



# Paimionjoen säännöstelyn kehittäminen

Paimionjoen vesistön yläosan hydraulinen mallinnus HEC-RAS ohjelmistolla

LAURI AHOPELTO | OLLI-MATTI VERTA





# Paimionjoen säännöstelyn kehittäminen

Paimionjoen vesistön yläosan hydraulinen mallinnus HEC-RAS ohjelmistolla

**LAURI AHOPELTO**  
**OLLI-MATTI VERTA**

**RAPORTEJA 73 | 2014**

**PAIMIONJOEN SÄÄNNÖSTELYN KEHITTÄMINEN  
PAIMIONJOEN VESISTÖN YLÄOSAN HYDRAULINEN MALLINNUS HEC-RAS  
OHJELMISTOLLA**

**Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus**

**Taitto: Päivi Lehtinen  
Kansikuva: Lauri Ahopelto  
Sisäkuvat: Lauri Ahopelto**

**ISBN 978-952-257-095-0 (painettu)  
ISBN 978-952-257-096-7 (PDF)**

**ISSN-L 2242-2846  
ISSN 2242-2846 (painettu)  
ISSN 2242-2854 (verkkojulkaisu)**

**URN:ISBN:978-952-257-096-7**

**[www.ely-keskus.fi/julkaisut](http://www.ely-keskus.fi/julkaisut) | [www.doria.fi/ely-keskus](http://www.doria.fi/ely-keskus)**



## Sisältö

Johdanto .....	3
<b>Paimionjoen valuma-alue.....</b>	<b>4</b>
Järviketju .....	4
Säännöstely.....	4
Vedenotto Paimionjoesta Aurajokeen.....	7
Vesivoimalat .....	8
Kyselytutkimus Paimionjoella.....	8
Sidosryhmäyhteistyö .....	9
<b>Mallinnus.....</b>	<b>10</b>
Menetelmä (HEC-RAS).....	10
Aineisto.....	10
<b>Skenaariot.....</b>	<b>12</b>
Suurempi juoksutus (Skenaario 1) .....	14
Pohja- ja luukkupadot (Skenaariot 2-4).....	15
Kevätkuopan pienennys (Skenaario 5) .....	18
Vaikutukset vesivoimaan .....	18
Karjakosken ruoppauslaskut .....	19
<b>Seuraavat askeleet.....</b>	<b>22</b>
<b>Yhteenveto ja johtopäätökset.....</b>	<b>24</b>
Lähteet .....	25
Liite 1. Karjakosken luotaus .....	26
Kuvailulehdet .....	31



# Johdanto

Paimionjoen järviketjulla vedenpinnan ja virtaaman vaihteluiden on koettu aiheuttavan haittaa vesistön käytölle ja tilalle. Asukkaille vuonna 2011 tehdyn kyselyn mukaan kevätkuopan alhaisuus ja takaisinvirtaus Painiojärveen ovat suurimmat ongelmat (Joki-Heiskala, 2012). Virttaankankaan tekopohjavesihanke antaa uusia mahdollisuuksia Paimionjoen järviketjun säännöstelyyn, koska järvien rooli Turun seudun raakaveden varastona vähenee ja mahdollisesti poistuu tulevaisuudessa. Tässä raportissa tarkastellaan Paimionjoen yläosasta tehtyä hydraulista mallinnusta, jossa on testattu erilaisia pato- ja juoksutusvaihtoehtoja Paimionjoen järviketjulla sekä niiden vaikutuksia vedenkorkeuksiin ja virtaamiin.

Paimionjoen säännöstelyn kehittämistä on viime vuosina tarkasteltu vuonna 2004 (Elo 2004), jolloin annettiin uusia säännöstelysuosituksia. Elon selvitys perustui pitkälti Hans Vogtin (1995) selvityksiin. Oletuksena Elolla oli, että Karjakosken pato muutetaan ns. luonnonmukaiseksi pohjapadoksi. Muutosta ei tätä raporttia kirjoitettaessa ole vielä tehty, mutta suunnitelmien mukaan sen pitäisi valmistua lähivuosina. Takaisinvirtausta on tarkemmin tarkasteltu vuonna 2008 Painiojärven hoitoyhdistys ry:n Pöyryltä tilaamassa tutkimuksessa. Muita Paimionjoella tehtyjä tarkasteluita ovat mm. KUTOVA+ (Vesiensuojelutoimenpiteiden kustannustehokkuuden arviointi) (Väisänen, 2013) ja VIRVA (vedenlaadun ja ihmistoinnasta aiheutuvan rehevyyden vaikutusta vesistön virkistyskäyttöarvoon) (Ignatius, 2012) tarkastelut.

Raportin vedenkorkeudet on ilmoitettu N2000-tasossa, mutta alueella käytetään usein tasoa NN-Vesto.

Esitetyt pinnankorkeudet saa muutettua NN-Vesto-tasoon kaavalla.

$$\text{NN-Vesto} = \text{N60} + 0,164 \text{ m}$$

$$\text{N2000} = \text{N60} + 0,279\text{m} = \text{NN-Vesto} + 0,115\text{m}$$

(Karjakosken osuudella)

$$\text{N2000} = \text{N60} + 0,270\text{m} = \text{NN-Vesto} + 0,106\text{m}$$

(Järviketjun osuudella)

Tässä raportissa esitettävän virtaamamallinnuksen tarkoitus on selvittää erilaisten patovaihtoehtojen vaikutuksia alueen vedenkorkeuksiin ja virtaamiin. Tämä raportti antaa tietoa alueen asukkaille ja päättäjille ja luo tietoa mahdollisten lupahankkeiden taustalle sekä jatkotoimenpiteiden suunnittelulle.

# Paimionjoen valuma-alue

Paimionjoen valuma-alueen koko on 1088 km<sup>2</sup> ja se on valuma-alueeltaan ja virtaamaltaan suurin Saaris-tomeren laskeva joki. Joen pituus on noin 110 kilometriä ja sen järvisyys 1,5 %. Joessa on viisi merkittävää patoa (Kuva 1), joista Hovirinnankosken pato ylimpänä. Painiojärven korkeus merenpinnasta on noin 81 metriä.

Painio on valuma-alueen suurin järvi, josta Paimionjoki saa alkunsa. Painio on pinta-alaltaan 781 hehtaaria. Tilavuus on 29,8 milj. m<sup>3</sup> ja keskisyvyys on 3,8 metriä suurimman syvyyden ollessa 12,4 metriä. Järven lähivaluma-alueen pinta-ala on 41,71 km<sup>2</sup> (Ekholm 1993) ja järvisyys 19,01 %. Järven yläpuolinen pinta-ala on 108,11 km<sup>2</sup> ja järvisyys 9,37 %. Järven valuma-alueen koko 228,78 km<sup>2</sup> ja järvisyys 6,25 %. Järven teoreettinen viipymä on 396 vuorokautta ja sen väri on 200 mg Pt/l.

Valuma-alueen toiseksi suurin järvi, Hirsjärvi on pinta-alaltaan 245 hehtaaria, tilavuudeltaan 14,5 milj. kuutiota. Syvyys Hirsjärvessä on 5,7 metriä ja suurin syvyys 30 metriä. Jokiketjussa Hirsjärveä seuraavat pienemmät järvet: Kirkkojärvi (59 ha), Saarentaanjärvi (43 ha), Rautelanjärvi (30 ha), Pusulanjärvi (62ha), Ävikinjärvi (7 ha) ja Pitkäjärvi (34 ha). Myllylammi (13 ha) sijaitsee Hovirinnankosken alapuolella. Järviketjulla on pituutta 32 kilometriä. Kokonaisuudessaan järviketjulla on pinta-alaa 12,91 km<sup>2</sup>.

Mallinnettu alue on Painiojärveltä aina Karjakosken padolle asti. Hovirinnankosken patoamisvaikutus tekee sitä yläpuolisesta jokipätkästä järvimäisen aina Painiojärvelle asti ja vedenkorkeus on koko alueella lähes sama. Ero keskivedenkorkeudessa Hovirinnankoskelta Painiojärvelle on vain 5 cm.

## Järviketju

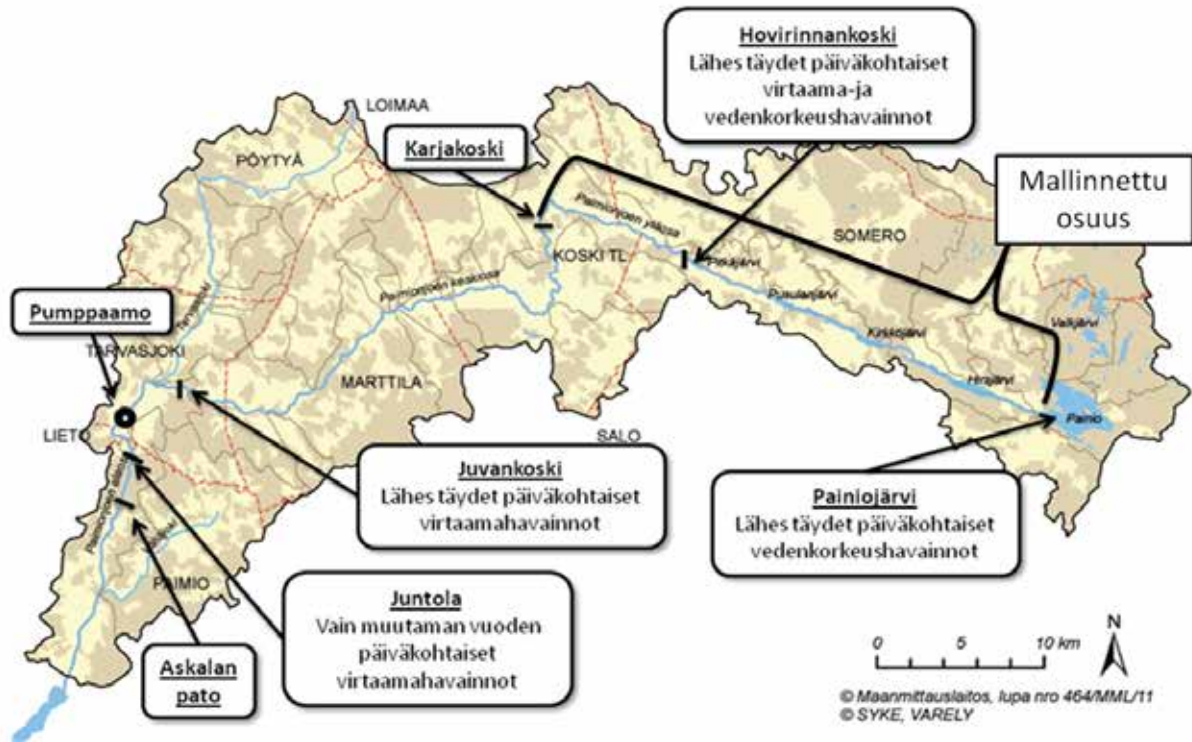
Paimionjoen yläpäässä on seitsemän järven järviketju, joka alkaa Painiosta, josta myös Paimionjoki saa alkunsa, ja päättyy Pitkäjärveen. Koko järviketjua säännöstellään Hovirinnankosken säännöstelypadolla, joka sijaitsee heti Pitkäjärven alapuolella. Järvien keskivedenkorkeudet ovat lähellä toisiaan ja kaltevuus padolle päin on hyvin pieni. Järvien kokoeroista johtuen järvien varastokapasiteeteissa on merkittävät erot. Kuten kuvassa 1 on esitetty, Painio on tilavuudeltaan järviketjun suurin järvi, mutta sen oma valuma-alue on suhteellisen pieni. Virtaamien kasvaessa Painion alapuoliset järvet täyttyvät huomattavasti nopeammin kuin Painio (kuva 2), mikä aiheuttaa veden virtaussuunnan kääntymisen Hirsjärvestä Painioon. Painio toimii eräänlaisena paisumisaltaana. Painion maastonpiirteet ovat myös hieman metsäisemmät ja jyrkemmät. Painion jälkeen alkavat peltoisemmat ja laakeammat maastot. Pelloilta kevättulva tulee ojituksia pitkin nopeammin järviin, kuin metsäisemmällä Painion alueella.

## Säännöstely

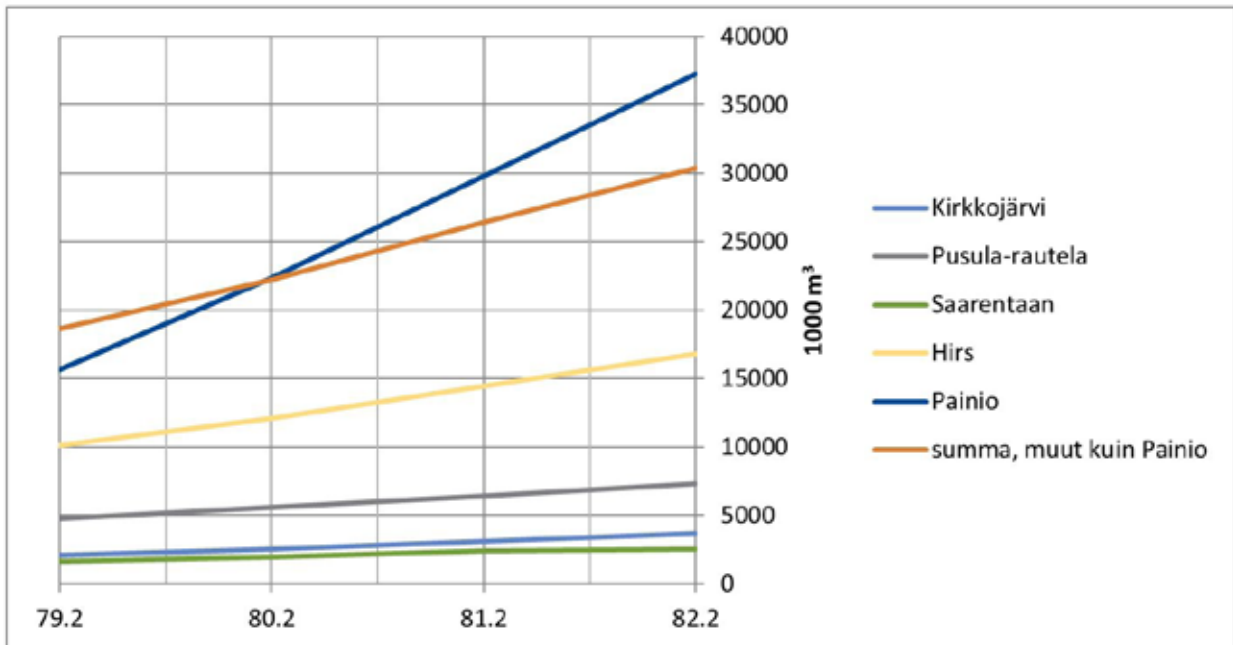
Paimionjoen järviketjua säännöstellään Hovirinnankosken säännöstelypadolla. Pato on rakennettu vuonna 1965 ja se peruskorjattiin vuonna 2003, jolloin siitä tehtiin myös kauko-ohjattava. Säännöstelyluvan haltija on Turun kaupunki ja säännöstelyn käytännön toteuttaja on Turun vesilaitos.

Luvan mukaan vedenjuoksutus Hovirinnankosken padolla on suoritettava siten, ettei Painiojärven vedenkorkeus, mikäli mahdollista, ylitä kuvassa 3 esitettyä ylärajaa, eikä Kirkkojärven vedenkorkeus alita kuvassa esitettyä alarajaa. Kuvassa on esitetty myös





Kuva 1. Kartta Paimionjoen vesistöalueesta, johon merkattuna padot ja havaintopisteet. Mallinnettu osuus myös esitettyä.



Kuva 2. Järvien tilavuuskäyriä. Vedenpinankorkeus x-akselilla (N60) ja tilavuus y-akselilla (1000 m³).

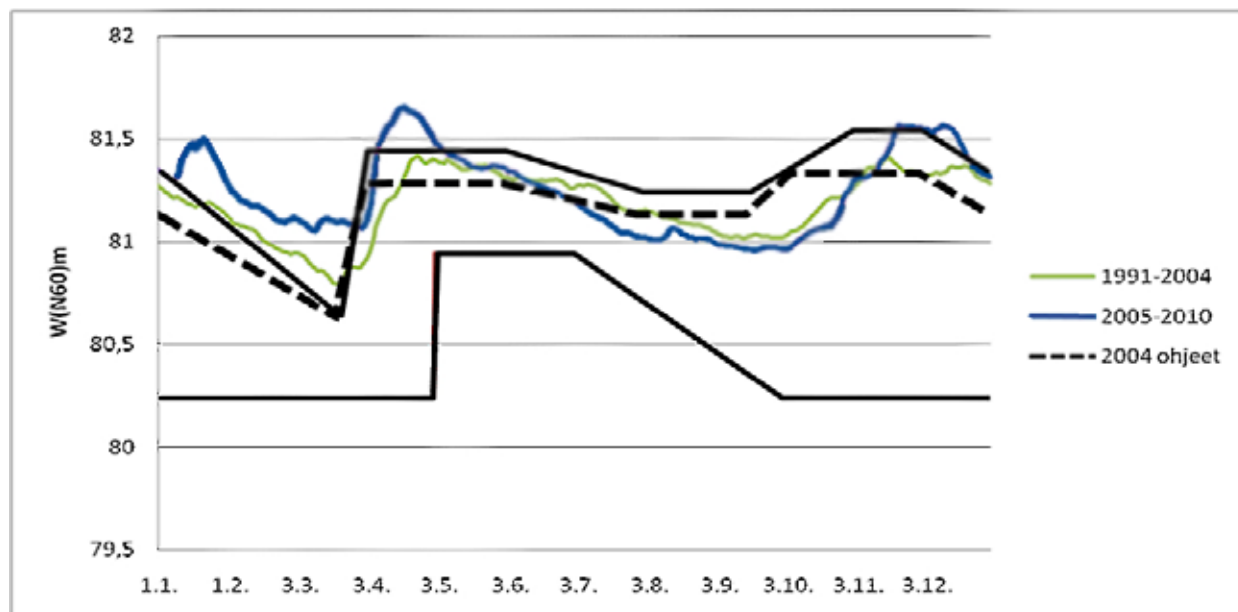
vuosien 1991-2004 ja 2005-2012 keskiarvot vedenkorkeuksista Palikaisten sillan kohdalla. Kuvan arvot ovat N60 tasossa. Hovirinnankosken padosta on juoksumies suoritettava siten, että virtaama ylittää Paimionjoesta otettavan vesimäärän ainakin 0,2 m<sup>3</sup>/s:lla silloin kun Kirkkojärven vedenkorkeus on tasolla 80,90 - 81,30m (NN-Vesto) Vedenkorkeuden ollessa mainittuun vyöhykkeen yläpuolella tulee vastaavan ylityksen

olla ainakin 0,3 m<sup>3</sup>/s ja vedenkorkeuden ollessa vyöhykkeen alapuolella vastaavasti ainakin 0,1 m<sup>3</sup>/s.

