



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

SIILINJÄRVEN KOLMISOPENJOEN PATOHANKKEEN ESISELVITYS

Yara Suomi

TEKIJÄ: Samu Lappalainen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Ympäristötekniikan tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä Samu Lappalainen			
Työn nimi Siilinjärven Kolmisopenjoen patohankkeen esiselvitys			
Päiväys	30.3.2020	Sivumäärä/Liitteet	45/2
Ohjaajat tuntiopettaja Aku Tuppurainen, yliopettaja Pasi Pajula			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani yhdyskuntatekniikan insinööri Mikko Airaksinen, Yara Suomi Oy			
Tiivistelmä			
<p>Opinnäytetyössä tehtiin esiselvitys patohankkeen toteuttamiseksi Siilinjärvellä sijaitsevaan Kolmisopenjokeen. Työn tilaajana toimi Yara Suomi Oy. Patohanke liittyy Kolmisopen järven kunnostamiseen, sillä järven valuma-alue on pienentynyt kaivostoiminnan seurauksena ja lisäksi järveen kohdistuu kuormitusta kaivosalueen suotovesien muodossa. Kolmisopenjoki on lyhyt, Kolmisopen järvestä Peltosenlampeen laskeva puro.</p> <p>Kolmisopen järveen on tehty useita kunnostustoimenpiteitä, kuten ilmastusta, hoitokalastusta, ranta-alueiden ruoppausta ja vesikasvillisuuden poistoa. Järven kunnostuksen onnistumiseen liittyy oleellisesti riittävän vedenpinnan korkeuden varmistaminen. Vanhan myllyrakennuksen yhteydessä olevan nykyisen säännöstelypadon on todettu vuotavan, mikä tarkoittaa, että Kolmisopen vedenkorkeus pääsee laskemaan haitallisen matalalle erityisesti kuivina kesinä. Matala vedenpinta kiihdyttää järven umpeenkasvua ja heikentää Kolmisopen järveen jo tehtyjen kunnostustoimenpiteiden tehoa. Syksyllä 2019 pidetyssä hankkeen aloituspalaverissa päätettiin aloittaa esiselvitystyö pohjapadon rakentamiseksi Kolmisopen järveen.</p> <p>Eselvityksen yhteydessä kerättiin yhteen tietoja Kolmisopen nykytilasta sekä erityisesti säännöstelyn kannalta oleellisista Kolmisopen vedenpinnan korkeuksista ja Kolmisopenjoen virtaamista. Työssä kartoitettiin Kolmisopenjoen uoma ja sen ympäristöä laserkeilainta ja gps-laitteistoa käyttäen. Mittausten perusteella muodostettiin maanpintamalli, jonka avulla saatiin tarkkaa tietoa ympäristön pinnanmuodoista ja maanpinnan korkeuden vaihteluista. Säännöstelysuunnitelmaa ajatellen työssä kartoitettiin myös Kolmisopen järven rannoilla sijaitsevat rakennukset. Työn teoriaosuudessa käytiin läpi vesistön kunnostushankkeen läpiviemiseen kuuluvat vaiheet.</p> <p>Tehdyn esiselvityksen lisäksi tilaajan käyttöön jäivät kaikki aineistot tehdyistä kartoituksista ja muut kootut aineistot. Esiselvityksen tietoja voidaan hyödyntää Kolmisopenjoen virtaamien mallintamisessa, padon suunnittelussa ja myöhemmin padon rakentamisessa.</p>			
Avainsanat pohjapato, säännöstely, järvien kunnostus			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Environmental Technology			
Author(s) Samu Lappalainen			
Title of Thesis Preliminary Study for the Overflow Dam Project in Kolmisopenjoki			
Date	30 March 2020	Pages/Appendices	45/2
Supervisor(s) Mr. Aku Tuppurainen, Lecturer; Mr. Pasi Pajula, Principal Lecturer			
Client Organisation /Partners Mr. Mikko Airaksinen, Civil Engineer, Yara Suomi Oy			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this thesis was to make a preliminary study for the overflow dam project planned in River Kolmisopenjoki. The work included both gathering information about the current condition of Lake Kolmisoppi and surveying the surface shapes and elevations in the area of Kolmisopenjoki. Factors about the hydrological state of Kolmisoppi were involved in the review together with factors that were specifically needed when designing the regulation of water level in Kolmisoppi. The most important factors were the water levels of Kolmisoppi and the discharges of Kolmisopenjoki. Both these factors have been monitored since 2008.</p> <p>The overflow dam project is closely related to the restoration of Kolmisoppi. Several restoration actions have been taken in Kolmisoppi during the restoration project which started in 2015. The goal of the restoration project is to improve the landscape and the possibilities for recreational use of the lake. To achieve this, actions were taken to constrain the development which would lead to vegetation overgrowth in the watersides of Kolmisoppi. The overflow dam would secure the water level which further benefits these restoration actions already taken in Kolmisoppi.</p> <p>The work methods included gathering necessary data needed especially for the overflow dam project. In this work surveying was also made in the surrounding areas of Kolmisopenjoki. The surveying was performed using accuracy GPS devices when surveying the elevations and a laser scanner when surveying the topography of larger areas. The purpose of surveying was to create an accurate surface model which can be used later in the overflow dam project.</p> <p>As a result, this thesis includes a broad review about the hydrological state of Kolmisoppi, the surveying results from Kolmisopenjoki and other factors needed to be considered when the dam project proceeds to the designing phase. Furthermore, all the surveying data and other produced data will remain in the use of the client organization. The results of this work can be used when designing the overflow dam, applying the water permits, and during the construction of the overflow dam.</p>			
Keywords lake restoration, surveying, overflow dam			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
2	VESISTÖN KUNNOSTAMINEN JA SÄÄNNÖSTELY	7
2.1	Projekti yleisesti	7
2.2	Vesistön kunnostushanke	7
2.2.1	Järvien kunnostus yleisesti	8
2.2.2	Vesistön kunnostushankkeen vaiheet	8
2.2.3	Viestintä ja vuorovaikutus	13
2.3	Vesistön säännöstely	13
2.3.1	Säännöstely yleisesti	13
2.3.2	Säännöstelyn vaikutukset	14
2.4	Vesilupa ja suostumukset	14
3	ESISELVITYKSEN TOTEUTTAMINEN KOLMISOPELLA	16
3.1	Lähtökohdat	16
3.2	Tavoite	16
3.3	Osapuolet	17
3.4	Esiselvityksen vaiheet	17
3.5	Viestintä	18
4	NYKYTILASELVITYS	19
4.1	Kolmisopen järvi	19
4.2	Valuma-alue	22
4.3	Kolmisopen veden laadun kehitys	22
4.4	Kuormitus	22
4.5	Suotovesikuormitus	22
4.6	Ilmastaminen	23
4.7	Kunnostushanke 2015-2019	23
4.8	Vedenpinnan korkeudet	23
4.9	Kolmisopenjoki	25
4.10	Kolmisopenjoen virtaamat	25
5	KOLMISOPENJOEN PATOHANKKEEN ESISELVITYS	27
5.1	Koordinaatisto ja korkojärjestelmä	27
5.2	Patohankkeen toteutus	27

