

Taru Virtanen

# MIKKELIN SEUDUN POHJAPATOJEN TOIMIVUUSTARKASTELU

Opinnäytetyö

Tekniikan ammattikorkeakoulututkinto

Ympäristötekniikan koulutus

2022



**Kaakkois-Suomen  
ammattikorkeakoulu**

Tutkintonimike	Insinööri
Tekijä	Taru Virtanen
Työn nimi	Mikkelin seudun pohjapatojen toimivuustarkastelu
Toimeksiantaja	Etelä-Savon ELY-keskus
Vuosi	2022
Sivut	35 sivua
Työn ohjaajat	Juho Rajala ja Tarmo Muuri

## TIIVISTELMÄ

Vedenkorkeuksissa esiintyy suurta vaihtelua useista eri tekijöistä johtuen. Tähän vaikuttaa monet eri asiat kuten vuodenajat, sadannan ja haihdunnan määrä. Joissakin tapauksissa vedenkorkeutta halutaan säädellä, muun muassa kalastonhoidon, vesivoiman tuottamisen ja vedenhankinnan takia. Tätä säätelyä tehdään patohankkeilla eli rakentamalla erilaisia patoja vesistöihin, kuten pohjapatoja.

Patohankkeet ovat vesilain alaisia hankkeita, sillä ne voivat muuttaa vesistön asemaa, syvyyttä, vedenkorkeutta tai virtaamaa. Vesilain mukaisesti voidaan hankkeelle asettaa erilaisia tarkkailuvelvoitteita. Nämä velvoitteet voivat olla tyypillisesti vedenkorkeuden seuranta padon rakentamisen jälkeen. Vedenkorkeuden seurannassa mitataan vedenkorkeutta vesistöstä ja verrataan sitä hankkeen vesiluvassa annettuihin arvioihin vedenkorkeuksista, jotka vesistöön rakentamisen jälkeen tulevat.

Tässä työssä on tarkkailussa seitsemän eri pohjapatoa Mikkelin seudun alueella: Iso-Vuolinko, Laavus, Lylyjärvi, Mallos, Puikonkoski, Pyhäkoski ja Törmäjoki. Näistä padoista on kerätty vedenkorkeustietoja, joita verrattiin vesiluvassa annettuihin arvioihin. Lisäksi toteutettiin kaksi kohdekäyntiä, joissa mitattiin vedenkorkeus vaaitsemalla ja virtaama Malloksen padolla.

Tulosten perusteella Laavuksen, Lylyjärven, Puikonkosken ja Pyhäkosken pohjapadot ovat toiminnaltaan kunnossa, mitatut ja arvioidut korkeudet vastaavat toisiaan. Malloksen, Iso-Vuolingon ja Törmäjoen padot tarvitsevat lisäseuranta ja tarkennusta. Malloksen kohdekäynnin perusteella vedenkorkeus vastaa vesiluvassa annettuja korkeuksia, mutta virtaama ei sinällään voi pitää paikkaansa, vaan tarvitsee lisäselvityksiä ja tarkennusta.

Työn tulokset toimitettiin työn tilaajalle, Etelä-Savon ELY-keskukselle, joka harkitsee omat jatkotoimensa tulosten perusteella.

**Asiasanat:** Pohjapadot, Virtaama, Vedenkorkeus

Degree	Bachelor of Engineering
Author	Taru Virtanen
Thesis title	Review of check dams in the Mikkeli region
Commissioned by	South Savo Centre for Economic Development, Transport and the Environment
Time	April 2022
Pages	35 pages
Supervisor	Juho Rajala & Tarmo Muuri

## ABSTRACT

In this thesis seven check dams in the Mikkeli region were monitored. There are great variations in water levels of lakes and rivers due to several factors, such as seasonal and precipitation. In some cases, there is a need to regulate the water level, for example, due the hydropower generation and water acquisition. This regulation is done through constructing dams, such as check dams.

Dams are under the control of Finnish legislation because they affect the surrounding aquatic environment. Therefore, various monitoring obligations may be required. These obligations may generally be water level monitoring after the construction of the dam. Water level monitoring measures the water level in the water body and compares it with the estimates for the water levels entering the dam after construction, given in the water permit of the dam project.

Water level data was collected from the dams studied and compared with the estimates given in the water permits. In addition, Mallos' check dam was monitored on-site twice. Water level and discharge measurements were performed.

Based on the results, the check dams of Laavus, Lylyjärvi, Puikonkoski and Pyhäkoski were working in a proper way as the measured and estimated heights corresponded to each other. Mallos, Iso-Vuolinko and Törmäjoki check dams needed further monitoring. Based on the on-site measurements in Mallos, the water level corresponds to the heights given in the water permit, but the discharge needed further monitoring. The results of the work were submitted to the commissioner to consider its own follow-up based on the results.

**Keywords:** Check dam, water level, discharge

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	KIRJALLISUUSKATSAUS.....	7
2.1	Vesistöjen säännöstely.....	7
2.2	Hydrologia.....	7
2.3	Yleistä pohjapadoista.....	8
2.4	Pohjapatojen rakenne.....	9
2.5	Lainsäädäntö.....	10
2.6	Patojen omistajat.....	10
2.7	Korkeusjärjestelmät.....	11
2.8	Siivikkomittaus virtaamasta.....	12
3	TUTKIMUSMENETELMÄT- JA AINEISTO.....	13
3.1	Patokohteet.....	13
3.2	Vedenkorkeustiedot.....	14
3.3	Kohdekäynti Malloksen padolla.....	15
3.3.1	Vedenkorkeuden mittaus.....	15
3.3.2	Virtaamamittaus.....	16
4	TULOKSET JA TULOSTEN TULKINTA.....	19
4.1	Vedenkorkeustulokset.....	19
4.2	Mallos.....	19
4.3	Malloksen kohdekäyntien tulokset.....	21
4.4	Iso-Vuolinko.....	22
4.5	Laavus.....	24
4.6	Lylyjärvi.....	25
4.7	Puikonkoski.....	26
4.8	Pyhäkoski.....	27
4.9	Törmäjoki.....	29
5	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	31

LÄHTEET

KUVALUETTELO

TAULUKKOLUETTELO

## 1 JOHDANTO

Vedenkorkeudet vaihtelevat vuodenaikojen mukaan. Keväisin lumien ja jäiden sulamisen jälkeen vesistöissä on yliveden aika, jolloin vedenkorkeus saavuttaa vuotuisen huippunsa. Kesäkaudella haihdunta on suurta, jolloin vedenkorkeudet laskevat suurestakin sadannasta huolimatta. Syksyisin vähäisen haihdunnan vuoksi vedenkorkeudet saavuttavat toisen vuotuisen huippunsa. Talvella vedenkorkeudet laskevat jäätyamisen vuoksi. (Korhonen 2007.)

Vedenkorkeuksia voidaan säädellä patorakennelmien, kuten pohjapatojen, avulla. Säättelyä tehdään muun muassa tulvien hillitsemiseksi kevät- ja syyskaudella. Muita säätelyn syitä ovat esimerkiksi kalastonhoito, vedenhankinta ja vesistönsuojelu. (Ympäristö 2021.) Asianmukaisen vedenkorkeuden säätelyn takaamiseksi, sitä koskee erinäiset lait ja asetukset. Näissä laeissa säädetään muun muassa patohankkeiden luvanvaraisuudesta sekä niitä koskevista lupaehdoista, jotka takaavat patojen turvallisuuden ja oikeanlaisen toiminnan. Vesilain mukaan patohankkeille tulee hakea vesilainmukainen lupa, sillä ne voivat muuttaa vesistön asemaa, syvyyttä, vedenkorkeutta tai virtaamaa. (Vesilaki 587/2011), 3 luku.) Vesilain mukaisessa lupapäätöksessä niille on usein asetettu erilaisia tarkkailuvelvoitteita.

Lupaehtojen täyttymistä tulee tarkkailla, jotta voidaan varmistua padon toimivuudesta. Tarkkailua tehdään vertailemalla lupaehdoissa annettuja patokoh-  
taisia arvioita vedenkorkeuksista mitattuihin vedenkorkeuksiin. Mikäli mitatut vedenkorkeudet eivät täsmää arvioituihin vedenkorkeuksiin, tulee syy siihen selvittää ja pyrkiä saattamaan ne oikealle tasolle, esimerkiksi padon muokkauksella.

Tässä opinnäytetyössä tarkasteltiin seitsemää eri pohjapatoa Mikkelin alueella: Iso-Vuolinko, Laavus, Lylyjärvi, Mallos, Puikonkoski, Pyhäkoski ja Törmäjoki. Näistä kaikista padoista on olemassa jo valmiiksi kerättyä aineistoa mitatuista vedenkorkeuksista, mutta kerätyn datan määrä vaihtelee patokoh-  
teisesti. Osalle padoista on tehty tarkkailua jo vuosikymmeniä. Vertailua tehdään pohjapadon rakentamisen jälkeisien vedenkorkeushavaintojen ja lupamääräyksissä esitettyjen laskennallisten vedenkorkeuksien välillä.

Lisäksi työssä tehtiin Malloksen padolle kaksi kohdekäyntiä tulva-aikana. Kohdekäynneillä tehtiin vedenkorkeuden- ja virtaaman mittaus padolla. Kohdekäynnin tarkoituksena on selvittää mahdollinen syy suunniteltujen ja toteutuneiden vedenkorkeuksien välillä, sekä sen hetkinen tilanne padolla.

Opinnäytetyön tilaajana toimii Etelä-Savon ELY-keskus. Selvitys on ELY-keskusta hyödyttävä ja tuottaa heille tärkeää tietoa pohjapatojen toimivuudesta Mikkelissä. Työ on tilaajalle tärkeä, sillä aina ei löydy analysoitua tietoa siitä, että vastaavatko toteutuneet vedenkorkeudet vesiluvan lupamääräyksiä vedenkorkeuksia eikä niin ollen tietoa siitä onko patojen toimivuus millä tasolla.

## **2 KIRJALLISUUSKATSAUS**

### **2.1 Vesistöjen säännöstely**

Vesistöjä säännöstellään monista syistä, yleisimmin vesivoiman tuottamisen vuoksi, toinen tärkeä syy on tulvien ehkäiseminen. Muita syitä säännöstelylle on esimerkiksi uiton ja vesiliikenteen edistäminen, kalanviljely, vesistöjen suojeleminen ja vedenhankinta. Säännöstelyä toteutetaan säätämällä vedenkorkeuksia ja virtaamia pato- ja vesivoimalaitosrakenteilla. (Ympäristö 2021a.)