Petri Elo ehdotti vuonna 2004 uusia säännöstelysuosituksia, jotka sovittiin yhdessä paikallisten sidosryhmien kanssa. Tarkoitus oli, että vedenpinta pidettäisiin mahdollisimman lähellä ehdotettua tasoa. Elon suosittamat tasot on esitetty taulukossa 1, sekä kuvassa 3 katkoviivalla.

**Taulukko 1.** Elon (2004) ehdottamat säännöstelysuositukset

	N2000 (m)	NN-Vesto (m)	N60 (m)
1.4.–31.5. vedenpinta lähellä 81,45 m	81,56	81,45	81,29
1.6. alkaen vedenpinta laski tasaisesti niin, että 31.7. oltaisiin korkeudessa 81,30 m ja tässä pysytään 15.9. asti	81,41	81,30	81,14
15.9. alkaen vedenpinta nousi tasaisesti tasoon 81,50 m ja tässä korkeudessa pysyttäisiin 30.11. asti	81,61	81,50	81,34
30.11. alkaen vedenpinta laski tasaisesti niin, että 20.3. oltaisiin korkeudessa 80,80 m	80,91	80,80	80,64



**Kuva 3.** Järviketjun säännöstelyrajat (mustat viivat) sekä Elon (2004) tekemä suositusohjetaso (katkoviiva). Eräiden vuosijaksojen keskimääräiset päivittäiset vedenkorkeudet Painiossa (N60).

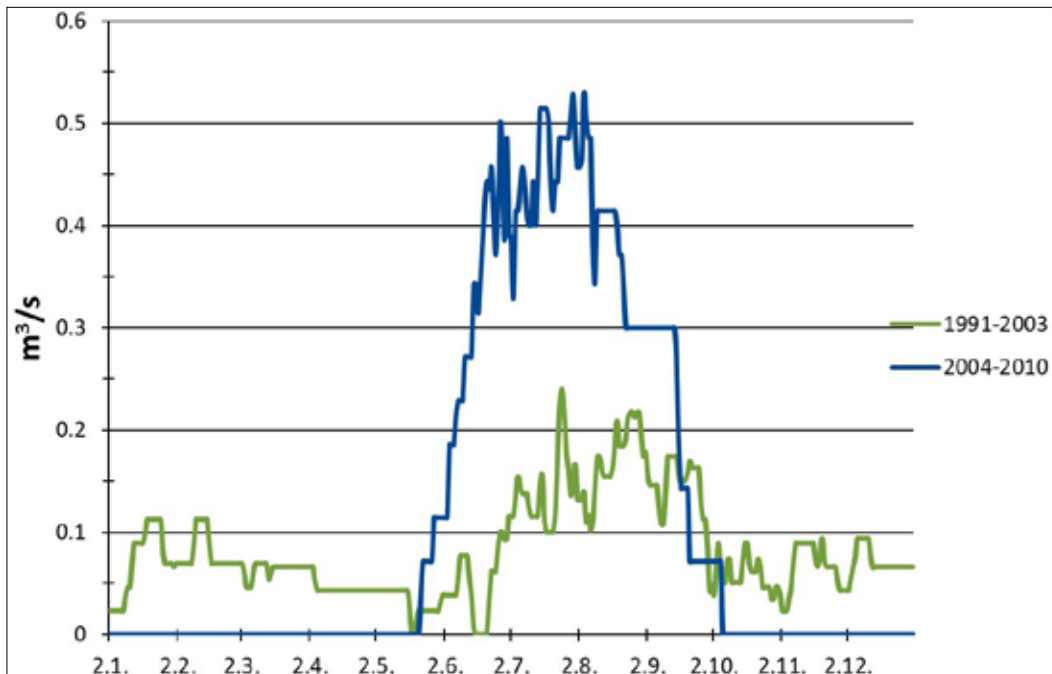
# Vedenotto Paimionjoesta Aurajokeen

Turun kaupunki sai vuonna 1964 luvan veden pumpaamiseen Paimionjoesta sekä Paimionjoen säännöstelemiseen Turun kaupungin vedensaannin turvaamiseksi. Joulukuusta 2013 talousvesi on ostettu Turkuun tukkuvesiyhtiöltä. Halisten vesilaitos ei ole enää tuotantokäytössä, vaan seudullisen tekopohjavesijärjestelmän varavesilaitos. Paimionjoen tärkeys raakavesilähteenä on vähentynyt. Poikkeustilanteissa, kun talousvesi tuotetaan Halisten vesilaitoksella, tarvitaan edelleen vähävirtaamaisina kausina raakavettä myös Paimionjoesta. Jatkossa Paimionjoki on siis koko Turun seudun varavedenlähde, ei ainoastaan Turun.

Turun kaupungilla on lupa säännöstellä vesistön latvajärviä Hovirinnankosken padolla ja Hovirinnankosken alapuolista jokiosuutta Karjakosken padolla. Hovirinnankosken pato peruskorjattiin syksyllä 2003 ja muutettiin kaukokäyttöiseksi. Karjakosken pato muu-

tetaan lähivuosina pohjapadoksi. Turun kaupungilla on lupa pumpata kuivina kausina vettä Paimionjoesta Aurajokeen maksimissaan 1 m<sup>3</sup>/s Turun kaupungin vedensaannin turvaamiseksi.. Pumppaamo sijaitsee Tarvasjoen Kättylässä. Vuosina 1991–2004 pumpattiin keskimäärin 0,08 m<sup>3</sup>/s ja vuosina 2005–2011 pumpattiin 0,13 m<sup>3</sup>/s. Eli pump-pauksen keskiarvo on lisääntynyt 0,05 m<sup>3</sup>/s. Huomioitavaa on kuitenkin, että pumppauksen ajankohta siirtyi selvästi kesään, kuten kuvasta 4 voi huomata. Vuonna 2012 keskiarvo oli vain 0.03 m<sup>3</sup>/s, mutta vuonna 2013 (19.11.2013 mennessä) keskiarvo oli 0,2 m<sup>3</sup>/s, koska 2013 alkusyksy oli selvästi keskimääräistä kuivempi.

Pumppaus on siis selvästi lisääntynyt 2000-luvulla. Pumppaus ei ole kuitenkaan merkittävästi lisääntynyt Hovirinnan padon peruskorjauksen jälkeen vuonna 2004, mutta pumppauksen ajankohta on kuitenkin selkeästi siirtynyt kesälle vuosina 2004–2010. Juoksutus Hovirinnankoskelta on kytketty vedenottomäärään ja helpommin ohjattavissa oleva peruskorjattu pato sallii tehokkaamman säätelyn.



**Kuva 4.** Keskimääräinen päivittäinen pumppaus Paimionjoesta Aurajokeen vuosina 1991 – 2003 ja 2004 – 2010.

## Vesivoimalat

Paimionjoessa on kolme vesivoimalaa, jotka ovat Koskienergia Koskivoima Oy:n omistamia. Voimalat ovat joen suulta lueteltuna Askala (10 km ylävirtaan mereltä), Juntola (4 km Askalasta) ja Juvankoski (9 km Juntolasta). Käyttövirtaamat padoilla ovat 2-12,5 m<sup>3</sup>/s välillä hieman padoittain vaihdellen. Mahdollisilla säännöstelyn kehittämistoimilla voi olla vaikutuksia esimerkiksi voimalaitosten ohjauksutuksien määrään, joten muutosten vaikutuksia on tarkasteltava myös tältä kantilta. Padoista ainoastaan Askalassa on kalatievelvoite, jota ei kuitenkaan ole rakennettu.

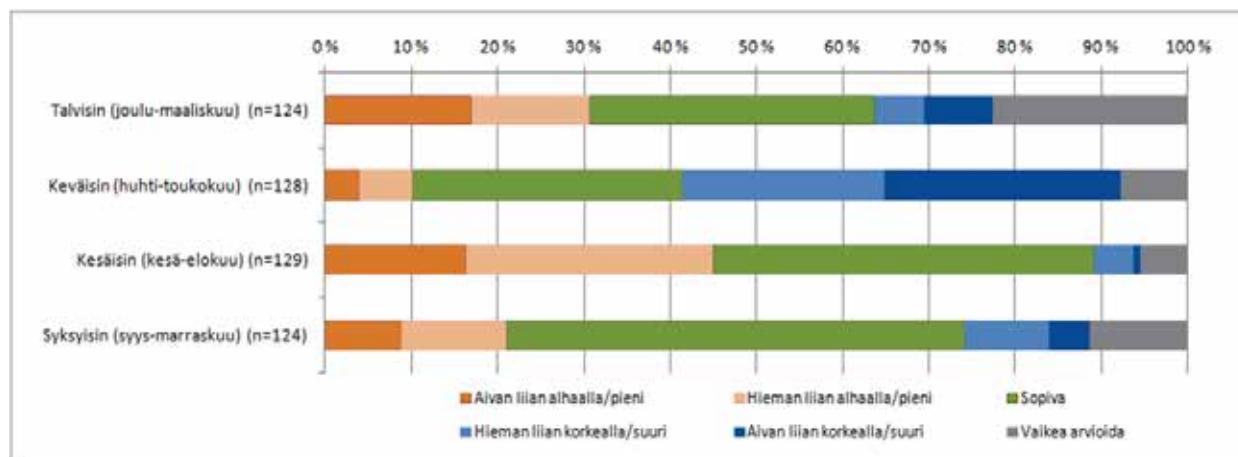
## Kyselytutkimus Paimionjoella

Paimionjoella teetettiin kysely rannan asukkaille Paimionjoen vesistön virkistyskäytöstä lokakuussa 2011. Kysely lähetettiin 1000 joen lähellä asuvalle tai mökkeilevälle taloudelle. Kyselyyn vastasi 331 taloutta. Kyselyssä oli neljä vedenkorkeuksia ja virtaamia koskevaa kysymystä (kysymykset 12, 13, 14 ja 17). Tässä raportissa on vain lyhyesti käyty läpi kyselyn tuloksia. Tarkemmat tulokset ja analyysi koko kyselystä ovat omana raportinaan (Joki-Heiskala, 2012). Kysely vastausmäärineen löytyy Paimionjokihdistyksen sivuilta (linkki).

Kyselyn vedenkorkeutta ja virtaamia koskevista kysymysten vastauksista käy selvästi ilmi, että säännöstelyä tulisi asukkaiden mielestä kehittää, vaikkakin moni on myös hyvin tyytyväinen vallitsevaan tilanteeseen. Suurimmat huolenaiheet ovat kevättulvat, kesän vedenkorkeuksien suuri ja nopea vaihtelu sekä

takaisinvirtaus Painioon. Myös talven vedenkorkeudet ja virtaamat ovat vaihdelleet liikaa vastaajien mielestä päästään mm. vettä jään päälle. Järviketjulla haitalliset vedenkorkeudet tuntuvat aiheuttavan suurempaa haittaa, joka johtunee osittain alavammasta topografiasta, jolloin pienemmätkin vedenkorkeuden vaihtelut aiheuttavat suurempaa haittaa. Järviketjun tuloksia on tiivistetty kuvaan 5. Monen mielestä haitalliset vedenkorkeudet ja virtaamat ovat lisääntyneet viime vuosina, joiden vuoksi mm. laitureita on jouduttu korjaamaan melko paljon. Vedenkorkeuden vaihtelut voi johtua myös viime vuosien poikkeuksellisista hydrologisista vuosista, eikä välttämättä vain säännöstelystä. Kyselyiden tuloksia tulkitessa on hyvä muistaa, että tuloksissa korostuvat viime vuosien ilmiöt ja ongelmat.

Takaisinvirtauksen koetaan olevan yksi suurimmista Painion vedenlaatuun vaikuttavista tekijöistä. Takaisinvirtaus on suurinta kevättulvien aikana, jolloin vesikin on huonolaatuisinta pelloilta tulevan ravinnehuuhtouman myötä. Kirkkojärven vesiä virtaa keväisin Hirsjärveen ja Hirsjärven vesiä Painioon. Tämä johtuu osin siitä, että kevättulvan alkaessa Hovirinnanpadolta juoksetetaan pieniä vesimääriä, jotta yläpuoliset järvet täytyisivät. Kun Jaatilan- ja Pajulanjokien valuma-alueiden kevättulva on hieman varhaisempi kuin Painion metsäisemmän valuma-alueen, nousee Kirkko- ja Hirsjärven vedenkorkeus nopeammin, kuin pinta-alaltaan huomattavasti suuremman Painion, jolloin vesien virtaus kääntyy Painioon päin. Sama tilanne voi syntyä myös suurten kesä- ja syysateiden aikana, jolloin virtaamat Hovirinnan padolta ovat pienet. (Elo, 2004)



**Kuva 5.** Kyselyn vastauksia järviketjulta kysymykseen 12, jossa kysyttiin mielipidettä vedenpinnan korkeuksista eri vuodenaikoina. Sulkeissa näkyy myös vastausten määrä, n.

## Sidosryhmäyhteistyö

Paimionjoen säännöstelyn kehittämistyötä on tehty yhdessä sidosryhmien kanssa. Kokouksia sidosryhmien kanssa on pidetty kerran vuonna 2010 ja viisi kertaa vuosien 2013-2014 aikana. Kokouksissa on käyty läpi mallinnuksien tuloksia, säännöstelyä ja muita ajankohtaisia säännöstelyyn liittyviä vesistön asioita. Edustettuja tahoja kokouksissa ovat olleet

mm: Paimionjoki-yhdistys, Someron vesiensuojeluyhdistys, Painion hoitoyhdistys, MTK-Somero, Someron kaupunki, Turun vesilaitos, Koskienergia Oy ja Varsinais-Suomen ELY-keskus. Myös maastokäyntejä on tehty. Alla olevat kuvat ovat Karjakosken osuuden maastokatselmuksesta (13.8.2013), jonka perusteella Hovirinnankosken ja Karjakosken väliselle osuudelle tehtiin tarkempi luotaus (tästä lisää tietoa liitteessä 1).



**Kuvat 6 ja 7.** Maastokatselmus Karjakosken ja Hovirinnankosken välillä.





# Mallinnus

## Menetelmä (HEC-RAS)

Paimionjoen yläosa on mallinnettu The Corps of Engineers Hydraulic Engineering Center 's River Analysis System (HEC-RAS) ohjelmalla. Ohjelma on suosittu ja tieteellisesti hyväksytty ohjelma jokien mallintamiseen. HEC-RAS on toimiva ja ilmainen työkalu, jolla voi tehdä yksiuotteisia hydraulisia mallinnuksia luonnonjokiuomissa sekä rakennetuissa uomissa. Se tarjoaa mahdollisuudet syötetyn informaation käsittelyn ja tulostukseen kuvina sekä taulukkoina. HEC-RAS -ohjelmalla pystyy mallintamaan tasaista (steady flow) ja epätasaista (unsteady flow) virtausta alikriittisenä (subcritical), superkriittisenä (supercritical) sekä näiden yhdistelminä. (Brunner 2002). Tarkempaa tietoa mallista saa esimerkiksi The US Army Corps of Engineersin internetsivustolta: <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras>

Lähtötiedot syötetään ohjelmaan geometrisenä datana jokaiselle poikkileikkaukselle erikseen ja joen poikkileikkaus on jaettu kolmeen osaan, joista keskimmäisenä on joen uoma ja sen molemmilla puolilla joen penkat, joiden ominaisuuksia voi myös muuttaa. Käyttäjän on määritettävä Manningin karkeuskerroin. Suurempi Manningin karkeuskerroin lisää virtaavasta vedestä aiheutuvaa virtaamansuuntaista voimaa. Jos jokiuoma on huomattavasti leveämpi kuin syvä, Manningin kertoimella on suuri vaikutus virtausnopeuksiin. (Brunner 2002). Geometrian luomisen jälkeen malliin voi syöttää erilaista virtaus- ja vedenkorkeusdataa.

## Aineisto

Paimionjokea mallinnettiin Painiojärvestä Karjakosken padolle. Malli tehtiin kahdessa osassa: Painiosta Hovirinnankoskella ja Hovirinnankoskelta Karjakos-

kelle. HEC-RAS mallin virtaamatiedot ovat toisesta mallista, eli Suomen ympäristökeskuksen vesistömallijärjestelmästä. Vedenkorkeus- ja virtaamavainnot ovat ympäristöhallinnon Hertta-tietokannasta. Virtaama- ja vedenkorkeushavainnot käytettiin erityisesti mallin kalibroinnissa. Hertta-tietokanta on julkinen, ja sitä pääsee tarkastelemaan OIVA-portaalin kautta (<http://www.ymparisto.fi/OIVA>).