5.3	Pohjapadon rakenne ja rakentaminen	29
5.4	Säännöstelyn vaikutus pinnankorkeuksiin ja virtaamiin	30
5.4.1	Virtaamat	30
5.4.2	Pinnankorkeudet	31
5.5	Kolmisopenjoen virtausmallinnus	31
5.6	Nykyinen säännöstelypato	32
5.7	Rantarakennusten kartoitus	34
5.8	Kolmisopenjoen kartoitus	36
5.8.1	Uoman pohjan kartoitus	37
5.8.2	Uoman ympäristön maastomalli	37
5.8.3	Maastomallista tuotetut korkeuskäyrät.....	39
5.9	Vesilain mukaiset luvat	40
5.10	Jatkotoimenpiteet	41
6	JOHTOPÄÄTÖKSET	42
7	YHTEENVETO	44
	LÄHTEET	45
	LIITE 1: KOLMISOPEN PINNANKORKEUDET 2008–2019 (N2000).....	46
	LIITE 2: KOLMISOPENJOEN VIRTAAMAT 2008–2019	49

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä tehdään esiselvitys patohankkeen toteuttamisesta Siilinjärvellä sijaitsevaan Kolmisopenjokeen. Opinnäytetyön tilaajana toimii Yara Suomi Oy. Esiselvitykseen liittyen kartoitetaan joen ympäristöä laserkeilainta ja gps-laitteistoa käyttäen. Selvitystyössä tarkastellaan lisäksi Yaran Siilinjärven toimipaikan latvavesien tarkkailuohjelman osana saatuja tietoja Kolmisopen järven nykytilasta, pinnankorkeudesta ja Kolmisopenjoen virtaamista.

Kolmisopen järveen kohdistuu maa- ja metsätalouden kuormituksen lisäksi kuormitusta Yaran rikastushiekka-altailta tulevista suotovesistä. Järven alkuperäinen valuma-alue on myös pienentynyt rikastushiekka-altaiden rakentamisen seurauksena. Patohanke liittyy Kolmisopen järven kunnostamiseen ja vuonna 2015 alkaneeseen kunnostushankkeeseen, jonka aikana Kolmisopen on kunnostettu ruoppaamalla, vesikasvillisuutta poistamalla ja hoitokalastamalla. Yaran tekemää kunnostushanketta on suunniteltu yhdessä Kolmisopen kyläyhdistyksen ja paikallisten kalastusosuuskuntien kanssa.

