,0 %. Ruokojärven pinta-ala- ja tilavuuskuvaajat ja niiden ekstrapolointi esitetään liitteessä 1.

### 3.1.9 Sukevanjärvi

Sukevanjärvi (04.584.1.002) sijaitsee Sonkajärvellä Sukevan taajamassa (kuva 12) ja se kuuluu Sukevanjärven vesistöalueeseen (04.584). Järven pinta-ala on 389,6 ha, lähivaluma-alueen ala 62,96 km<sup>2</sup> ja sen järvisyys 6,93 %. Kokonaisvaluma-alueen koko on 562,3 km<sup>2</sup> ja järvisyys 3,02 %. Valuma-alue on järven tilavuuteen nähden suuri, joten viipymä järvestä on melko lyhyt, keskimäärin 24 vuorokautta. Sukevanjärvi on kohtalaisen matala humusjärvi ja sen keskisyvyys on 2,8 metriä ja suurin syvyys 9,1 metriä. Vesialueet ovat pääosin Sukevan ja Pihlajamäen osakaskuntien omistuksessa ja ranta-alueet yksityisomistuksessa. Ranta-asutus on pääosin omakotitaloasutusta ja loma-asuntoja on eri puolilla rantoja. Sukevanjärveen laskevien jokien varrelle ja järven rannoille sijoittuu peltoja ja maatalousalueita. Lähiympäristössä on kolme luonnon- ja maisemansuojellisesti arvokasta kohdetta: Talasjoen suiston ranta-alue, Kohisevanpuron varren kasvillisuusalue sekä Pitkänniemen metsäalue. Lisäksi alueella on yhteensä 9 turvetuotantoaluetta, joiden vedet valuvat laskeutusaltaista Sukevanjärveen. (Puustinen & Pailamo, 2007.)



KUVA 12. Sukevanjärvi sijaitsee aivan Sukevan taajama-alueen tuntumassa (Maanmittauslaitos, 2017).

Vedenlaatutietoja Sukevanjärvestä on kerätty pääosin turvetuotannon velvoitetarkkailuihin liittyen vuodesta 1984. Kokonaisfosforin keskipitoisuus on ollut seurantajaksolla 53 µg/l, kokonaistypen keskipitoisuus 730 µg/l ja klorofylli-a:n keskipitoisuus 22 µg/l. Edellä mainittujen arvojen perusteella Sukevanjärvi luokitellaan ravinnetasoiltaan eutrofiseksi järveksi. Happitilanne alusveden osalta talvikerrostuneisuuden lopussa heikko, minkä vuoksi alusveden fosforipitoisuudet ovat ajoittain nousseet. Vesi on erittäin humuspitoista ja COD<sub>Mn</sub>-arvo on 24 mg/l. Ympäristöhallinnon vedenlaatuaineistoon vuosilta 2000-2003 perustuvassa käyttökelpoisuusluokituksessa Sukevanjärven tila luokiteltiin välttäväksi. (Puustinen & Pailamo, 2007.)

Vesi- ja rantakasvillisuus on Sukevanjärvellä järvityypille yleinen, eikä järvellä tavattu uhanalaisia tai suojeltavia vesitai rantakasveja vuonna 2004 tehdyssä kasvillisuuskartoituksessa. Korkeat ravinnepitoisuudet tarjoavat kasvillisuudelle suotuisat kasvuedellytykset, mutta toisaalta korkea humuspitoisuus saattaa rajoittaa valon määrää,

ja näin ollen myös kasvillisuutta järvessä. Kalakanta on reheville järville tyypillisesti särkivaltainen. Uhanalaisia, silmälläpidettäviä taantuneita lajeja ovat kuikka sekä tiukkaa suojeleuva vaativa liito-orava. Vesiliikenne on vapaa-ajan veneilyyn liittyvää ja tapahtuu soutu- ja perämoottoriveneillä. Virkistyskäyttömuotoja ovat veneilyn lisäksi uinti, kotitarvekalastus ja vähäinen linnustus. (Puustinen & Pailamo, 2007.)

Järven ulkoisen kuormituksen määrää on arvioitu Suomen ympäristökeskuksen VEPS-vesistökuormitusmallin sekä ns. Vollenweiderin kuormitussietorajojen avulla. Maataouden osuus ravinnekuormituksesta on kokonaisfosforin ja kokonaistypen osalta yli puolet. Seuraavaksi merkittävimmät kuormittajat ovat metsätalous ja turvetuotanto. Ulkoinen kuormitus on arvioinnin perusteella liian suurta. Sisäinen kuormitus on lähes viisinkertainen ulkoiseen kuormitukseen verrattuna, ja sen määrä korostuuikin yleensä lyhyen viipymän järvissä. (Puustinen & Pailamo, 2007.)

### *Kunnostushanke*

Vuoden 2002 tammikuussa sukevalaiset järjestöt tekivät kunnostusaloitteen ja vuonna 2004 Pohjois-Savon ympäristökeskus teki hankepäätöksen Sukevanjärven kunnostuksesta. Hankkeen suunnittelu tehtiin ympäristökeskuksen ja Sonkajärven kunnan kanssa yhteistyössä ja suunnittelun aikana kokouksiin ja yleisötilaisuuksiin osallistui edellä mainittujen tahojen lisäksi Ylä-Savon terveydenhuollon kuntayhtymän, Pohjois-Savon metsäkeskuksen, Iisalmen reitin kunnostus -hankkeen, alueen toimijoiden, kuten turvetuottajien, alueen asukkaiden ja osakaskuntien edustajia. (Puustinen & Koutonen, 2007.)

Kunnostuksen tavoitteena oli vähentää valuma-alueelta tulevaa ulkoista ravinnekuormitusta, parantaa järven vedenlaatua, ranta-alueiden virkistyskäyttöarvoa ja virkistyskäyttömahdollisuuksia sekä parantaa vesimaisemaa. Toimenpiteiksi esitettiin ravinnekuormituksen pienentämiseksi laskeutusaltaiden ja kosteikon rakentamista ja virkistyskäyttöarvoa pyrittiin parantamaan ruoppauksilla ja vedenpinnan nostolla. Vedenkorkeutta ehdotettiin nostettavaksi rakentamalla pohjapato järven luusuaan. (Puustinen & Pailamo, 2007.)

Pohjois-Savon ELY-keskuksen vastaanottotarkastuksen pöytäkirjan (2010) mukaan pohjapato rakennettiin ja se valmistui vuoden 2010 talvella.

### *Vedenkorkeus*

Kunnostussuunnitelman mukaan pohjapato nostaa Sukevanjärven keskimääräistä alivedenkorkeutta 0,45 metriä ja keskimääräistä vedenkorkeutta 0,21 metriä vaikuttamatta juuri ylivedenkorkeuksiin (Puustinen & Pailamo, 2007). Sukevanjärven vedenkorkeutta on seurattu vuosina 1987–1998 Tenetinvirrasta ja uudesta vuonna 2005 Hietalahteen asennetusta asteikosta vedenkorkeushavainnoja on kirjattu vuosilta 2005–2015. Taulukossa 15 arvioidaan vedenpinnan nostohankkeen toteutumista ja siihen on kirjattu Hietalahden asteikon lukemat. Tarkastelun ulkopuolelle on jätetty padon rakentamisvuosi 2010 ja alueella poikkeuksellisen vähäisen sademäärän takia vuosi 2006.



TAULUKKO 15. Sukevanjärven vedenkorkeudet ennen nostoa (2005–2009), noston jälkeen (2011–2015) ja niiden muutokset

Vedenkorkeus (N60)	Ennen nostoa	Noston jälkeen	Muutos (m)	Suunniteltu korkeus	Poikkeama suunnitellusta korkeudesta (m)
<b>NW</b>	124,50	124,87	0,37		
<b>MNW</b>	124,57	124,88	0,31	124,87	0,01
<b>MW</b>	124,90	125,03	0,13	125,03	0,00
<b>MHW</b>	125,94	125,73	-0,21	126,08	-0,35
<b>HW</b>	126,39	126,55	0,16		

Alivedenkorkeuden ja keskivedenkorkeuden osalta suunnitelmat ovat toteutuneet erinomaisesti. Alivedenkorkeus on noussut 0,01 m korkeammalle kuin suunniteltiin ja keskivedenkorkeus on ollut noston jälkeen täsmälleen suunnitellulla tasolla. Keskiylivedenkorkeus on laskenut.

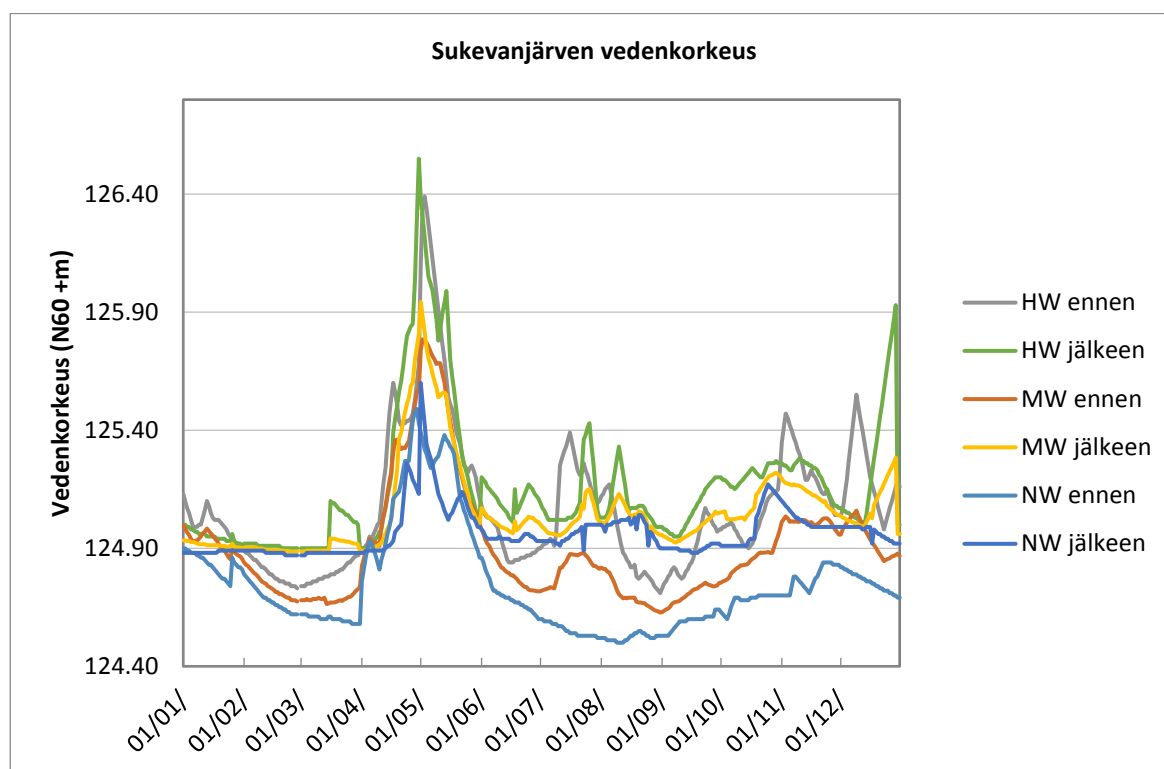
Nostohankkeen vaikutuksia Sukevanjärven vuotuisiin vedenpinnan vaihteluihin arvioidaan taulukossa 16.

TAULUKKO 16. Sukevanjärven vedenkorkeuden vaihtelut

	Ennen nostoa			Noston jälkeen		
	Min	Max	Vaihteluväli (m)	Min	Max	Vaihteluväli (m)
<b>NW</b>	124,50	125,49	0,99	124,87	125,60	0,73
<b>MW</b>	124,63	125,78	1,16	124,89	125,94	1,06
<b>HW</b>	124,71	126,39	1,68	124,90	126,55	1,65

Vedenkorkeuden vaihtelut ovat pienentyneet hieman. Eniten vaikutusta on ollut alivedenkorkeuden vaihteluihin, joka on pienentynyt 0,99 metristä 0,73 metriin. Muiden osalta vaikutus on ollut pienempi, mutta samansuuntainen.

Sukevanjärven kunnostushankkeen toteutumista ja vaikutuksia vedenkorkeuteen ja vedenkorkeuden vaihteluihin havainnollistetaan kuviossa 7.



KUVIO 7. Sukevanjärven vuotuisat vedenkorkeudet

Alivedenkorkeuksien ja keskivedenkorkeuden osalta vedenpinnan nosto onnistui erinomaisesti.

#### *Pinta-ala ja tilavuus*

Sukevanjärven vedenkorkeutta nostettiin 0,21 metriä. Pinta-ala kasvoi 388,86 hehtaarista noin 410 hehtaariin ja tilavuus  $8872,61 \cdot 10^3$  kuutiometrissä noin  $9700 \cdot 10^3$  kuutiometriin. Pinta-alan muutos oli noin 5,4 % ja tilavuuden muutos noin 9,3 %. Liitteessä 1 kuvataan pinta-ala ja tilavuuskäyrät ja niiden ekstrapolointi.

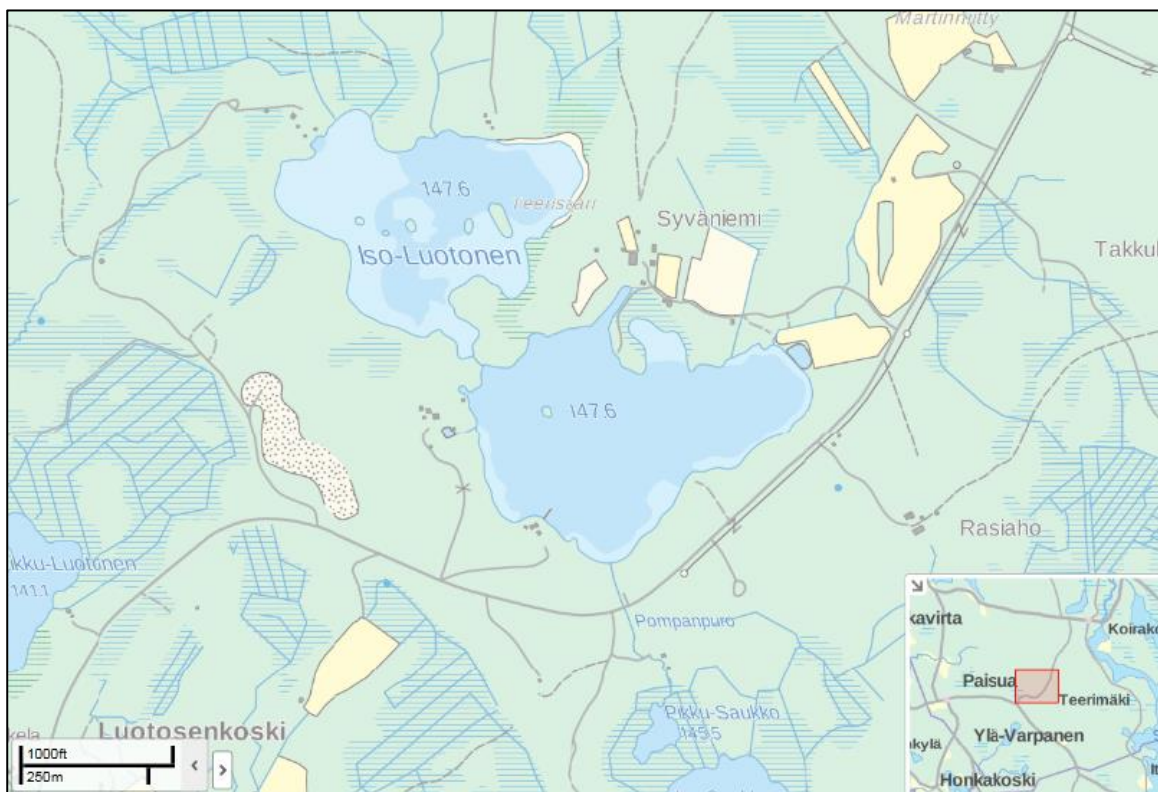
#### *Vedenlaatu*

Sukevanjärven vedenlaatua on havainnointi vuosina 1984–2016 Pihlajaniemen edustalla olevasta Sukevanjärvi 156 -havaintopisteestä. Syvyys pisteessä on 9,0 metriä. Vesinäytteitä on otettu yhteensä 83 kappaletta, ja niiden happi-, pääraavinne- ja klorofylli-a -pitoisuudet on piirretty kaavioihin liitteessä 2.