Joen reunamien geometriatiedot ovat peräisin Maanmittauslaitoksen laserkeilausaineistosta (KM2), jonka ruutukoko on 2 m x 2 m, korkeustiedon tarkkuus 0,3 metriä (alavilla mailla kuitenkin noin 0,1 metriä) ja pistetiheys vähintään 0,5 pistettä neliömetrille. Jokiuoman tiedot järviketjun osalta ovat peräisin luotauksista vuosilta 2004 ja 2010 (Painio ja Hirsjärvi 2004, loput 2010).

Karjakosken osuus luodattiin syksyllä 2013 noin kahdeksan kilometrin matkalta alkaen 1,5 kilometriä Karjakosken padosta yläjuoksuun päin. Loput osuuden geometriasta on interpoloitu. Luodattu osuus todettiin sisältävän elokuussa 2013 tehdyn maastokatselmuksen pohjalta mallinnuksen kannalta oleelliset osat Karjakosken osuudesta. Luotauksen suoritti Varsinais-Suomen ELY-keskus ja luotauksesta on tarkempaa tietoa liitteessä 1.

Järvet ovat mallinnettuna omina varastoaltaitaan. Varastotilavuudet ovat ympäristöhallinnon Hertta-tietokannasta ja ne perustuvat yllä esitettyihin luotauksiin. Turun vesilaitokselta on saatu myös tietoa Karjakosken ja Hovirinnan vedenkorkeuksista ja Karjakosken settien lukumääristä. Turun vesilaitokselta saatuja tietoja on käytetty lähinnä mallin kalibroinnissa.

Paikalla on tehty mallinnusta varten kaksi maastomittausta Varsinais-Suomen ELY-keskuksen toimesta. 27.6.2013 mitattiin muutama poikkileikkaus ja mitattiin virtaamia. Näitä tietoja käytettiin kalibroinnissa. 16.10.2013 luodattiin Karjakosken osuus. Tämän lisäksi 15.8.2013 pidettiin sidosryhmien kanssa maas-



tokatselmus Karjakosken osuudesta ja Palikaisten sil-  
lasta ja luusuasta. Näiden lisäksi on tehty muitakin  
maastokatselmuksia.

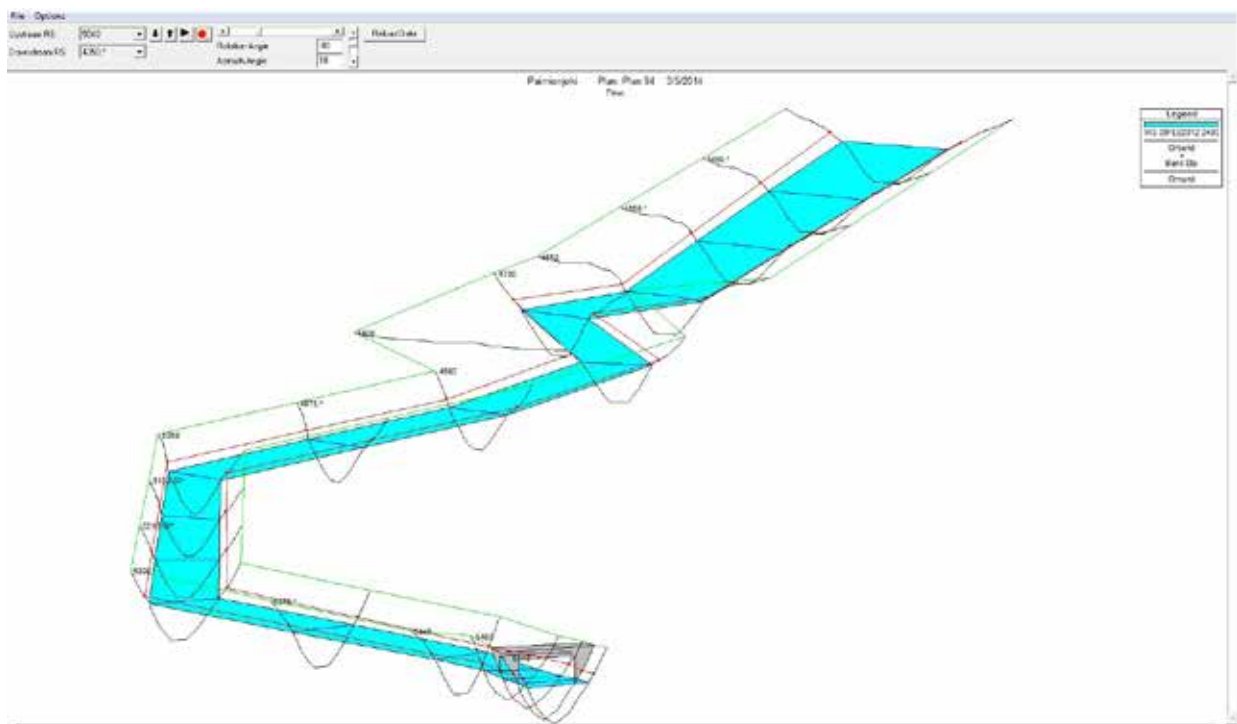
Hovirinnan osuudella on mallinnettu 98 luotauksiin  
ja laserkeilausaineistoon pohjautuvaa poikkileikkaus-  
ta sekä 50 interpoloitua poikkileikkausta sekä 7 varas-  
toallasta (järveä). Karjakosken osuudesta luodattiin 8  
kilometriä. Luotauksesta luotiin poikkileikkaukset 10  
metrin välein, eli poikkileikkauksia on 800. Kuva 7 on  
esimerkkikuva kyseistä mallista, jossa on pieni pätkä  
jokea poikkileikkauksineen sekä silta.

Päivittäiset virtaamatiedot HEC-RAS malliin tulivat  
SYKEN vesistömallista. Vesistömallin laskut perus-  
tuvat havaittuihin suureisiin (sadanta, lämpötila, haih-  
dunta jne.) jotka on mallinnettu osavalmu-alueittain.  
Havaintoasemia ei kuitenkaan ole kovinkaan tiheästi,  
joten malli joutuu yleistämään. Sadannat voivat olla  
hyvinkin paikallisia, joten mitä pienemmässä mitta-  
kaavassa arvoja käyttää, sitä epätarkempia ne ovat.  
Vesistömalli kalibroi itsensä virtaamien mukaan, ja  
tässä tapauksessa Vesistömalli yrittää saada mahdol-  
lisimman hyvät tulokset verrattuna Hovirinnankosken  
havaittuihin virtaamiin. Tämä tarkoittaa sitä, että Ve-  
sistömalli säätelee varastoaltaiden (järvien) tilavuuk-  
sia saadakseen virtaamat kohdilleen. Tästä syystä  
Vesistömallin mukaan järvien pinnat voivat heittää  
huomattavasti todellisuudesta. HEC-RAS mallia ka-  
libroitaessa ja skenaarioita testatessa päädyttiin tästä  
syystä käytämään vuosien 2006 ja 2012 kevättä, jol-  
loin SYKEN Vesistömallin ilmoittamat vedenkorkeudet

olivat lähimpänä todellista tilannetta. Lisätietoa vesis-  
tömallijärjestelmästä löytyy osoitteesta: <http://www.syke.fi/fi-FI/Palvelut/Ymparistotietojarjestelmat/Vesistomallijarjestelma>

Malleihin tulee tulovirtaamia kahdeksasta kohdas-  
ta. Järviketjun mallissa tulovirtaamat tulevat Paini-  
oon (Hossinoja (27.046), Siikjärvi (27.044), Vesanoja  
(27.045) ja Painion lähivaluma-alue (27.042)), Hirs-  
järveen (Pajulanoja (27.043) ja Hirsjärven (27.041)  
lähivaluma-alue), Kirkkojärveen (Jaatilanjoki (27.06),  
sekä Pitkäljärven ja Pusulanjärven alueiden lähiva-  
luma-alueet (27.032) ja Hirvenojaan. Tulovirtaamien  
malliintulokohdat näkyvät kuvassa 8 numeroina 1-4.

Karjakosken mallissa lähtövirtaama tulee Hovi-  
rinnankoskesta. Muut tulovirtaamat ovat Puostaan-  
oja (27.033) sekä Kosken alueen lähivaluma-alue  
(27.031) kolmessa osassa. Karjakosken mallin kalib-  
rointi oli haastavaa, koska virtaus- tai vedenkorkeus-  
tietoja on niukasti. Tuloksia tulkittaessa on kuitenkin  
aina syytä muistaa, että kyseessä on vain malli, eli  
yksinkertaistus todellisuudesta. Tässä tapauksessa  
hydraulisen mallin lähtöarvot tulevat toisesta mallis-  
ta, joten epävarmuudet kasvavat. Tästä syystä ennen  
kaikkea tarkkoihin virtaama- ja vedenkorkeusarvoihin  
ei kannata luottaa liikaa. Malli onkin parhaimmillaan  
vertailtaessa skenaarioiden muutoksia toisiinsa. Mal-  
linnetut vuodet 2006 ja 2012 eivät olleet äärimmäisiä,  
joten esim. suuren tulvan vuotena malli saattaa käyt-  
täytyä yllättävällä tavalla, vaikka asiaa herkkyyssana-  
lyysillä testattiinkin.



Kuva 8. Esimerkkikuva HEC-RAS-mallista, jossa näkyvät poikkileikkaukset sekä yksi silta.

# Skenaariot

Painion ja Hovirinnankosken välisen osuuden mallinnetut skenaariot voidaan jakaa viiteen kategoriaan:

- (1) Suuremman juoksutuksen skenaariot
- (2) Painion pohjapatoskenaariot
- (3) Painion luukkupatoskenaariot
- (4) Hovirinnan pohjapatoskenaariot ja
- (5) Pienemmän kevätkuopan skenaariot

Skenaariot ovat lueteltuna taulukossa 2 (s. 13), jossa on symbolein myös esitetty skenaarioiden keskeisimmät muutokset suhteessa nollaskenaarioon, eli nykytilaan. Taulukon 2 symboleissa vihreä kuvastaa lähtökohtaisesti positiivista muutosta ja punainen negatiivista. Mutta esimerkiksi suurempi kevättulva ei välttämättä ole pelkästään negatiivinen asia. Jokaiseen muutokseen liittyy näkökantoja puolesta ja vastaan, riippuen tahosta, joka sitä arvioi. Symbolin koko kuvaa eron muutosta, mutta vain suuntaa-antavasti. Mitä suurempi on symboli, sitä suurempi on muutos. Harmaat värit ovat neutraaleja. Takaisinvirtaussarakkeissa olevat vihreät kieltomerkit tarkoittavat, että takaisinvirtaus estyy. Tosin taulukon viimeisessä skenaariossa takaisinvirtausta tapahtuisi suurilla tulvilla riippuen padon harjan korkeudesta. Harmaat viivat tarkoittavat, että muutosta nykytilanteeseen ei tule. Järvien vedenkorkeuksista puhuttaessa tarkoitetaan vuotuisen keskiveden muutosta.

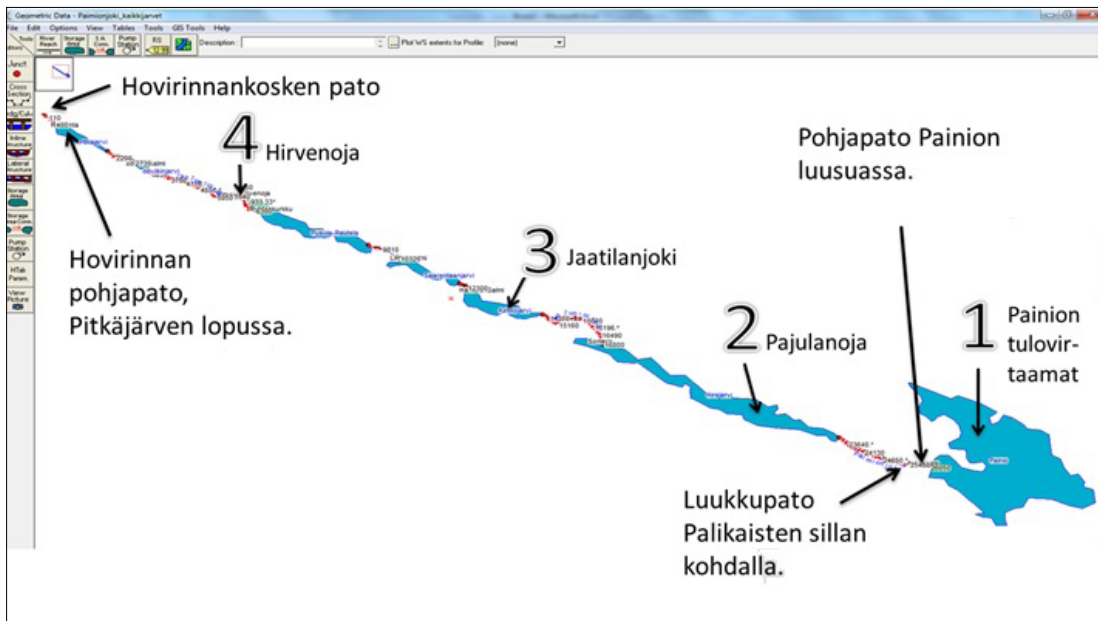
**Otetaan esimerkiksi skenaario 2.2 (Pohjapato Painiossa suuremmalla juoksutuksella Hovirinnasta):**

Pohjapato vähentäisi takaisinvirtausta (vihreä nuoli alas). Takaisinvirtausta alkaisi kuitenkin tulla Painioon, kun kevättulva ylittää pohjapadon harjan. Pohjapato kuitenkin antaisi Painiolle aikaa täytyä omista valumisvesistä. Vedenlaadullisesti takaisinvirtaava vesi saattaisi olla parempilaatuisempaa, koska suurin ravinnepiikki olisi mahdollisesti lähtenyt jo Hovirinnankoskea päin. Myöskään pienemmät syystulvat eivät aiheuttaisi takaisinvirtausta, jos Hovirinnankoskea säännöstelemällä pidettäisiin vedenpinta Hirsjärnessä hieman padon harjaa alempana. Pohjapato lisäisi juoksutusmääriä Hovirinnankoskella (punainen nuoli ylös), muutoin järviketju tulvii pahoin. Pohjapato nostaisi Painion vedenpintaa (harmaa nuoli ylös). Korkeuden nosto riippuu pohjapadon mitoituksesta. Mitä korkeammalle pohjapadon harja asetetaan, sitä enemmän takaisinvirtaus pienenee, mutta sitä enemmän nousevat Painion keskivedenkorkeus ja molempien järvien tulvimisriski (punaiset nuolet ylös).

Kuvassa 9 (s. 13) on esimerkkikuva HEC-RAS mallin geometriatyökalusta. Kuvaan on myös merkitty numeroin 1-4 kohdat joista malliin virtaa vettä. Myös mallin kannalta oleelliset padot on osoitettu kuvassa.

Taulukko 2. Skenaarioiden suuntaa-antavia vaikutuksia virtaamiin ja vedenkorkeuksiin. Symbolit on selitetty luvun alussa.

nro	Skenaario	Vedenkorkeudet					
		Virtaamat		Järvet (keskivesi)		Tulvat	
		Takaisinvirtaus	Hovirinnan- kosken mak- simivirtaama	Painio	Hirsjärvi- Pitkäjärvi	Painio	Hirsjärvi- Pitkäjärvi
1.1	Suurempi juoksutus Hovirinnasta tulvan aikaan	↓	↑	—	—	↓	↓
1.2	Ennakoiva suurempi juoksutus Hovirinnasta	↓	↑	—	—	↓	↓
2.1	Pohjapato Painiossa	↓	—	↑	—	↑	↑
2.2	Pohjapato Painiossa suuremmalla juoksutuksella Hovirinnasta	↓	↑	↑	—	↑	↑
3.1	Luukkupato Painiossa	⊘	—	—	—	↓	↑
3.1	Luukkupato Painiossa suuremmalla juoksutuksella Hovirinnasta	⊘	↑	—	—	↓	—
4.1	Pohjapato Hovirinnassa	↓	↑	↑	↑	↑	↓
4.2	Pohjapato Hovirinnassa ja Painiossa	⊘	↑	↑	↑	↑	↓
5	Kevätkuopan pienennys	↓	↑	—	—	↑	↑



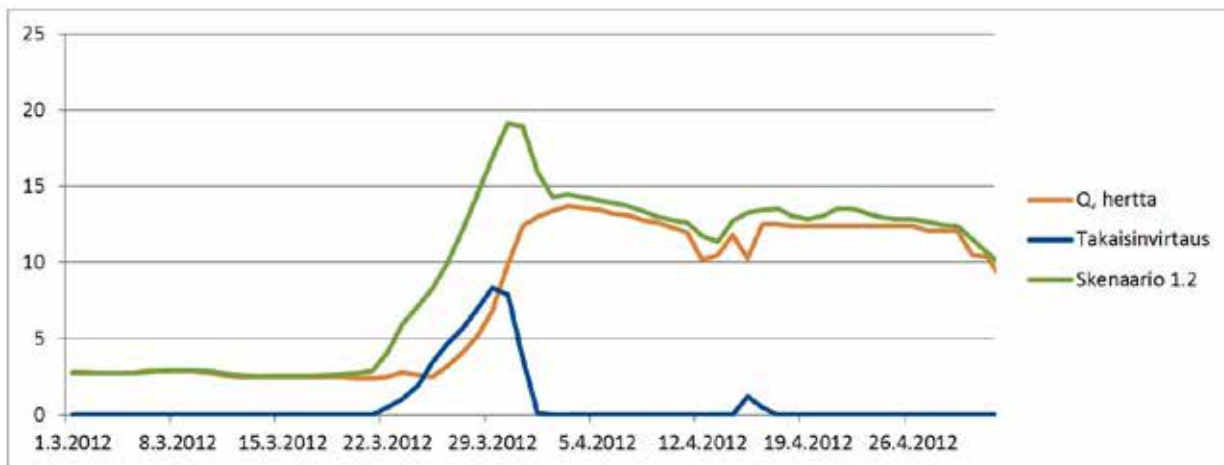
Kuva 9. Kuva järviketjun mallista. Numeroina 1-4 näkyvät kohdat, joista vesi virtaa malliin sekä paikat, joihin skenaariot vaikuttavat.