Suomessa merkittäviä patoja on yli 400 kappaletta, joista 310 on vesistöpatoja ja muut jäte- ja kaivospatoja. Vesistön säännöstelyhankkeita on noin 240 kappaletta. Vaaraa aiheuttavien patojen turvallisuutta valvoo Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset maa- ja metsätalousministeriön ohjauksessa. Patoturvallisuutta koskee patoturvallisuuslaki (Patoturvallisuuslaki 26.6.2009/494; MMM s.a.)

### **2.2 Hydrologia**

Hydrologia on geofysiikan osa-alue, jossa tutkitaan veden esiintymistä, sen ominaisuuksia ja kiertokulkua maapallolla (Hydrologia s.a). Vedenkorkeus ja virtaama ovat olennaisia parametreja hydrologiassa ja ne vaihtelevat vuodenajan mukaan. Niihin vaikuttavat vuosittaiset vaihdannat sadannassa, sateen varastoituminen lumipeitteeseen, haihdunnan ja sulamisen vaihtelu vuoden-

aikoina sekä veden varastoituminen maaperään ja vesistöihin. Paikallisesti vedenkorkeuteen ja virtaamaan vaikuttavat valuma-alue ja järvisyvyys. Talvisin vedenkorkeus laskee maan jäätyamisen vuoksi ja vesi varastoituu lumipeitteeseen. Keväisin vedenkorkeus ja -virtaama nousevat sulamisen myötä. Kesäkaudella haihdunta on suurta, jonka seurauksena vedenkorkeudet ovat laskussa suuresta sadannasta huolimatta. Syksyllä haihdunta on vähäistä ilman lämpötilan laskiessa, jolloin loppusyksystä esiintyy toinen vuosittainen maksimivedenkorkeus. (Korhonen 2007.)

Hydrologiaa tutkiessa vedenkorkeutta kuvaamaan käytetään seuraavia merkintätapoja: Ylivedenkorkeus (HW) tarkoittaa tietyn havaintojakson suurinta vedenkorkeutta. Alivedenkorkeudella (NW) tarkoitetaan tietyn havaintojakson pienintä vedenkorkeutta. Keskivedenkorkeudella (MW) tarkoitetaan tietyn havaintojakson keskimääräistä vedenkorkeutta. Nämä korkeudet ilmoitetaan korkeutena merenpinnasta valitussa korkeusjärjestelmässä. (Keskivedenkorkeus s.a; Ylivedenkorkeus s.a)

### **2.3 Yleistä pohjapadoista**

Pohjapadot ja ylisyöksypadot ovat patoja, joita rakennetaan yleisimmin esimerkiksi sorasta, kivistä tai puusta. Patojen tarkoituksena on yleensä vaikuttaa nostavasti vedenkorkeuteen järvessä tai uomassa. Pohjapadot rakennetaan veden alle ja ylisyöksypadot taas siten, että padon alapuolella oleva vesipinta on padon harjaa alempana. Vakiintuneesti näistä kummastakin käytetään kuitenkin termiä pohjapato. (Pohjapato s.a)

Tässä työssä käsitellyt padot ovat siis ylisyöksypatoja, sillä ne eivät ole vedenkorkeuden vaihtelun takia kokonaan veden alla. Kokonaan veden alla oleva pohjapato ei vaikuta vedenkorkeuteen, mutta ylisyöksypato sitä vastoin vaikuttaa. Ylisyöksypadoista käytetään usein termiä pohjapato, mutta niillä on eroa rakenteeltaan ja ominaisuuksiltaan, jotka vaikuttavat vedenkorkeuteen.

Patojen rakennusmateriaalin ja niiden rakennustavan tarkoituksena on usein jäljitellä luonnollista muodostelmaa, luonnonkoskea tai virtapaikkaa vedessä. Lisäksi niiden avulla voidaan myös muodostaa ympäristöön kosteikkoja, pidättää veden kiintoainetta tai ehkäistä sortumia alueella. Niiden avulla voidaan



myös hidastaa tai tasata vesistön virtaamaa. Pohjapadoista voidaan lisäksi muodostaa putousportaat, jos niitä rakennetaan useampi peräkkäin vesistöön. (Ympäristö 2020.)

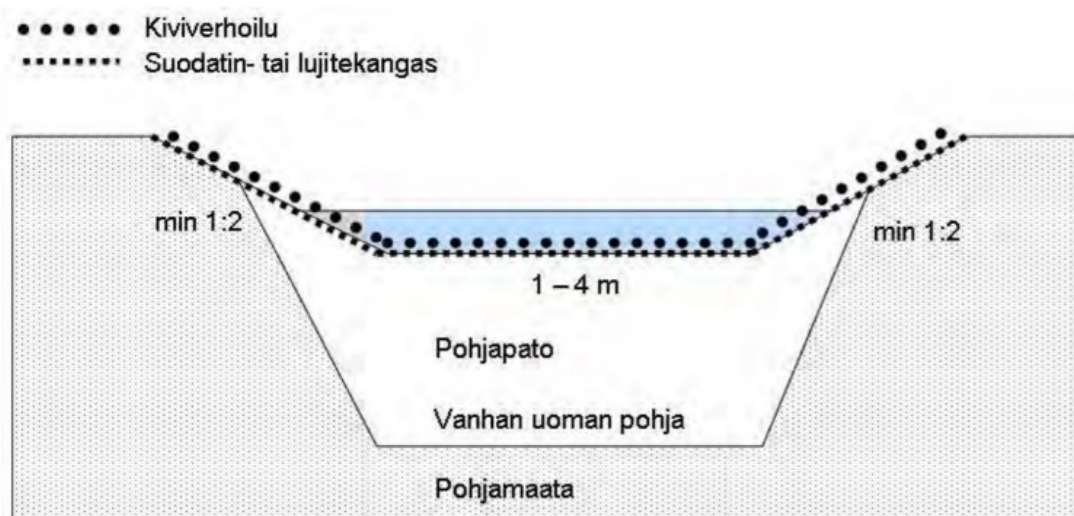
Esteettömäksi rakennettu pohjapato ei vaikuta kalojen kulkemiseen, vaan kalat pääsevät nousemaan padon ohi. Pohjapadolla voidaan myös rakentaa luonnollisen mukainen koskiympäristö, mikä voi tarjota kaloille mm. kutupaikkoja, mikäli pohja päällystetään soralla. Sorastettu pohjapato antaa myös pieneliöstölle hyvät elinmahdollisuudet rakenteensa ja valitun materiaalin vuoksi. (Ympäristö 2020.) Ympäristövaikutukset, joita rakentaminen synnyttää, ovat pohjapatojen suhteen vähäisiä. Parhaimmillaan pohjapadot voivat helpottaa eliöstöä, esim. tarjoamalla kutu- ja lisääntymispaikkoja.

## **2.4 Pohjapatojen rakenne**

Pohjapatoja on eri tyyppisiä riippuen tarpeesta ja ympäristöstä, johon pato aiotaan rakentaa. Patojen tyyppisiä ovat esimerkiksi v-aukkoinen mittapato ja kivistä tehty pato. V-aukkoinen pohjapato on hyvä ja helppo tapa rakentaa säädeltävä pato. Sen valinnassa tulee ottaa huomioon, että sitä ei voida käyttää automaattisesti, mikäli vesiallas on suuri. V-aukkoinen pato toimii näissäkin tapauksissa, jos lujusrakenne suunnitellaan erityisen tarkasti vastaamaan suurta vesiallasta. V-aukkoinen levy, eli patolevy voidaan rakentaa mm. painekyllästetystä puusta, vesivanerista tai ruostumattomasta teräksestä. Tämän tyyppinen pato mahdollistaa virtaaman helpon seurannan. Tätä v-aukkoista mittapatomallia voidaan käyttää esimerkiksi pienissä ojissa, joissa voidaan tehdä useampia pohjapatoja peräkkäin taloudellisesti. (Hagelberg ym. 2012.)

Kivistä tehty pohjapato on yleisin pohjapadon rakenne. Tämän padon rakenteissa on suuria kiviä ja savea, joka vuorataan esimerkiksi suodatinkankaalla tai muovipäällysteellä. Rakenteiden kivien tulee olla suuria, jotta ne voivat toimia tukikivinä. Savi toimii rakenteissa tiivisteinä. (Hagelberg ym. 2012.)

Alla olevassa kuvassa 1 on esitetty yksi mahdollinen pohjapadon rakenne. Kuvassa näkyy poikkileikkaus pohjapadosta ja sen rakenteista, siitä käy ilmi, kuinka ylös suodatinkangas ja kiviverhoilu ylettyy.



Kuva 1. Pohjapadon rakenne poikkileikkauksena (Riistayhdistys s.a.)

## 2.5 Lainsäädäntö

Padot voivat yleisesti muuttaa esimerkiksi vesistön asemaa, syvyyttä, vedenkorkeutta tai virtaamaa ja näistä aiheutuvien ympäristömuutosten takia patohankkeet ovat pääosin luvanvaraisia. Pohjapadot kuuluvat siis vesilain mukaan luvanvaraisiin vesitaloushankkeisiin, joten ne vaativat lupaviranomaisen myöntämän luvan ennen patohankkeen toteuttamista (Vesilaki, 3. luku 3 § 2). Vesiluvassa padoille voidaan määrätä erilaisia tarkkailuvelvoitteita. Usein pohjapadolle asetetaan vähintään viiden vuoden vedenkorkeuden tarkkailuvelvoite. Tarkkailuvelvoitteita asetetaan, jotta voidaan varmistaa, että lupaehtoissa asetetut lupamääräykset, esimerkiksi tietyt vedenkorkeudet toteutuvat, eikä hanke siten aiheuta haittaa ympäristölle tai ihmisille. Pato voidaan arvioida toimivaksi, mikäli tarkkailusta saadut mittaukset vastaavat lupamääräyksissä mainittuja vedenkorkeuksia. Tässä työssä käsiteltäville padoille on annettu lupaa hakiessa laskelmoidut arviot tulevista vedenkorkeuksista ja virtaamista, joita on rakentamisen jälkeen tarkkailtu tekemällä mittauksia.

## 2.6 Patojen omistajat

Patojen omistajina on eri tahoja ja henkilöitä. Työssä käsiteltävien patojen omistajina toimii yksityishenkilöitä, vesiosuuskuntia, laskuyhtiö ja kuntia. Pato-

jen omistajilla on velvollisuuksia, jotka koskevat niiden kuntoa ja patoturvallisuutta. Omistajan tulee tietää säädökset, jotka patoja koskevat ja toimia niiden mukaisesti viranomaisen avulla.