Kuvaajista voidaan todeta, että vedenpinnan nostoa ennen ja sen jälkeen kuvaajat ovat hyvin samankaltaisia kaikkien tarkasteltavien parametrien osalta. Kesäkerrostuneisuuden happipitoisuus on noston jälkeen ollut päälly- ja alusveden osalta matalampi, mutta laskeva trendi on alkanut jo paljon ennen nostoa. Aineiston perusteella vedenpinnan nosto ei ole vaikuttanut Sukevanjärven vedenlaatuun.

### 3.1.10 Suuri-Luotonen

Suuri-Luotonen (04.589.1.027) sijaitsee Iisalmesta itään Pohjoismäen ja Sälevän kylän alueella Sonkajärven kunnassa. Se kuuluu Varpasjoen valuma-alueeseen (04.589). Järvi jakautuu eteläiseen ja pohjoiseen pääaltaaseen, joita yhdistää kapea salmi (kuva 13). Eteläisen altaan vesipinta-ala on 24 ha ja pohjoisen 22 ha. Kokonaispinta-ala Suuri-Luotosella on näin ollen 46 ha. Järven valuma-alue on 135,99 km<sup>2</sup> ja järvisyys 3,75 %. Lähivaluma-alue on 7,53 km<sup>2</sup> ja sen järvisyys 6,4 %. Järvi on mataloitunut, rehevöitynyt, sekä umpeenkasvava ja sen keskisyvyys on noin metri. Suuri-luotosen maa- ja vesialueet ovat suurimmaksi osaksi yksityisomistuksessa ja alavilla rannoilla on vähäistä mökiasutusta sekä lisäksi etelältaan itäpuolella on viljelyskäytössä olevaa peltoa, muuten järvi on pääosin metsien ja soiden ympäröimä. (Puustinen, 2003.)



KUVA 13. Suuri-Luotonen muodostuu eteläisestä ja pohjoisesta altaasta, joita yhdistää kapea salmi (Maanmittauslaitos, 2017).

Vedenpinnan tasoa on Suuri-Luotosella laskettu aikaisemmin 1800-luvun lopulla ja todennäköisesti myös toisen keran noin 1950-luvulla. Vanhasta rantaviivasta on merkkejä paikoin jopa 100 metrin päässä nykyisestä, ja vedenpinnan voidaan päätellä laskeneen 1-2 metriä. Vedenpinnan laskun yhteydessä kaivettiin uusi uoma Pompanpuroon, jolloin veden kulkusuunta muuttui etelään. Sitä ennen Suuri-Luotonen laski Myllypuroon järven pohjoispuolelle. 1990-luvulla etelältaan eteläosassa sijaitsevaa uimarannan edustaa on ruopattu ja sinne on ajettu hiekkaa. (Puustinen, 2003.) Suuri-Luotosen vesi on ollut ennen kunnostussuunnitelman (Puustinen, 2003) mukaan humuspitoista ja tummaa, ja humuksen määrää entisestään ovat lisänneet lähivaluma-alueella tehdyt avohakkuut ja metsäojitukset. Merkittävimmät ongelmat ovat järven vedenlaadun kannalta talven heikko happitilanne, runsaat typpi- ja fosforipitoisuudet ja sisäisen kuormituksen lisääntyminen. Etelältaan pohjassa vallitsevat hapettomat olosuhteet talviaikana ja pohjoisaltaan happitilanne on välttävä. Lähes puolet järven ulkoisesta ravinnekuormituksesta on peräisin luonnonhuuh-

toumasta ja puolet ovat peräisin yhdessä maa- ja metsätaloudesta. Haja-asutuksen aiheuttama kuormitus on vähäinen. Klorofylli-a -pitoisuus osoittaa järven lievää rehevöitymistä. Eteläaltaan tila on toistaiseksi parempi kuin pohjoisaltaan. (Puustinen, 2003.)

Alueella on tehty Pohjois-Savon ympäristökeskuksen toimesta kasvillisuuskarttoitus kesällä 1998. Suuri-Luotosen ympäristö on kasvillisuudeltaan monimuotoinen, mutta suojeltavia, harvinaisia tai uhanalaisia lajeja ei löytynyt. Rehevöityminen ilmenee umpeenkasvuna ja vesikasvillisuuden lisääntymisenä. Kalastosta on saatu tietoja Pohjoismäen osakaskunnan hoitokunnan puheenjohtajan Heikki Kaarakaiselta ja ranta-alueen asukkailta, joiden mukaan särkikaloja on runsaasti, mutta niiden määrää säätelee elinvoimainen järveen istutettu haukikanta. Saalisahventen koko on suurentunut huomattavasti viime vuosien aikana. Eteläaltaassa kalastus on mahdollista läpi vuoden, kun taas pohjoisaltaassa mataluus ja vesikasvillisuus rajoittavat mahdollisuuksia. Vuonna 1998 tehdyn linnustoselvityksen mukaan järvellä on runsas ja alueen asukkaille metsästysmielessä merkittävä vesilintukanta, mutta umpeenkasvu uhkaa kannan ravinnonhankintaa. Virkistyskäyttömuotoja Suuri-Luotosella ovat soutuveneellä liikkuminen, kotitarvekalastus ja linnustus. Eteläaltaan etelärannalla sijaitsee myös uimaranta. (Puustinen, 2003.)

### *Kunnostushanke*

Aloitteen Suuri-Luotosen kunnostushankkeeseen on tehnyt Pohjoismäen kylätoimikunta ja vuonna 1999 laadittiin alkuperäinen kunnostussuunnitelma, jota on muokattu ja päivitetty vuosina 2002–2003. Hankkeen toteuttavat yhteistyössä Sonkajärven kunta ja Pohjois-Savon ympäristökeskus. (Puustinen, 2003.)

Kunnostussuunnitelmassa (Puustinen, 2003) esitetään kunnostustoimenpiteiksi järven vedenpinnan nostaminen, minkä lisäksi suositellaan ruoppauksia veden vaihtuvuuden, veneilymahdollisuuksien ja vesilintujen elinolosuhteiden parantamiseksi. Uimarannalle ajetaan hiekkaa ja mursketta. Valuma-alueelta tulevaa ravinnekuormitusta pyritään vähentämään ohjeistamalla peltojen ja tilojen omistajia hoitoon liittyvissä asioissa, kuten lannoituksessa ja kynnössä. Vedenpintaa nostetaan rakentamalla pohjapato Pompanpuroon ja ruoppauksia toteutetaan molemmissa altaissa sekä niiden välisessä salmessa. (Puustinen, 2003.)

Tavoitteina on parantaa Suuri-Luotosen yleistä tilaa, käyttökelpoisuutta ja virkistyskäyttömahdollisuuksia. Vedenkorkeuden nostolla parannetaan järven veden laatua, helpotetaan veneilyä ja hillitään vesikasvien leviämistä. Umppeenkasvu hidastuu, ravinnepitoisuudet laskevat ja happitilanne paranee. Myös linnusto ja kalasto hyötyvät kunnostuksesta. (Puustinen, 2003.)

Pohjapato rakennettiin ympäristöhallinnon tietojärjestelmien mukaan vuonna 2006.

### *Vedenkorkeus*

Kunnostussuunnitelmassa on laskettu Suuri-Luotosen alivedenpinnan nousevan 0,33 metriä, keskivedenpinnan 0,19 metriä nykyisistä tasoista. Ylivedenkorkeuksiin pohjapato vaikuttaa vain vähän, ja suunniteltu keskiylivedenkorkeus on 0,02 m aikaisempaa tasoa korkeammalla. (Puustinen, 2003.)

Vedenkorkeuden havaintopiste on järven eteläaltaassa uimaranta-alueella. Se on perustettu Pohjoismaen kylätoimikunnan toimesta (Puustinen, 2003). Vedenkorkeushavaintoja Suuri-Luotoselta on kirjattu ympäristöhallinnon tietojärjestelmiin vuoden 1997 joulukuusta lähtien. Vuosien 2005 ja 2006 havainnot puuttuvat todennäköisesti kunnostushankkeen toteuttamisen vuoksi. Taulukossa 17 esitetään Suuri-Luotosen vedenkorkeudet ennen kunnostusta 1998–2004, kunnostuksen jälkeen 2007–2011 ja suunniteltujen vedenkorkeuksien toteutuminen.

TAULUKKO 17. Suuri-Luotosen vedenkorkeudet ennen nostoa (1998–2004), noston jälkeen (2007–2011) ja niiden muutokset

Vedenkorkeus (N60)	Ennen nostoa	Noston jälkeen	Muutos (m)	Suunniteltu korkeus	Poikkeama suunnitellusta korkeudesta (m)
NW	147,69	148,04	0,35	148,05	-0,01
MNW	147,74	148,07	0,33		
MW	147,88	148,14	0,26	148,06	0,08
MHW	148,26	148,27	0,01	148,29	-0,02
HW	148,41	148,29	-0,12		

Alivedenkorkeutta oli tarkoitus nostaa tasolle +148,05 m ja se nousi 0,35 metriä jääden 0,01 metriä alemmas. Keski vedenkorkeus nousi 0,08 suunniteltua tasoa korkeammalle ja ylivedenkorkeus jäi 0,02 metriä tavoitellusta tasosta. Vedenpinnan nosto on onnistunut suhteellisen hyvin.

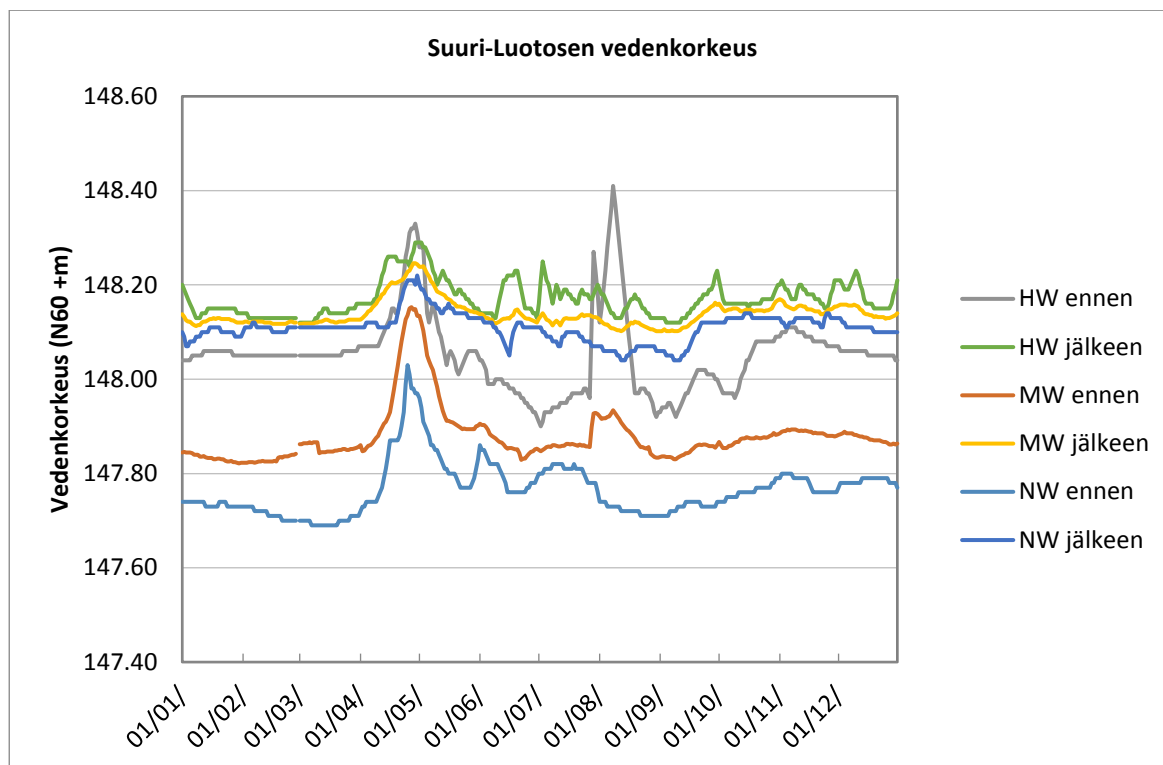
Vedenpinnan nostohankkeen vaikutuksia Suuri-Luotosen vuotuisiin vedenkorkeuden vaihteluihin arvioidaan taulukossa 18.

TAULUKKO 18. Suuri-Luotosen vuotuisat vedenkorkeuden vaihtelut

	Ennen nostoa			Noston jälkeen		
	Min	Max	Vaihteluväli (m)	Min	Max	Vaihteluväli (m)
NW	147,69	148,03	0,34	148,04	148,22	0,18
MW	147,82	148,15	0,33	148,10	148,25	0,14
HW	147,90	148,41	0,51	148,12	148,29	0,17

Taulukosta 18 voidaan todeta, että kaikkien vedenkorkeudeuksien osalta vaihtelut ovat pienentyneet nostohankkeen jälkeen. Eniten on pienentynyt ylivedenkorkeuden vaihteluväli, joka on ennen nostoa ollut 0,51 metriä ja noston jälkeen 0,17 metriä.