## Suurempi juoksutus (Skenaario 1)

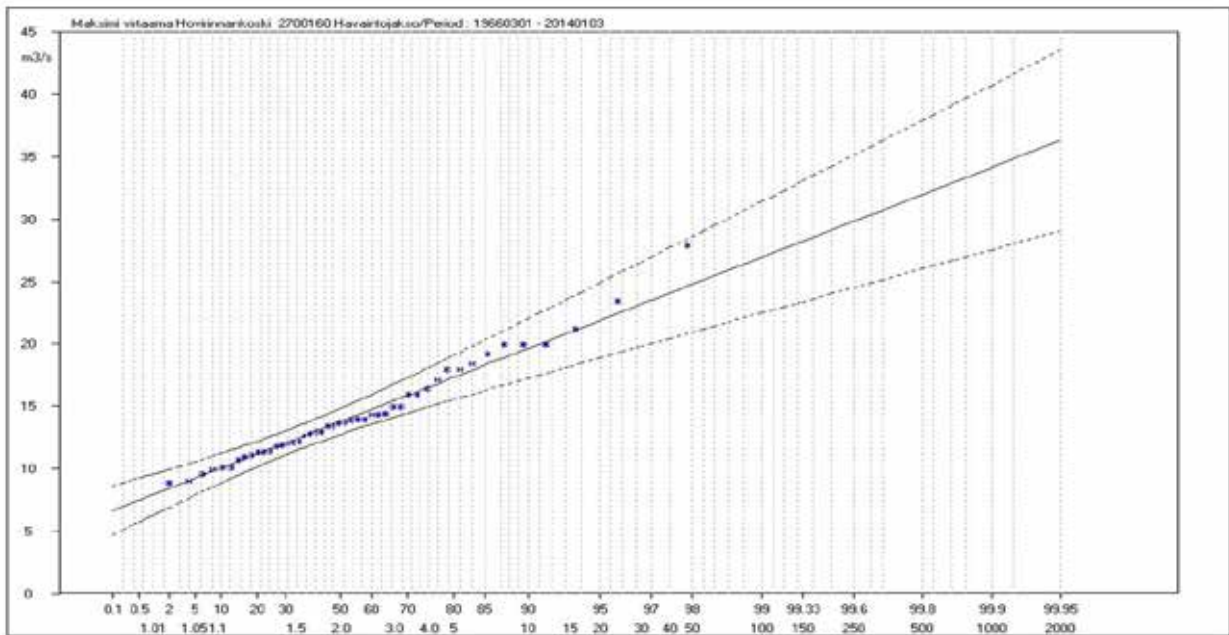
Suuremman juoksutuksen simuloinnissa oli tarkoitus testata, mitä käy, jos Hovirinnankoskesta juoksetaan takaisinvirtauksen verran enemmän vettä. Eli sama määrä vettä, mitä mallin mukaan meni esimerkiksi vuonna 2012 Hirsjärvestä Painioon, lisättiin Hovirinnan havaittuihin juoksutuksiin samana päivänä. Toisessa vastaavassa skenaariossa virtauksen lisäys tehtiin ”ennakoiden” päivää aikaisemmin (kuva 10). Myös muutamia erilaisia ennakointimenetelmiä testattiin, mutta kaikki versiot antoivat samantyyliisiä tuloksia. Kasvattamalla Hovirinnan juoksutusta takaisinvirtaama vähenee, mutta täysin estettyä sitä ei Hovirinnasta käsin saada. Samalla järviketjun tulva-hiippu pienenee, joka on näkökannasta riippuen sekä hyvä, että huono asia. Ennakoivassa juoksutuksessa takaisinvirtaus oli suhteessa hieman vähäisempää ja virtaamahiippu Hovirinnankoskessa hieman loivempi. Suurimmaksi ongelmaksi skenaarioissa kuitenkin muodostuu Hovirinnan huippuvirtaamien kasvu. Tällä hetkellä tarvittava virtaamanlisäys olisi todennäköisesti liian suuri. Kuvassa 11 on esitetty Hovirinnankosken maksimivirtaamien toistuvuusanalyysi

vuosien 1967 ja 2013 ajalta. Kuvasta näkee, että yli 20 m<sup>3</sup>/s virtaamat ovat toistuneet noin kerran kymmenessä vuodessa. Karjakosken osuus ei luultavasti kasvanutta virtaamaa vetäisi ja Hovirinnan alapuolinen osuus mahdollisesti tulvisi. Myöskään fyysisesti Hovirinnankoskesta ei mahdollisesti olisi mahdollista kasvattaa virtaamaa tarvittavaa määrää, koska maksimijuoksutus riippuu Hovirinnan ylä- ja alapuolisesta vedenpinnan erosta.

Yhdessä kevätkuopan pienennyksen kanssa ja suuremmalla juoksutuksella takaisinvirtausta saadaan pienennettyä selvästi, mutta täysin estettyä sitä ei saa. Kevätkuoppa pitää nykyluvun mukaan olla vähintään tasossa 80.91 (N2000). Mikäli tätä tasoa halutaan nostaa, täytyy lupaehdoin hakea muu-tosta. Tällöin kuitenkin tulvimisriski saattaa kasvaa. Vesistömallin juoksutuksen simulaatiotyökaluilla pitäisi olla mahdollista, ettei vedenpinnantasoa mene yhtään alemmas kuin luvan määräämä 80.91 m. Suuremman juoksutuksen skenaarioissa on oleellista, että juoksettaessa pyritään ennakoimaan tulevia tulvia mahdollisimman hyvin, eli juoksutusta ruvetaan kasvattamaan jo selvästi ennen kuin järvien pinnat lähtevät nousuun. Suomen ympäristökeskuksen vesistömallin juoksutusmallia on mm. tähän tarkoitukseen suunniteltu työkalu.



**Kuva 10.** Esimerkki ennakoivasta juoksutusskenaariosta. Q, hertta kuvaa toteutunutta virtaamaa vuonna 2012, Takaisinvirtaus kuvaa vesistömallin laskemaa virtaamaa Hirsjärvestä Painioon samana aikana. Hovirinta, S2 kuvaa skenaariossa tehtyä juoksutusta, jossa on juoksettu ennakoiden.



**Kuva 11.** Hovirinnankosken virtaamien toistuvuusanalyysi vuosilta 1967–2013. Pisteet ovat havaittuja virtaamia, jotka on laitettu suuruusjärjestykseen. Keskiviiva on toistuvuuksien odotusarvo ja kaarevat katkoviivat ovat 95 %:n luottamusrajojen ala- ja ylärajat. Y-akselilla on virtaama ja X-akselille ensin on logaritminen todennäköisyys ja sen alla vuosiluku, joka vastaa siis toistuvuutta.

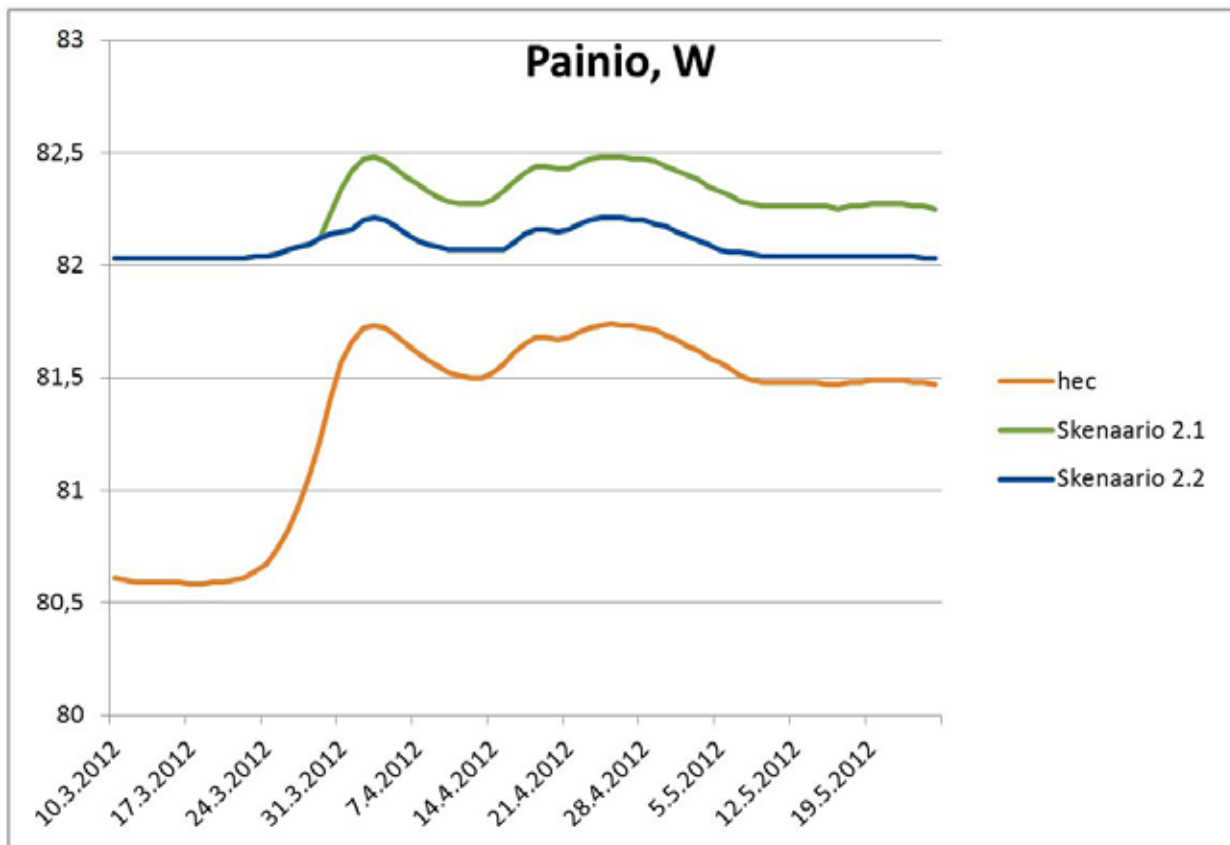
## Pohja- ja luukkupadot (Skenaariot 2-4)

Pohja- ja luukkupatoskenaariot pitävät sisällään Pailikaisten sillan kohdalle rakennettavan luukkupadon, Painion luusuaan ja/tai Hovirinnankoskeen rakennettavan pohjapadot. Myös ylimääräistä pohjapatoa Rautelanjärven ja Saarentaanjärven väliin testattiin, sekä Kirkkojärven ja Hirsjärven väliin, Kirkkojärven itäpuolelleen. Patovaihtoehtoja testattiin toteutuneilla juoksutuksilla sekä kasvatetuilla juoksutuksilla.

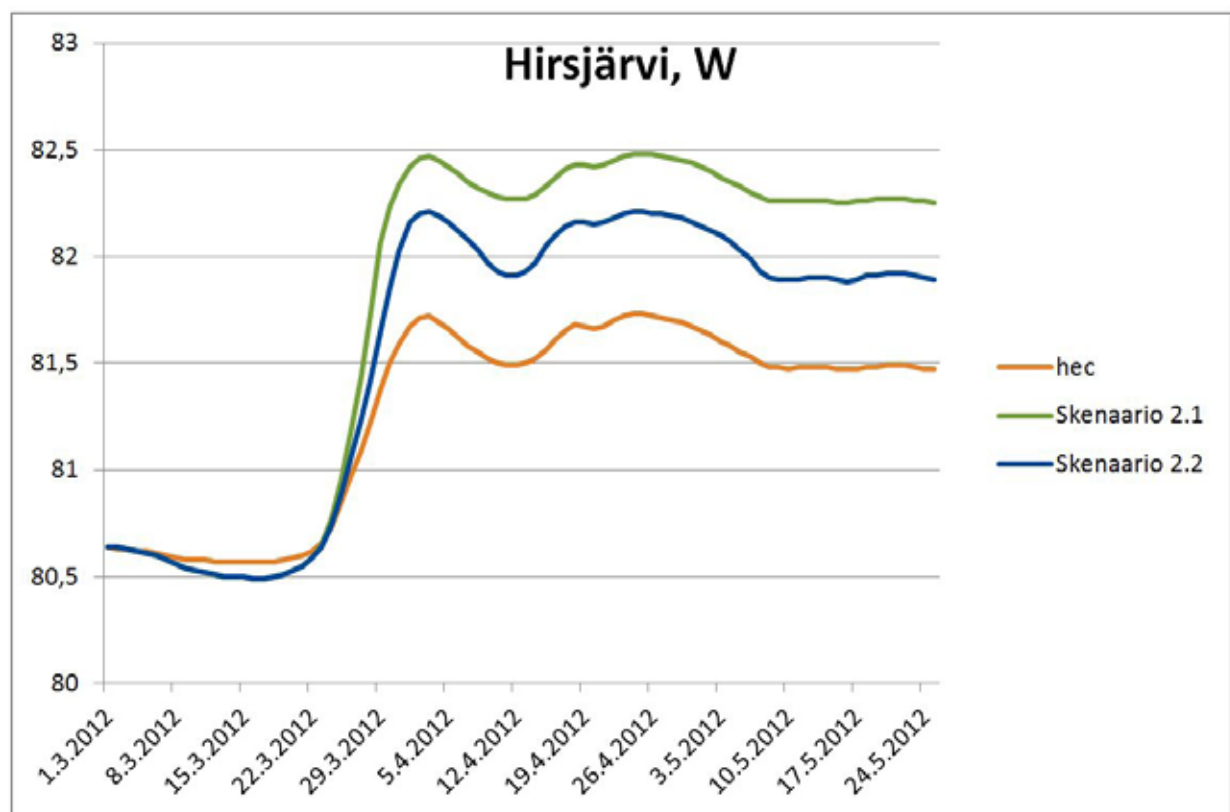
Pohjapadolla saataisiin osa takaisinvirtaamasta estettyä, mutta suurien tulvien aikana takaisinvirtaus olisi edelleen suurta. Takaisinvirtauksen määrä riippuisi padon harjan korkeudesta. Mitä korkeampi pato, sitä vähemmän takaisinvirtausta olisi. Mutta samalla pato nostaisi Painion vedenpinnan padon harjan tason yläpuolelle ja lisäisi tulvimisriskiä. Vedenpinnan vaihtelut vähenisivät, eikä kevätkuoppaa juuri olisi. Veneellä kulkeminen padon läpi olisi suurimman osan vuodesta vaikeampaa kuin ilman patoa. Jos padon harja ei ole kovin paljoa Hirsjärven keskivettä ylempänä, on kevyen veneen vetäminen padon harjan yli melko vaikeaa. Ylitykseen voisi rakentaa myös ”kanoottirännin”, joka on melojien suosima toimiva ja halpa rat-

kaisu pohjapatojen ylitykseen, joka sopii hyvin myös kevyemmille soutuveneille. Suuremmille veneille voi tarvittaessa rakentaa kiskot ja kelkan käsittävän kokonaisuuden. Tulva-aikaan yli pääsisi suoraan, koska molempien järvien vesi olisi padon harjan yläpuolella. Pohjapato saattaa pahentaa tulvia jopa enemmän kuin luukkupato, jos harjankorkeus suunnitellaan liian korkealle. Myöskin tarpeeksi suuri ja syvä alivirtaama-aukko on tarpeen, jotta tulvavesille Painiossa on tilaa. Kuvissa 12 ja 13 on kuvattu Painion ja Hirsjärven vedenkorkeuksia kahdessa pohjapatoskenaariossa. Skenaarioissa padon harja on turhan korkealla 82,00 m (N2000) tasossa, eikä siinä ole alivirtaama-aukkoa. Tarkemmassa suunnitelmassa padon harja olisi todennäköisesti jopa puoli metriä alempana sisältäen myös alivirtaama-aukon. Pohjapadon etuna on helppo huollettavuus, koska sitä ei tarvitse säädellä.

Pohja- ja luukkupadot estäisivät tai vähentäisivät takaisinvirtausta ja tätä kautta myös ravinnepulsien pääsyä Painioon. Näin Painion vedenlaadun voisi olettaa parantuvan. Tarkempi arvio aiheesta tulisi kuitenkin tehdä. Pienelläkin pohjapadolla Pajulanojalta tulevat kevättulvan ensimmäinen ravinnepiikki lähitisi todennäköisesti Hovirinnankosken suuntaan, vaikka takaisinvirtaamaa tulva-aikana tulisikin.



**Kuva 12.** Painion vedenkorkeudet (y-aks, N2000) pohjapatoskenaariossa. hec, kuvaa mallinnettua vedenkorkeutta normaalitilanteessa. Skenaario 2.1 kuvaa tilannetta havaitulla juoksutuksella Hovirinnankoskesta ja Skenaario 2.2 takaisinvirtaaman verran kasvatetulla juoksutuksella.



**Kuva 13.** Hirsjärven vedenkorkeudet (y-aks, N2000) pohjapatoskenaariossa. hec, kuvaa vedenkorkeutta normaalitilanteessa. Skenaario 2.1 kuvaa tilannetta havaitulla juoksutuksella Hovirinnankoskesta ja Skenaario 2.2 takaisinvirtaaman verran kasvatetulla juoksutuksella. Tulvahuippu kasvaa molemmissa skenaariossa 0,5-0,8 metriä, eikä kyseessä ollut erityinen tulvavuosi.