Padot voidaan jakaa luokiteltuihin ja luokittelemattomiin patoihin. Luokitelluista padoista voi aiheutua vahingonvaaraa padon alapuoliselle alueelle. Luokittelemattomista padoista, kuten pohjapadoista ei aiheudu henkilö- tai materiaalivahinkoja, vaikka ne hajoaisivatkin. Tässä työssä käsitellyt pohjapadot kuuluvat luokittelemattomiin patoihin. (Vesi 2021.)

Luokiteltuja patoja koskevat patoturvallisuuslaissa ja asetuksessa patoturvallisuudesta annetut ohjeet. Omistajan tulee ennen padon käyttöönottoa laatia ja hyväksyttää vahingonvaaranselvitys ja tarkkailusuunnitelma, sekä 1-luokan patojen tapauksessa turvallisuussuunnitelma. Patoturvallisuusviranomainen vastaa näiden hyväksymisestä. Omistaja lisäksi toimittaa patoturvallisuuden tietojärjestelmään tiedot, joita sinne tarvitaan lain ja asetuksen mukaan. Omistajan tulee myös säilyttää patoon liittyvät asiakirjat itsellään.

Padon kunnon seuranta on myös omistajan vastuulla, kunnon seuranta toteutetaan jo aiemmin mainitun tarkkailusuunnitelman mukaisesti. (Ympäristö 2021b.)

## **2.7 Korkeusjärjestelmät**

Korkeusjärjestelmien avulla voidaan määritellä kohteen tarkka korkeussijainti kartalla ja paikkatietoaineistossa (Helsinki 2021).

Suomessa on tällä hetkellä käytössä pääasiallisesti viisi eri järjestelmää: teoreettinen keskivesi (MW), N2000, N60, N43 ja NN. Vedenkorkeuksia tutkittaessa on tärkeä tietää, mistä korkeusjärjestelmästä on kyse ja mihin korkeuteen mitta-asteikon nollakohta on sijoitettu. Uusin korkeusjärjestelmä on N2000, mutta muutkin korkeusjärjestelmän ovat vielä laajasti käytössä. (Ilmatieteenlaitos 2021.)

Korkeusjärjestelmät ovat olleet käytössä eri aikakausina ja eri tapauksissa, jonka vuoksi korkeus on ilmoitettu eri järjestelmillä riippuen padosta.

Tuloksia tarkastellessa tulee huomioida, että eri patojen datassa on käytössä eri korkeusjärjestelmät. Työhön on jätetty alkuperäisissä vesiluvissa ja muissa

patoihin liittyvissä dokumenteissa esitetyt alkuperäiset korkeusjärjestelmät, eikä niitä ole muutettu vastaamaan toisiaan. Oleellista työn kannalta on padon ja vedenkorkeuksien tunnuslukujen mahdolliset erot alkuperäisiin laskelmiin verrattuna, eikä patojen keskinäinen vertailu. Näin ollen korkeusjärjestelmien ei tarvitse vastata toisiaan, vaan lukijaa selkeyttää samassa korkeusjärjestelmässä pysyminen aina lupamääräyksissä esitetyistä arvoista toteutuneihin vedenkorkeuksien tarkasteluun saakka.

## **2.8 Siivikkomittaus virtaamasta**

Veden virtaamalla tarkoitetaan sitä vesitilavuutta, joka kulkee tutkittavan poikkileikkauksen läpi tietyssä aikayksikössä. Usein hydrologisia mittauksia tehdessä virtaamaa mitataan yksikössä  $\text{m}^3/\text{s}$ , pienempien vesistöjen virtaamaa mitattaessa voidaan käyttää myös yksikköä  $\text{l/s}$ . Virtaamaa voidaan mitata mittaamalla virtaama akustisesti ultraäänellä, vesivoimalaitosten avulla tai siivikkomittauksella (Korhonen 2007; SYKE 2017.)

Virtaama voidaan mitata esimerkiksi siivikkomittauksella. Se tarkoittaa siivikolla tehtyä mittausta, jossa mittaaja seisoo vedessä ja tekee itse manuaalisesti mittaukset. Mittausta varten valitaan näytteenottoon sopiva kohta, eli mitauspoikkileikkaus, johon liittyy seuraavia tavoitteita: uoman tulee suora, poikkileikkauksen melko säännöllisen muotoinen, rantojen selkeät, erityisesti pienessä vesistössä, virtauksen pyörteetöntä ja virtausnopeuden  $0,1\text{--}2 \text{ m/s}$ , vesisyvyyden pääosalta  $2\text{--}3$  metriä ja paikan tyyni, sillä kova tuuli voi häiritä mitaustuloksia. Lisäksi tulisi huomioida, että paikassa ei ole kasvillisuutta tai muita häiritseviä ulkoisia tekijöitä. (SYKE 2017.)

Mittausten määrä riippuu uoman leveydestä, mittaus otetaan  $5\text{--}6$  eri syvyydestä, mikäli mahdollista. Matalissakin vesissä pyritään mittaus tekemään kahdesta tai kolmesta eri syvyydestä. Jokaisessa syvyydessä mitataan myös virtausnopeus, jota mitataan  $50$  sekunnin ajan. (SYKE 2017.)

### 3 TUTKIMUSMENETELMÄT- JA AINEISTO

#### 3.1 Patokohteet

Iso-Vuolingon pato sijaitsee Iso-Vuolingon ja Alaisen välisessä uomassa. Se sijaitsee Mikkelin keskustan luoteispuolella. Padon tarkoitus on lisätä veden vaihtuvuutta sen viereisessä vesistössä, Pieni-Vuolingossa ja nostaa alivedenkorkeutta Iso- ja Pieni-Vuolingossa. (Aluehallintovirasto 2012a.)

Laavuksen pato sijaitsee Kymijoen vesistöalueella. Padon tarkoituksena on palauttaa vesistön vedenkorkeudet aiemmin, rakentamishetkellä 50 vuotta aiemmin, valliin tasolle, mikä turvaisi vesistön virkistyskäyttömahdollisuudet tulevaisuudessakin. Se hyödyttää myös vesistön kalakantaa, sillä aiemmin valinneet olosuhteet ovat otollisia kevätkutuisille kalastolle. (Aluehallintovirasto 2012b.)

Lylyjärvi sijaitsee Mikkelissä. Siellä sijaitsevan pohjapadon tarkoitus on nostaa aliveden korkeutta, mikä parantaisi vesistön virkistyskäyttöä ja vesistön yleistä tilaa. (Itä-Suomen ympäristölupavirasto 2002.)

Malloksen pato sijaitsee Malloskoskessa Kangasniemen kunnassa Reinikkalassa. Padon tarkoituksena on nostaa Mallosjärven alivedenkorkeuksia, mikä parantaisi järven virkistyskäyttömahdollisuuksia ja vähentäisi sen rehevöitymistä. (Itä-Suomen ympäristölupavirasto 2001.)

Puikonkosken pohjapato sijaitsee Rantasalmen kunnassa Haukiveden alueella. Pohjapato turvaa Putkilahden virkistys- ja luontoarvot estämällä vedenkorkeutta laskemasta liian alas. Putkilahti kuuluu valtakunnalliseen lintujen suojeleohjelmaan ja Suomen Natura 2000 – verkostoon, joten vedenkorkeuden liiallinen lasku vaarantaa luonnonsuojelulliset arvot. Lisäksi se parantaa lahden kalataloutta, lintujen elinolosuhteita ja sen soveltuvuutta virkistyskäyttöön. (Itä-Suomen ympäristölupavirasto 2008a.)

Pyhäkoski sijaitsee Hirvensalmen ja Mäntyharjun kuntien alueella Mäntyharjun reitillä. Sen tarkoitus on parantaa virtakutuisten kalalajien elinoloja kunnostamalla Mäntyharjun reitillä sijaitsevat kosket mahdollisimman luonnontilaisiksi ja virtavesikalojen lisääntymiseen ja poikastuotantoon sopiviksi.

Se edistää lisäksi Mäntyharjun reitin koskien luontoarvojen säilymistä ja ennallistamista, koko virtavesisysteemin toimintaa ja sen lajiston monimuotoisuutta. (Itä-Suomen ympäristölupavirasto 2009.)

Törmäjoen pato on Mäntyharjun reitin varrella Kymijoen vesistössä. Törmäjoki sijaitsee Pieksämäellä. Padon tärkein tarkoitus on turvata heinäsadon korjuuta vesijättöalueilla. Se hyödyttää lisäksi muun muassa kalataloutta, sillä kunnostustoimet lisäävät rapukannalle ja järvitaimenelle suojapaikkoja. (Itä-Suomen ympäristölupavirasto päätös 2008b.)

### 3.2 Vedenkorkeustiedot

Tässä työssä aineistona toimii aiemmin kerätty data vedenkorkeushavainnosta, joka toimitettiin Etelä-Savon ELY-keskuksesta. Vedenkorkeushavainnot ovat kerättyinä Ympäristöhallinnon Hertta ympäristötietojärjestelmästä, josta toimeksiantaja on kerännyt ne. Herttaan on kerätty patokohtaisesti vedenkorkeuslukemia useiden vuosien ajan (Ympäristöhallinnon ympäristötietojärjestelmä Hertta s.a). Datan määrä on kuitenkin hyvin vaihtelevaa padosta riippuen. Tämän työn kannalta tärkein tieto vedenkorkeuksista on padon rakentamishetkestä eteenpäin, vähintään viiden vuoden tarkastelujakson verran. Työssä näin ollen tarkastellaan noin viiden vuoden tarkastelujaksoa. Aineistona toimii lisäksi patojen vesilupapäätökset ja niissä mainitut määräykset tulevista vedenkorkeuksista. Vesilupapäätökset ovat patokohtaisia, tässä työssä niitä käsiteltiin taulukon 1. patojen osalta.

Taulukko 1. Patojen luvanmyöntämisvuodet, aineiston tarkastelujaksot ja käytetty korkeusjärjestelmä

<b>Pato</b>	<b>Lupa myönnetty</b>	<b>Tarkastelujakso</b>	<b>Korkeusjärjestelmä</b>
Iso-Vuolinko	2012	2013 - 2016	N60
Laavus	2012	2014 - 2018	N60
Lylyjärvi	2002	2004 - 2009	N60
Mallos	2001	2002 - 2009	N60
Puikonkoski	2008	2009 - 2020	N60
Pyhäkoski	2009	2010 - 2021	N60
Törmäjoki	2008	2009 - 2013	NN

Data-aineistosta tehtiin patokohtaiset taulukot ja kuvaajat tarkkailuvuosilta. Niissä kuvattiin yli-, ali- ja keskiveden lukemia ja verrattiin lupamääräyksissä annettuihin laskennallisiin arvoihin tulevista korkeuslukemista. Lupamääräykset ovat padon vesiluvassa annettuja määräyksiä padon ominaisuuksista.