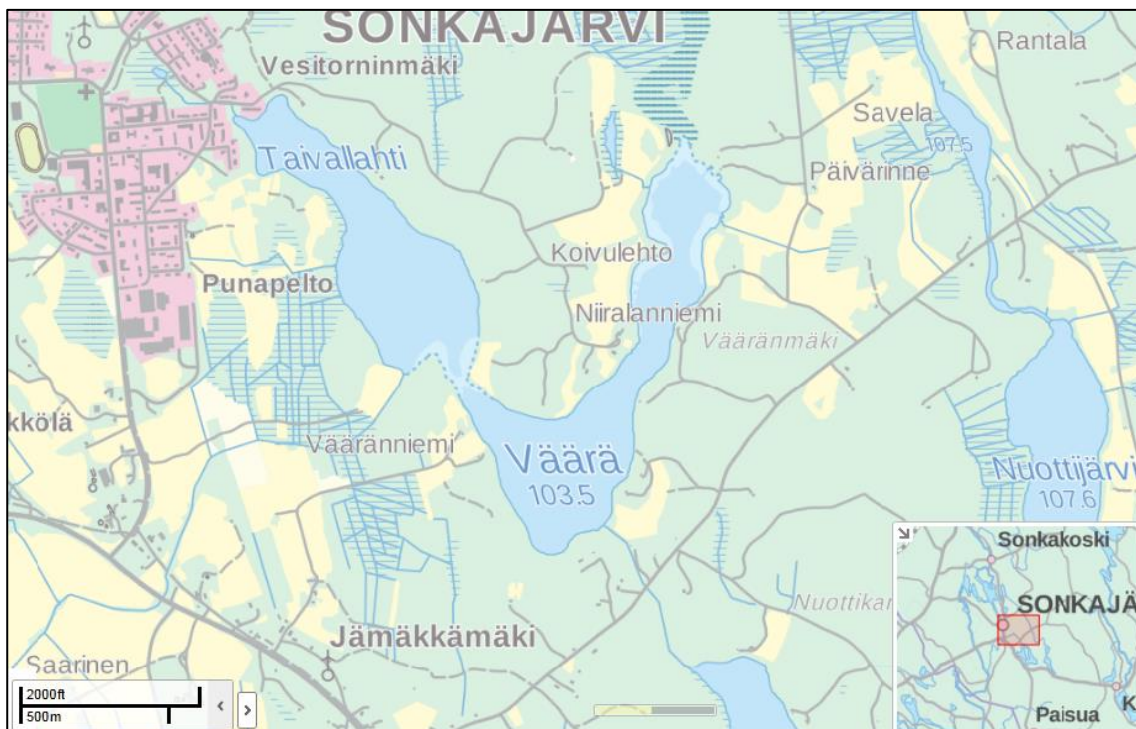
Kuvioon 8 on piirretty Suuri-Luotosen vuotuiset vedenkorkeudet ennen nostohanketta ja sen jälkeen. Kuviolla havainnollistetaan hankkeen vaikutuksia vedenkorkeuksiin ja niiden vaihteluihin.



KUVIO 8. Suuri-Luotosen vuotuiset vedenkorkeudet

### 3.1.11 Väärä

Väärä (04.582.1.015) sijaitsee Sonkajärven kirkonkylän tuntumassa heti sen itäpuolella (kuva 14). Se kuuluu Matkusjoen alaosan vesistöalueeseen (04.582). Järvi on pinta-alaltaan 0,72 km<sup>2</sup>, sen valuma alue on 14 km<sup>2</sup> ja järvisyys 20,5 %. Sen suurin syvyys on 7,7 metriä ja keskisyvyys 1,2 metriä. Järveä on laskettu aikaisemmin 1960-luvulla, siihen on purettu meijerin jätevesiä aikoinaan sekä taajaman jätevesiä vielä 1970-luvun alkupuolelle saakka, minkä seurauksena järvi on rehevöitynyt. Nykyisin järveen tuleva kuormitus on peräisin suurilta osin maataloudesta ja haja- sekä loma-asutuksesta. Ranta-alueet ovat pääosin yksityisomistuksessa. (Tiihonen, 1996.)



KUVA 14. Väärä sijaitsee Sonkajärven kirkonkylän läheisyydessä (Maanmittauslaitos, 2017).

Vedenlaatua Väärässä on arvioitu ennen kunnostusta Vääräjärven kunnostussuunnitelman (Tiihonen, 1996) liitteenä olevassa vedenlaaturaportissa, jonka on tehnyt Taina Hammar. Väärä esitetään suhteellisen kirkasvetisenä järvenä, jonka rehevyytasoissa on kohtalaisen suuria alueellisia eroja. Järven syvännealueilla esiintyy lievää rehevöityneisyyttä ilmentävät pääravinnepitoisuudet. Suurimpana ongelmana ovat kerrostuneisuuskausien heikot happitilanteet ja siitä seuraava sisäinen kuormitus. Järven itäisen haaran rehevyytaso on alhaisempi kuin läntisen haaran, jonka tila on kuitenkin erityisesti Taivallahdelta kohentunut selkeästi.

Vääräjärven vesikasvikartoituksesta (Punju ym, 1996) selviää, että järven mataluudesta johtuen vesikasvit ovat vallanneet suuren osan koko vesialueesta syvännekohtia lukuunottamatta. Kasvillisuuden tyyppi osoittaa järven vedenlaadun olevan rehevää. Järven monipuolisessa kasvilajistossa ei tavattu harvinaisia lajeja, mutta rauhoitettua suomenlumpeen punakukkaista muotoa esiintyi koko järvessä. Kalastusta harrastetaan järvellä vuosittain 40-45 ruokakunnan toimesta, ja linnustusta alueella harrastaa noin 50 metsästäjää (Tiihonen, 1996).

### *Kunnostushanke*

Vuonna 1988 Sonkajärven kunta teki ympäristöministeriölle aloitteen Väärän sankan kasvillisuuden, erityisesti vesiruton, poistamiseksi. Kunta lähetti samalla asian tiedoksi Kuopion vesi- ja ympäristöpiirille, ja varsinainen kunnostusaloite tehtiin kunnan toimesta vuonna 1992, minkä jälkeen kunta sekä Kuopion vesi- ja ympäristöpiiri alkoivat suunnitella Väärän kunnostusta yhteistoimin. (Tiihonen, 1996.)

Kunnostussuunnitelmassa (Tiihonen, 1996) esitetään kunnostustoimenpiteeksi järven vedenpinnan nostaminen rakentamalla uusi pohjapato, minkä lisäksi tehdään ruoppauksia, venevalkama ja pyritään vähentämään lähivaluma-alueen hajakuormitusta. Tavoitteiksi Tiihonen mainitsee Väärän yleisen tilan ja käyttökelpoisuuden parantamisen. Yleisen tilan parantuminen näkyy vedenlaadussa ravinnepitoisuuksien laskiessa ja happitilanteen parantuessa. Virkistyskäyttöarvo paranee kasvillisuuden vähentämisen seurauksena.

Pohjapato valmistui Väärän luusuaan vuonna 2000.

### *Vedenkorkeus*

Uusi pohjapato nostaa kunnostussuunnitelman (Tiihonen, 1996) laskelmien mukaan keskivedenkorkeutta noin 0,1 m, alivedenkorkeutta noin 0,2 m ja ylivedenkorkedat laskevat hieman. Taulukossa 19 esitetään Väärän vedenkorkeudet ennen nostohanketta vuosina 1993–1999, nostohankkeen jälkeen vuosina 2001–2005 ja niitä verrataan suunnitelmassa ilmoitettuihin tuleviin vedenkorkeuksiin. Vedenkorkeushavainnoista löytyi vuoden 1995 heinäkuulta selittämättömiä piikkejä, joiden mukaan vedenkorkeus olisi ollut noin puoli metriä ympäröiviä päivämääriä alempana. Arvot on tulkittu mittaus- tai kirjausvirheiksi ja jätetty pois tarkastelusta. Piikit olisivat vaikuttaneet alivedenkorkeuksien arvoihin alentavasti.

TAULUKKO 19. Väärän vedenkorkeudet ennen nostoa (1993–1999), noston jälkeen (2001–2005) ja niiden muutokset

<b>Vedenkorkeus (N60)</b>	<b>Ennen nostoa</b>	<b>Noston jälkeen</b>	<b>Muutos (m)</b>	<b>Suunniteltu korkeus</b>	<b>Poikkeama suunnitelmasta korkeudesta (m)</b>
<b>NW</b>	103,54	103,75	0,21	103,80	-0,05
<b>MNW</b>	103,62	103,79	0,17		
<b>MW</b>	103,74	103,84	0,10	103,84	0,00
<b>MHW</b>	103,94	103,93	-0,01	103,90	0,03
<b>HW</b>	104,01	103,97	-0,04	103,95	0,02

Taulukosta 19 voidaan todeta, että nostohankkeessa on päästy hyvin lähelle tavoiteltuja korkeustasoja. Alivedenkorkeus nousi 0,21 metriä, jääden 0,05 m tavoitellun korkeustason alle. Keskivedenkorkeus on suunnitellulla tasolla, ja ylivedenkorkeudet laskivat hieman, ja ne ovat olleet jälkihavaintojaksolla muutaman sentin suunniteltuja tasoja korkeammalla. Kaiken kaikkiaan vedenpinnan nosto onnistui hyvin suunnitelmien mukaisesti.



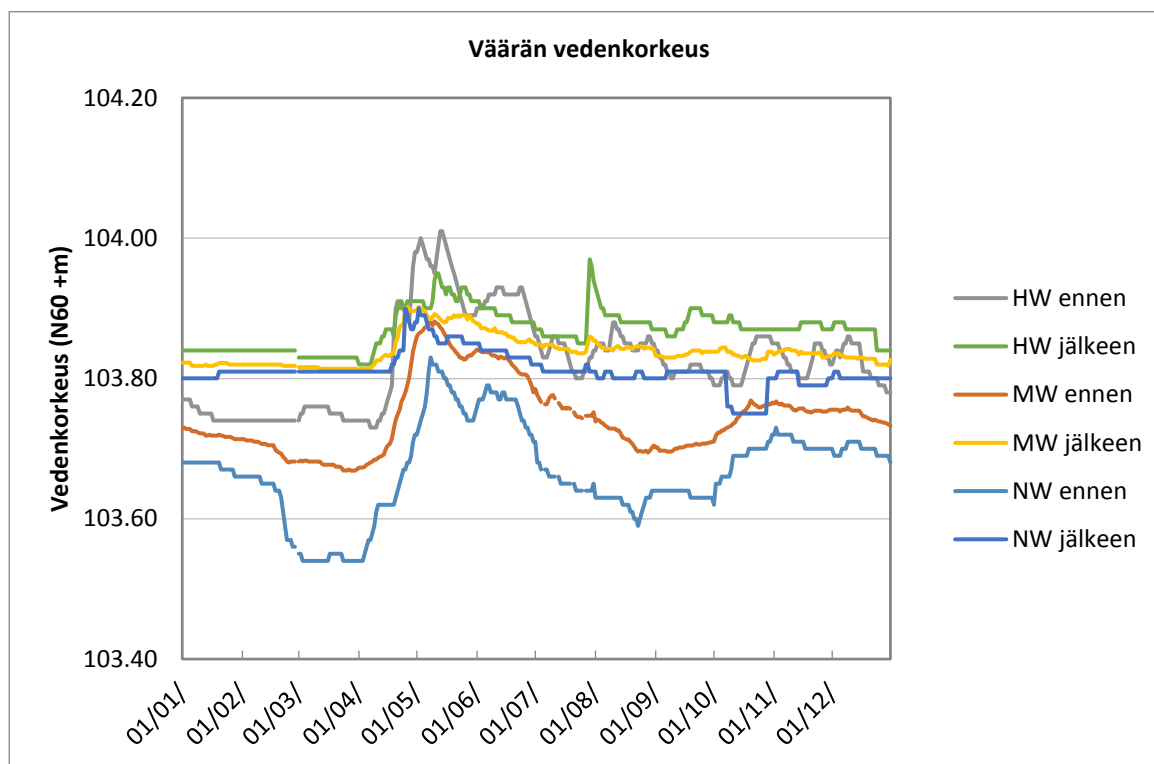
Taulukossa 20 havainnollistetaan pohjapadon vaikutuksia vuotuisiin vedenkorkeuden vaihteluihin.

TAULUKKO 20. Väärän vedenkorkeuden vaihtelut

	Ennen nostoa			Noston jälkeen		
	Min	Max	Vaihteluväli (m)	Min	Max	Vaihteluväli (m)
<b>NW</b>	103,54	103,83	0,29	103,75	103,90	0,15
<b>MW</b>	103,67	103,88	0,21	103,81	103,90	0,09
<b>HW</b>	103,73	104,01	0,28	103,82	103,97	0,15

Ennen vedenpinnan nostoa vedenkorkeus on vaihdellut aliveden osalta 0,29 metriä, keskiveden osalta 0,21 metriä ja ylivedenkorkeuden vaihteluväli on ollut keskimäärin 0,28 metriä. Kaikki ovat pienentyneet noin puoleen entisestä.

Väärän kunnostushankkeen vaikutuksia vedenkorkeuksiin ja niiden vaihteluihin havainnollistetaan kuviossa 9.



KUVIO 9. Väärän vuotuisat vedenkorkeudet

#### *Pinta-ala ja tilavuus*

Väärän pinta-ala oli ennen vedenpinnan nostoa 72,75 ha ja tilavuus  $901,47 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ . Keskivedenkorkeus nousi 0,10 metriä, jolloin pinta-ala kasvoi noin 78 hehtaariin ja tilavuus noin  $930 \cdot 10^3$  kuutiometriin. Kasvua oli pinta-alan osalta noin 7,2 % ja tilavuuden osalta noin 3,2 %. Väärän uuden pinta-alan ja tilavuuden ekstrapolointi esitetään liitteessä 1.

## 3.1.12 Muut kohteet

Muita tarkasteltavia kohteita olivat lisäksi Iso-Ahmo (04.516.1.003), Pikku-Ahmo (04.516.1.002), Pieni-Juminen (04.635.1.004) ja Suuri-Juminen (04.635.1.005). Kohteista tarkastellaan ainoastaan vedenpinnan noston vaikutuksia vedenkorkeuksiin. Tarkastelu on suppeampi aineiston saatavuuden, laadun ja aikataulun vuoksi.

Iso-Ahmoa ja Pikku-Ahmoa nostettiin vuonna 1995. Järvien vedenkorkeudet ja niiden muutokset on kirjattu taulukoihin 21 ja 22.

TAULUKKO 21. Iso-Ahmon vedenkorkeudet (1988–1994), noston jälkeen (1996–1998) ja niiden muutokset

Vedenkorkeus (N43)	Ennen nostoa	Noston jälkeen	Muutos (m)	Suunniteltu korkeus	Poikkeama suunnitellusta korkeudesta (m)
<b>NW</b>	87,11	87,24	0,13	87,39	-0,15
<b>MNW</b>	87,21	87,27	0,06		
<b>MW</b>	87,35	87,37	0,02		
<b>MHW</b>	87,74	87,68	-0,06		
<b>HW</b>	87,88	87,85	-0,03		

Iso-Ahmon alivedenkorkeus jäi 0,15 metriä suunnitellun korkeustason alapuolelle.