Luukkupato estäisi takaisinvirtaaman täysin. Oletus siis olisi, että aina kun Hirsjärven pinta olisi Painiota ylempänä, luukut olisivat kiinni, ja kun Painio nousee samalle korkeudelle kuin Hirsjärvi, luukut aukeavat. Tässä skenaariossa yksi ongelma liittyisi Painion paisumistilan poistumiseen. Hovirinnankosken virtaamia tulisi huomattavasti lisätä tulva-aikana, tai muun järvikeitjun tulvimisriski kasvaa suuresti. Juoksutusta tulisi kasvattaa, jotta järvet eivät tulvisi, mutta tällöin alapuolisten alueiden tulviminen tulee selvittää, ja Hovirinnankosken välityskykyä kasvattaa. Luukkupato käytännössä pienentäisi Painion kevättulvaa, koska Painion tulovirtaama pienenee lähes kolmanneksen. Kuvasta 14 ja 15 nähdään miten Painion ja Hirsjärven vedenpinnat muuttuisivat luukkupatoskenaariossa. Verrattuna pohjapatoon, luukkupato sallisi veneellä vaivattomamman liikkumisen padon läpi aina kun luukut olisivat auki. Padon operointivastuut tulisi myös selvittää. Luukkupadon aiheuttamaa tulvimisriskin kasvua järvikeitjulla (Painiota lukuun ottamatta) voisi yrittää hillitä matalilla ylivirtaama-aukoilla. Eli kun Hirsjärven taso menee määrätyn taso yli, rupeaa vettä automaattisesti purkautumaan Painioon (eli Painioon tulisi takaisinvirtausta).

Pohja- ja luukkupatojen vaikutukset Painion ekosysteemeihin tulisi selvittää tarkasti, jos Painiota ruvetaan padottamaan millään lailla. Myös kaikki vaikutukset alajuoksuun päin tulisi selvittää tarkasti, kun padon mitoitus on selvillä.

Mallissa testattiin myös Hovirinnankosken säännöstelypadon muuttamista pohjapadoksi. Tästä tehtiin kaksi skenaariota: Painion pohjapadolla (4.2) ja ilman (4.1). Nämä skenaariot ovat mahdollisia, jos Turun vesilaitoksen ei tarvitse enää säännöstellä järviä omiin tarpeisiinsa. Pohjapato kannattaisi mahdollisesti rakentaa Pitkäjärven loppuun, jossa siitä saisi tarpeeksi leveän, jotta ylivirtaamat mahtuisivat helposti padon yli. Patoon voisi tehdä melko suuren ja syvän alivirtaama-aukon, jotta alipuolisessa joessa riittäisi tarpeeksi vettä alivirtaama-aikoinakin, ja järvikeitjulle saataisiin luontaista vedenkorkeuden vaihtelua ja pieni kevätkuoppa tulvien varalle. Padosta voisi tehdä moniportaisen, jotta kalojen olisi helppo päästä siitä läpi.

## Kevätkuopan pienennys (Skenaario 5)

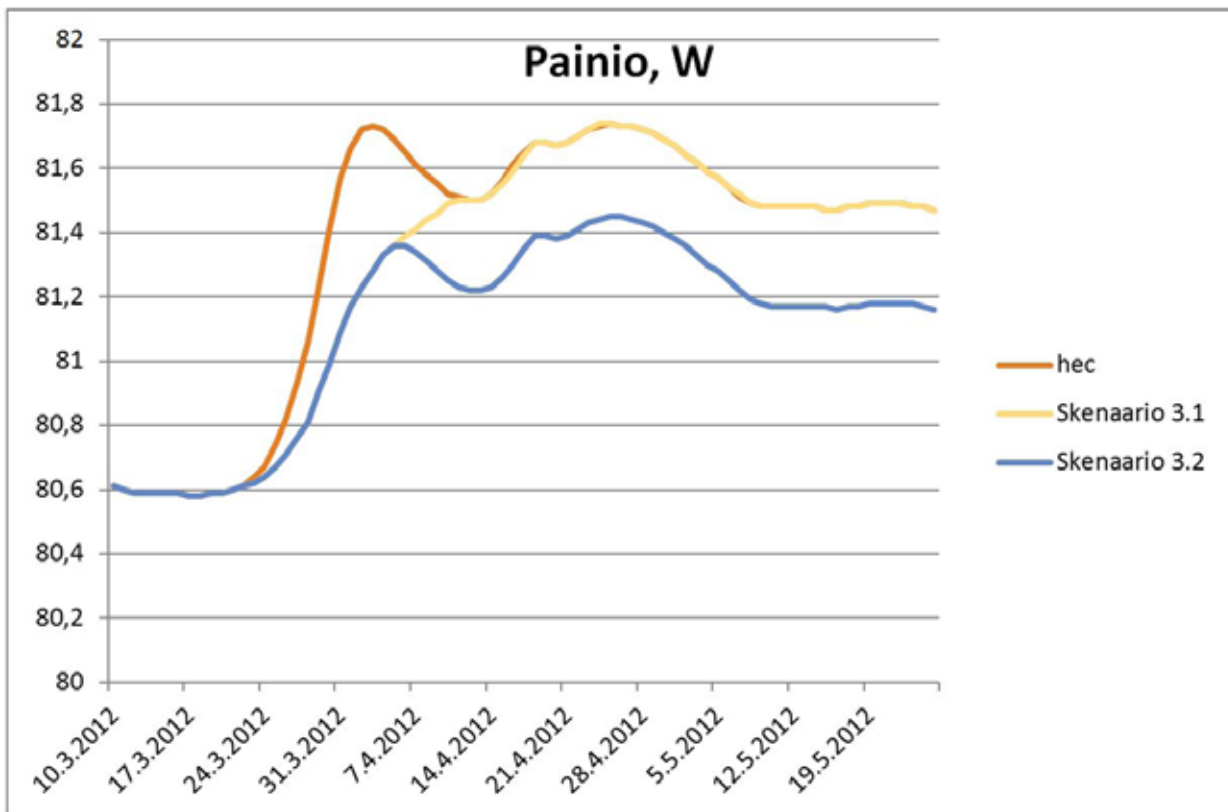
Kevätkuopan pienentäminen vähentää mallin mukaan takaisinvirtaamaa. Kun järvikeitju on valmiiksi ylempällä tasolla kevättulvan alkaessa, Painioon virtaa vähemmän vettä Hirsjärvestä. Tämän edellytyksenä on, että Hovirinnankosken juoksutusta kasvatetaan tulvaa ennen aikaisemmin ja suuremmaksi. Tämä ei kuitenkaan aina ole mahdollista, koska maksimijuoksutusmäärät riippuvat Hovirinnankosken alapuolisesta vedenpinnan korkeudesta. Vesistömallin ennusteiden avulla juoksutus pitäisi olla mahdollista optimoida. Tosin tällöin suurennetaan myös tulvariskiä.

Kevättulvan pienentäminen virtaamaa kasvattamalla mahdollistaa kevätkuopan pienentämisen, joka olisi muutenkin järvien tilan kannalta hyväksi. Karjakosken uuden pohjapadon valmistuttua selviää, kuinka hyvin Hovirinnasta voi juoksuttaa vettä aikaisempaa enemmän. Lähtökohtaisesti tilanne ei tule suuresti muuttumaan. Asiaa saattaa helpottaa Karjakosken osuuden ruoppaus. Säännöstelyä saattaa tässä tapauksessa myös helpottaa se, että vedenpinnan erotus Hovirinnan ylä- ja alapuolella on lähtökohtaisesti suurempi kevättulvan alkaessa, joten juoksusta voi kasvattaa suuremmaksi nopeammin.

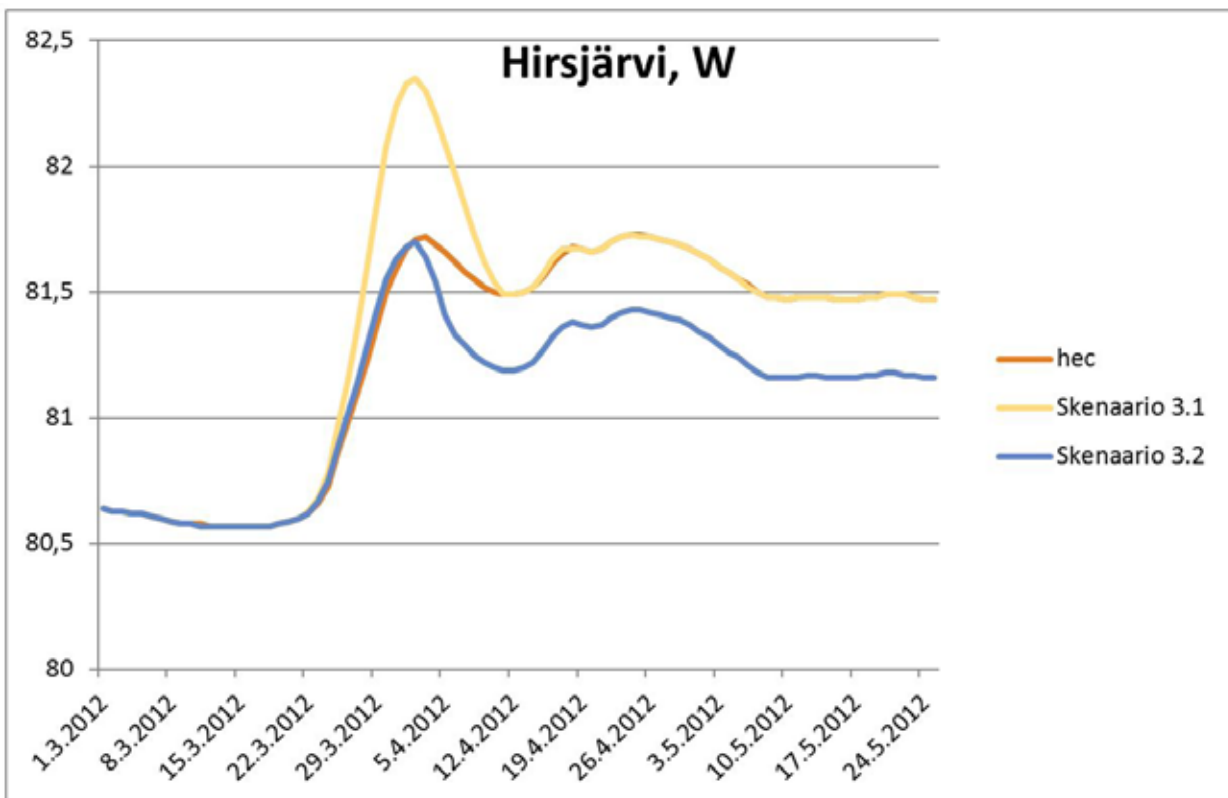
Jos kevätkuoppaa pienennetään, tarkoittaa se sitä, että tulvalle on vähemmän tilaa, joten juoksutus pitää osata suunnitella hyvin, tai muuten tulvariski kasvaa liikaa. Hovirinnasta voi tulva-aikaan juoksuttaa käytännön kokemusten mukaan maksimissaan noin 20 m<sup>3</sup>/s, riippuen padon ylä- ja alapuolisista vedenpinnoista. Tällöin siis järvikeitju ei vielä pahasti tulvi. Karjakosken ja Hovirinnankosken mahdollisella ruoppauksella tähän saatettaisiin saada helpotusta. Suomen ympäristökeskuksen vesistömallin juoksutuksen simulointityökalulla juoksutusta voi yrittää saada paremmin tulvahuippua ennakoivaksi ja juoksutuksen optimaaliseksi.

## Vaikutukset vesivoimaan

Kevätkuopan pienentäminen, niin kuin myös uudet padot ja muutetut juoksutukset, vaikuttavat alapuoliseen vesivoimantuotantoon. Voimat joutuvat tulva-aikaan tekemään ohijuoksutuksia ja mahdolliset muutokset saattavat lisätä ohijuoksutusten määrää. Alustavien arvioiden mukaan tuotannonmenetykset kevätkuopan pienennyksen ja/tai uusien patojen takia



**Kuva 14.** Painion vedenkorkeudet (y-aks, N2000) luukkupatoskenaariossa. hec, kuvaa vedenkorkeutta nykytilanteessa. Skenaario 3.1 kuvaa tilannetta havaitulla juoksutuksella Hovirinnankoskesta ja Skenaario 3.2 takaisinvirtaaman verran kasvatetulla juoksutuksella.



**Kuva 15.** Hirsjärven vedenkorkeudet (y-aks, N2000) luukkupatoskenaariossa. hec, kuvaa vedenkorkeutta nykytilanteessa. Skenaario 3.1 kuvaa tilannetta havaitulla juoksutuksella Hovirinnankoskesta ja Skenaario 3.2 takaisinvirtaaman verran kasvatetulla juoksutuksella. Tulvahuippu kasvaa Skenaario 3.1 skenaariossa yli puoli metriä, eikä kyseessä ollut erityinen tulvavuosi.

olisivat noin 10 000- 20 000 € vuodessa. Menetykset tulee mahdollisesti korvata energiayhtiölle. Lupahakemuksessa asiaa tulee tarkastella tarkemmin valitun toimenpiteen osalta.

## Karjakosken ruoppauslaskut

Karjakosken osuudella huomattiin maastokatselmuksessa 13.8.2013 muutamia matalikoita ja kapeikoita. Useimmat kapeikot olivat ojien tuomien sedimenttien aiheuttamia. Karjakosken osuudella testattiin muutamia erilaisia ruoppausskenaarioita Karjakosken vetokyvyn parantamiseksi. Ruoppausskenaarioissa testattiin uoman pohjan ruoppaamista kolmeen eri tasoon (7 m, 78,5 m ja 78 m (N2000)) noin 10 metrin leveydeltä. Ruoppausmassat 79 metrin skenaariossa olisivat arviolta noin 2000 kuutiota ja 78,5 m metrin skenaariossa noin 13 000 m<sup>3</sup>.

Mallinnuksessa arvioitiin, kuinka paljon vedenkorkeus Hovirinnankosken alapuolella laskee eri ruoppausskenaarioissa. Mitä alempana vesi Hovirinnankosken alapuolella on, sitä enemmän siitä voi myös juoksuttaa. Laskelmissa on oletettu, että Karjakosken säännöstelypato on korvattu suunnitelmien mukaisella pohjapadolla. Pohjapadon rakennustyön pitäisi alkaa viimeistään vuonna 2015.

Ruoppausskenaarioista 79 m on lähellä tilannetta, jossa maastokatselmuksessa havaitut matalikot ja kapeikot ruopattaisiin pois. Ruoppaus tasoon 78,5 m on tähän verrattuna jo huomattavasti suurempi ruoppaus. 78 metrin tasoon ruoppaus on tästäkin vielä huomattavasti järeämpi ruoppaus, joka otettiin mukaan lähinnä referenssiksi, jotta nähdään onko siitäkään apua.

Kuvassa 16 (s. 20) on esitetty skenaarioiden ruoppauslinjat. Musta viiva kuvaa luodattua pohjan tasoa, muut värit ovat ruoppausvyöhyksiä. Kuvassa Karjakosken osuus on jaettu kolmeen osaan. Ylimmän kuvan vasen laita on Karjakosken padon kohdalla. Alimman kuvan oikea laita on 8,5 km ylävirtaan Karjakoskesta, eli noin 5 km Hovirinnankoskesta alavirtaan. Kaikissa skenaarioissa myös levennettäisiin kapeikoita useassa kohdassa.

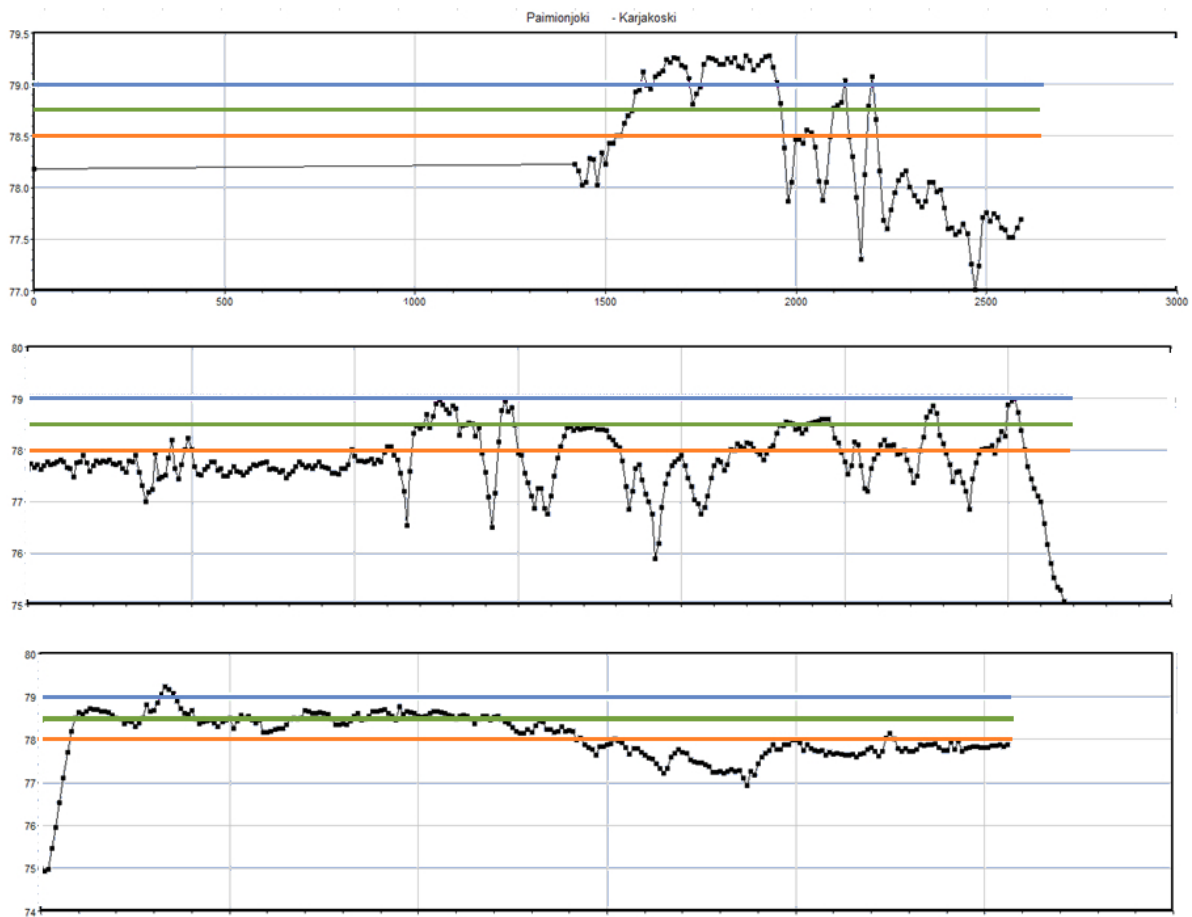
Kuvassa 17 (s. 21) on mallinnettu Hovirinnan alapuolen vedenpinnankorkeuksia vuoden 2012 keväällä eri ruoppausskenaarioissa, nolla skenaariossa (HEC-RAS, ei mitään ruoppausta) sekä havaittu taso. Kuvasta huomaa, että 79 m metrin ruoppauksella on vain sentin tai kahden vaikutus suhteessa ruoppaamattomaan.