Kolmisopen järven kunnostamiseen liittyy oleellisesti järven pinnankorkeus ja tällä hetkellä Kolmisopenjoessa on vanhan myllyrakennuksen yhteydessä säännöstelypato. Patorakenteiden uusiminen on tärkeää, jotta voidaan varmistaa riittävä vedenpinnankorkeus Kolmisopen järvestä. Tällä hetkellä itse vanha patorakenne on tiivis, mutta vuotoa tapahtuu sekä padon rakenteiden alta että sivuilta. Uudella patorakenteella voidaan varmistaa Kolmisopen riittävä vedenpinnan korkeus ja mahdollisesti jopa nostaa keskimääräistä pinnankorkeutta nykyisestä tasosta. Alhaisesta vedenpinnasta on haittaa vesistölle, koska se nopeuttaa rantojen umpeenkasvua.

Kolmisopenjoen patohankkeen aloituspalaveri pidettiin syyskuussa 2019. Aloituspalaverissa olivat mukana Pohjois-Savon ELY-keskus, Siilinjärven kunnan ympäristötarkastaja, padon omistaja ja Kasurilan pohjoisen osakaskunnan edustaja. Palaverissa päätettiin aloittaa selvitystyö pohjapadon rakentamiseksi Kolmisopenjoen yläjuoksulle lähelle Kolmisopen järven luusuaa. Pohjapadon etuna olisi nousuesteen poistuminen joesta kalastoa ajatellen eikä vanhaa patorakennetta enää tarvittaisi säännöstelyä varten.

Opinnäytetyöhön kuuluu tietojen kokoaminen Kolmisopen nykytilasta ja tehdyistä kunnostuksista, Kolmisopenjoen uoman ympäristön kartoitus, vanhojen rakenteiden kartoitus sekä yhteydenpito hankkeen osapuoliin esiselvityksen osalta. Yhteydenpidon tarkoituksena on pitää osapuolet ajan tasalla esiselvityksen etenemisestä ja olla yhteydessä maanomistajiin tehtävien mittauksen osalta.

Opinnäytetyönä tehtyä esiselvitystä ja laserkeilaimella saatua maanpintamallia voidaan hyödyntää padon suunnittelussa, vesilain mukaisten lupien hakemisesta padolle ja myöhemmin padon rakentamisessa.

2 VESISTÖN KUNNOSTAMINEN JA SÄÄNNÖSTELY

2.1 Projekti yleisesti

Projektilla eli hankkeella tarkoitetaan suunnittelumallia, jossa työn tavoite, kesto ja resurssit ovat ennalta määriteltyjä ja suunniteltuja. Projekti on määriteltävissä tarkasti siten, että sillä on selvä alku ja loppu sekä tehtäviä ja välitavoitteita. Projekti soveltuu hyvin kertaluonteisiin, uusiin ja vaativiin töihin, joissa yhdistetään eri alojen asiantuntemusta. (Jalava 2008, 6.)

Vesistön kunnostustoimet ovat useimmiten projektimuotoisia, sillä ne ovat kertaluonteisia ja niille on määritelty tietyt kunnostustavoitteet. Toisaalta vesistön kunnostushankkeet voivat olla pitkäaikaisia ja kestää useita vuosia. Erityisesti kunnostushankkeilla on tavanomaista, että niiden suunnitteluun, tarvittavien lupien hakemiseen ja toteuttamiseen tarvitaan useiden eri tahojen yhteistyötä ja asiantuntemusta.

Projektin suunnittelu voidaan jakaa kolmeen tasoon: esisuunnitteluun, projektisuunnitteluun ja työsuunnitteluun. Projektisuunnitelma on projektin johtamistyökalu, missä määritellään tavoitteet, organisointi, toimintamalli, tärkeimmät tuotokset sekä karkea työsuunnitelma. Lyhyemmälle aikavälille laadittavat työsuunnitelmat sisältävät puolestaan toteutuksen tarkemmat yksityiskohdat. (Silfverberg 2007, 11–14.)

Hankkeen pitäisi aina olla oppiva prosessi, mikä tarkoittaa, ettei suunnitelman orjallinen noudattaminen ole hyvää projektitoimintaa. Suunnitelmia on muutettava, jos toteutuksen aikana havaitaan, että alun perin suunnitellut toiminnot eivät johda projektin tavoitteiden kannalta hyvään lopputulokseen. Näin voi käydä esimerkiksi toimintaympäristön muuttuessa tai lähtötietojen ollessa puutteellisia. (Silfverberg 2007, 11.)