TAULUKKO 22. Pikku-Ahmon vedenkorkeudet ennen nostoa (1990–1994), noston jälkeen (1996–1999) ja niiden muutokset

Vedenkorkeus (N43)	Ennen nostoa	Noston jälkeen	Muutos (m)	Suunniteltu korkeus	Poikkeama suunnitellusta korkeudesta (m)
<b>NW</b>	86,77	87,06	0,29	87,20	-0,14
<b>MNW</b>	86,88	87,08	0,20		
<b>MW</b>	87,04	87,17	0,13		
<b>MHW</b>	87,38	87,48	0,10		
<b>HW</b>	87,60	87,68	0,08		

Pikku-Ahmon alivedenkorkeus jäi 0,14 metriä suunnitellun korkeustason alapuolelle.

Pieni- ja Suuri-Jumista nostettiin vuonna 2003. Järvien vedenkorkeudet ja niiden muutokset on kirjattu taulukoihin 23 ja 24.

TAULUKKO 23. Pieni-Jumisen vedenkorkeudet ennen nostoa (1997–2002), noston jälkeen (2004–2008) ja niiden muutokset

Vedenkorkeus (N60)	Ennen nostoa	Noston jälkeen	Muutos (m)	Suunniteltu korkeus	Poikkeama suunnitellusta korkeudesta (m)
NW	97,40	97,67	0,27	97,61	0,06
MNW	97,45	97,78	0,33		
MW	97,71	97,96	0,25	97,67	0,29
MHW	98,72	98,42	-0,30		
HW	99,01	98,67	-0,34	98,75	-0,08

TAULUKKO 24. Suuri-Jumisen vedenkorkeudet ennen nostoa (1998–2004), noston jälkeen (2007–2011) ja niiden muutokset

Vedenkorkeus (N60)	Ennen nostoa	Noston jälkeen	Muutos (m)	Suunniteltu korkeus	Poikkeama suunnitellusta korkeudesta (m)
NW	97,97	98,19	0,22	98,10	0,09
MNW	98,00	98,23	0,23		
MW	98,19	98,35	0,16	98,17	0,18
MHW	99,04	98,74	-0,30		
HW	99,33	98,87	-0,46	99,04	-0,17

Pieni-Jumisen alivedenkorkeudet ja keskivedenkorkeus nousivat ja ylivedenkorkeudet laskivat. Alivedenkorkeus nousi 0,06 metriä suunniteltua korkeustasoa korkeammalle. Keskivedenkorkeus nousi taas 0,29 metriä suunniteltua korkeammalle. Ylivedenkorkeus laski 0,34 metriä, päätyen 0,08 metriä suunniteltua tasoa alemmas. Huomionarvoista on, että Pieni-Jumisen keskivedenkorkeus on ennen nostoa ollut korkeammalla, kuin suunniteltu uusi korkeus. Herttatietojärjestelmässä Pieni-Jumisen vedenpinnan nostohankkeen hanketiedoissa ennen nostoa -korkeudeksi on ilmoitettu +97,65 m, mikä on laskettu todennäköisesti eri otannasta kuin yllä olevassa taulukossa.

Suuri-Jumisen alivedenkorkeus nouse 0,22 metriä ja se päättyi 0,09 metriä korkeammalle, kuin suunniteltiin. Keskivedenkorkeus nousu 0,18 suunnitelmia korkeammalle ja ylivedenkorkeus jäi 0,17 metriä suunnitellun tason alle.

## 4 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli arvioida 15 järven osalta vedenpinnan nostohankkeen toteutumista. Tässä kappaleessa edellä saadut tulokset kootaan yhteen ja tulosten perusteella nostohankkeiden suunnittelua ja arviointia pyritään kehittämään. Lisäksi pohditaan myös muita mahdollisia mittareita vedenpinnan nostohankkeiden toteutumisen arviointiin.

### 4.1 Tulosten yhteenveto

Järven vedenpinnan noston vaikutuksia vedenkorkeuksiin arvioitiin vertaamalla hankesuunnitelmissa mainittuja ja laskettuja vedenkorkeuksia hankkeen jälkeisiin vedenkorkeushavaintoihin. Suunnitelmien toteutuminen ilmoitettiin metrimääräisen poikkeaman avulla. Suunnitelmien ja jälkihavaintojakson väliset poikkeamat on kirjattu yhteenvedoksi taulukkoon 25. Miinusmerkkiset arvot punaisella taustalla tarkoittavat, että vedenkorkeus on jäänyt suunnittelun korkeuden alapuolelle. Sinisellä taustalla olevat arvot puolestaan tarkoittavat, että vedenkorkeus on noussut suunniteltuja tasoja korkeammalle.

TAULUKKO 25. Vedenkorkeuksien poikkeamat suunnitelluista korkeuksista metreinä

	NW	MNW	MW	MHW	HW
<b>Ala-Varpanen</b>	-0,18		-0,08		-0,15
<b>Hernejärvi</b>	-0,13	-0,15	-0,21	-1,34	-1,36
<b>Hetejärvi</b>	0,11		0,13	0,04	
<b>Iso-Ahmo</b>	-0,15				
<b>Kangaslampi</b>	-0,33		-0,06		-0,07
<b>Keyritty</b>	-0,04		-0,06		-0,32
<b>Luupuvesi</b>		-0,26			
<b>Osmanginjärvi</b>	0,06	0,09	-0,06	-0,58	-0,98
<b>Pieni-Juminen</b>	0,06		0,29		-0,08
<b>Pikku-Ahmo</b>	-0,14				
<b>Ruokojärvi</b>	0,28	0,01	0,04	-0,08	-0,24
<b>Sukevanjärvi</b>		0,01	0	-0,35	
<b>Suuri-Juminen</b>	0,09		0,18		-0,17
<b>Suuri-Luotonen</b>	0,01		-0,08	0,02	
<b>Väärä</b>	-0,05		0	0,03	0,02
<b>KESKIARVO</b>	<b>-0,03</b>	<b>-0,06</b>	<b>0,01</b>	<b>-0,32</b>	<b>-0,37</b>

Yhteenvetotaulukosta voidaan todeta, että vedenkorkeudet ovat jääneet useammin vajaiksi kuin olisivat nousseet liikaa. Vedenpinnan nosto on jäänyt 27 kertaa suunniteltua vähäisemmäksi kaikkien vedenkorkeuksien osalta, kun taas 17 kertaa vedenpinta on noussut suunniteltua korkeammalle. Kaksi kertaa on päästy täsmälleen suunniteltuun vedenkorkeuteen. Keskiarvoisesti poikkeamaa on ollut alivedenkorkeuksissa -0,03 metriä, keskialivedenkorkeuksissa -0,06 metriä ja keskivedenkorkeuden osalta poikkeamaa on ollut 0,01 metriä.

Useimmiten vedenpinnan nostohankkeilla pyrittiin vaikuttamaan aliveden- ja keskivedenkorkeuksiin. Ne ovat päätyneetkin usein verrattaen lähelle suunniteltuja korkeustasoja ja poikkeamat ovat harvoin suuria. Esimerkiksi yli 0,3 metrin poikkeama alivedenkorkeuksilla on vain Kangaslammella. Alivedenkorkeudet ovat jääneet suunniteltua tasoa

alemmas yhdeksän kertaa, ja päätyneet suunniteltua korkeammalle yhtä monesti. Keskivedenkorkeus on jäänyt suunniteltuja korkeuksia alemmas 6 kertaa ja noussut korkeammalle 4 kertaa. Kaksi kertaa poikkeama on ollut nolla. Poikkeamat ovat keskivedenkorkeuden osalta yleensä suhteellisen pieniä.

Taulukon mukaan ylivedenkorkeudet ovat laskeneet pääsääntöisesti lähes kaikkien kohteiden osalta. Suurimmat erot ylivedenkorkeuksissa ennen- ja jälkeen-havaintojaksolla ovat olleet jopa metrin luokkaa esimerkiksi Osmanginjärvellä ja Hernejärvellä. Erot selittyvät eri vuosien välisellä vaihtelulla. Tulvatilanteissa vaihtelut korostuvat, ja esimerkiksi Osmanginjärven ennen nostoa -havaintojaksolle sijoittuu 1980-luvun tulvat, joiden toistuvuus on harvemmin kuin kerran 30 vuodessa. Havaintojaksot eivät ole vertailukelpoisia ylivedenkorkeuksien muutosten arviointiin.

Pohjapadoilla oli vaikutuksia vedenkorkeuden vuotuisiin vaihteluihin. Taulukkoon 26 on kirjattu ali-, keski- ja ylivedenkorkeuksien vaihteluiden muutos metreinä. Negatiivinen arvo tarkoittaa, että vedenkorkeuden vaihtelu on pienentynyt verrattaessa nostoa edeltävää tilaa sen jälkeiseen tilaan. Positiivinen arvo tarkoittaa, että vaihtelu on kasvanut.

TAULUKKO 26. Vedenpinnan noston vaikutukset vedenkorkeuden vaihteluihin

	NW	MW	HW
<b>Hernejärvi</b>	-0,80	-0,73	-1,32
<b>Hetejärvi</b>	-0,50	-0,50	-0,52
<b>Keyritty</b>	-0,44	-0,25	-0,35
<b>Luupuvesi</b>	0,18	-0,04	-0,28
<b>Osmanginjärvi</b>	0,08	-0,32	-1,02
<b>Ruokojärvi</b>	0,13	0,20	0,06
<b>Sukevanjärvi</b>	-0,26	-0,10	-0,03
<b>Suuri-Luotonen</b>	-0,16	-0,19	-0,34
<b>Väärä</b>	-0,14	-0,12	-0,13

Taulukosta 26 huomataan, että pääsääntöisesti vedenkorkeuden vaihtelut ovat pienentyneet. Vain Ruokojärven osalta kaikkien vedenkorkeuksien vaihtelu on suurentunut. Suurimmat muutokset ovat ylivedenkorkeuksissa, joissa Hernejärven ja Osmanginjärven kohdalla ylivedenkorkeuden vaihteluvälit ovat pienentyneet jopa yli metrillä.

Vedenpinnan nostohankkeiden vaikutukset järvien pinta-aloihin ja tilavuuksiin arvioitiin ekstrapoloimalla pinta-ala- ja tilavuuskäyriä. Prosentuaaliset muutokset on koottu yhteen taulukossa 27.

TAULUKKO 27. Vedenpinnan nostohankkeiden vaikutukset järvien pinta-aloihin ja tilavuuksiin

	Pinta-ala (%)	Tilavuus (%)
<b>Hernejärvi</b>	-2,9	-2,2
<b>Kangaslampi</b>	6,0	7,6
<b>Keyritty</b>	1,1	1,9
<b>Luupuvesi</b>	27,8	16,2
<b>Osmanginjärvi</b>	7,8	14,3
<b>Ruokojärvi</b>	7,7	5,0
<b>Sukevanjärvi</b>	5,4	9,3
<b>Väärä</b>	7,2	3,2

Taulukosta 27 voidaan osoittaa, että muutokset joissain järvissä ovat merkittäviä. Esimerkiksi Luupuveden tilavuus kasvoi jopa 16,2 % ja Osmanginjärven 14,3 %. Tilavuuden kasvu vaikuttaa muun muassa järven viipymään ja tilavuuden kasvaessa myös haitta-ainepitoisuuksien tulisi pienentyä. Happivarastojen tulisi puolestaan kasvaa. Pinta-alan muutoksissa voi koitua ongelmia maanomistajien kanssa, mikäli noston määrä ja siitä seuraava pinta-alan muutos poikkeaa suunnitelmista ja sopimuksista.

Vedenpinnan noston vaikutuksia vedenlaatuun pyrittiin selvittämään piirtämällä eri vedenlaadun parametreista kuvaajia, joista etsittiin pohjapadon rakentamiseen ajoittuvia muutoksia. Tarkastelun perusteella mitään muutoksia tai trendejä ei voitu suoraan selittää vedenpinnan nostolla, vaan ne johtuvat todennäköisesti valuma-alueen maankäytön ja kuormituksen muutoksista. Lisäksi järvissä toteutettiin kunnostuksien yhteydessä myös muita kunnostustoimenpiteitä, kuten ruoppauksia ja vesikasvillisuuden poistoa, joilla voi olla vaikutuksia vedenlaatuun. Monissa hankesuunnitelmissa mainittiin, että järven vedenpinnan nostoa seuraava tilavuuden kasvu lisää järven happivarastoja. Happipitoisuuksien kasvua ei voitu osoittaa aineistossa yhdenkään kohteen osalta selkeästi, vaan usein nostoa edeltävä trendi jatkui myös noston jälkeen.

Tarkastelun perusteella voidaan todeta, että vedenpinnan nostolla on saatu vedenkorkeuksiin ja niiden vaihteluihin, järvien pinta-aloihin sekä tilavuuksiin huomattavia pysyviä muutoksia. Vedenlaatuun vedenpinnan nosto ei ole vaikuttanut tämän aineiston perusteella. Hankesuunnitelmissa lasketut uudet vedenkorkeudet ja niiden perusteella mitoitetut pohjapadot nostivat aliveden- ja keskivedenkorkeudet usein lähelle suunnitelmien mukaisia tasoja.

Mahdollisia virheitä tuloksiin saattaa aiheutua joidenkin kohteiden osalta etenkin havaintojaksojen suppeudesta ja siitä, etteivät ne ole täysin vertailukelpoisia. Esimerkiksi Ala-Varpasen jälkihavaintojakson havainnoista tietojärjestelmiin on päätyntä vain yhden vuoden vedenkorkeushavainnot, ja Osmanginjärven ennen nostoa havaintoihin on laskettu mukaan 1980-luvun tulvavuodet, joiden toistuvuus on harvemmin kuin kerran 30 vuodessa. Suppeissa havaintojaksoissa korostuu vuoden paikallisen sadannan ja haihdunnan merkitys, ja mikäli ne ovat olleet alueella merkittävästi keskiarvosta poikkeavia tulokset vääristyvät enemmän. Lisäksi hankesuunnitelmien kohteille asettamien tavoitekorkeustasojen tulkinta ja suunnitelmissa epämääräisesti selvitetty korkeustasot voivat aiheuttaa pieniä virheitä tuloksiin. Joissain tapauksissa keskiali- ja keskiylivedenkorkeudet menivät sekaisin ali- ja ylivedenkorkeuksien kanssa. Uusien pinta-alojen ja tilavuuksien määrittäminen tehtiin silmämääräisesti ekstrapoloimalla kuvaajia, joten tulokset ovat arvioita. Tarkempi kuva saataisiin esimerkiksi kohteiden korkeuskäyrien paremman tarkastelun tai laserkeilausaineiston avulla. Vedenlaadun osalta aineiston suppeus on eniten tarkastelua rajoittava tekijä. Kaiken kaikkiaan tuloksia voidaan pitää kuitenkin hyvinkin suuntaa-antavina, etenkin vedenkorkeuden osalta.