### **3.3 Kohdekäynti Malloksen padolla**

Datan analysoinnin lisäksi toteutettiin kohdekäynti Malloksen padolle. Käynnin syynä oli yhteydenotot Mallosjärven ranta-asukkailta ELY-keskukseen. Yhteydenotot koskivat alhaista vedenkorkeutta ja epäilyä siitä, että Malloksen pohjapadon kannen korkeus olisi alhaisempi mitä lupapäätöksessä on mainittu. Kohdekäynnillä mitattiin virtaama siivikkomittauksena ja vedenkorkeus vaaitsemalla. Lisäksi suoritettiin aistinvaraisesti tehty tarkastuskäynti. Tarkastuksen tarkoituksena oli saada selville, onko padolla ulkoisia tekijöitä, jotka voisivat vaikuttaa padon toimivuuteen.

Kohdekäyntiajankohta sijoittui toukokuun alkuun 7.5.2021, jolloin jäät olivat vesistöstä sulaneet ja tulvakausi oli meneillään. Se pyrittiin toteuttamaan tulvahuippuaikaan, ylivesiaikana. Tulvahuippupäivä oli 27.4.2021, jolloin vedenkorkeus oli ollut neljä senttimetriä korkeammalla, kuin mittauspäivänä. Mittausajankohta oli säältään tuulinen, mutta muita mittauksia häiritseviä tekijöitä ei havaittu. Toisen mittauskerran aikana sää oli tuuleton.

#### **3.3.1 Vedenkorkeuden mittaus**

Mallosjärven vedenkorkeus määritettiin vaaitsemalla jonomittauksena MML:n 2. luokan korkeuskiintopisteen (nro 602285) ja Malloksen vesipinnan välisen korkeuden ero. Korkeuskiintopisteen ja vesipintaan asetetun vaaitusalustan (konnan) välinen korkeuserovaaitus tehtiin molempiin suuntiin ja laskennassa käytettiin korkeuserojen keskiarvoa. Vaaituksessa käytettiin yleisvaaituskojettia (Leica Sprinter 150M), jonka standardipoikkeama kilometrin edestakaisessa vaaituksessa on 1,5 mm. Mittaus tehtiin tuuliolosuhteiden ollessa 0 m/s, jolla minimoitiin aallokon aiheuttama mittausvirhe. Vaaituksessa saatu korkolukema vietiin vesipintaa hyväksi käyttäen Malloksen pohjapadolle, jolloin todettiin pohjapadon kansirakenteen korkeuden olevan vesilupapäätöksen mukainen.

### 3.3.2 Virtaamamittaus

Virtaama mitattiin käynnin lopuksi padolta siivikkomittauksena. Mittaus suoritettiin kahlaamalla vesistöissä. Mittausvertikaaleja oli 30 cm välein, eli yhteensä 27 vertikaalia 8,8 metrin levyisessä uomassa. Mittaus suoritettiin kahdessa eri vedensyvyydessä, 10 cm pinnan alapuolella ja 10 cm pohjan yläpuolella. Virtaamamittauksessa ohjeena käytettiin Suomen Ympäristökeskuksen toimintakäsikirjaa hydrologisiin mittauksiin, jossa on annettu ohjeet vertikaalien ja syvyyksien määriin uoman leveyden ja vedensyvyyden mukaisesti (SYKE 2020). Kuvissa 2. ja 3. on kuvattu Malloksen pohjapato ennen virtaamamittausta.





Kuva 2. Malloksen pohjapato toukokuussa 2021 ylivesiaikaan.



Kuva 3. Malloksen koskea toukokuussa 2021 ylivesiaikaan.

## 4 TULOKSET JA TULOSTEN TULKINTA

### 4.1 Vedenkorkeustulokset

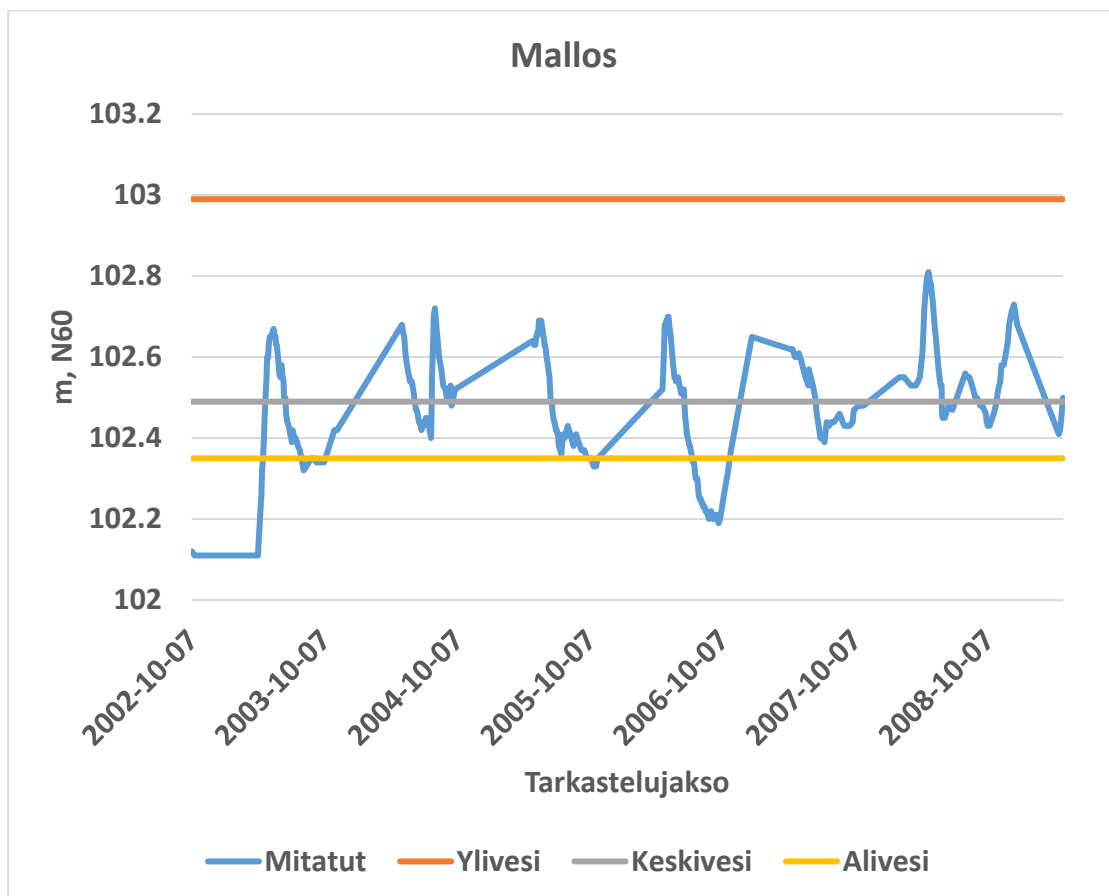
Taulukossa 2 on kuvattuna kaikkien patojen arvioidut ja mitatut vedenkorkeuslukemat kohdepadoilta. Vertailu niiden välillä käydään läpi patokohtaisissa kappaleissa. Vedenkorkeuslukemia tarkasteltaessa tulee huomioida, että vedenkorkeustietoja on käsitelty noin viiden vuoden ajalta kussakin kohteessa. Hydrologisesti viiden vuoden ajanjaksoon sisältyy rajallisesti hydrologisia tapahtumia ja ääritilanteita vedenkorkeuksissa. Tämä havaintojakso antaa kuitenkin kuvan siitä, onko padon toiminnassa jotain poikkeavaa. Tarkempaa kuvaa varten tulisi olla pidempiaikaista seuranta padon toiminnasta.

Taulukko 2. Kohdepatojen laskelmoidut ja toteutuneet vedenkorkeudet

<b>Pato</b>	<b>Arvio ylivesi (m)</b>	<b>Arvio alivesi (m)</b>	<b>Arvio keskivesi (m)</b>	<b>Mitattu ylivesi (m)</b>	<b>Mitattu alivesi (m)</b>	<b>Mitattu keskivesi (m)</b>
Mallos	102,99	102,35	102,49	102,81	102,11	102,47
Iso-Vuolinko	98,65	98,42	98,49	98,92	98,40	98,55
Laavus	110,16	109,90	109,99	110,21	109,78	110,00
Lylyjärvi	112,62	112,03	112,10	112,32	111,87	112,11
Puikonkoski	76,70	76,04	76,21	76,92	75,91	76,32
Pyhäkoski				82,20	81,35	81,67
Törmäjoki	103,77	102,88	103,00	103,78	102,63	103,10

### 4.2 Mallos

Mallosen havainnot sijoittuvat keskivesikäyrän tuntumaan. Havainnot käyvät vuosittain tasaisesti alivesikäyrällä tai sen lähellä, mutta eivät yllä ylivesikäyrälle asti. Vuosittaiset nousut ja laskut vedenkorkeuksissa tulevat ilmi tasaisesti kuvaajassa. (kuva 4)



Kuva 4. Malloksen pohjapadon vedenkorkeudet vuosina 2002–2008 ja lupaehtojen vedenkorkeuksien arviot

Malloksen arvioitu ylivedenkorkeus on suurempi, kuin mitattu ylivesi. Mitattu alivedenkorkeus on pienempi, kuin arvioitu, keskivedenkorkeus vastaa arvioitua keskivedenkorkeutta. Alhainen alivedenkorkeus selittyy kahdella tarkastelujaksolla tapahtuneella alituksella. (taulukko 3)

Taulukko 3. Arviot ja mitatut tulokset yli- ali- ja keskivedenkorkeuksista Malloksen padolla

Arvio ylivesi (m)	Arvio alivesi (m)	Arvio keskivesi (m)	Mitattu ylivesi (m)	Mitattu alivesi (m)	Mitattu keskivesi (m)
102,99	102,35	102,49	102,81	102,11	102,47

Malloksen vedenkorkeudet jäivät alle alivesikäyrän kahdesti, vuodesta 2002 vuoteen 2003 ja 2006. Ensimmäinen alitus keskimäärin 24 cm alle aliveden, mikä on huomattava alitus. Tämä saattaa selittyä padon rakentamisvaiheesta

johtuvana pudotuksena, sillä sen jälkeen vedenkorkeus nousee hyviin lukemiin aina vuoteen 2006 saakka. Vuonna 2006 vedenkorkeus jää keskimäärin 12 cm alle aliveden, tämä saattaa esimerkiksi johtua erityisen kuivasta kestästä tai muusta erityisilmiöstä. Keskihajonta alitusten välillä on 8,5 cm. Muuten Malloksen vedenkorkeudet pysyttelevät sopivissa rajoissa.