78,5 m ruoppauksellakin on alle 5 cm vaikutus. 78 m tasoon ruopatessa saadaan jo noin 10 cm tason aleneminen. Havaittuun tasoon verrattuna on syytä muistaa, että mallinnuksessa on tuleva pohjapato, kun taas Turun vesilaitoksen Hovirinnankosken havainnoissa Karjakoskessa on settipato.

Senttienkin eroilla voi olla virtaamien kannalta suuria vaikutuksia, etenkin kun padon ala- ja yläpuoliset vedenpinnat ovat lähellä toisiaan. Tämä tilanne on yleisin erityisesti tulvien aikaan. Laskennallisesti arvioituna sentin lisäerolla saa juoksuuskapasiteettia lisää noin 0,5-1 m<sup>3</sup>/s, kolmen sentin lisäerolla 1,5–2,5 m<sup>3</sup>/s ja viidellä sentillä jo 2,5 - 4 m<sup>3</sup>/s.

Ruoppaus myös hieman pienentää osuuden tulvimisherkkyttä, koska osuuden veden välityskyky kasvaa ja ruoppausmassoja voitaisiin osittain kasaata tulvapenkereiksi tulvimisherkimpiin kohtiin. Tulvien kannalta oleellisempaa on kuitenkin Hovirinnankosken säännöstely ja tulevan Karjakosken pohjapadon vetokyky. Osa aikaisemmista tulvimisista on todennäköisesti johtunut Karjakosken settipadon vaikeasta säätelystä.

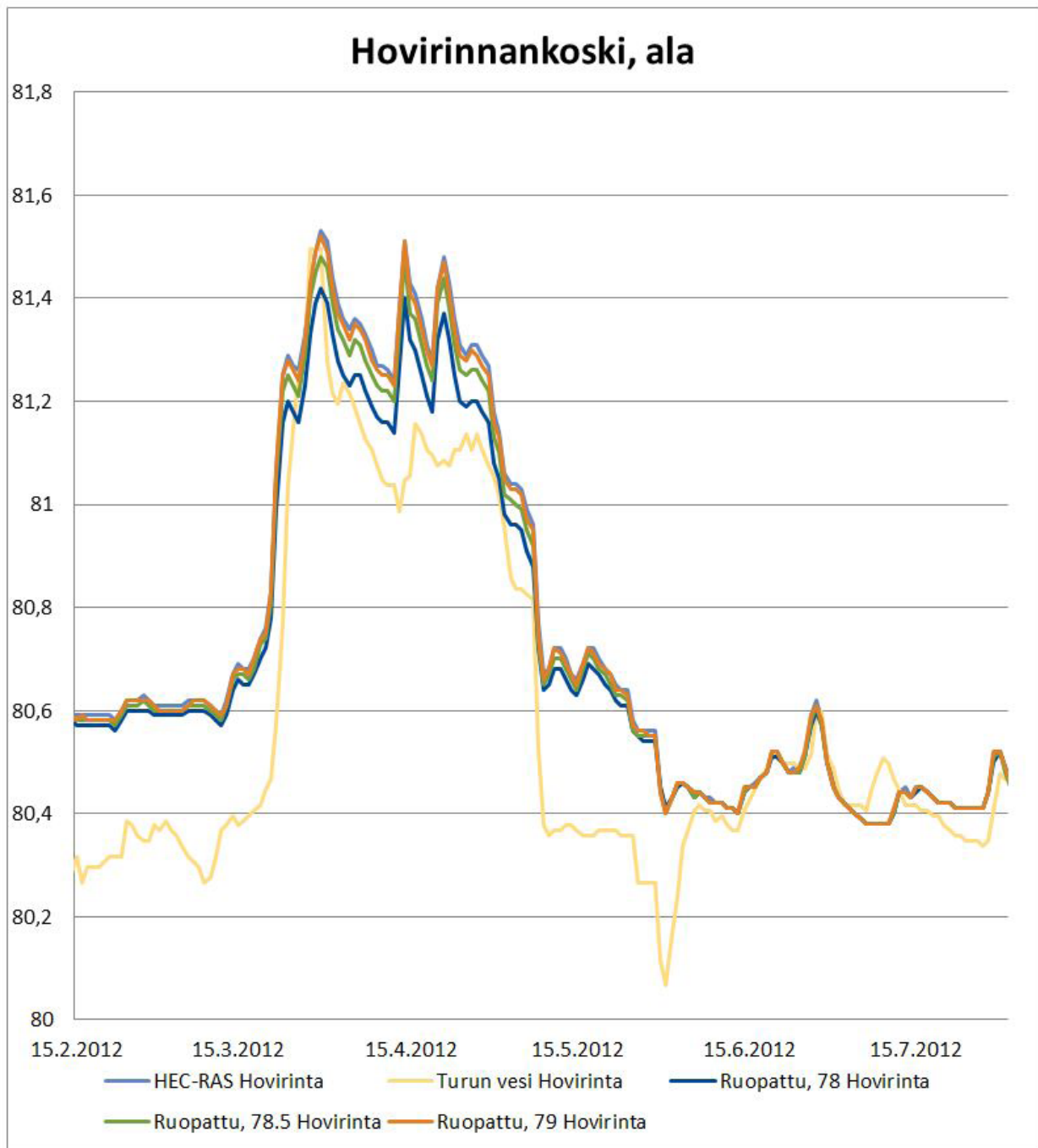
Jos Hovirinnankoskesta ruvetaan juoksuuttamaan kevättulvan aikaan suurempia virtaamia, on varmistettava, ettei Karjakosken osuus tulvi pahasti. Erilaisia juoksuutuksia ja niiden vaikutuksia voi mallintaa, mutta vetokykyä tulee testata kun pohjapato on valmis. Jos tämän jälkeen todetaan, että vetokykyä tulee parantaa, voi ruoppausta harkita tarkemmin. Karjakosken osuutta on saatettu ruopata aikaisemmin, mutta tarkkaa tietoa tästä ei tällä hetkellä ole. Jos ruoppausta on tehty aikaisemmin, on uuden ruoppauksen luvan saanti helpompaa, jos ruoppaus tehdään samaan tasoon kuin aikaisemmin. Karjakosken osuudella tulvasosiksi on arvioitu noin 81,1 m (N2000), jolloin ainakin alimmat pellot alkavat kärsimään tulvasta.



**Kuva 16.** Ruoppauslinjat skenaarioille. Musta viiva kuvaa pohjan tasoa. Oranssi (78 m), vaaleanpunainen (78,5 m) ja pinkki (79 m) viiva kuvaava ruoppauslinjaa N2000 tasossa.



Hovirinnankosken säännöstelypato



**Kuva 17.** Erilaisten ruoppausskenaarioiden vaikutus Hovirinnankosken alapuoliseen vedenpintaan. Y-akseli on N2000 tasossa. Turun veden havainnot ovat tilanteesta, jossa Karjakoskessa on settipato, ja mallinnus pohjapadosta, joten suoraa vertailua ei kannata tehdä.

# Seuraavat askeleet

Säännöstelyn kehittäminen on pitkä ja työläs prosessi. Tällä hetkellä Paimionjoella tehdään vaikutusten arviointivaihetta, jossa kootaan ja tuotetaan tietoa säännöstelyn taloudellisista, sosiaalisista ja luontoon kohdistuvista vaikutuksista ja analysoidaan eri vaikutusten merkittävyyttä luoden näin edellytykset erilaisen säännöstelyvaihtoehtojen vaikutusten arvioinnille ja vertailulle. Arviointi perustuu sekä maastossa toteutettuihin kartoituksiin ja mittauksiin, että erilaisiin laskentamalleihin ja tilastomatematiikkaan menetelmiin. Lopuksi pyritään sovittamaan yhteen vesistön eri käyttäjäryhmien tavoitteet. Koska ne ovat monelta osin erilaisia ja myös vastakkaisia, ei kaikkien tavoitteiden toteutuminen samanaikaisesti ole todennäköisesti mahdollista. Prosessin aikana pitää tehdä monenlaisia selvityksiä muutosten vaikutuksista.

## Mahdollisesti tarvittavat selvitykset:

- Vaikutukset alajuoksulla
- Vaikutukset vesivoimaan
- Vaikutukset tulviin ja peltojen vettymiseen
- Vaikutukset ekosysteemeihin (linnusto, kalasto, rantavyöhyke, pohjajeläimistö,...)
- Vaikutus vedenlaatuun, eroosioon?
- Vaikutus virkistyskäyttöön ja maisemaan

Jos säännöstelyä kehitetään tai patoja rakennetaan tai muutetaan, tulee selvittää, mitkä ovat kriittiset vedenkorkeudet, kuinka korkealle keskivettä voi nostaa ja miten tulvat tällöin käyttäytyvät. Suurehkoilla alivirtaamakynnyksillä voidaan tehdä maltillista kuoppaa tulvavesiä varten, jotka järviketjulle tulevat laajalta alueelta ja nopeasti. Keskivettä korotettaessa tulee vettymishaitat selvittää ja korvata. Muutosten vaikutus järvien ekosysteemeihin tulisi selvittää tarkasti.

Lyhyellä aikatahtimella Paimionjoen säännöstelyä voidaan kehittää nykyisten lupien puitteissa. Karjakosken padon muuttaminen pohjapadoksi saattaa helpottaa säännösteltävyyttä Hovirinnassa, jolloin järviketjun säännöstelyä voidaan kehittää. Suomen ympäristökeskuksen vesistömallilla pystytään juoksuksia arvioimaan entistä tarkemmin. Säännöstelyn kehittäminen nykyisten lupien puitteissa mahdollistaa takaisinvirtauksen pienenemisen ja tulvahaittojen vähenemisen.

Pitkän aikatahtaimen toimenpiteisiin kuuluvat uudet patorakenteet ja luvat. Jos Paimion luusuaan ja/ tai Hovirinnankoskeen rakennetaan patoja, edellyttää se uusia vesilain mukaisia lupia. Lupahakemusta varten pitää tehdä suunnitelmia ja selvityksiä. Nämä vievät aikaa. Myös itse lupaprosessi voi viedä vuosia. Karjakosken ja Hovirinnankosken välisen osuuden kunnostus vaatii myös luvan. Yksi jo käynnissä oleva pitkän aikatahtaimen prosessi on valumavesien pidättäminen, millä voi olla vaikutuksia tulviin, ravinteiden huuhtoutumiseen ja takaisinvirtaukseen. Pajulanojalla on joitakin hankkeita jo toteutettu, mutta valumavesien pidättäminen on pitkä ja työläs prosessi itsessäänkin.

Kun säännöstelyn kehittämistoimenpiteitä on saatu päätettyä, voidaan niiden suunnittelu ja mitoitus aloittaa. Järvien rannoilla tulee selvittää vettymisvahingot ja maa-alueiden muuttuminen vesialueiksi. Myös alajuoksun tulvariskit ja vettyminen pitää ottaa huomioon. Suunnittelut ja selvitykset vievät aikaa ainakin vuoden.

Kun lupaa ruvetaan hakemaan, pitää luonnollisesti luvan hakijat olla selvillä. Tässä tapauksessa todennäköisimmät hakijat olisivat Someron kaupunki ja/ tai Turun kaupunki. Myös vesitaloudellisen yhteisön perustaminen on mahdollista. Lupaa hakiessa tarvitaan suostumuksia siten, että suostumukset kattavat vä-



hintään 75 % vesialueeksi muuttuvasta maa-alueesta tai hakijoiden osuus vesialueeksi muuttuvasta maa-alueesta on vähintään 50 %

AVI:n lupakäsittelyt kestävät 1-2 vuotta. Jonka jälkeen mahdolliset valitukset käsitellään Vaasan hallinto-oikeudessa ja sen jälkeen vielä mahdollisesti korkeimmassa hallinto-oikeudessa. Kummallakin oikeusasteella käsittely aika on noin kaksi vuotta. Yh-

teensä luvan käsittelyaika voi siis pahimmillaan olla jopa kuusi vuotta.

Mahdolliset pitkän tähtäimen kehittämistoimenpiteet voidaan toteuttaa lupaprosessin jälkeen lupien saatua lainvoiman. Säännöstelyn kehittämisen suunnittelu, luvitus ja toteutus edellyttävät vahvaa paikallista sitoutumista, jolloin myös Varsinais-Suomen ELY-keskus on tukemassa hanketta.



Patakoski.

# Yhteenveto ja johtopäätökset

Tässä raportissa on esitetty taustoja ja tuloksia Paimionjoen järviketjun säännöstelyn kehittämisen edistämiseksi, koska vedenpinnan ja virtaamien vaihteluiden on koettu aiheuttavan haittaa vesistön käytölle ja tilalle. Ongelmia ovat erityisesti kevätkuopan alhaisuus ja takaisinvirtaus Painioon. Raportissa esiteltiin Paimionjoen yläosasta tehtyä hydraulista mallinnusta, jossa testattiin erilaisten pato- ja juoksutusvaihtoehtojen vaikutuksia vedenkorkeuksiin ja virtaamiin. Myös ruoppausta Karjakosken ja Hovirinnankosken väliselle osuudelle käsiteltiin lyhyesti.

Erilaisista skenaarioista on tehty alustavat vaikutusarviot, mutta jos toimenpiteisiin ryhdytään, ovat tarkemmat suunnitelmat ja selvitykset ehdottomia. Mallinnusten perusteella suurempi tai aikaistettu juoksutus, jossa sääennusteiden perusteella kasvatetaan juoksutusta hieman aikaisemmin ennen tulvahuippua, pienentää takaisinvirtausta, muttei estä sitä kokonaan. Juoksutusta ei kuitenkaan välttämättä pysty lisäämään miten haluaa, koska juoksutuksen suuruus riippuu Hovirinnankoskenpadon alapuolisesta vedenpinnankorkeudesta. Ruoppaamalla Hovirinnankosken ja Karjakosken välistä osuutta Hovirinnankosken alapuolista vedenpintaa voisi saada alennettua ja osuuden vetokykyä parannettua sekä tulvimisherkkyyttä pienennettyä. Kevätkuopan pienennys vähentää takaisinvirtausta ja on myös järvien ekosysteemeille hyväksi. Tulvariskin kasvu tulee kuitenkin ottaa huomioon. Suomen ympäristökeskuksen vesistömallin avulla kevätkuopan syvyyttä voi yrittää optimoida.

Painio toimii tulvatilanteissa paisumisaltaana. Kaikenlainen takaisinvirtaaman estäminen tai pienentäminen johtaa suurempiin juoksutuksiin Hovirinnankoskella tai/ja järviketjun kasvaneisiin vedenkorkeuksiin ja mahdollisesti tulviin. Järviketju ei kuitenkaan onneksi ole erityisen tulvaherkkä alue, vaan siinä on melko jyrkästi nousevat rannat. Erilaisten tulvakorkeuksien

mahdolliset riskirajat ja vahingot tulee selvittää, jos tulvariskiä kasvatetaan.

Tässä raportissa esitettyjen toimenpiteiden lisäksi vesien pidätys valuma-alueella on varteen otettava vaihtoehto takaisinvirtaaman ja vedenlaadun parantamiseen. Valumavesien pidätys parantaa vedenlaatua, pienentää tulvapiikkiä ja myös pienentää takaisinvirtaamaa (etenkin jos sitä tehdään Jaatilanjoen valuma-alueella). Valumavesien pidätys koostuu lukuisista pienistä pohjapadoista, kosteikoista, putkipadoista, pidätysaltaista jne. Yksittäisellä toimenpiteellä ei ole välttämättä kovin suurta vaikutusta, mutta yhdessä muiden toimenpiteiden kanssa merkitys voi olla oleellinen.

Suurin osa tässä raportissa käsitellyistä toimenpiteistä vaatii vesilain mukaisen luvan. Lupaprosessit ovat yleensä kalliita ja pitkiä, sekä vaativat monia lisäselvityksiä. Sidosryhmien ja paikallisten vahva osallistuminen ja pitkäjänteinen sitoutuminen valittaviin toimenpiteisiin ovat lähtökohta onnistuneille tuloksille.

## Lähteet

Ahopelto, L & Marttunen, M. Paimionjoen Virtaama ja vedenkorkeusanalyysi, Suomen Ympäristökeskus, 2012

Brunner, G. 2002. HEC-RAS, River Analysis System Hydraulic Reference Manual. Version 3.1. [Verkkajulkaisu]. Davis, California:US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center. 350 s. [Viitattu 14.12.2011]. Saatavissa: <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/documents/hydrref/>.

Elo, Petri: Paimionjoen säännöstelyn kehittäminen. Somero, Koski TI.. Lounais-Suomen ympäristökeskuksen monistesarja 4/2005. Turku: Lounais-Suomen ympäristökeskus, 2004.