Pohjapatojen mitoitus on tehty useimmiten Polenin kaavalla, jolla on laskettu pohjapadon purkautuminen eri vedenkorkeuksilla. Useimmissa kohteissa virtaamamittauksiin perustuvia purkautumiskäyriä ei ole ollut saatavilla suunnittelun pohjaksi. Puutteellisten lähtötietojen vuoksi varsinaisia järven vesitaseeseen perustuvia laskelmia tulevista vedenkorkeuksista ei ole voitu tehdä, joten ne on arvioitu purkautumiskäyrän persuteella nomogrammeista saatavien keski-, yli- ja alivirtaamien mukaan. Suunnittelun laatua voisikin parantaa ja sitä kautta padon vaikutuksia tarkentaa määrittämällä järville virtaamamittauksiin perustuvat purkautumiskäyrät todellisten lähtövirtaamien määrittämiseksi. Tällöin tulevat vedenkorkeudet olisi mahdollista laskea myös järven vesitaseyhtälön perusteella. Purkautumiskäyrät tulisi määrittää myös nostohankkeen jälkeen, jolloin niitä voisi verrata vedenpinnan nostoa edeltävään tilanteeseen ja sitä kautta voisi myös arvioida hankkeen toteutumista. Myös erilaisia mallinnusohjelmia voisi käyttää suunnittelun

tukena. Esimerkiksi HEC-RAS -virtausmalliohjelmistolla voi määrittää purkautumiskäyriä, minkä lisäksi sillä voidaan mallintaa myös virtausta avouomassa.

## 4.2 Pohdinta

Kunnostushankkeiden toteutumista olisi helpompi arvioida, jos jälkiseurannat olisi suunniteltu ja suoritettu paremmin ja johdonmukaisemmin tätä tarkoitusta varten. Työn tekemisessä tehtyjen huomioiden perusteella kunnostushankkeiden jälkiseurantoja tulisi kehittää ja niihin tulisi panostaa enemmän, mikäli kunnostushankkeiden toteutumisesta halutaan tarkkaa tietoa. Jälkiseurantaa olisi parempi suorittaa kattavasti yhden tai muutaman kohteen osalta, kuin tehdä hajanaista seurantaa useasta kohteesta. Resursseja voisikin suunnata tärkeimpien kunnostuskohteiden seurantaan ja jättää vähemmän merkittävät järvet vähemmälle tarkkailulle. Etenkin vedenlaatuanalyysijä tulisi tehdä huomattavasti säännöllisemmin ja järjestelmällisemmin. Myös kunnostussuunnitelmissa hankkeille tulisi asettaa täsmällisempiä tavoitteita, jotta hankkeiden toteutumista olisi mahdollista arvioida paremmin.

Lisäksi aihetta voisi laajentaa ottamalla tarkasteluun lähivaluma-alueiden ja valuma-alueiden maankäytössä tapahtuneet ja sitä kautta järvien ulkoiseen kuormitukseen vaikuttavat muutokset. Muita mittareita vedenpinnan nostohankkeiden tai kunnostushankkeen vaikutuksien tarkasteluun voisivat olla alueen asukkailta ja alueella liikkuvilta tehtävät kyselyt virkistyskäyttömahdollisuuksista ja niiden kehittymisestä hankkeen jälkeen, kalasto- ja linnustokartoitukset mahdollisen kalaston ja linnuston muutosten arviointiin ja kasvillisuuskartoitukset ennen hanketta sekä sen jälkeen. Tarkastelussa olisi voinut ottaa mukaan myös kontrollijärviä samoilta alueilta kunnostettavien järvien kanssa ja vertailla mahdollisia muutoksia niiden vedenlaadussa ja -korkeuksissa samoilla ajanjaksoilla. Tämä vähentäisi luonnollisen vaihtelun merkitystä ja vaikutusta tuloksissa.

Järven vedenpinnan nosto kunnostusmenetelmänä soveltuu hyvin kohteisiin, joissa virkistyskäyttöarvon lisääminen on kunnostuksen päätavoite. Vedenkorkeuden vaihteluiden pienentämiseen pohjapato soveltuu myös hyvin. Työn tulokset eivät tukeneet teoriaa, jonka mukaan vedenpinnan nosto vaikuttaa suotuisasti myös vedenlaatuun ja happivarastoihin. Tämän vuoksi vedenpinnan nosto ei ole tarkoituksenmukainen kunnostusmenetelmä kohteisiin, joissa pyritään parantamaan vedenlaatua. Se saattaa tehostaa muiden kunnostustoimenpiteiden vaikutuksia, mutta itsessään vedenpinnan nostoa ei kannata toteuttaa, ellei virkistyskäyttöarvon parantaminen ole kunnostuksen lähtökohta.

Lupaprosessi on raskas ja siinä voisi olla kehittämisen varaa. Esimerkiksi hankkeissa, joissa pyritään takaamaan riittävä alivedenkorkeus ja joissa keskivedenkorkeus nousee vain muutamia senttejä, lupaviranomainen voi vaatia kartoittamaan hankkeen aiheuttamat mahdolliset haitat kiinteistökohtaisesti. Lupaprosessien raskaus luultavasti vähentää järvikunnostusten tekemistä yleisellä tasolla, mutta toisaalta se myös valvoo tehokkaasti kunnostuksia. Kohteissa, joissa vedenpintaa on aikaisemmin laskettu, voisi mahdollisesti käyttää termiä vedenpinnan ennallistaminen tai palauttaminen luonnontilaiseen tai aiempaan tasoon.

Työn aiheena oli järvien vedenpinnan nostohankkeiden vaikutusten arviointi vedenkorkeuksiin ja vedenlaatuun. Useimmissa kohteissa järven vedenpinnan nosto oli vain yksi osa kunnostushanketta, minkä lisäksi kunnostuksiin kuului myös muita kunnostustoimenpiteitä, kuten esimerkiksi pohjan ruoppausta, vesikasvillisuuden poistoa ja valuma-alueilta tulevan kuormitusten vähentämistä. Parhaiten vedenpinnan nostoa järven kunnostustoimenpiteenä voitaisiin arvioida tapauksissa, joissa vedenpinnan nosto olisi ainut kunnostustoimenpide.

## LÄHTEET

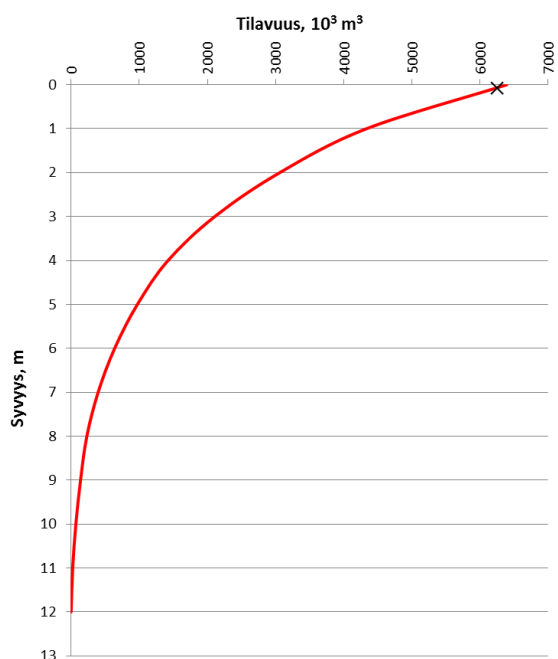
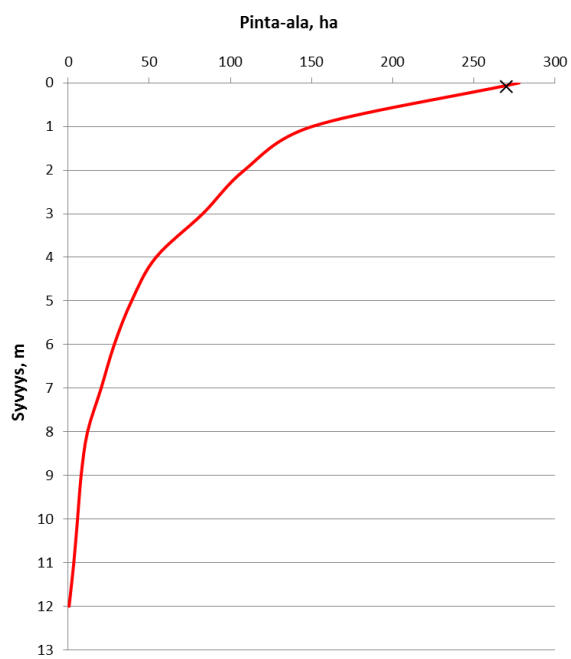
- Bilker-Koivula, M. & Ollikainen, M. (2009). *Suomen geoidimallit ja niiden käyttäminen korkeuden muunnoksissa*. Geodeettinen laitos.
- Heikkinen, A. Könönen, E. Turunen, S. & Katajamäki, S. (2010). *Keyritynjärven kunnostus*. Pohjois-Savon ympäristökeskus.
- Hyyppä, A. & Voutilainen, V. (1999). *Osmanginjärven kunnostus*. Pohjois-Savon ympäristökeskus.
- Iisalmen kaupunki. (1993). *Hernejärven hajakuormitus selvitys*.
- Ilmatieteenlaitos. (18. 4 2017). *Lämpötila- ja sademääräkartat 2010*. Noudettu osoitteesta <http://ilmatieteenlaitos.fi/vuosi-2010>
- Itä-Suomen vesioikeus. (13. 3 1992). Päätös nro 11/92/2. Kuopio.
- Itä-Suomen ympäristölupavirasto. (2000). *Päätös Nro 15/00/2*.
- Könönen, E. (2003). *Hetejärven kunnostussuunnitelma*.
- Kuusisto, E. (1986). Järvet ja itämeri. Teoksessa S. Mustonen, *Sovellettu hydrologia*. Mänttä: Vesiyhdistys r.y., s. 261–266.
- Laakso, M. (2003). *Kangaslammen kunnostussuunnitelma*. Iisalmi: Pohjois-Savon ympäristökeskus.
- Lakso, E. (1990). Vesipinnan nosto. Teoksessa V. Ilmavirta, *Järvien kunnostuksen ja hoidon perusteet*. Helsinki: Yliopistopaino, 362–367.
- Lakso, E. (2005). Järven vedenpinnan nosto. Teoksessa T. Ulvi & E. Lakso, *Järvien kunnostus*. Helsinki: Edita, Suomen ympäristökeskus, s. 227–239.
- Lax, M. & Vallinkoski, V.-M. (2012). *Maatalousalueen monivaikutteisten kosteikkojen ja luonnon monimuotoisuuden yleissuunnitelma, Kiuruveden alue*. Elinkeino-, Liikenne-, ja ympäristökeskus.
- Maanmittauslaitos. (2017). Taustakartta. Ympäristökarttapalvelu Karpalo.
- Martinmäki, K. Marttunen, M. Ulvi, T. Visuri, M. Dufva, M. Sammalkorpi, I. Ahtiainen, H. Lemmelä, E. Auvinen, H. Partanen-Hertell, M. Lehto, A. Väisänen, T. Mustajoki, J. Ihme, R. (2010). *Uusia menetelmiä järven kunnostushankkeen suunnitteluun*. Helsinki: Edita Prima Oy, Suomen ympäristökeskus.
- Mikkonen, J. Tiihonen, E. & Jutila, R. (1989). *Ruokojärven kunnostus*. Kuopio: Kuopion vesi- ja ympäristöpiiri.
- Pohjamo, T. & Alatalo, H. (1994). *Ruokojärven vene- / kalaväylän yleissuunnitelma*. Haukiputaa: Kuopion vesi- ja ympäristöpiiri.
- Punju, P. Taipalinen, I. Huttunen, R. Meriluoto, E. & Miettinen, M. (1996). *Vääräjärven vesikasvikartoitus*. Pohjois-Savon ympäristökeskus.
- Puustinen, T. (2003). *Suuri-Luotosen kunnostus*. Pohjois-Savon ympäristökeskus.
- Puustinen, T. & Käkelä, I. (2006). *Ala-Varpasen kunnostus*. Pohjois-Savon ympäristökeskus.
- Puustinen, T. & Koutonen, S. (2007). *Sukevanjärven kunnostus*. Pohjois-Savon ympäristökeskus.
- Puustinen, T. & Pailamo, S. (2007). *Sukevanjärven kunnostus*. Suomen IP-Tekniikka Oy ja Pohjois-Savon ympäristökeskus.
- Sarvilinna, A. & Sammalkorpi, I. (2010). *Rehevöityneen järven kunnostus ja hoito*. Helsinki: Suomen ympäristökeskus, s. 31–35.
- Suomen ympäristökeskus. (2017). *Ympäristön tila -katsaus 1/2017, Tuhansien vesien maa*. Suomen ympäristökeskus.
- Tiihonen, E. (1993). *Hernejärven kunnostus*. Kuopio: Kuopion vesi- ja ympäristöpiiri.
- Tiihonen, E. (1996). *Vääräjärven kunnostus*. Kuopio: Pohjois-Savon ympäristökeskus.



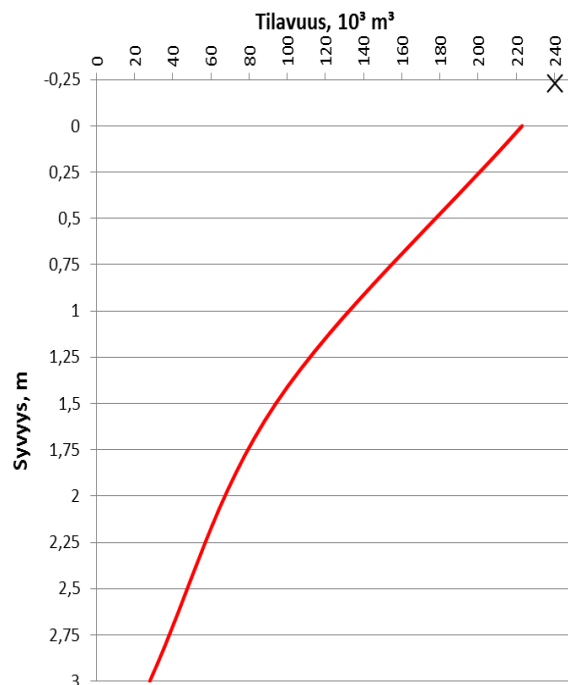
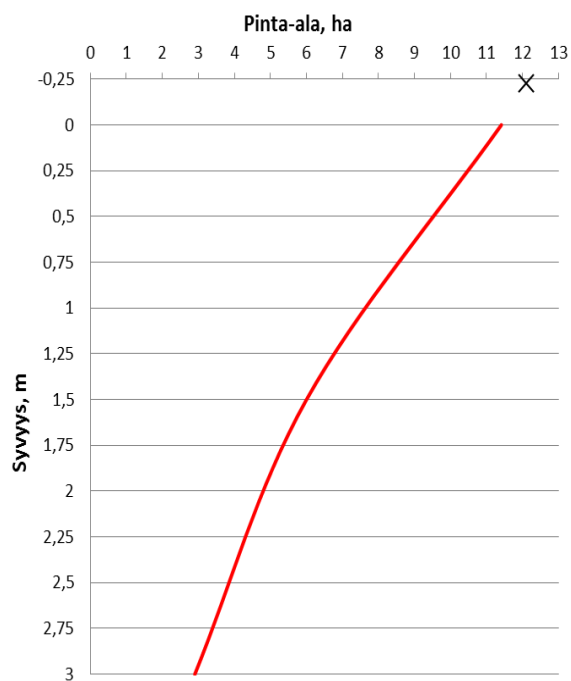
- Vääriskoski, J. & Ulvi, T. (2005). Kunnostushankkeen käynnistäminen ja toteutus. Teoksessa T. Ulvi;& E. Lakso, *Järvien kunnostus*. Helsinki: Edita, Suomen ympäristökeskus, s. 31–48.
- Vesihallitus. (1985). *Vesihallituksen monistesarja Nro. 336 Pohjapatojen suunnittelu*. Helsinki: Vesihallitus.
- Vesilaki 587/2011. (27. 5 2011).
- Voutilainen, V. (1988). *Luupujoen vesistön kunnostus*. Kuopio: Kuopion vesi- ja ympäristöpiiri.
- Ympäristöministeriö. (2007). *Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015, Valtioneuvoston periaatepäätös*. Helsinki: Ympäristöministeriö.
- Ympäristöministeriö. (2012). *Ympäristöministeriön raportteja 1/2012, Uudistunut vesilaki 2011*. Helsinki: Ympäristöministeriö.