### 4.3 Malloksen kohdekäyntien tulokset

Malloksen kohdekäynnillä mitattiin virtaama ja kahdesti padon vedenkorkeus. Virtaamamittauksen tulos oli 1,51 m<sup>3</sup>/s. Padon korkeus oli ensimmäisellä käynnillä 102,18 m ja toisella käynnillä 102,30 m. (taulukko 4.)

Taulukko 4. Kohdekäynnin mittaustulokset

Kohde	Mallos
Päivämäärä	7.5.2021
Virtaama [m <sup>3</sup> /s]	1,51
Vedenkorkeus [m]	102,73
Padon korkeus [m]	102,18,1. käynti 102,30, 2. käynti
Arvio virtaamasta [m <sup>3</sup> /s]	MQ 0,92, HQ 5,92, MHQ 3,48, MNQ 0,20 ja NQ 0,10 *

\* MQ: keskivirtaama, HQ: ylivirtaama, MHQ: keskiylivirtaama, MNQ: keskialivirtaama, NQ: alivirtaama

Malloksella suoritettiin kohdekäynti, sillä aiempien mittaustulosten perusteella oli olettamus, että vedenkorkeudessa voi olla epätarkkuutta arvioihin nähden. Kohdekäynti pyrittiin toteuttamaan tulvahuippu-aikaan, mutta se ei tapahtunut aivan tulvahuippupäivänä (27.4.2021), jolloin vedenkorkeus oli ollut neljä senttimetriä korkeammalla kuin mittauspäivänä (7.5.2021).

Virtaamamittauksen tulosta verrattiin Syväjärven purkautumiskäyrään, sillä Mallokselle ei ole omaa käyrää tehty. Syväjärven ainoa virtaus kuitenkin syntyy Malloksen virtauksesta, joten voidaan todeta näiden purkautumiskäyrien olevan verrannollisia toisiinsa. Syväjärven ja Malloksen virtaama on siis sama, ja molempien vedenkorkeudet olivat tiedossa kohdekäynnin jälkeen.

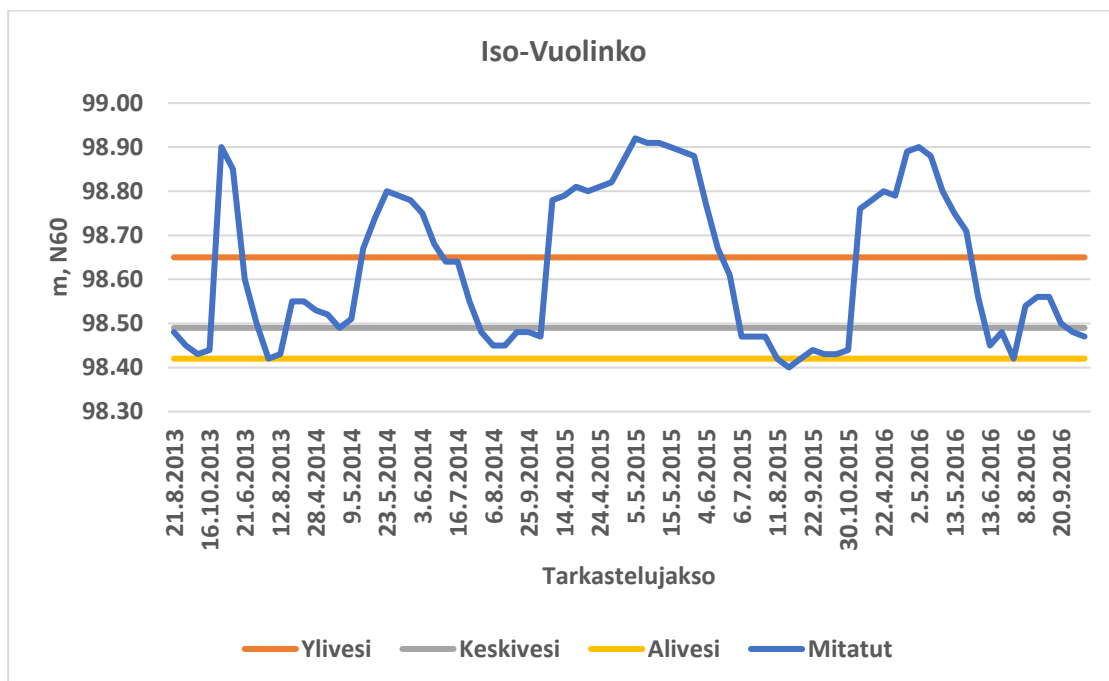
Kohdekäynnin tuloksia tarkastellessa tulee huomioida seuraavat seikat: Malloksen vedenkorkeus saattaa todellisuudessa olla hieman korkeampi, sillä mitaus suoritettiin tuulen puoleiselta rannalta, padon korkeuden tuloksissa voi myös olla eroa todellisuuteen tuulen vuoksi, tuulen aiheuttamat muutokset ovat noin kolmentoista senttimetrin suuruisia kahden mittauksen välillä. Virtaamamittauksia arvioidessa tulee huomioida, että se mitattiin sääolosuhteiltaan epäluotettavampana päivänä, eikä sitä toistettu toisella mittauksella.

Nämä seikat huomioon ottaen, voidaan todeta tuloksien perusteella, että kirjallisuuden antamaa arvioita Malloksen virtaamista tulisi tulevaisuudessa tarkentaa lisäämällä virtaamamittauksia. Tulosten perusteella voidaan siis todeta, että laskelmoitu arvio veden virtaama ei voi sinällään pitää paikkaansa, vaan tarvitsee uusia mittauksia ja arvioita. Lisäksi voidaan todeta, että mitattu virtaama on huomattavasti pienempi, kuin kirjallisuudessa määritetty virtaaman arvio, HQ 5,92 m<sup>3</sup>/s.

Mallokselle suoritettiin toinen kohdekäynti, jolloin uusittiin vedenkorkeuden mitaus, sillä ensimmäinen mitaus epäonnistui sääolosuhteiden vuoksi. Toisella mittauksikäynnillä saatu tulos vastaa luvassa annettua vedenkorkeutta. Sää oli tällöin ihanteellinen, tuuleton, jolloin vedenkorkeusmittaus ei häiriintynyt. Toisen mittauksen tulosten perusteella voidaan todeta Malloksen padon olevan kunnossa. Kohdekäynnin mittaustulokset toimitettiin ELY-keskukselle, joka harkitsee omat jatkotoimensa tulevien virtaamamittausten ja muun tarkkailun ja sen määrän suhteen.

#### **4.4 Iso-Vuolinko**

Iso-Vuolingon vedenkorkeudet eivät vastaa vesiluvassa arvioituja vedenkorkeuksia. Kuvaajasta käy ilmi, kuinka vuosittain vedenkorkeus käy ylivesikäyrän yläpuolella, tämä havainto toistuu havaintovuosien aikana aina kesäisin. Vuonna 2013 ylitys on keskimäärin 23 cm, vuonna 2014 9 cm, vuonna 2015 19 cm ja vuonna 2016 16 cm. Keskimäärin ylitys on 16,8 cm. Keskihajonta alitusten välillä on 5,9 cm. Alimmillaan vedenkorkeus kulkee alive-sikäyriä myötäillen. (kuva 5)



Kuva 5. Iso-Vuolingon pohjapadon vedenkorkeudet vuosina 2013–2016 ja lupaehtojen vedenkorkeuksien arviot

Mitattu ylivedenkorkeus on huomattavasti korkeampi, kuin arvio siitä. Alivedenkorkeuden ja keskivedenkorkeuden arviot vastaavat mitattuja arvoja melko hyvin. (taulukko 5.)

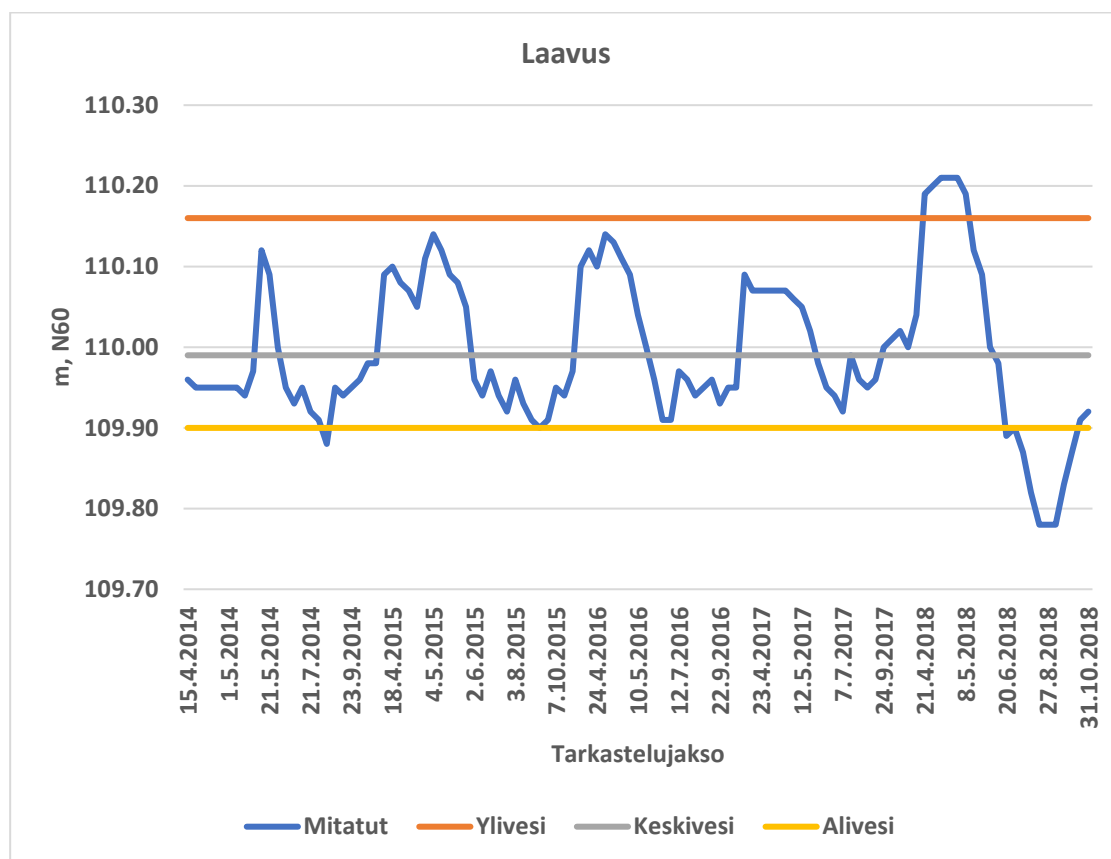
Taulukko 5. Arviot ja mitatut tulokset yli- ali- ja keskivedenkorkeuksista Iso-Vuolingon padolla

Arvio ylivesi (m)	Arvio alivesi (m)	Arvio keskivesi (m)	Mitattu ylivesi (m)	Mitattu alivesi (m)	Mitattu keskivesi (m)
98,65	98,42	98,49	98,92	98,40	98,55

Iso-Vuolingon vedenkorkeushavainnot eivät vastaa suunniteltuja arvoja. Vuosittain tapahtuva useiden kymmenien senttien nousu yliveden yläpuolelle on suuri ylitys. Alivesilukemaa mittaukset eivät alita kertaakaan tarkastelujaksolla. Ylivesilukeman näin korkea säännöllinen ylitys tarkoittaa, ettei pato toimi toivotulla tavalla, ja sen toimintaan tulisi kiinnittää jatkossa huomiota.