2.2 Vesistön kunnostushanke

Järven kunnostushanke on yleensä monivaiheinen, projektiluonteinen tapahtuma. Hanke etenee kunnostusaloitteen tekemisestä ja päättyy, kun toimenpiteet on toteutettu. Toimenpiteiden jälkeen kuitenkin tulisi jatkaa järven hoitoa, jotta pystytään säilyttämään kunnostustoimilla aikaansaatu tila. Hankkeen vaikutuksia tulisi myös seurata, jotta voidaan arvioida hankkeen tuloksellisuutta. (Ulvi 2005, 31.)

Kunnostushanke vaatii innostunutta vetäjää, suunnitelmallisuutta ja hyvää yhteistyötä kaikkien osapuolten kesken. Valmistelu on hankkeen onnistumisen kannalta kriittisin vaihe ja siihen kannattaa panostaa. Valmisteluvaiheessa tehdään monia tärkeitä päätöksiä ja sovitaan hankkeen tavoitteista ja sisällöstä. Hyvää lopputulosta varten tarvitaan hyvää tiedotusta ja riittävästi resursseja toimenpiteiden toteuttamiseen. Järven kunnostuksessa on sitouduttava pitkäjänteiseen työhön. Hyväkuntoisen tilan säilyttämiseksi kannattaa kuitenkin nähdä vaivaa, sillä ennaltaehkäisevässä hoitohankkeessa kustannukset pysyvät kohtuullisena. (Ulvi 2005, 31.)

2.2.1 Järvien kunnostus yleisesti

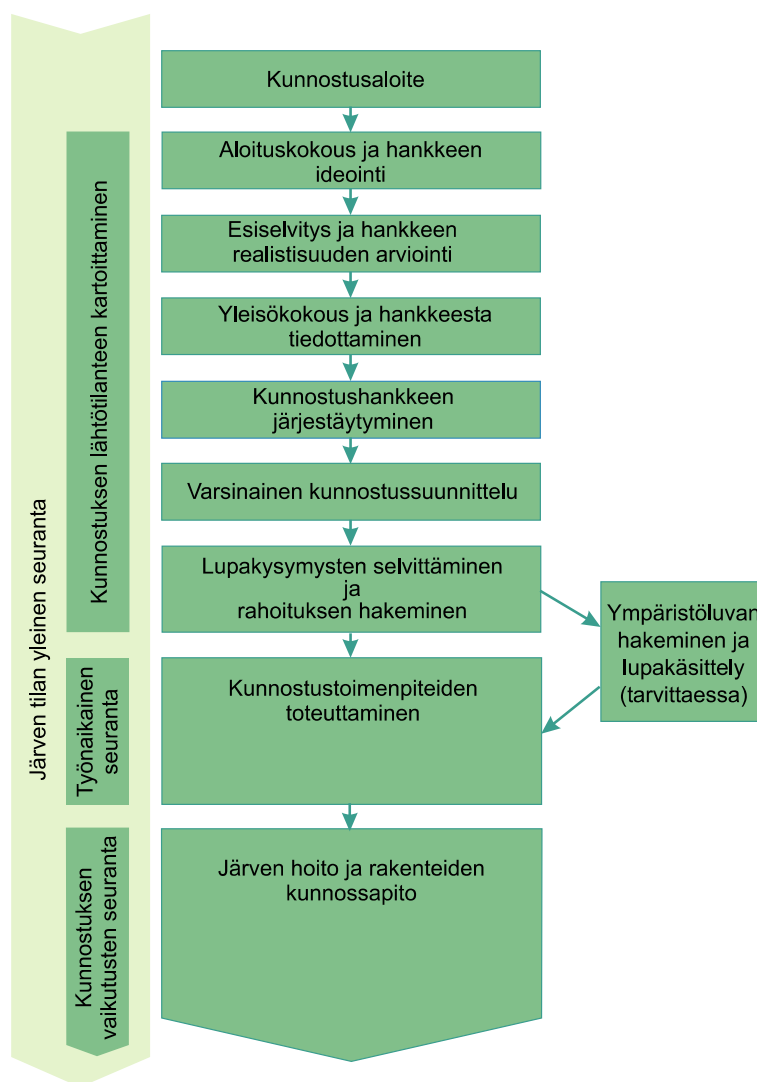
Suurimmiksi ongelmiksi järvissämme on koettu rehevyys, liiallinen vesikasvillisuus ja mataluus. Kunnostuksilla voidaan parantaa asuinympäristön viihtyisyyttä, järven virkistyskäyttömahdollisuuksia, kalataloutta sekä luonnon- ja maisemansuojelua. (Ulvi 2005, 31.)