Joki-Heiskala, Päivi, Raportti Paimionjoen vesistön alueen asukkaille ja loma-asukkaille tehdystä kyselystä. Kyselytutkimus, Paimionjoki-yhdistys ry, 2012

Ignatius, Sonja-Maria, Vesistön tilan vaikutus virkistyskäyttöarvoon Paimionjoen vesistöalueella, Diplomityö, Aalto-yliopisto, 2012

Vogt, Hans, Paimionjoki-projekti: Paimionjoen vesistön säännöstelyn kehittämissuunnitelma, Kosken TI kunta, Marttilan kunta, Paimion kunta, Someron kaupunki, Tarvasjoen kunta, Turun kaupunki ja Lounais-Suomen Sähkö Oy, 1995.

Väisänen, S. (toim.) 2013. Mallit avuksi vesienhoidon-suunnitteluun – GisBloom-pilottialueilla. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 29/2013

## Karjakosken luotaus

Ilkka Myllyoja, mittausteknikko  
Varsinais-Suomen ELY-keskus  
18.11.2013

### **Paimionjoen syvyyskartoitus syksyllä 2013 Menetelmäkuvaus maastomittauksesta HEC-RASiin**

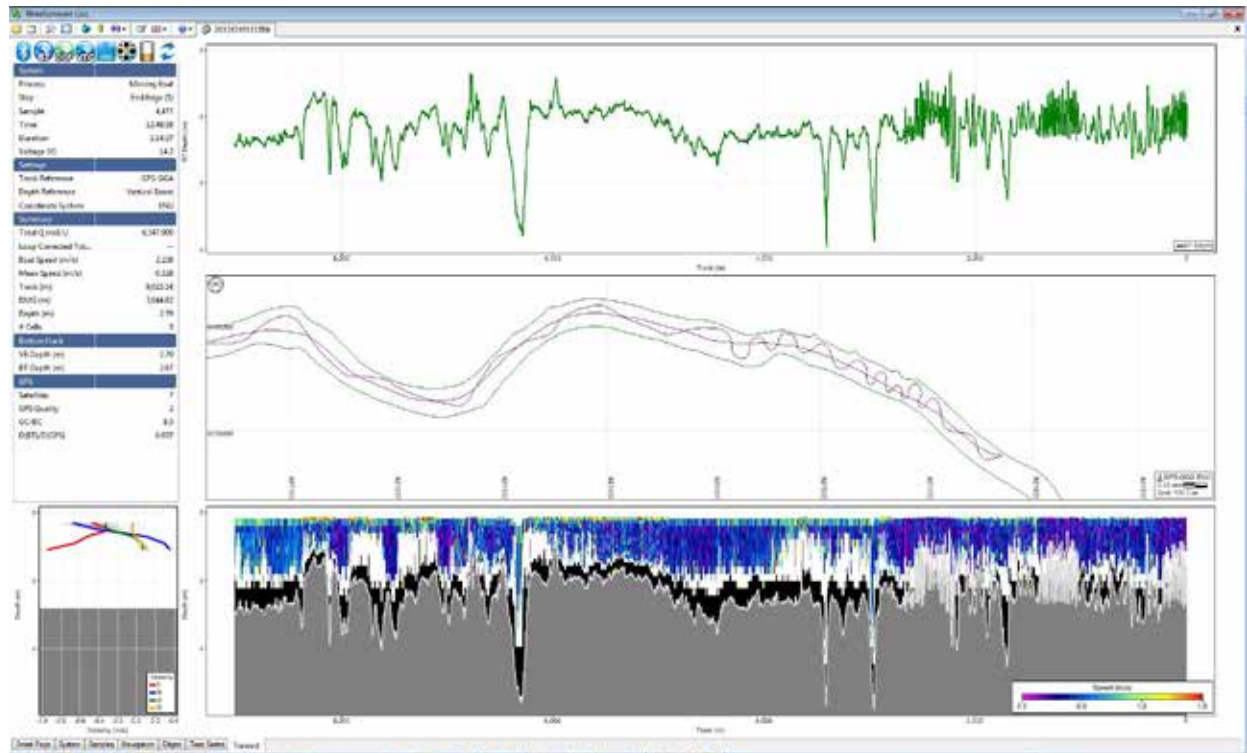
Virtausmallinnusta varten suoritettiin Varsinais-Suomen ELY-keskuksen toimesta syvyyskartoitus Paimionjoesta Karjakosken ja Hovirinnankosken välillä. Tarkoituksena oli kartoittaa mahdolliset virtaushidasteet, kuten kapeikot ja matalikot.

Luotaus tehtiin käytettiin ADP (Acoustic Doppler Profiler) –menetelmällä Sontek M9 laitteella. Laitteessa on integroituna DGPS-vastaanotin, jolla luotauspisteen positio määritettiin. Laitteisto oli kytketty kumiveneeseen, jolla luodattava alue ajettiin yhden päivän aikana. Mittauksen aikainen vedenpinnan korkeus mitattiin RTK-GNSS menetelmällä Trimble R8:lla.





Aineisto kerättiin ja analysoitiin River Surveyor Live –ohjelmalla. Luotauspisteitä mitattiin kerran sekunnissa. Mitattu profiili ja pisteiden sijainti päivittyi reaaliajassa ohjelmaan.



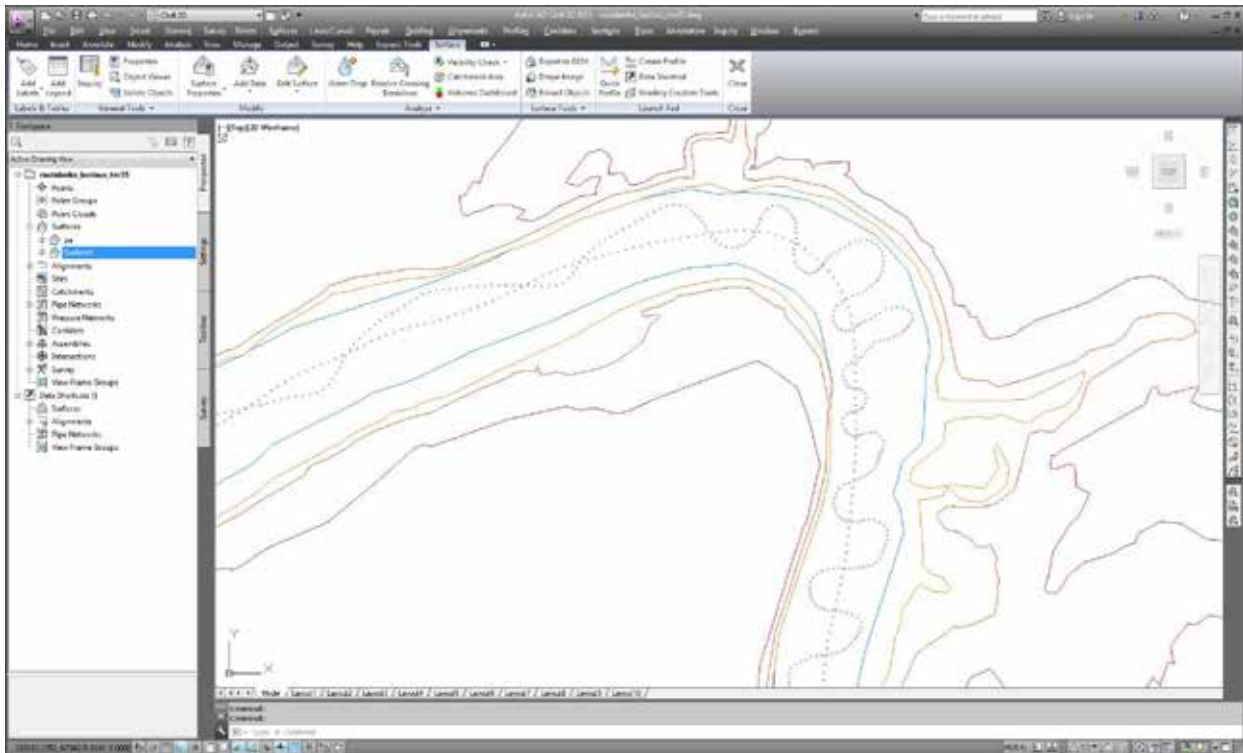
Mittausdatasta otettiin jatkojalostukseen pisteen ID (Sample), DGPS mittauksen laatua kuvaava HDOP-arvo, syvyysselukema (Depth) sekä UTM koordinaatit.

Step	Sample	Time	Track (m)	DMG (m)	# Cabs	Boat Speed (m/s)	Left Q (m³/s)	Right Q (m³/s)	Total Q (m³/s)	Corrected T (m³/s)	Altitude (m)	Satellites	HDOP	Depth (m)	UTM X (m)	UTM Y (m)	Longitude (deg)	Latitude (deg)	Boat Speed (m/s)
In Trans...	4,440	12:48:28	8,955.08	1,915.30	9	2.270	0.00	0.00	8,477.120	--	80.30	8	0.90	2.06	615,748.47	6,726,737.04	27° 8' 19.34"	60° 41' 9.75"	0.343
In Trans...	4,447	12:48:29	8,957.09	1,915.77	10	2.262	0.00	0.00	8,476.048	--	80.25	8	0.00	2.83	615,748.85	6,726,735.46	27° 8' 19.30"	60° 41' 9.68"	0.473
In Trans...	4,448	12:48:30	8,960.21	1,916.27	10	2.281	0.00	0.00	8,484.213	--	80.30	8	0.90	2.77	615,748.21	6,726,733.28	27° 8' 19.35"	60° 41' 9.61"	0.429
In Trans...	4,449	12:48:31	8,962.47	1,916.79	8	2.250	0.00	0.00	8,484.362	--	80.30	8	0.00	2.57	615,747.56	6,726,731.11	27° 8' 19.30"	60° 41' 9.54"	0.540
In Trans...	4,450	12:48:32	8,964.74	1,917.15	8	2.270	0.00	0.00	8,488.039	--	80.30	8	0.90	2.96	615,748.85	6,726,730.95	27° 8' 19.35"	60° 41' 9.48"	0.552
In Trans...	4,451	12:48:33	8,966.90	1,917.85	7	2.243	0.00	0.00	8,492.157	--	80.30	8	0.00	2.51	615,746.52	6,726,728.82	27° 8' 19.30"	60° 41' 9.41"	0.546
In Trans...	4,452	12:48:34	8,969.25	1,918.54	4	2.267	0.00	0.00	8,495.094	--	80.20	6	0.00	2.53	615,745.30	6,726,726.67	27° 8' 19.25"	60° 41' 9.34"	0.790
In Trans...	4,453	12:48:35	8,971.30	1,919.17	9	2.236	0.00	0.00	8,497.874	--	80.40	7	0.00	2.56	615,744.83	6,726,725.33	27° 8' 19.29"	60° 41' 9.27"	0.512
In Trans...	4,454	12:48:36	8,973.75	1,919.84	7	2.245	0.00	0.00	8,502.150	--	80.40	7	0.00	2.68	615,743.84	6,726,723.42	27° 8' 19.44"	60° 41' 9.20"	0.823
In Trans...	4,455	12:48:37	8,976.00	1,920.52	10	2.236	0.00	0.00	8,504.389	--	80.40	7	0.90	2.75	615,743.81	6,726,698.37	27° 8' 19.38"	60° 41' 9.14"	0.386
In Trans...	4,456	12:48:38	8,978.25	1,921.21	7	2.257	0.00	0.00	8,505.703	--	80.40	7	0.00	2.79	615,742.21	6,726,696.21	27° 8' 19.52"	60° 41' 9.07"	0.265
In Trans...	4,457	12:48:39	8,980.33	1,921.96	8	2.237	0.00	0.00	8,508.005	--	80.40	7	0.00	2.77	615,743.34	6,726,694.12	27° 8' 19.46"	60° 41' 9.00"	0.523
In Trans...	4,458	12:48:40	8,982.75	1,922.72	10	2.246	0.00	0.00	8,510.145	--	80.40	7	0.00	2.81	615,740.45	6,726,692.05	27° 8' 19.39"	60° 41' 8.94"	0.548
In Trans...	4,459	12:48:41	8,985.00	1,923.53	4	2.251	0.00	0.00	8,511.830	--	80.40	7	0.00	2.78	615,739.52	6,726,689.90	27° 8' 19.33"	60° 41' 8.87"	0.886
In Trans...	4,460	12:48:42	8,987.38	1,924.38	2	2.251	0.00	0.00	8,515.031	--	80.40	7	0.90	2.77	615,738.55	6,726,687.95	27° 8' 19.76"	60° 41' 8.81"	0.415
In Trans...	4,461	12:48:43	8,989.33	1,925.26	2	2.230	0.00	0.00	8,517.043	--	80.40	7	0.00	2.83	615,737.56	6,726,685.92	27° 8' 19.19"	60° 41' 8.74"	0.530
In Trans...	4,462	12:48:44	8,991.75	1,926.16	10	2.248	0.00	0.00	8,520.905	--	80.40	7	0.00	2.83	615,736.55	6,726,683.90	27° 8' 19.13"	60° 41' 8.68"	0.537
In Trans...	4,463	12:48:45	8,994.00	1,927.09	4	2.248	0.00	0.00	8,523.140	--	80.40	7	0.00	2.87	615,735.51	6,726,681.90	27° 8' 19.35"	60° 41' 8.61"	0.405
In Trans...	4,464	12:48:46	8,996.25	1,928.06	8	2.230	0.00	0.00	8,524.812	--	80.40	7	0.00	2.90	615,734.41	6,726,679.93	27° 8' 14.37"	60° 41' 8.55"	0.542
In Trans...	4,465	12:48:47	8,998.30	1,929.09	9	2.246	0.00	0.00	8,527.137	--	80.40	7	0.90	2.90	615,733.25	6,726,677.98	27° 8' 14.89"	60° 41' 8.49"	0.442
In Trans...	4,466	12:48:48	9,000.78	1,930.36	8	2.239	0.00	0.00	8,529.080	--	80.50	7	0.00	2.92	615,732.12	6,726,676.04	27° 8' 14.81"	60° 41' 8.43"	0.420
In Trans...	4,467	12:48:49	9,003.01	1,931.75	8	2.251	0.00	0.00	8,531.385	--	80.50	7	0.90	2.99	615,730.80	6,726,674.17	27° 8' 14.73"	60° 41' 8.37"	0.561
In Trans...	4,468	12:48:50	9,005.36	1,933.40	8	2.243	0.00	0.00	8,533.284	--	80.50	7	0.90	2.89	615,729.67	6,726,672.25	27° 8' 14.64"	60° 41' 8.31"	0.763
In Trans...	4,469	12:48:51	9,007.30	1,935.58	8	2.244	0.00	0.00	8,538.156	--	80.50	7	0.00	2.97	615,728.30	6,726,670.30	27° 8' 14.55"	60° 41' 8.25"	0.894

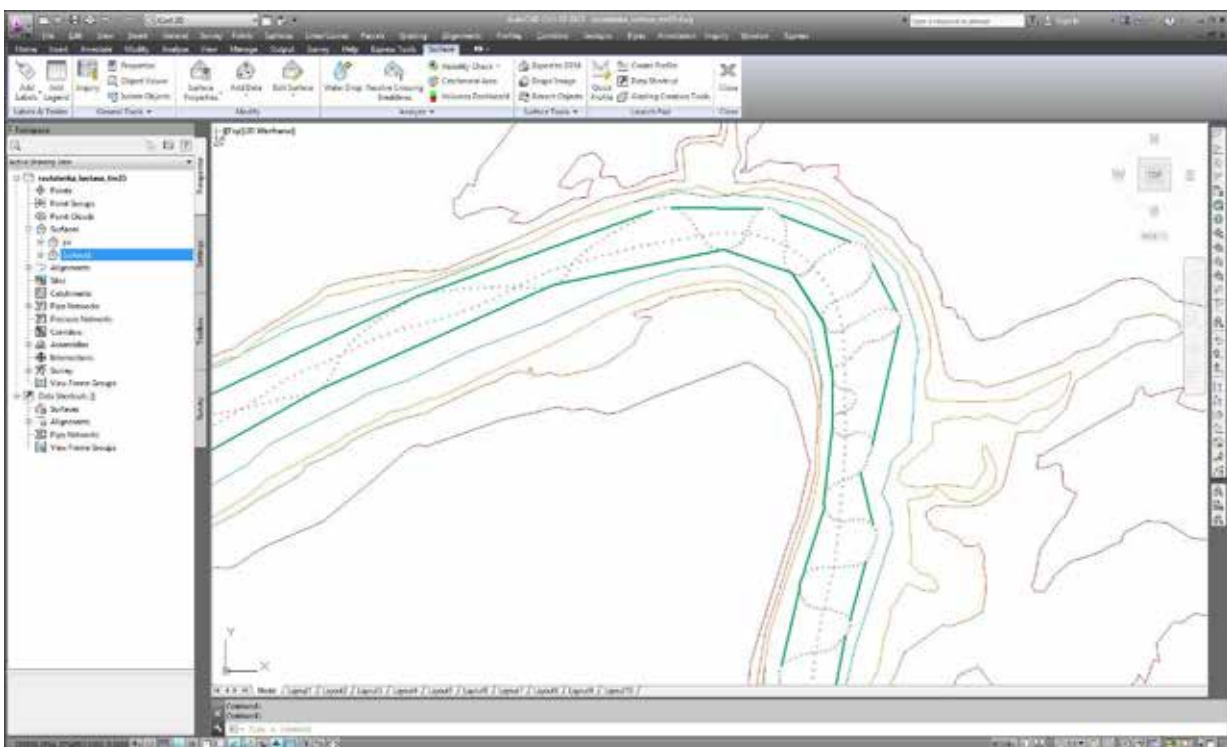
Data siirrettiin Exceliin, jolla suodatettiin pois korkean (yli 10) HDOP:n omaavat pisteet, koska niiden sijaintitarkkuus on heikkoa. Excelillä myös laskettiin pisteille N2000 korkeus vähentämällä syvyyssarvo mitatusta vedenpinnan korkeudesta sekä muokattiin data GT-formaattiin.