## 4.5 Laavus

Laavuksen vedenkorkeushavainnot pysyvät koko tarkastelujakson ajan alivesi- ja keskivesikäyrän välissä. Syksyisin vedenkorkeus käy alivedenkorkeuslukemissa, pois lukien syksy 2018, jolloin pudotus on suurempi. Vedenkorkeus nousee ja laskee tasaisesti käyrien välissä, poikkeuksena kevät 2018, jolloin vedenkorkeus ylittää ylivedenkorkeuden. Vuosittaiset vedenkorkeuden vaihtelut keväisin näkyvät kuvaajasta kohoavina piikkeinä. (kuva 6)



Kuva 6. Laavuksen pohjapadon vedenkorkeudet vuosina 2014–2018 ja lupaehtojen vedenkorkeuksien arviot

Ylivedenkorkeus on suurempi, kuin arvio siitä, johtuen yhdestä ylityksestä tarkastelujaksolla. Myös alivedenkorkeus on alempi, kuin arvio yhden vuoden alituksen takia. Keskivedenkorkeudet vastaavat toisiaan. (taulukko 6.)



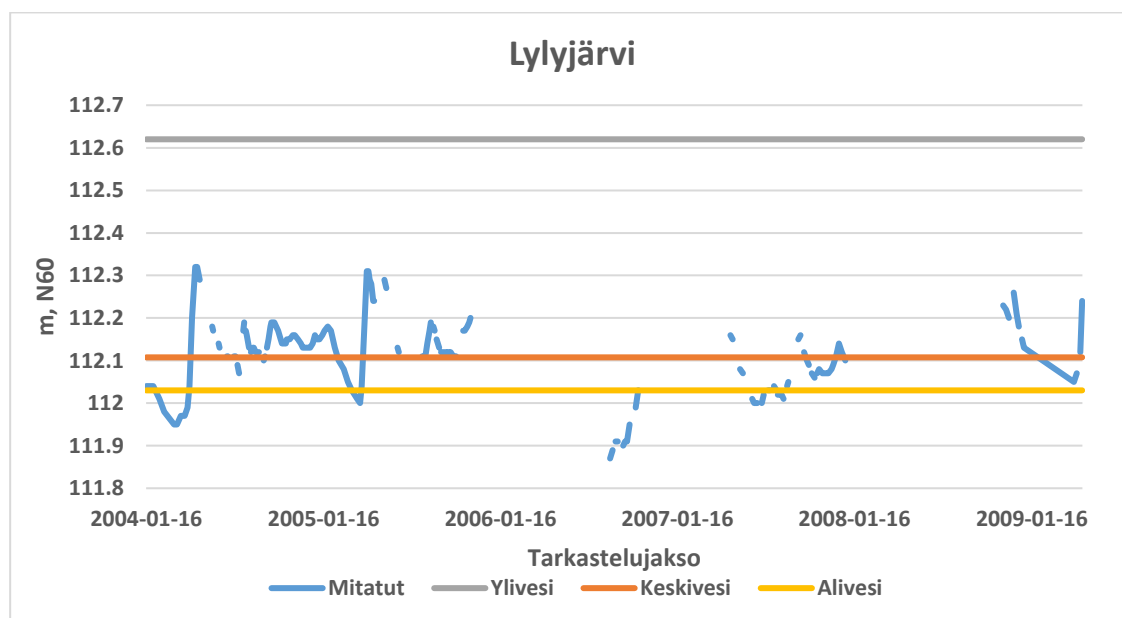
Taulukko 6. Arviot ja mitatut tulokset yli- ali- ja keskivedenkorkeuksista Laavuksen padolla

Arvio ylivesi (m)	Arvio alivesi (m)	Arvio keskivesi (m)	Mitatettu ylivesi (m)	Mitatettu alivesi (m)	Mitatettu keskivesi (m)
110,16	109,90	109,99	110,21	109,78	110,00

Laavuksen vedenkorkeus havainnot osuvat melko hyvin suunniteltujen arvojen välille. Havainnot pysyvät käyrien rajoissa, paitsi vuonna 2018, jolloin keväällä vedenkorkeus nousee keskimäärin 4 cm yli yliveden. Myös samana syksynä vedenkorkeus laskee keskimäärin 9 cm alle aliveden. Näihin tuloksiin on mahdollisesti vaikuttanut poikkeava sää ja sadanta, sillä muuten pato vaikuttaisi toimivan rajojen sisällä.

#### 4.6 Lylyjärvi

Lylyjärven havainnot jäävät valitettavan katkonaisiksi mittausten puutteen vuoksi. Keskivesikäyrän voidaan olettaa osuvan näiden mittausten keskelle. Ylivesikäyrä näyttää jäävän havaintojen yläpuolelle. (kuva 7)



Kuva 7. Lylyjärven pohjapadon vedenkorkeudet vuosina 2004–2009 ja lupaehtojen vedenkorkeuksien arviot

Arvio ylivedestä on suurempi, kuin mitattu tulos. Myös alivedenkorkeus on arviota pienempi. Keskivedenkorkeudet vastaavat toisiaan. (taulukko 7.)

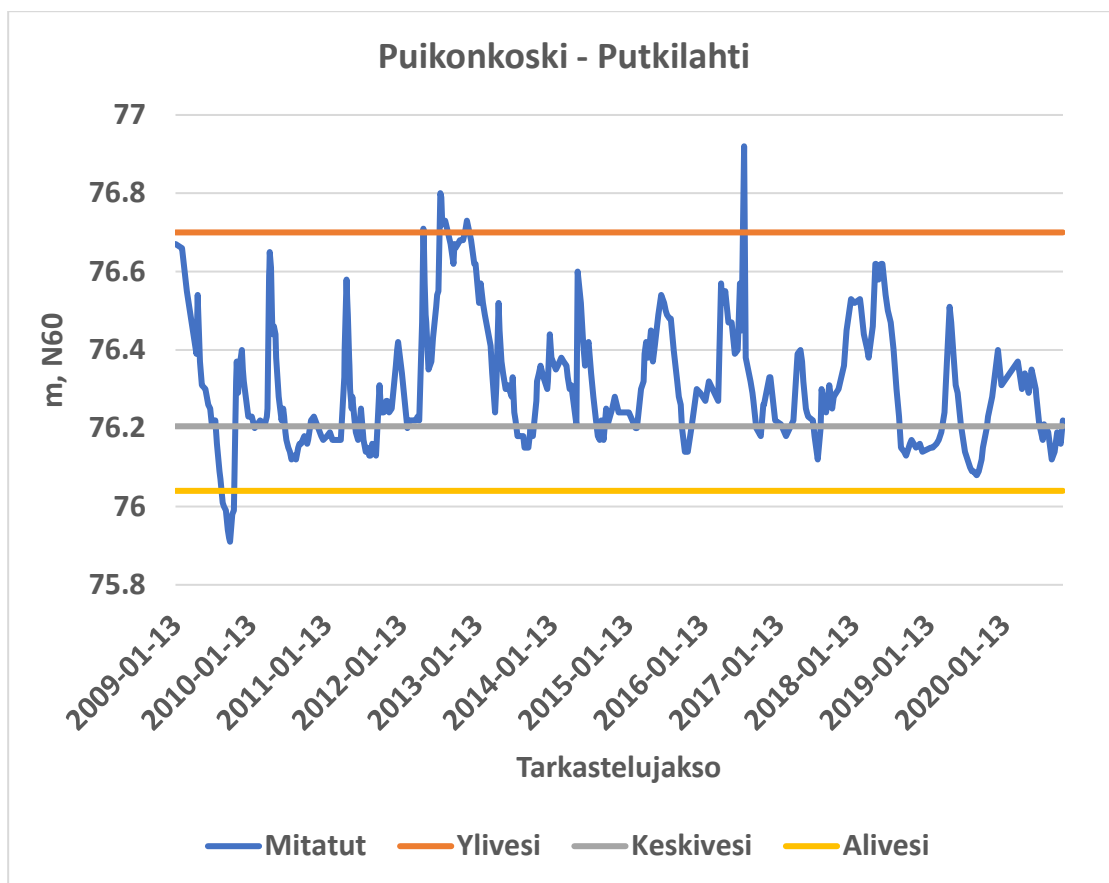
Taulukko 7. Arviot ja mitatut tulokset yli- ali- ja keskivedenkorkeuksista Lylyjärven padolla

<b>Arvio ylivesi (m)</b>	<b>Arvio alivesi (m)</b>	<b>Arvio keskivesi (m)</b>	<b>Mitattu ylivesi (m)</b>	<b>Mitattu alivesi (m)</b>	<b>Mitattu keskivesi (m)</b>
112,62	112,03	112,10	112,32	111,87	112,11

Lylyjärven tulokset jäävät hieman vaikeasti tulkittavaksi niiden puutteen vuoksi. Keskiveden arvio kuitenkin vastaa toteutunutta keskivettä. Alituksia tapahtuu vuosina 2004 keskimäärin 6 cm, vuonna 2005 3 cm, vuonna 2006 11 cm ja vuonna 2007 2,5 cm. Keskihajonta alitusten välillä on 4 cm. Suunniteltu ylivesi on paljon suurempi kuin toteutuneet havainnot.