Järven kunnostusta suunniteltaessa on tärkeää tuntea järven ominaisuudet ja niistä kunnostustavoitteille aiheutuvat rajoitteet. Suunnittelun tärkein vaihe on järven ongelmien, niiden syiden ja kunnostuksen tavoitteiden määrittäminen. Tavoitteita määriteltäessä huomioitavaa on, että eri käyttäjä- ja hyödyntäjäryhmillä on omat odotuksensa järven tilan parantamisesta. Nämä on suunnitteluvaiheessa selvitettävä, huomioitava ja asetettava tärkeysjärjestykseen. Jo suunnittelun alkuvaiheessa on myös hyvä arvioida kunnostustavoitteiden realistisuutta käytettävissä oleviin resursseihin nähden. Tavoitteet on asetettava yksityiskohtaisesti ja niiden toteutumista on pystyttävä mittaamaan. Järvien kunnostus vaatii aina pitkäkestoisia toimia ja usein joudutaan tekemään uusia toimia sekä tarkistamaan kunnostustavoitteita järven tilan muuttuessa ja tutkimustietojen karttuessa. (Ulvi 2005, 11.)

Kunnostuksia suunnitellessa on hyvä huomioida, että järvet ovat luontaisesti jatkuvassa muutostilassa ja suunta on yleensä kohti rehevää luonnonhuuhtouman takia. Tätä muutosta ihminen voi kiihdyttää toiminnallaan, joten siksi tarvitaan järvien kunnostusta. Järven kunnostuksella pyritään yleensä palauttamaan järven tila lähelle luonnonmukaista tilaa, jonka määrittäminen voi olla vaikeaa. Järven kunnostuksella tarkoitetaan perinteisesti suoraan järveen kohdistuvia toimenpiteitä, mutta nykyään kunnostusajattelu voi tähdätä myös koko valuma-aluetta koskevaan vesien hoitoon. (Ulvi 2005, 9.)

2.2.2 Vesistön kunnostushankkeen vaiheet

Kunnostushankkeen vaiheet on esitetty kuvassa 1. Suunnittelu käynnistyy, kun on tehty aloite järven kunnostamiseksi. Varsinaisen prosessin voidaan katsoa alkavan esiselvityksellä, jolloin arvioidaan hankkeen ja toteutusvaihtoehtojen realistisuutta. Tässä työssä tehtiin nimenomaan esiselvitys lähtötilanteen kartoittamiseksi mahdollisesti tulevaa patohanketta varten.



Kuva 1. Kunnostushankkeen vaiheet (Ulvi 2005, 33)

Kunnostusaloite

Kunnostushanke voi lähteä liikkeelle, kun yksityisen henkilö tai yhteisö tekee aloitteen järven kunnostamiseksi. Aloitteen tarkoituksena on saada ajatus kunnostushankkeesta laajempaan tietoisuuteen ja sitä voi viedä eteenpäin jonkin alueen hyödynsaajayhteisön, kuten osakaskunnan, yhdistyksen tai kylätoimikunnan kautta. Aloitevaiheessa on hyvä olla yhteydessä myös kuntaan, jonka osallistumiselle on varsinkin laajemmissa kunnostushankkeissa suuri merkitys. Kunnostuksissa toimivia viranomaisia ovat alueelliset ympäristökeskukset, työvoima- ja elinkeinokeskukset ja maakunnalliset liitot. Ne voivat tarjota asiantuntija-apua suunnittelussa ja osallistua myös rahoitukseen. Valtion tuki kunnostushankkeille on tavallisesti korkeintaan 50 %. Tuen edellytyksenä on, että hankkeella on kokonsa tai muiden piirteidensä vuoksi yleistä merkitystä, hankkeen kustannukset ovat kohtuullisia saavutettaviin hyötyihin nähden ja että hankkeen tarpeen aiheuttajaa ei voida osoittaa tai saada maksajaksi. Aloitevaiheessa kaikki mahdolliset yhteistyötahot on syytä kartoittaa, sillä hyvä yhteistyö ja vuorovaikutus on tärkeää hankkeen onnistumisen kannalta. (Ulvi 2005, 34.)

Aloituskokous

Aloituskokoukseen kutsutaan järven kunnostuksen kannalta keskeisten ryhmien ja yhteistyötahojen edustajat. Lisäksi mukaan on hyvä saada järvikunnostuksen asiantuntija. Hankkeen valmistelijat ja vastuutaho pyritään valitsemaan aloituskokouksessa. Kokouksessa keskustellaan kunnostustarpeista ja tavoitteista. Lisäksi selvitetään osapuolille mitä tietoa järvestä on olemassa ja mitä hankkeen valmistelu käytännössä vaatii. Aloituskokouksessa on hyvä keskustella ja sopia seuraavista asioista:

- järven pääongelmien ja niiden syiden selvittäminen
- olemassa olevien tietojen kartoittaminen
- lisätietojen ja -tutkimusten tarpeen selvittäminen
- kunnostushankkeen tyyppin ja luonteen määrittely
- omien voimavarojen arviointi ja osallistumismahdollisuuksien arviointi
- käytettävissä olevien asiantuntijoiden ja yhteistyötahojen selvittäminen
- hankkeen valmistelijan ja vetäjän valitseminen
- osakaskunnan järjestäytymistarpeen, yhdistymismahdollisuuksien tai yhdistyksen perustamistarpeen selvittäminen. (Ulvi 2005, 34–35.)