## LIITE 1: PINTA-ALA- JA TILAVUUSKUVAAJAT

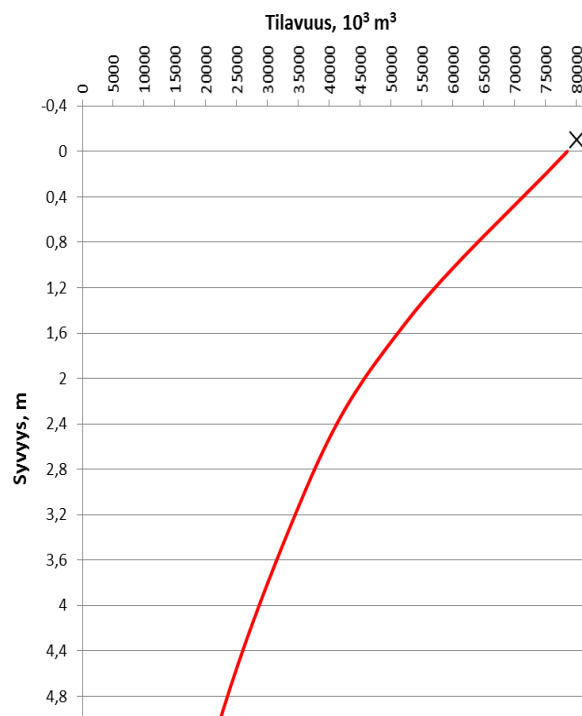
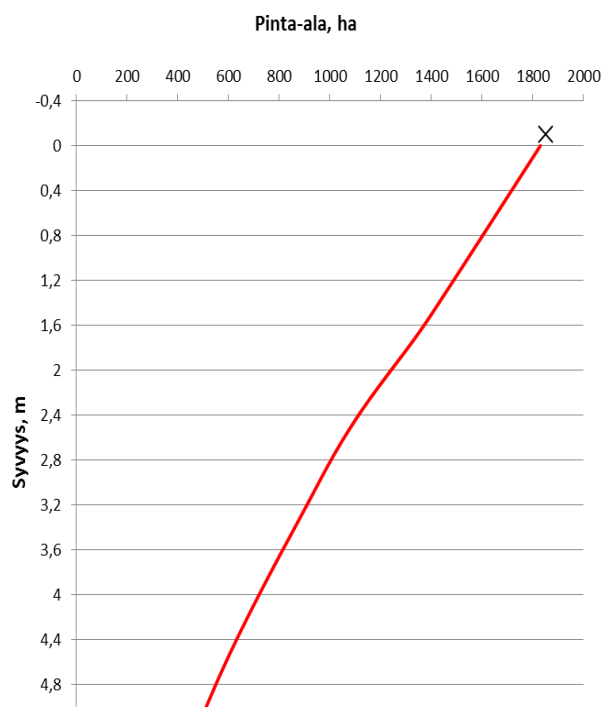
## Hernejärvi



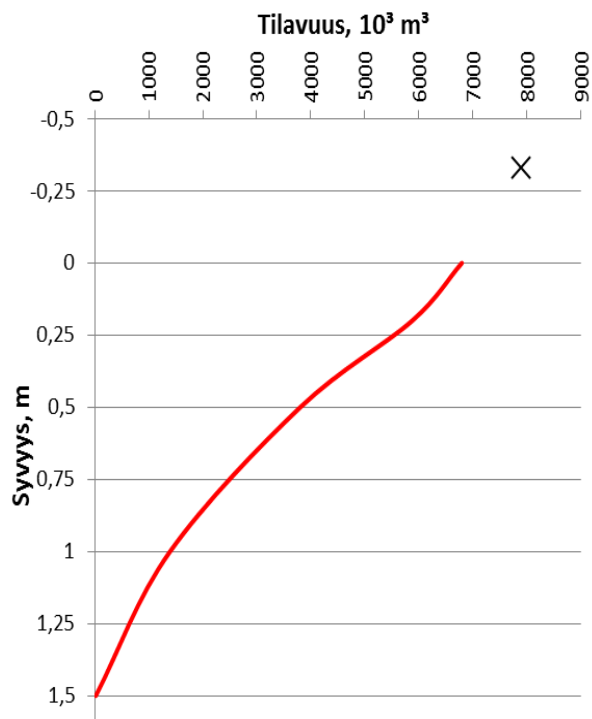
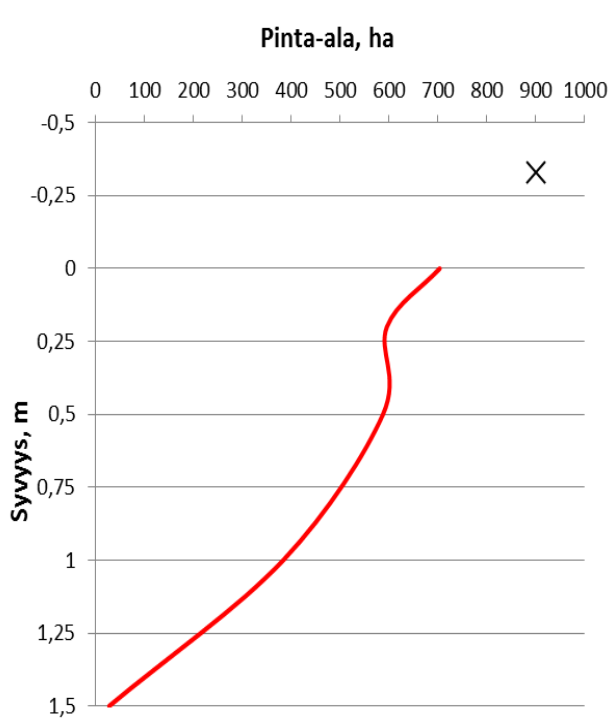
## Kangaslampi



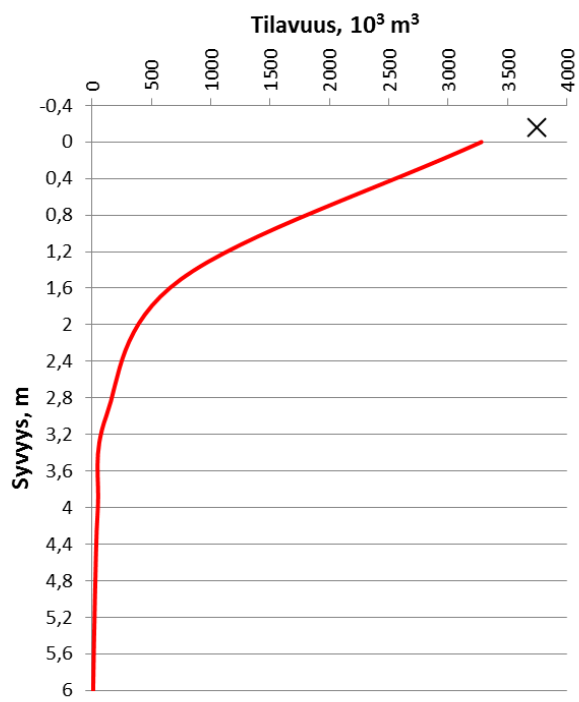
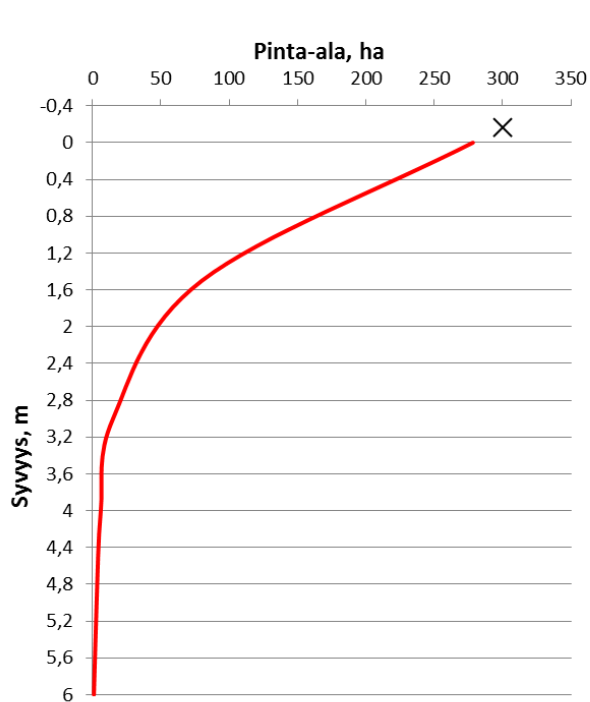
## Keyritty



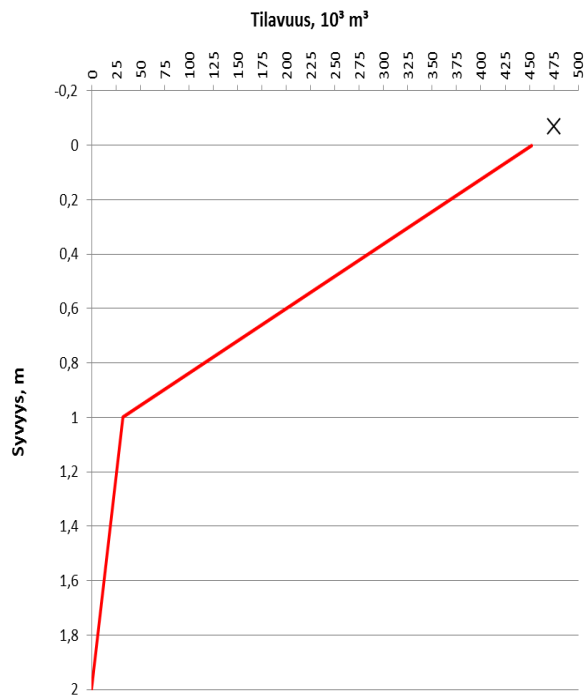
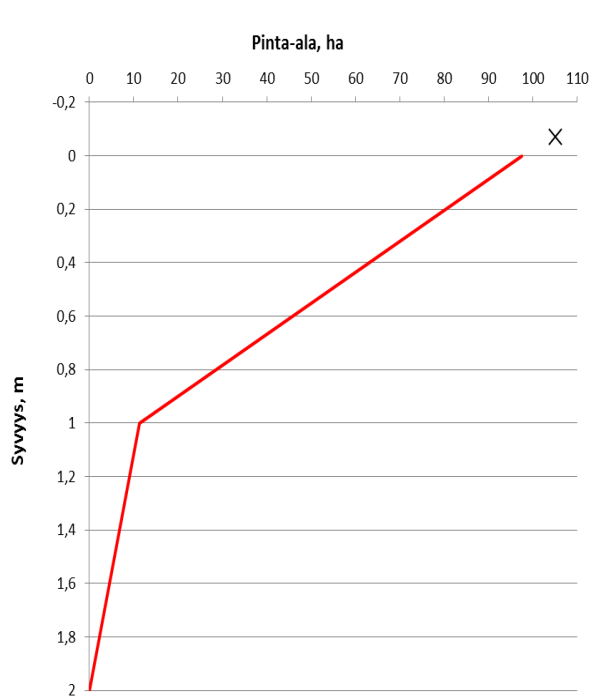
## Luupuvesi



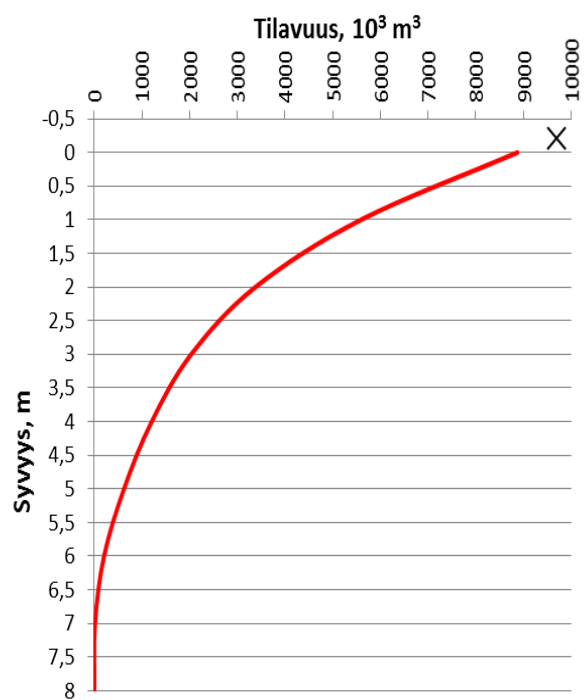
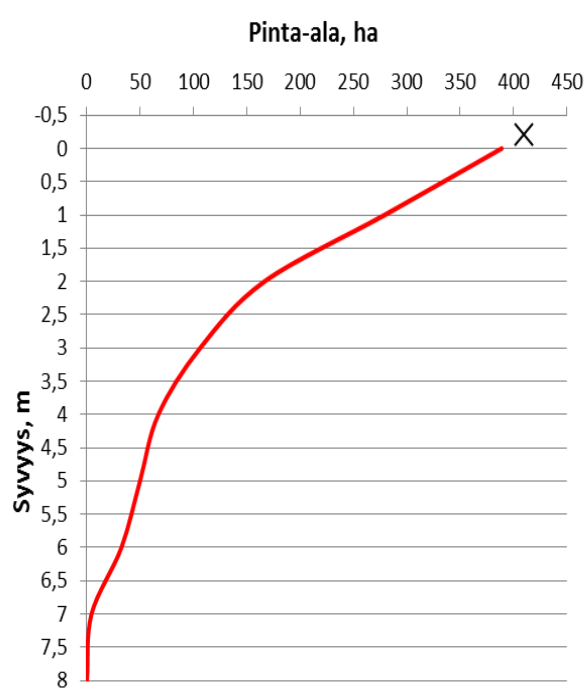
## Osmanginjärvi