#### **4.7 Puikonkoski**

Puikonkosken vedenkorkeushavainnot pysyttelevät keskivesi- ja ylivesikäyrien välissä tasaisesti, poikkeuksena vuoden 2009 aliveden alitus ja vuosien 2012 ja 2016 ylivesien ylitykset. Puikonkosken mitatut arvot vastaavat muutoin hyvin suunniteltuja vedenkorkeuksia. Vuoden 2009 alitus on keskimäärin 7 cm, vuonna 2012 ylitys 4 cm ja vuonna 2016 22 cm. Näihin on saattanut vaikuttaa poikkeuksellinen sää tai sadanta, sillä muutoin korkeudet pysyttelevät melko hyvinä. (kuva 8)



Kuva 8. Puikonkosken pohjapadon vedenkorkeudet vuosina 2009–2020 ja lupaehtojen vedenkorkeuksien arviot

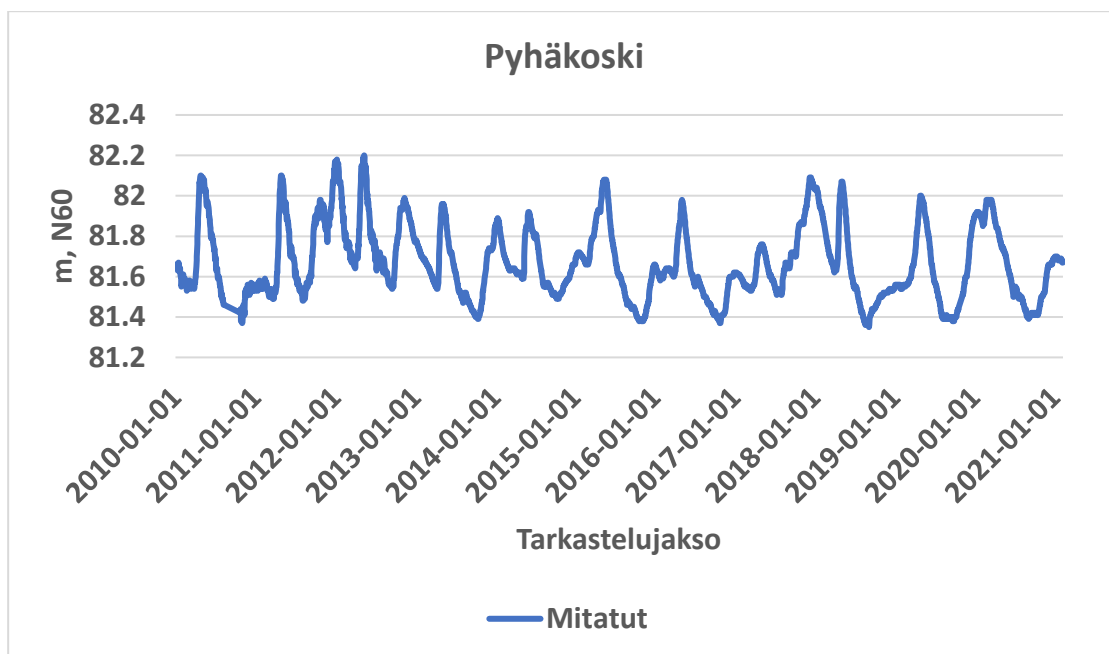
Mitattu ylivedenkorkeus on suurempi, kuin arvio siitä, kahden ylityksen takia. Alivedenkorkeus on pienempi, kuin arvio siitä, yhden alituksen takia. Keskivedenkorkeuksissa on myös eroa. (taulukko 8.)

Taulukko 8. Arviot ja mitatut tulokset yli- ali- ja keskivedenkorkeuksista Puikonkosken padolla

Arvio ylivesi (m)	Arvio alivesi (m)	Arvio keskivesi (m)	Mitattu ylivesi (m)	Mitattu alivesi (m)	Mitattu keskivesi (m)
76,70	76,04	76,21	76,92	75,91	76,32

#### 4.8 Pyhäkoski

Pyhäkosken havainnot näyttävät kuvaajalla tasaiselta, vuosittaisten nousujen ja laskujen kanssa. Vedenkorkeus näyttää pysyvän vuosittain samalla tasolla, nousten ja laskien samalla tavalla. (kuva 9)



Kuva 9. Pyhäkosken pohjapadon vedenkorkeudet vuosina 2010–2021 ja lupaehtojen vedenkorkeuksien arviot

Ylivedenkorkeus vastaa arviota siitä. Alivedenkorkeudessa on vain pientä eroa arvioon. Myös keskivedenkorkeus vastaa hyvin arviota siitä. Kaikki arvot kokonaisuudessaan vastaavat hyvin arvioita. (taulukko 9.)

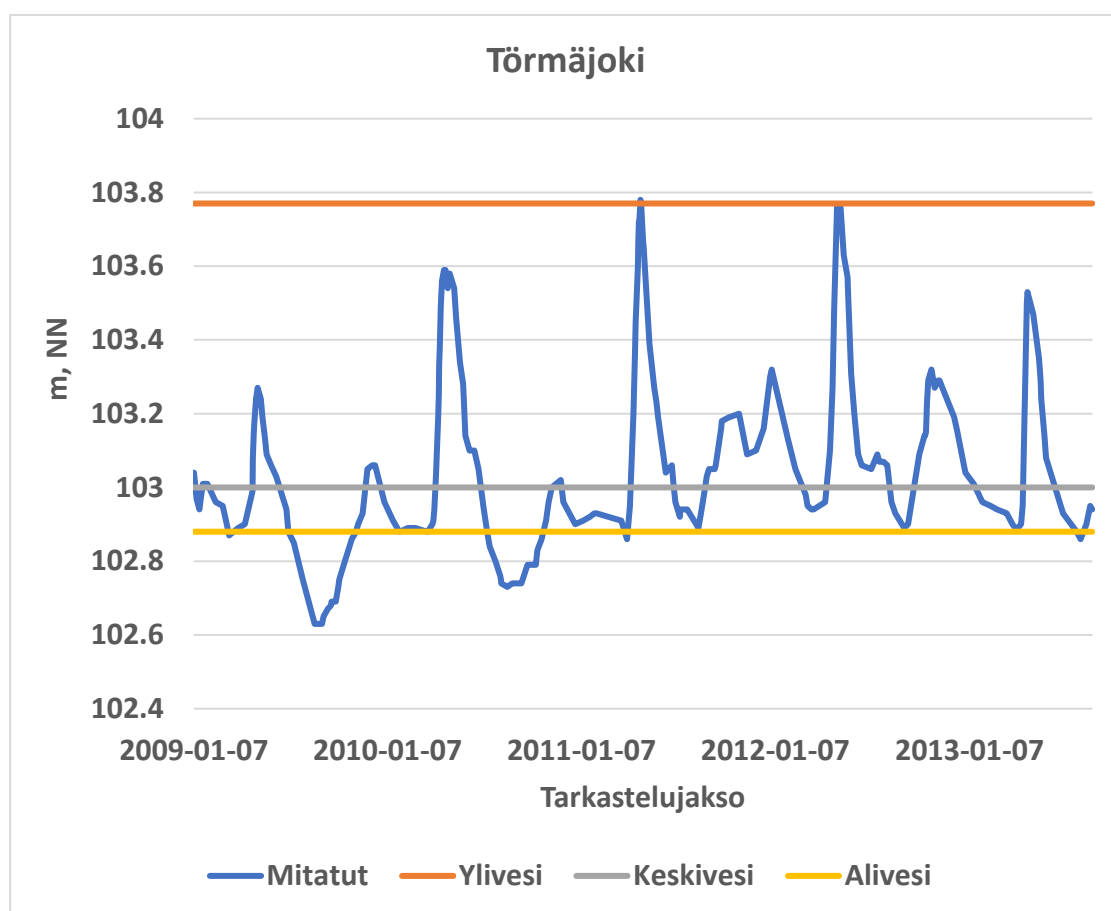
Taulukko 9. Arviot ja mitatut tulokset yli- ali- ja keskivedenkorkeuksista Pyhäkosken padolla

<b>Aiempi ylinessi (m)</b>	<b>Aiempi alivesi (m)</b>	<b>Aiempi keskivesi (m)</b>	<b>Mitattu ylinessi (m)</b>	<b>Mitattu alivesi (m)</b>	<b>Mitattu keskivesi (m)</b>
82,18	81,31	81,68	82,20	81,35	81,67

Pyhäkoskesta ei ollut saatavilla suunniteltuja arvoja, joten vertailu tehtiin vedenkorkeusdataan ennen padon rakentamista. Mitatut tulokset ovat kuitenkin hyvin tasaiset, havainnot pysyvät samanlaisina vuodesta toiseen. 2011 ja 2012 ylivesinousut ovat kuitenkin hyvin vähän suuremmat, kuin muut. Pyhäveden vedenkorkeudet ovat vuosijaksolla 1980–2005 olleet seuraavat: ylinessi 82,18 m, keskivesi 81,68 m ja alivesi 81,31 m. Näiden perusteella vedenkorkeudet ovat suunnilleen samat ennen ja pohjapadon rakentamista ja sen jälkeen

## 4.9 Törmäjoki

Törmäjoen havainnot näyttävän toistuvan samanlaisina 2010 alkaen. Havainnot käyvät vuosittain ylivesikäyrän kohdalla ja myös laskevat alivesikäyrän luo tai sen tuntumaan vuosittain. Vuosina 2009 ja 2010 havainnot laskevat alivesikäyrän alapuolelle huomattavasti. Vuonna 2009 vedenkorkeus laskee keskimäärin 17 cm ja vuonna 2010 10 cm alle aliveden. Ylivedenkorkeuslukema kuitenkin on lähellä ylärajaansa, joten padon korottamista ei voida toteuttaa, sillä se johtaisi yliveden ylitykseen. Pato ei siis kokonaisuudessa toimi laskelmien mukaisesti. (kuva 10)



Kuva 10. Törmäjoen pohjapadon vedenkorkeudet vuosina 2009–2013 ja lupaheitojen vedenkorkeuksien arviot.

Ylivedenkorkeus vastaa arviota siitä. Alivedenkorkeudessa on eroa, mitattu alivesi on pienempi, kuin arvio. Myös keskivedenkorkeus on suurempi, kuin arvio siitä. (taulukko 10.)