Kunnoshankkeen ideointiin ja suunnitteluun kannattaa käyttää aikaa, sillä järven kunnostus voidaan toteuttaa käytännössä monin eri tavoin, vaikka yleensä kunnostuksessa käytetään aikaisemmin hyväksi havaittuja menetelmiä. (Ulvi 2005, 34–35.)

Esiselvitys

Ennen varsinaista kunnostussuunnittelua kannattaa tehdä lyhyt esiselvitys, jossa arvioidaan alustavasti hanketta sekä mahdollisesti soveltuvia kunnostusmenetelmiä. Sekä tarkastellaan hankkeen tavoitteiden realistisuutta ja voidaanko niitä suunnittelulla sovittaa yhteen.

Esiselvityksessä voidaan arvioida tarvetta lisätutkimuksille, joiden määrä tulee suhteuttaa hankkeen laajuuteen. Raskasta suunnittelu- ja lupaprosessia ei kannata käynnistää ilman riittäviä selvityksiä ja perusteluja hankkeelle. Selvityksen tulee ulottaa hankkeen koko vaikutusalueeseen, sisältäen rannat ja laskuojat. (Ulvi 2005, 35–36.)

Esiselvityksessä voidaan suositella, miten hankkeessa kannattaisi edetä ja mitä varsinaisessa suunnittelussa tulisi ottaa huomioon. Sekä hankkeen laajuudesta riippuen, minkälaisiin osakokonaisuuksiin hanke kannattaisi jaksaa. Lisäksi alustavasti voidaan arvioida hankkeen hyötyjä ja haittoja. (Ulvi 2005, 35–36.)

Kunnostustarpeen arviointia ja suunnittelua varten esiselvityksessä on muodostettava yleiskuva järven nykytilasta ja arvio ongelmien vakavuudesta. Tätä varten on suunnitelmallisesti koottava yhteen kaikki tarvittavat perus- ja taustatiedot järvestä. Suojelukohteiden, kuten Natura-alueiden, osalta on syytä ottaa yhteyttä alueelliseen ympäristökeskukseen ja tehdä selvitykset ennen

suunnittelun käynnistymistä. Tärkeitä tietoja ovat järven tilaa muuttaneet tekijät, kuten eri kuormituslhteet.

Esiselvityksessä tulisi sisällyttää soveltuvin osin:

- kohteen valuma-alue, veden laatu- ja vesistötiedot
- kohteen historia, aikaisemmin toteutetut hankkeet, toimenpiteet ja niihin liittyvät luvat
- vesistön ja valuma-alueen maankäyttötiedot sekä merkittävimmät rakenteet kuten padot
- tiedot aikaisemmista tutkimuksista, seurannasta ja järven tilan kehityksestä
- tiedot kuormitushistoriasta, kuormittajista ja tehdyistä vesiensuojelutoimenpiteistä
- mahdolliset suojelualueet ja kaavamääräykset. (Ulvi 2005, 35–36.)

Yleisökokous

Kunnostamisella on oltava jokin yhteisesti hyväksytty tavoite, joka voi koostua sekä lyhyen ajan konkreettisista tavoitteista ja pitkän ajan visiosta. Järven käyttäjillä on yleensä oma näkemyksensä järven kunnostustarpeesta, joten vesi- ja ranta-alueiden omistajien ja käyttäjien mielipiteet tulisi selvittää ennen kunnostushankkeen käynnistämistä. Yleisökokouksen tarkoituksena on kuulla järven käyttäjiä ja herättää keskustelua kunnostuksesta ja sen tavoitteista. Tilaisuudessa selvitetään hankkeen tilannetta kaikille osapuolille ja tiedotetaan siihen mennessä kootuista järven perustiedoista. (Ulvi 2005, 36.)

Koollekutsujana on yleensä hanketta käynnistävä tai edistävä taho, joka voi olla esimerkiksi hoitoyhdistys, osakaskunta tai kunta. Tilaisuuteen kutsutaan vesialueen ja rannan omistajat sekä tarvittaessa valuma-alueen asukkaat. Tilaisuuteen on hyvä kutsua myös asiantuntija, esimerkiksi vesiensuojeluyhdistyksestä, ympäristökeskuksesta tai TE-keskuksesta kertomaan kunnostuksen perusteista ja perusmenetelmistä. Lisäksi rahoittajatahon edustaja voi kertoa avustumahdollisuuksista. (Ulvi 2005, 36.)