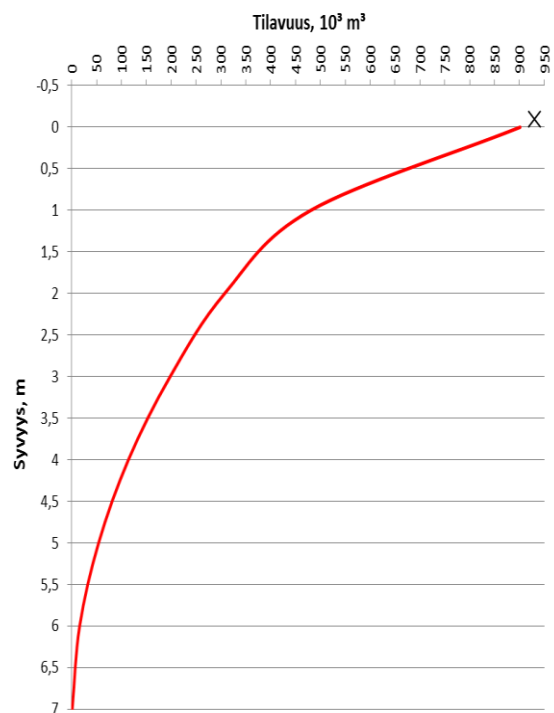
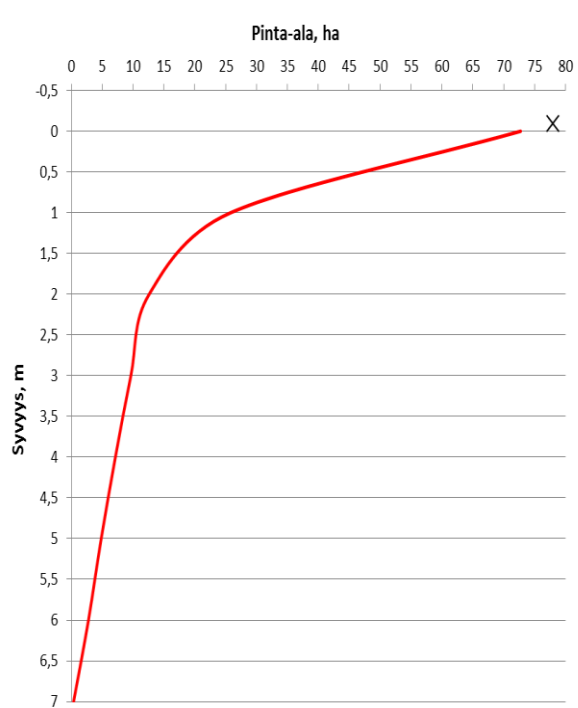
## Ruokojärvi