Taulukko 10. Arviot ja mitatut tulokset yli- ali- ja keskivedenkorkeuksista Törmäjoen padolla

<b>Aiempi ylivesi (m)</b>	<b>Aiempi alivesi (m)</b>	<b>Aiempi keskivesi (m)</b>	<b>Mitattu ylivesi (m)</b>	<b>Mitattu alivesi (m)</b>	<b>Mitattu keskivesi (m)</b>
103,77	102,88	103,00	103,78	102,63	103,10

## 5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän työn tulosten perusteella Laavus, Lylyjärvi, Puikonkoski ja Pyhäkoski ovat toimivia, mitatut ja arvioidut korkeudet vastaavat toisiaan melko hyvin ja tasaisesti. Mallos, Iso-Vuolinko ja Törmäjoki vaativat tarkennusta ja lisäseurantaa.

Työtä tehdessä nousi esiin ilmaston muuttumisen vaikutukset patoihin. Ilmastomuutoksen seurauksena myös vesistöjemme hydrologiset olosuhteet muuttuvat, mikä johtaa siihen, että myös patojen tarpeet muuttuvat. Esimerkiksi talvitulvat tulevat lisääntymään, jolloin tulva-aika aikaistuu ja loppukesän vesimäärä vähenee mahdollisesti radikaalistikin. (Graham ym. 2007)

Tähän ongelmaan voisi yksi mahdollinen ratkaisu olla pohjapatojen korottaminen, jolloin kuivanakin kesänä vesimäärä ja vedenpinta ei laske liikaa. Nämä ongelmat herättävät uusia kysymyksiä siitä palvelevatko padot enää tulevaisuudessa ranta-asukkaitaan ja onko vedenpinnan muutokseen edes mahdollista löytää ratkaisua tämän tapaisten patojen kohdalla.

Mallosen padon kohdekäynnin tulokset viittasivat siihen, että arvioita tulee jatkossa tarkentaa, sillä ne ja mitatut tulokset niin vedenkorkeuksista, kuin virtaamasta eivät voi sinällään pitää paikkaansa. Tämän työn avulla asia tuli ilmi, ja asiantuntijat voivat tehdä uusia tarkennettuja arvioita virtaamasta ja vedenkorkeuksista. Tulokset luovutetaan Etelä-Savon ELY-keskukselle, joka harkitsee tulosten perusteella jatkotoimia

## LÄHTEET

Aluehallintovirasto. 2012a. Päätös nro 48/2012/2 Dnro ISAVI/66/04.09/2011. [viitattu 2.4.2022].

Aluehallintovirasto. 2012b. Päätös nro 42/2012/2 Dnro ISAVI/80/04.09/2011. [viitattu 2.4.2022].

Graham, P., Andréasson, J. & Carlsson, B. 2007. Assessing climate change impacts on hydrology from an ensemble of regional climate models, model scales and linking methods – a case study on the Lule River basin. *Climate Change* 81. s. 293 – 307.. <https://lib-guides.xamk.fi/c.php?q=675570&p=4809737>

Hagelberg, E., Karhunen, A., Kulmala, A., Larsson, R. & Lundström, E. 2012. Käytännön kosteikkosuunnittelu. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.doria.fi/handle/10024/94187> [viitattu 23.9.2021].

Ilmatieteenlaitos. 2021. Keskivesitaulukot. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/keskivesitaulukot> [viitattu 16.2.2021].

Itä-Suomen ympäristölupavirasto. 2001. Päätös nro40/01/2. Dnro 2000/126(YHr) [viitattu 2.4.2022].

Itä-Suomen ympäristölupavirasto. 2002. Päätös nro63/02/1. Dnro 2001/177(YHr) [viitattu 2.4.2022].

Itä-Suomen ympäristölupavirasto. 2008a. Päätös nro 75/08/2 Dnro ISY-2008-Y-38. [viitattu 2.4.2022].

Itä-Suomen ympäristölupavirasto. 2008b. Päätös nro 76/08/2 Dnro ISY-2006-Y-255. [viitattu 2.4.2022].

Itä-Suomen ympäristölupavirasto. 2009. Päätös nro 90/09/2 Dnro ISY-2009-Y-16. [viitattu 2.4.2022].

Korhonen, J. 2007. Suomen vesistöjen virtaaman ja vedenkorkeuden vaihtelut. Suomen ympäristökeskus 45. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/38428> [viitattu 26.3.2022].

Maa- ja metsätalousministeriö s.a. Padot ja säännöstely. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://mmm.fi/vesi/padot-ja-saannostely> [viitattu 17.2.2021].

Suomen riistakeskus s.a. Patorakenteiden periaatekuvia. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://kosteikko.fi/wp-content/uploads/sites/2/2013/04/Patorakenteiden\\_periaatekuvia.pdf](https://kosteikko.fi/wp-content/uploads/sites/2/2013/04/Patorakenteiden_periaatekuvia.pdf) [viitattu 16.2.2021].

Suomen Ympäristökeskus SYKE. 2020. Hydrologisen seurannan kenttätöiden toimintakäsikirja. Versio 1.4. Vesivarat ryhmä. SYKE. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://www.ymparisto.fi/fi-fi/kartat\\_ja\\_tilastot/Hydrologiset\\_havainnot](https://www.ymparisto.fi/fi-fi/kartat_ja_tilastot/Hydrologiset_havainnot) [viitattu 21.3.2022].



Vesi.fi. 2021. Patojen vahingonvaara. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.vesi.fi/vesitieto/patojen-vahingonvaara/> [viitattu 3.4.2022].

Hydrologia s.a. Vesi. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.vesi.fi/sanasto/hydrologia/> [viitattu 21.3.2022].

Keskivedenkorkeus s.a. Vesi. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.vesi.fi/sanasto/keskivedenkorkeus/> [viitattu 26.3.2022].

Ylivedenkorkeus s.a. Vesi. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.vesi.fi/sanasto/ylivedenkorkeus/> [viitattu 26.3.2022].

Pohjapato s.a. Vesi. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.vesi.fi/sanasto/pohjapato/> [viitattu 29.3.2022].

Vesilaki 587/2011.

Padot ja patoturvallisuus. 2021a Ympäristö. WWW-dokumentti. Saatavissa: [https://www.ymparisto.fi/fi-fi/vesi/vesien\\_kaytto/padot\\_ja\\_patoturvallisuus](https://www.ymparisto.fi/fi-fi/vesi/vesien_kaytto/padot_ja_patoturvallisuus) [viitattu 21.2.2022].

Ympäristö. 2020. Pohjapadot ja -kynnykset. WWW-dokumentti. Saatavissa: [https://www.ymparisto.fi/fi-fi/vesi/vesien\\_kaytto/maankuivatus\\_ja\\_ojitus/luonnonmukainen\\_peruskuivatus/Pohjapadot\\_ja\\_kynnykset](https://www.ymparisto.fi/fi-fi/vesi/vesien_kaytto/maankuivatus_ja_ojitus/luonnonmukainen_peruskuivatus/Pohjapadot_ja_kynnykset) [viitattu 16.2.2021].

Ympäristö.fi. 2021b. Säännöstely. WWW-dokumentti. Saatavissa: [https://www.ymparisto.fi/fi-fi/vesi/vesien\\_kaytto/Saannostely](https://www.ymparisto.fi/fi-fi/vesi/vesien_kaytto/Saannostely) [viitattu 17.2.2022].

Ympäristöhallinnon ympäristötietojärjestelmä Hertta s.a. Hydrologiset havainnot. SYKE, ELY-keskukset.

## KUVALUETTELO

Kuva 1. Pohjapadon rakenne poikkileikkauksena. Riistayhdistys s.a.

Kuva 2. Malloksen pohjapato toukokuussa 2021 ylivesiaikaan. Virtanen T. 2021.

Kuva 3. Malloksen koskea toukokuussa 2021 ylivesiaikaan. Virtanen T. 2021.

Kuva 4. Malloksen pohjapadon vedenkorkeudet vuosina 2002–2008 ja lupaehtojen vedenkorkeuksien arviot. Virtanen T. 2021.

Kuva 5. Iso-Vuolingon pohjapadon vedenkorkeudet vuosina 2013–2016 ja lupaehtojen vedenkorkeuksien arviot. Virtanen T. 2022.

Kuva 6. Laavuksen pohjapadon vedenkorkeudet vuosina 2014–2018 ja lupaehtojen vedenkorkeuksien arviot. Virtanen T. 2022.

Kuva 7. Lylyjärven pohjapadon vedenkorkeudet vuosina 2004–2009 ja lupaehtojen vedenkorkeuksien arviot. Virtanen T. 2022.

Kuva 8. Puikonkosken pohjapadon vedenkorkeudet vuosina 2009–2020 ja lupaehtojen vedenkorkeuksien arviot. Virtanen T. 2022.

Kuva 9. Pyhäkosken pohjapadon vedenkorkeudet vuosina 2010–2021 ja lupaehtojen vedenkorkeuksien arviot. Virtanen T. 2022.

Kuva 10. Törmäjoen pohjapadon vedenkorkeudet vuosina 2009–2013 ja lupaehtojen vedenkorkeuksien arviot. Virtanen T. 2022.

## TAULUKKOLUETTELO

Taulukko 1. Patojen luvanmyöntämisvuodet, aineiston tarkastelujaksot ja käytetty korkeusjärjestelmä. Virtanen T. 2022.

Taulukko 2. Kohdepatojen laskelmoidut ja toteutuneet vedenkorkeudet. Virtanen T. 2022.

Taulukko 3. Arviot ja mitatut tulokset yli- ali- ja keskivedenkorkeuksista Malloksen padolla. Virtanen T. 2022.

Taulukko 4. Kohdekäynnin mittaustulokset. Virtanen T. 2022.

Taulukko 5. Arviot ja mitatut tulokset yli- ali- ja keskivedenkorkeuksista Iso-Vuolingon padolla. Virtanen T. 2022.

Taulukko 6. Arviot ja mitatut tulokset yli- ali- ja keskivedenkorkeuksista Laavuksen padolla. Virtanen T. 2022.

Taulukko 7. Arviot ja mitatut tulokset yli- ali- ja keskivedenkorkeuksista Lylyjärven padolla. Virtanen T. 2022.

Taulukko 8. Arviot ja mitatut tulokset yli- ali- ja keskivedenkorkeuksista Pui-kosken padolla. Virtanen T. 2022.

Taulukko 9. Arviot ja mitatut tulokset yli- ali- ja keskivedenkorkeuksista Pyhäkosken padolla. Virtanen T. 2022.

Taulukko 10. Arviot ja mitatut tulokset yli- ali- ja keskivedenkorkeuksista Tör-mäjoen padolla. Virtanen T. 2022.