3d-win ohjelman kautta pisteet vietiin AutoCadiin (Civil 3D 2013), jossa koordinaatisto muunnettiin ETRS-TM35:een. Sontek amerikkalaisena tuotteena ei ymmärrä muuta metristä koordinaatistoa, kuin UTM.

AutoCAD kuvaan tuotiin maastomallin tekoa varten ARCGIS:llä KM2 korkeusmallista tehtyjä korkeuskäyriä, sekä maastotietokannan rantaviiva vektorit. Menettelyllä haluttiin varmistaa mallin keveys tarkkuuden silti olennaisesti heikentymättä. Rantaviivaa piti trimmata paikoissa, jossa se ristesi korkeuskäyrien kanssa.

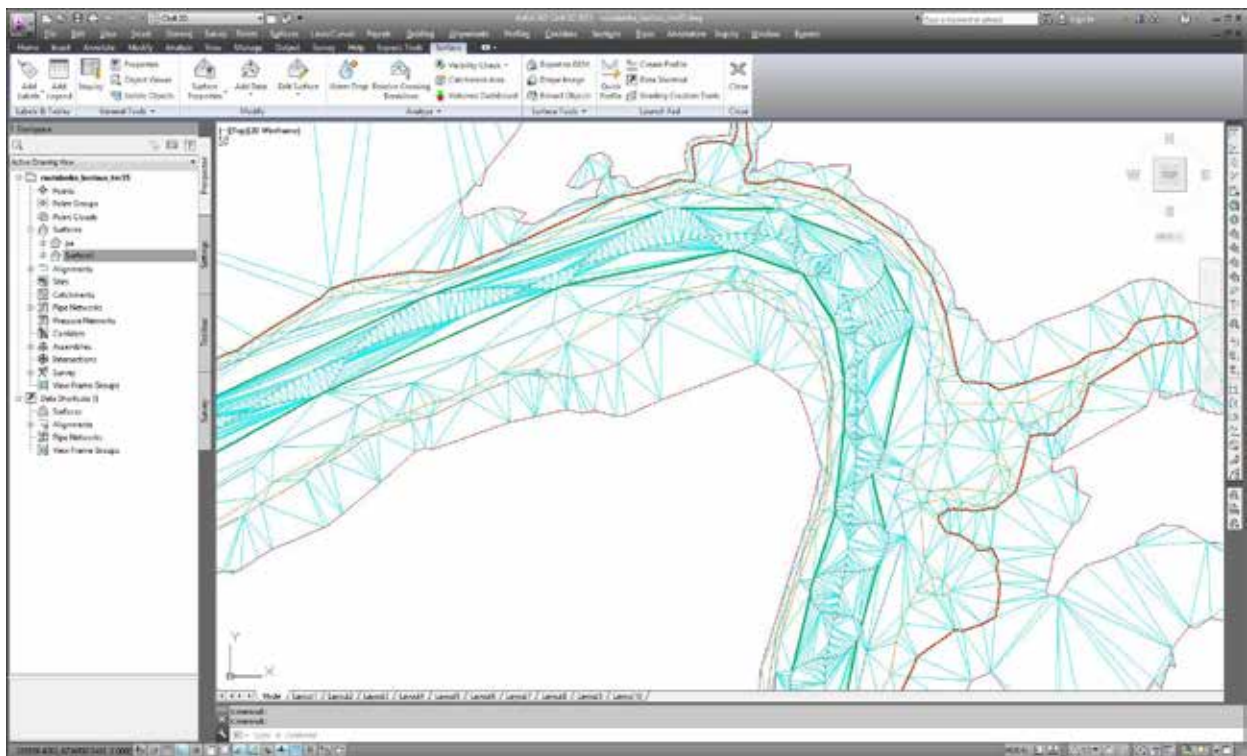


Kuvaan lisättiin vielä manuaalisesti 3d-polyline paikkoihin missä oli nähtävissä että kolmiointi tulee menemään väärin.

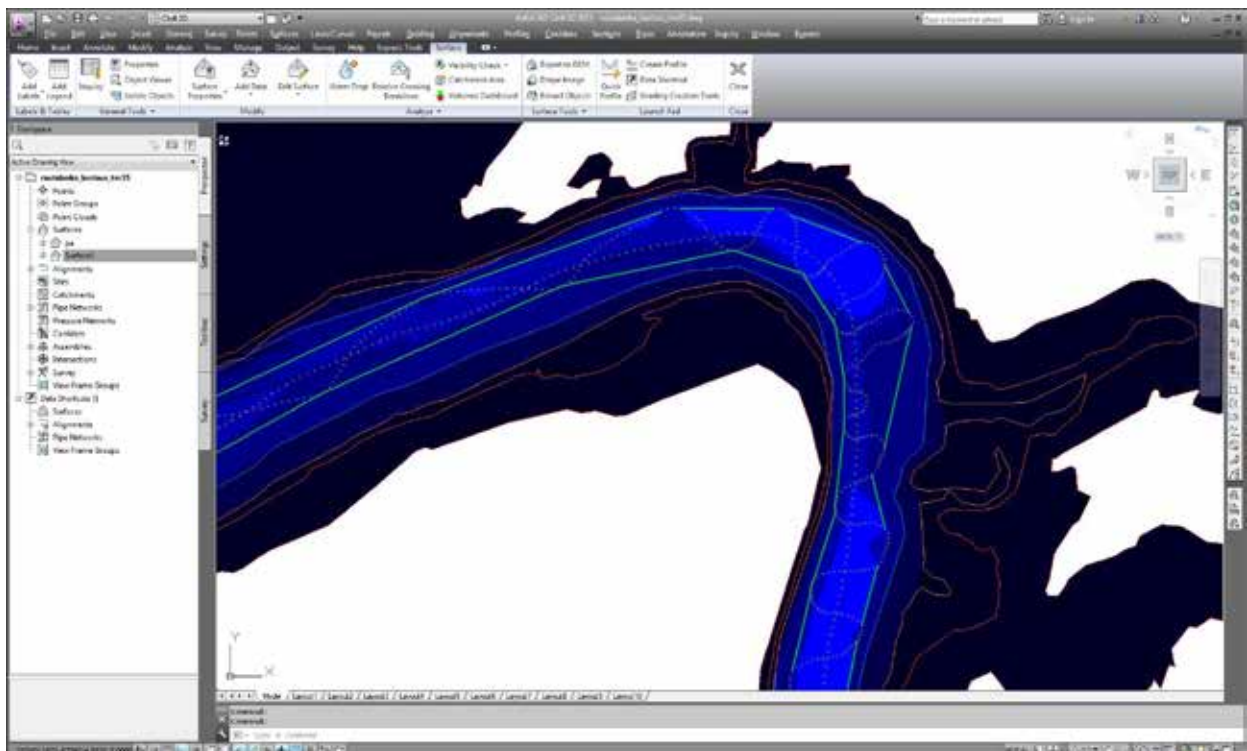




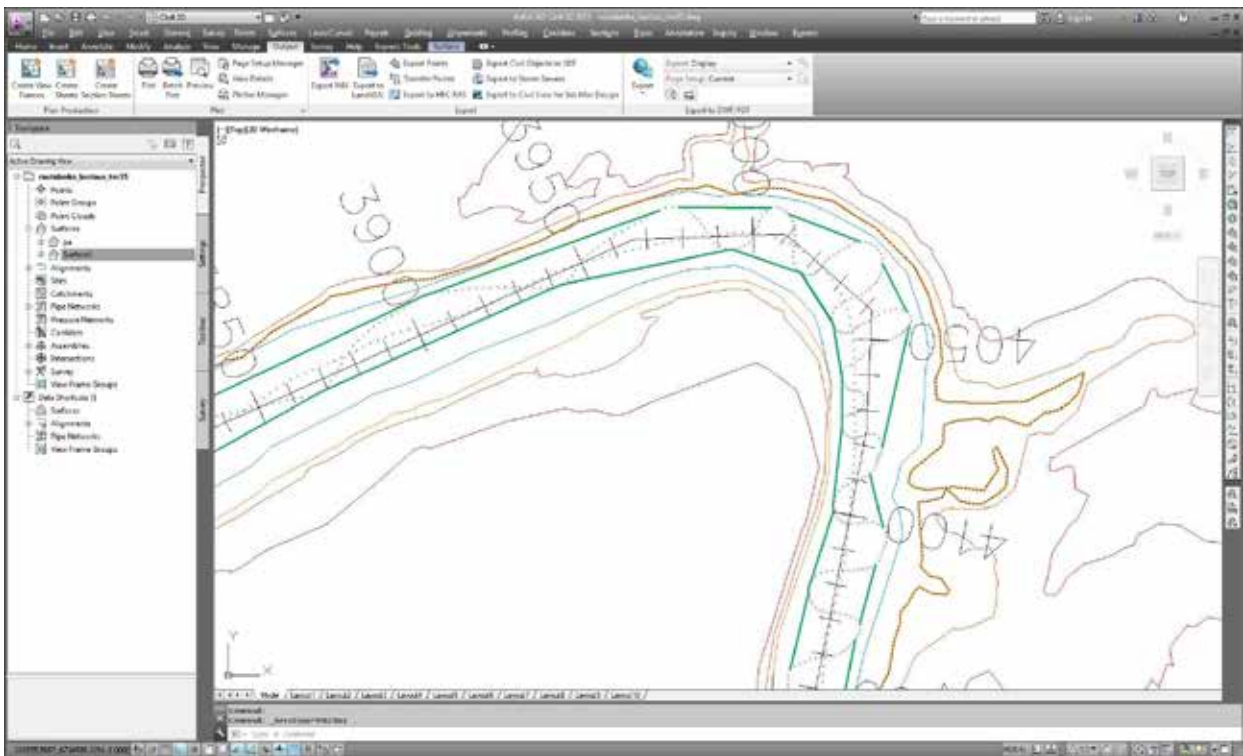
Tämän jälkeen malli oli valmis kolmioitavaksi.



Matalikot saatiin näkyviin.



Mittalinjan ja paalutuksen määrittelyn jälkeen mallista generoitiin valmiit poikkileikkaukset HEC-RAS prosessointiin.



Julkaisusarjan nimi ja numero Raportteja 73/2014				
Vastuualue Ympäristö ja luonnonvarat				
Tekijät Lauri Ahopelto, Olli-Matti Verta		Julkaisuaika Syyskuu 2014		
		Kustantaja /Julkaisija Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus		
		Hankkeen rahoittaja / toimeksiantaja		
Julkaisun nimi <b>Paimionjoen säännöstelyn kehittäminen</b> Paimionjoen vesistön yläosan hydraulinen mallinnus HEC-RAS -ohjelmistolla (Utveckling av regleringen av Pemarån Hydraulisk modellering av Pemaråns vattendrags övre lopp med HEC-RAS –programvaran)				
Tiivistelmä Paimionjoen järviketjulla vedenpinnan ja virtaaman vaihteluiden on koettu aiheuttavan häiriitä vesistön käytölle ja tilalle. Kevätkuopan alhaisuus ja takaisinvirtaus Paimionjärveen ovat suurimmat ongelmat. Turun kaupungin vesiliikelaituksen Halisten vesilaitoksen tuotanto-toiminnan loppuminen antaa uusia mahdollisuuksia Paimionjoen järviketjun säännöstelyyn, koska järvien rooli Turun seudun raakaveden varastona muuttuu. Tässä raportissa tarkastellaan Paimionjoen yläosasta tehtyä hydraulista mallinnusta, jossa on testattu erilaisia pato- ja juoksutusvaihtoehtoja Paimionjoen järviketjulla sekä niiden vaikutuksia vedenkorkeuksiin ja virtaamiin. Myös ruoppausta Karjakosken ja Hovirinnankosken väliselle osuudelle on käsitelty lyhyesti.  Erilaisista skenaarioista on tehty alustavat vaikutusarviot. Mallinnusten perusteella suurempi tai aikaistettu juoksutus pienentää takaisinvirtausta, muttei estä sitä kokonaan. Juoksutusta ei kuitenkaan välttämättä pysty lisäämään miten haluaa, koska juoksutuksen suuruus riippuu Hovirinnankoskenpadon alapuolisesta vedenpinnan korkeudesta. Ruoppaamalla Hovirinnankosken ja Karjakosken välistä osuutta Hovirinnankosken alapuolista vedenpintaa voisi saada alennettua ja osuuden vetokykyä parannettua sekä tulvimisherkkyyttä pienennettyä. Kevätkuopan pienennys vähentää takaisinvirtausta ja on myös järvien ekosysteemeille hyväksi. Tulvariskin kasvu tulee kuitenkin ottaa huomioon.  Paimionjärvi toimii tulvatilanteissa paisumisaltaana. Kaikenlainen takaisinvirtaaman estäminen tai pienentäminen johtaa suurempiin juoksutuksiin Hovirinnankoskella tai/ja järviketjun kasvaneisiin vedenkorkeuksiin ja mahdollisesti tulviin. Erilaisten tulvakorkeuksien mahdolliset riskirajat ja vahingot tulee selvittää, jos tulvariskiä kasvatetaan.				
Asiasanat (YSA:n mukaan) Paimionjoki, mallintaminen, säännöstely				
ISBN (Painettu) 978-952-314-095-0	ISBN (PDF) 978-952-314-096-7	ISSN-L 2242-2846	ISSN (painettu) 2242-2846	ISSN (verkojulkaisu) 2242-2854
www www.ely-keskus.fi/julkaisut   www.doria.fi		URN URN:ISBN:978-952-314-096-7		Kieli suomi
Sivumäärä 32				
Julkaisun tilaukset Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, PL 523, 20801 Turku, puh. 0295 022 500 (vaihde)				
Kustannuspaikka ja -aika Turku 2014			Painotalo Juvenes Print - Suomen Yliopistopaino Oy	

## PRESENTATIONSBLAD

Publikationens serie och nummer Rapporter 73/2014				
Ansvarsområde Miljö och naturresurser				
Författare  Lauri Ahopelto Olli-Matti Verta		Publiceringsdatum September 2014		
		Utgivare / Förläggare Närings-, trafik- och miljöcentralen i Egentliga Finland		
		Projektets finansör/uppdragsgivare		
Publikationens titel <b>Paimionjoen säännöstelyn kehittäminen</b> Paimionjoen vesistön yläosan hydraulinen mallinnus HEC-RAS -ohjelmistolla (Utveckling av regleringen av Pemarån Hydraulisk modellering av Pemaråns vattendrags övre lopp med HEC-RAS –programvaran)				
Sammandrag  Man upplever att variationen i vattenståndet och vattenföringen i räckan av sjöar i Pemaråns avrinningsområde orsakar olägenhet för vattendragets användning och tillstånd. Vårens djupa minimum och återflödet i Paimionjärvi är de största problemen. När verksamheten vid Hallis vattenverk vid Åbo stads vattenaffärsverk upphör ger det nya möjligheter till reglering av räckan av sjöar i Pemaråns avrinningsområde eftersom sjöarnas roll som råvattensreservoarer för Åboregionen ändras. I denna rapport studeras den hydrauliska modelleringen av Pemaråns övre lopp där olika damm- och avtappningsalternativ har testats på räckan av sjöar i Pemaråns avrinningsområde samt deras inverkan på vattenstånden och vattenföringen. Också muddringen av avsnittet mellan Karjakoski och Hovirinnankoski behandlas kort.  Av de olika scenarierna har gjorts preliminära konsekvensbedömningar. På basis av modelleringarna minskar en större eller tidigare lagd avtappning återflödet, men förhindrar det inte helt. Det är dock möjligt att avtappningen inte kan ökas som man vill eftersom avtappningsvolymen beror på vattenståndet nedanför dammen i Hovirinnankoski. Genom att muddra avsnittet mellan Hovirinnankoski och Karjakoski är det möjligt att sänka vattenståndet nedanför Hovirinnankoski och förbättra avsnittets flödeskapacitet samt minska översvämningsbenägenheten. När vårens minimum minskar avtar återflödet och det också bra för sjöarnas ekosystem. Ökningen av översvämningsrisken ska dock beaktas.  Paimionjärvi fungerar i översvämningsituationer som expansionsbassäng. Alla slags hinder för återflödet eller minskning av det leder till större avtappningar vid Hovirinnankoski och/eller högre vattenstånd eller eventuella översvämnningar i sjöräckan. De eventuella riskgränserna och skadorna för olika översvämningsnivåer bör utredas om översvämningsrisken ökas.				
Nyckelord (enligt Allärs) Pemarån, modellering, reglering				
ISBN (tryckt) 978-952-314-095-0	ISBN (PDF) 978-952-314-096-7	ISSN-L 2242-2846	ISSN (tryckt) 2242-2846	ISSN (webbpublikation) 2242-2854
www www.ely-centralen.fi/publikationer   www.doria.fi		URN URN:ISBN:978-952-314-096-7		Språk finska
Sidantal 32				
Beställningar  Närings-, trafik- och miljöcentralen i Egentliga Finland, PB 523, 20101 Åbo, tel. 0295 022 500 (växel)				
Förläggningsort och datum Åbo 2014			Tryckeri Juvenes Print - Suomen Yliopistopaino Oy	

**RAPORTEJA 73 | 2014**  
**PAIMIONJOEN SÄÄNNÖSTELYN KEHITTÄMINEN**  
**PAIMIONJOEN VESISTÖN YLÄOSAN HYDRAULINEN MALLINNUS**  
**HEC-RAS OHJELMISTOLLA**

**Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus**

**ISBN 978-952-314-095-0 (painettu)**

**ISBN 978-952-314-096-7 (PDF)**

**ISSN-L 2242-2846**

**ISSN 2242-2846 (painettu)**

**ISSN 2242-2854 (verkkajulkaisu)**

**URN:ISBN:978-952-257-096-7**

**[www.ely-keskus.fi/julkaisut](http://www.ely-keskus.fi/julkaisut) | [www.doria.fi/ely-keskus](http://www.doria.fi/ely-keskus)**