## Sukevanjärvi



## Väära

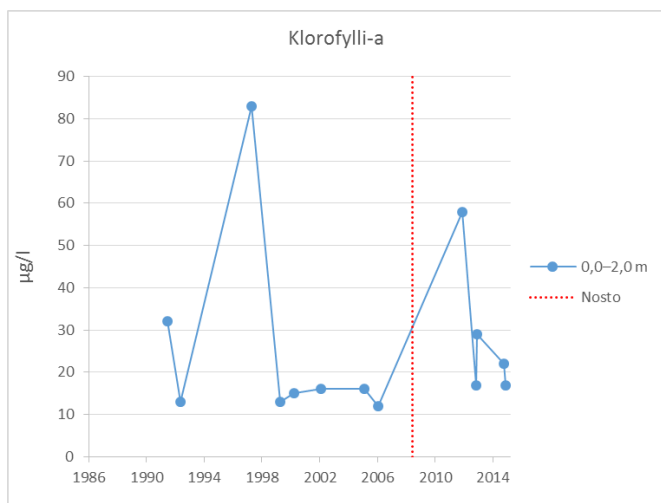


## LIITE 2: VEDENLAATUKUVAAJAT

## Ala-Varpanen

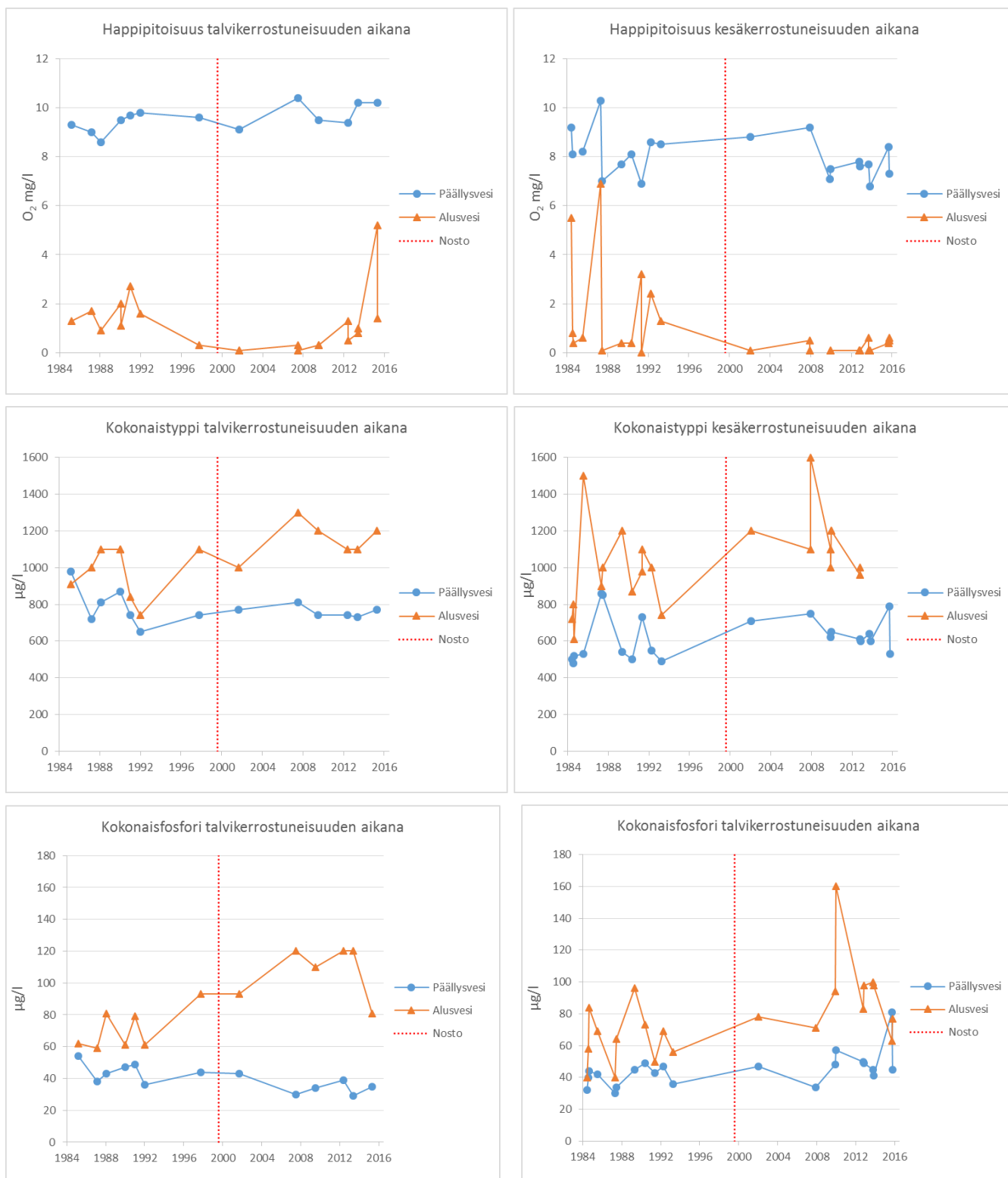
## Näytteenottoasema Ala-Varpanen 048



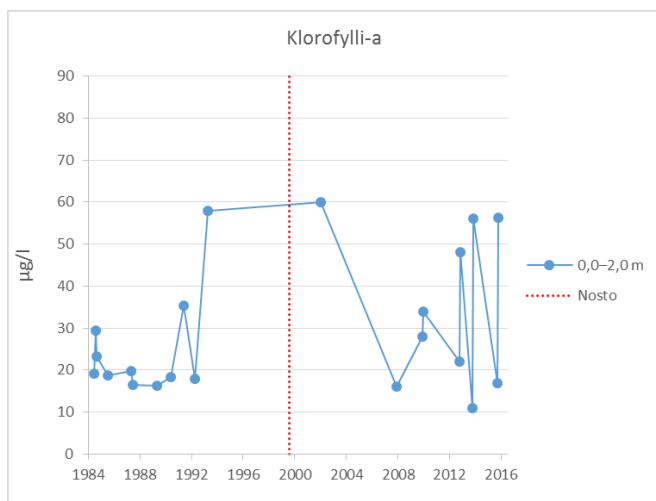


## Hernejärvi

## Näytteenottoasema Hernejärvi 026

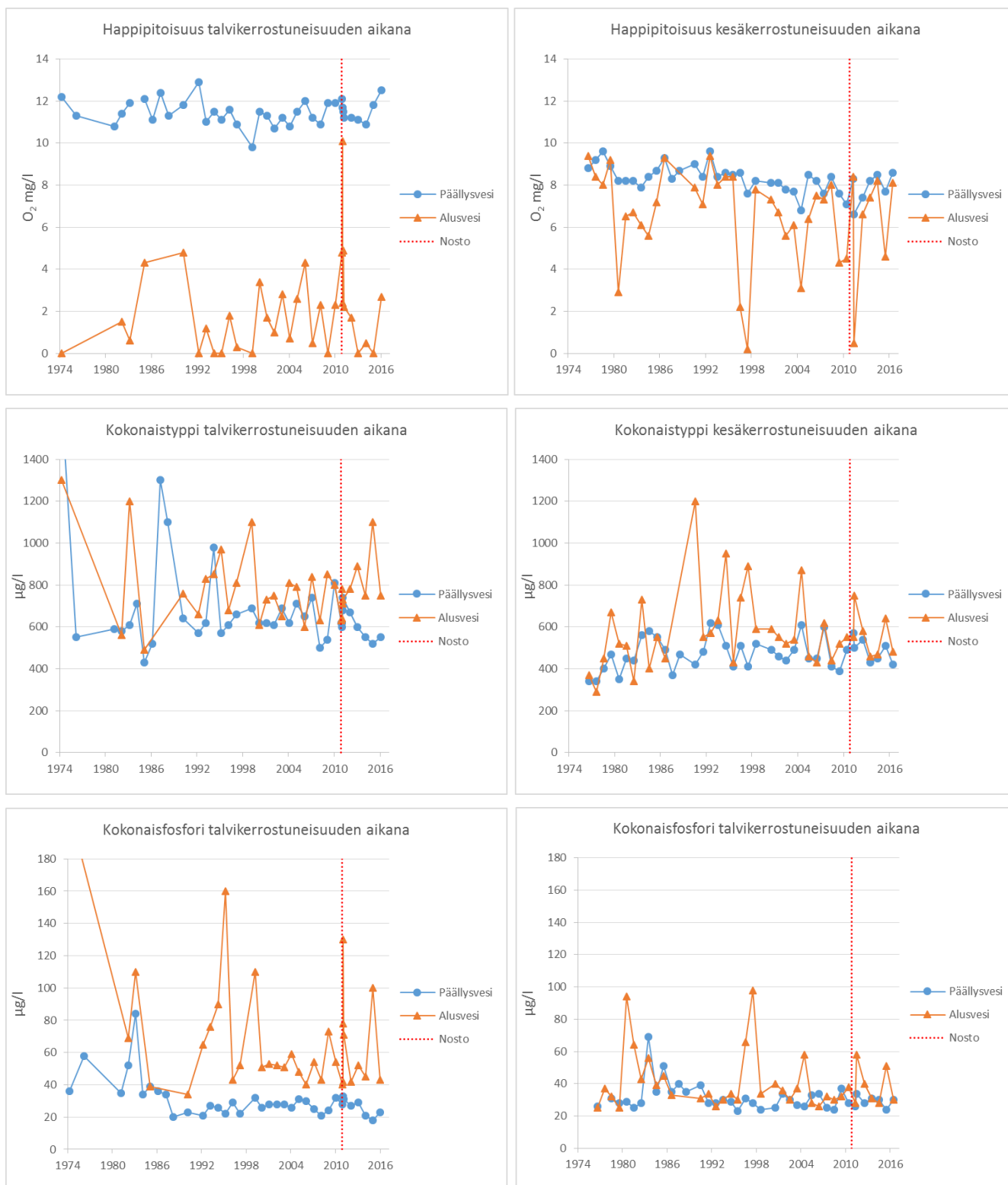


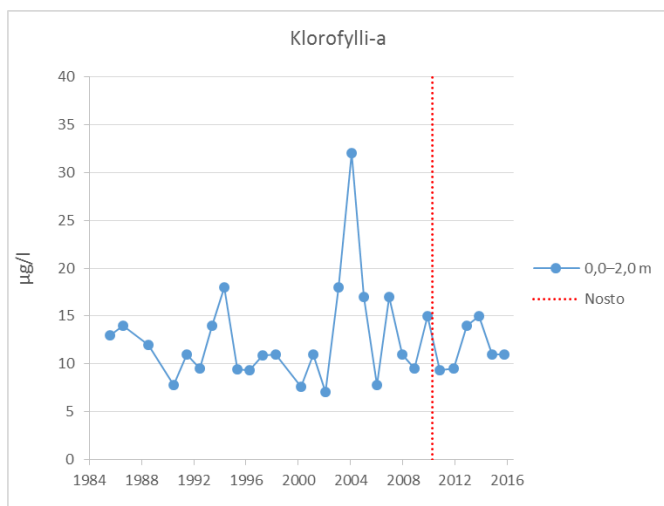




## Keyritty

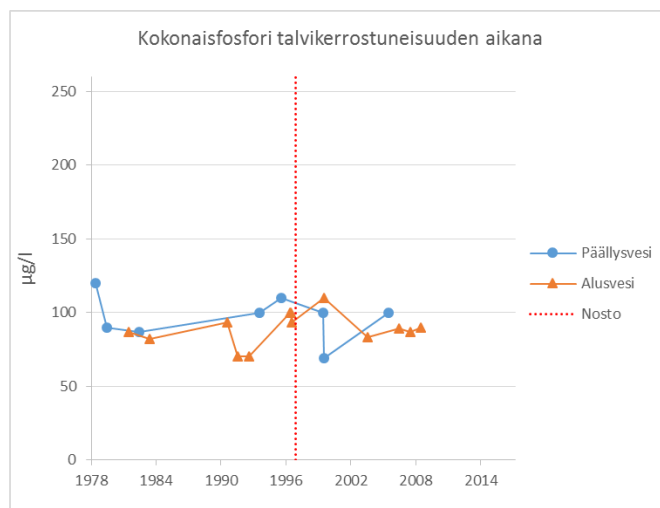
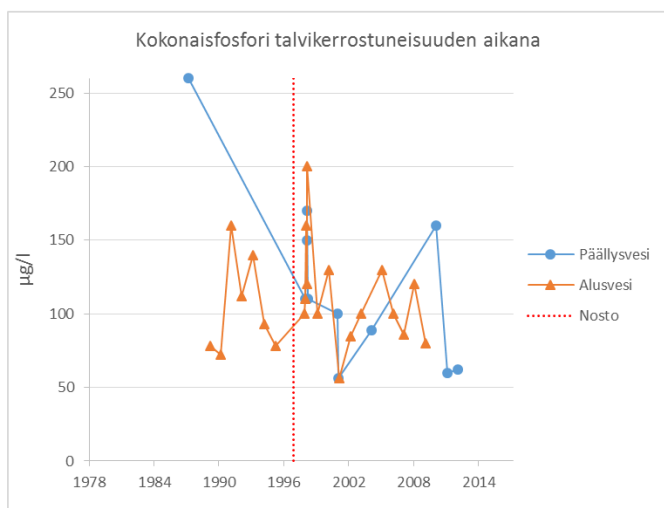
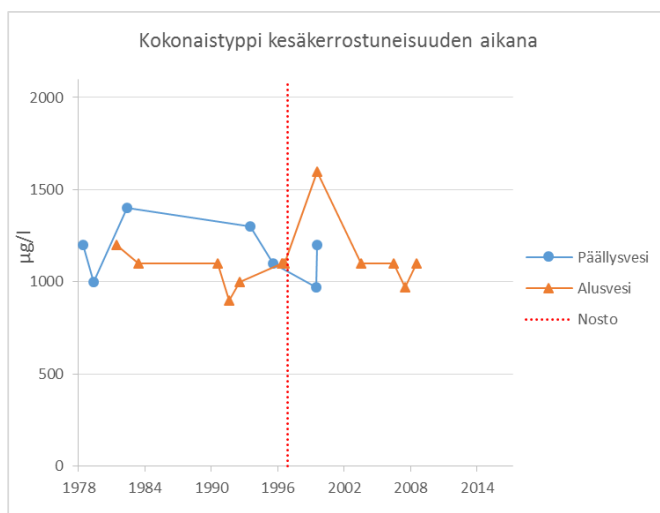
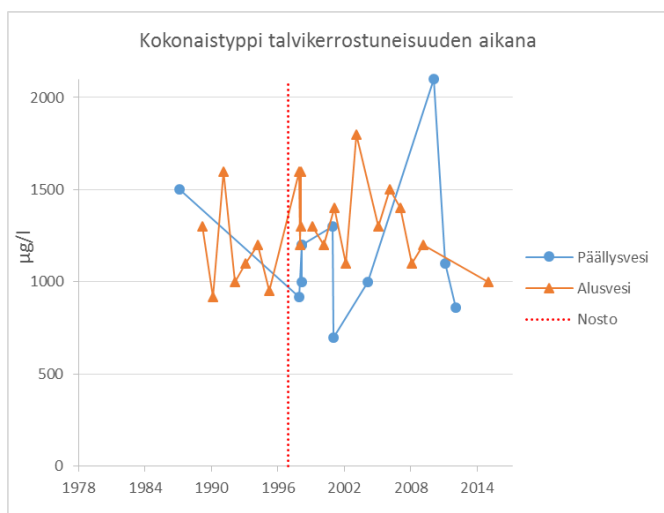
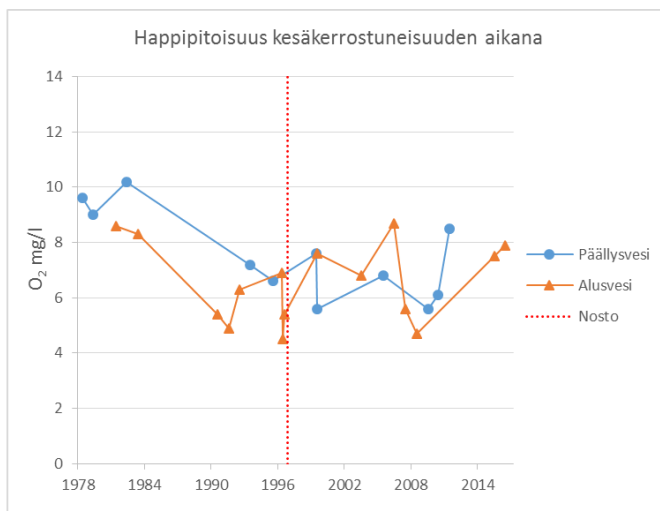
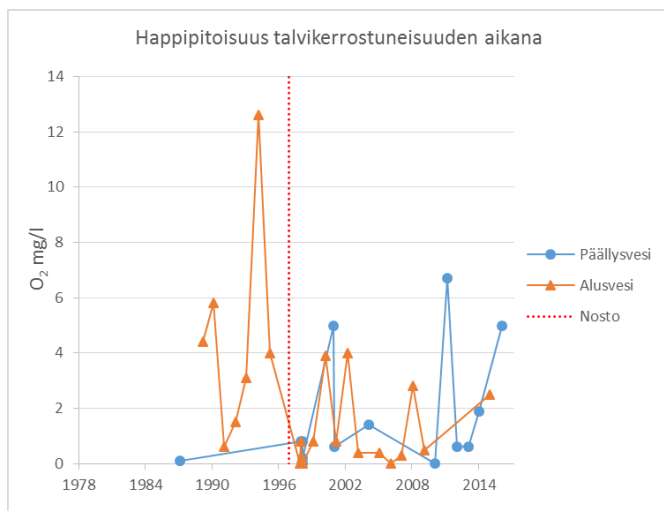
## Näytteenottoasema Keyritty 6

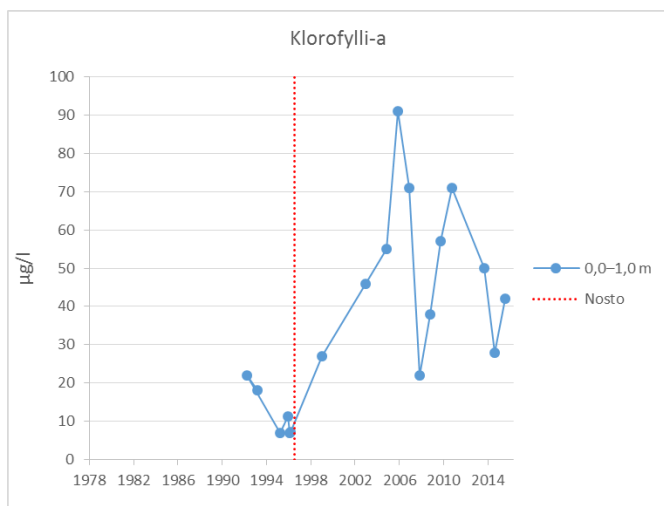




## Luupuvesi

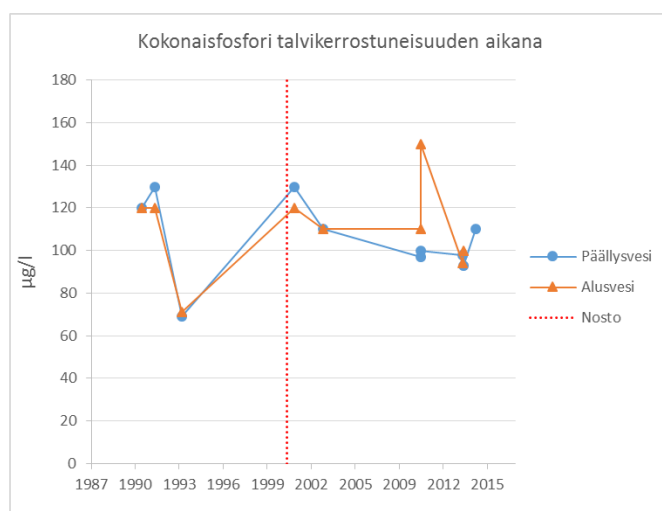
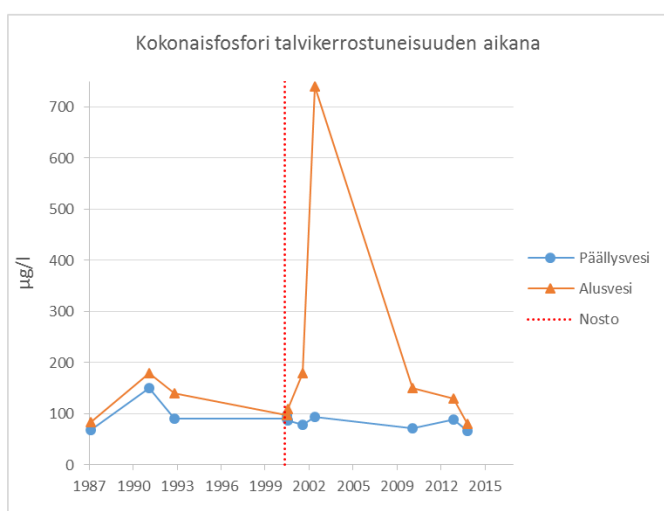
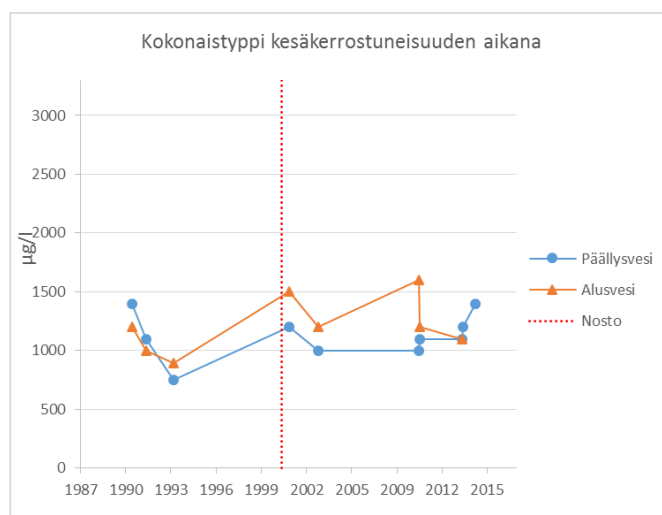
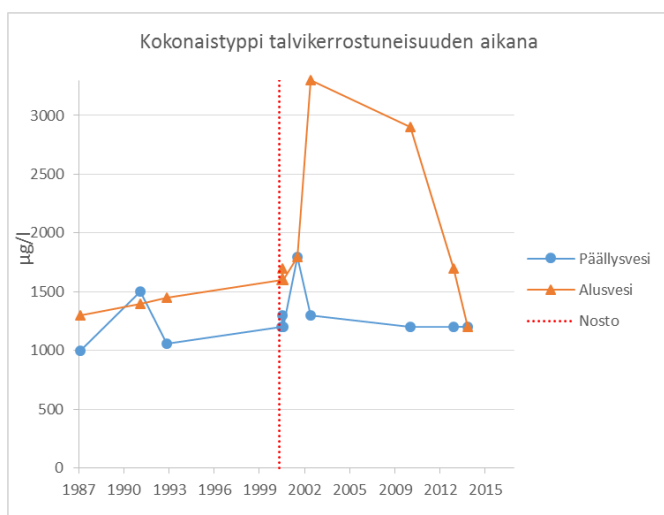
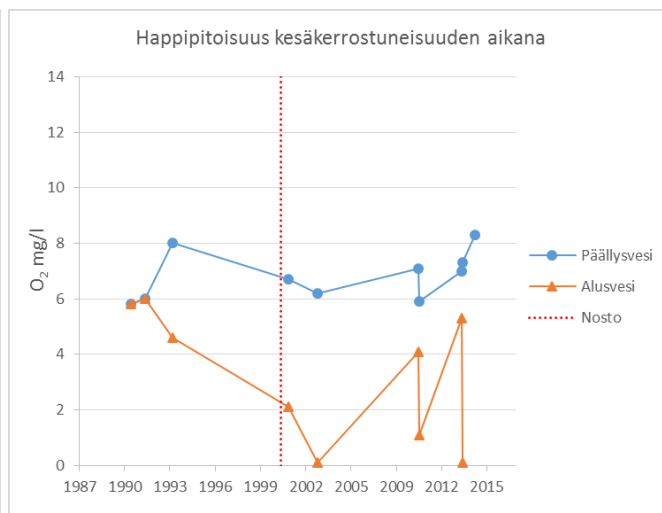
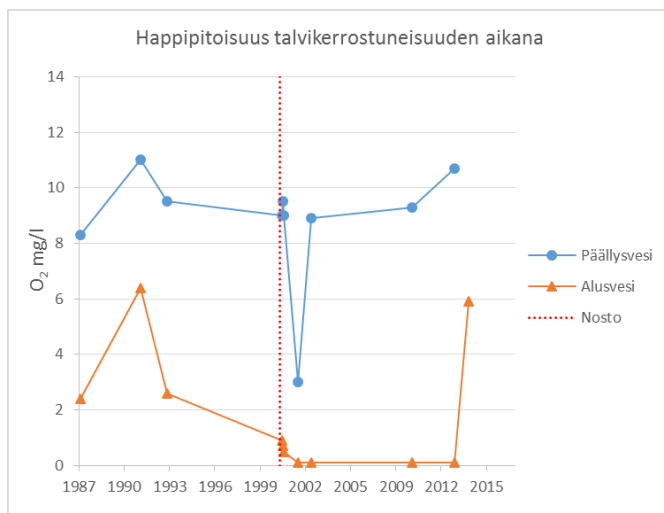
## Näytteenottoasema Luupuvesi 6

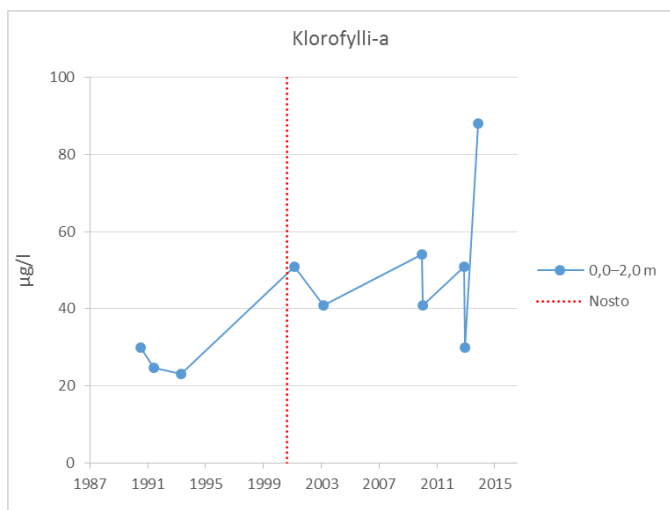




## Osmanginjärvi

## Näytteenottoasema 007





## Sukevanjärvi

## Näytteenottoasema 156