Kokouksessa voidaan tehdä päätös hankkeen jatkamisesta ja sopia tahosta, joka vastaa hankkeen etenemisestä. Yleisiä valmistelukokouksessa käsiteltäviä asioita voivat olla:

- tiedottaminen järven tilasta, ongelmista ja niiden syistä
- asukkaiden kuuleminen kunnostuksen tarpeista ja tavoitteista
- kunnostuksen hyödynsaajien ja hankkeen kannatuksen selvittäminen
- avustumahdollisuuksien kartoittaminen
- päätös hankevalmistelun jatkosta tai keskeyttämisestä. (Ulvi 2005, 36.)

Kunnostushankkeen järjestäytyminen

Järven kunnostushankkeet toteutetaan yleensä kertaluonteisena projektina, joten hankkeelle voidaan laatia projektisuunnitelma. Suunnitelma voi esimerkiksi sisältää hankkeen pääsisällön, aikataulun, sille määritellyt resurssit ja sitä varten luodun projektiorganisaation. Kunnostushanke edellyttää soveltuvaa organisaatiota ja kunnostushankkeissa vastuutahona voi olla esimerkiksi suojelu- tai hoitoyhdistys, osakas- tai kylätoimikunta tai kalastusalue. Myös kunnat ovat vastanneet useista hankkeista. Osakaskunta on luonteva hankkeen vetäjätaho, koska sillä on hallintaoikeus

vesialueeseen. Jos hankkeelle tarvitaan ympäristölupa, niin luvan hakija tulisi päättää mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. (Ulvi 2005, 36–37.)

Kunnostussuunnittelu

Ennen suunnittelun aloitusta hankkeen tavoitteet olisi hyvä olla määritelty ja hyväksytty yhteisesti. Esiselvityksen yhteydessä on voitu jo kartoittaa mahdollisia lisäselvitystarpeita, joita voidaan toteuttaa suunnittelun edetessä. Suunnittelun laajuuden tulisi olla sopivassa suhteessa hankkeen kokoon ja käytettäviin resursseihin. Suunnittelussa on hyvä edetä vaiheittain ja aluksi on hyvä tutustua taustatietoihin ja esiselvitykseen. Toisessa vaiheessa luodaan yleissuunnitelma, jossa selvitetään eri ratkaisuvaihtoehdot ja tehdään alustava vaikutusten arviointi ja kustannusarvio. Kunnostussuunnittelu voidaan jakaa osakokonaisuuksiin kunnostusmenetelmien mukaan. Tarkemmat rakenne- ja toteutussuunnitelmat tehdään viimeisenä. Lopullinen kunnostussuunnitelma tarkistetaan, kun hanke on hyväksytty, tarvittavat luvat on saatu ja rahoitus on varmistunut. (Ulvi 2005, 39–40.)

Luvan tarpeen selvittäminen ja hakeminen

Jo kunnostushankkeen käynnistämisvaiheessa on hyvä selvittää, minkälaisia lupia hankkeen toteuttaminen vaatii. Kaikkiin kunnostustoimiin tarvitaan käytännössä vähintään vesialueen omistajan suostumus tai lupa. Lisäksi useat kunnostustoimenpiteet vaativat luvan ympäristölupavirastolta. Järvien kunnostusta luvan tarvetta määrittelee vesilaki ja joskus myös ympäristönsuojelulaki. Joistakin toimenpiteistä on ilmoitettava kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle sekä alueelliselle ympäristökeskukselle. Luvan tarpeen arvioivat käytännössä alueelliset ympäristökeskukset. (Ulvi 2005, 40.)

Kunnostushankkeen toteutus

Kunnostushankkeen toteutus on tehtävä sellaiseen vuodenaikaan, että niistä on mahdollisimman vähän haittaa vesi- ja ranta-alueiden omistajalle sekä järven käyttäjille. Kunnostuksessa tulee myös käyttää kohteeseen sopivinta tekniikkaa. Työnaikaisten vaikutusten arviointi on joko hankkeen toteuttajan tai urakoitsijan vastuulla ja sillä varmistetaan, ettei työstä aiheudu liian suurta työnaikaista haittaa järven eliöstölle tai käyttäjille. Julkista tukea saavien hankkeiden on pääsääntöisesti kilpailutettava hankkeisiin liittyvät työt ja hankinnat. (Ulvi 2005, 40–41.)

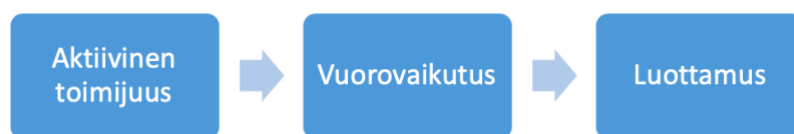
Hankkeen seuranta ja hoito

Vaikutusten seuranta on hyvä ottaa huomioon jo hanketta suunnitellessa. Seurantatiedot voivat auttaa sekä ongelman määrittämisessä että soveltuvien toimenpiteiden valinnassa. Seuranta olisi hyvä jatkaa myös kunnostushankkeen jälkeenn, sillä seurannan avulla voidaan ohjata kunnostuksen jälkeisiä toimenpiteitä, joilla pidetään yllä saavutettua järven hyvää tilaa. Hoito voi pitää sisällään myös kunnostukseen kuuluvien rakenteiden, kuten patojen ja penkereiden, kunnossapidon ja huollon. Kunnossapitovastuu on yleensä hankkeen toteuttajalla tai rakenteen omistajalla, ja niistä on syytä laatia sopimukset. Jälkihoitoa varten kannattaa myös laatia hoito- ja kunnossapitosuunnitelma. (Ulvi 2005, 41.)

2.2.3 Viestintä ja vuorovaikutus

Kunnostamisessa on merkittävä rooli asukkaiden omalla toiminnalla ja paikallisella yhteistyöllä. Lisäksi kunnostushankkeissa tärkeää on vuorovaikutuksen rakentaminen hankkeessa mukana olevien toimijoiden välille. Kunnostaminen koskettaa useita toimijoita viranomaisista vesistöä käyttäviin paikallisiin asukkaisiin, ja vuorovaikutuksen merkitys on suuri hankkeen sujumuuden ja onnistumisen kannalta.

Paikallisten toimijoiden ja kaikkien osapuolten huomioon ottaminen on tärkeää, ettei ristiriitoja pääsisi syntymään. Sääntelyhankkeissa ristiriitoja voi syntyä esimerkiksi tilanteissa, jossa vedenpinnan nostaminen nostaa mökkien arvoa, mutta vastaavasti maanviljelijöille nosto saattaa tuoda kustannuksia. Mökkien arvon nousu voi syntyä esimerkiksi virkistysarvon ja maiseman parantumisesta, kun taas maanviljelijöille kustannuksia voi syntyä esimerkiksi vettymishaitoista. (Suhonen 2016, 19.)



Kuva 2. Onnistuneen hankkeen tekijät (Suhonen 2016, 35)

Tiedon saaminen ja jakaminen eri toimijoiden välillä näyttäytyi tärkeänä osana hankkeen onnistumista. Vastaavasti merkittävin syy ongelmien syntymiseen oli vuorovaikutuksen puute. Aktiivin toimijuus osoittautui merkittäväksi tekijäksi hankkeen etenemisessä, usein aktiivi on joku paikallisista asukkaista. Vuorovaikutuksella pyritään välttämään väärin tietojen ja ennakkoluulojen syntyminen. Vuorovaikutus myös lisää hankkeen uskottavuutta ja sitouttaa paikallisia hankkeeseen. Edellä kuvailut onnistuneen hankkeen tekijät on kuvattu ohessa (Kuva 2). (Suhonen 2016, 35.)

2.3 Vesistön säännöstely

2.3.1 Säännöstely yleisesti

Säännöstelyn käyttö on muuttunut vesistöjen kuivatustarpeen vähentyessä ja nykyään säännöstelyä käytetään yleensä vesistöjen kunnostamiseen. Aikaisemmin vedenpintoja laskettiin monissa järvissä peltopinta-alojen kasvattamiseksi. Nykyiset matalat vedenkorkeudet ja kunnostustarpeet johtuvat joissakin järvissä nimenomaan aiemmista säännöstelytoimista. Nykyään kunnostuksien tavoitteena on usein parantaa järven veden laatua ja järven virkistyskäyttömahdollisuuksia. Vesistön vedenpinnan nostamisen perimmäisenä tavoitteena on estää tai hillitä järven umpeenkasvua. (Ulvi 2005, 227.)

Vedenpinnan nosto toteutetaan useimmiten padolla, joka sijoitetaan järven luusuaan eli kohtaan, josta järven vesi purkautuu alavirtaan. Yleisemmin käytetään kiinteää pohjapatoa, joka ei vaadi normaalitilanteessa säännöstely- tai säätötoimenpiteitä. Lisäksi padon harjan muotoiluilla voidaan

vaikuttaa vedenkorkeuden vaihteluihin järvessä ja virtaamaan alemmassa vesistönosassa. Padon suunnittelussa on otettava huomioon mahdollinen tarve kalan kulkuun padon yli ja veneily. (Ulvi 2005, 230.)

2.3.2 Säännöstelyn vaikutukset

Keskivedenkorkeuden noston tavoitteena on useimmiten estää järven umpeenkasvu. Nostolla voidaan palauttaa, tai säilyttää, kasvustosta vapaa avovesialue sekä lisätä vesisyvyyttä, jolla uinti, veneily ja kalastus ovat helpompia toteuttaa. Virkistyskäytön edistäminen ja järvimaiseman parantaminen ovat kunnostushankkeissa usein merkittäviä tekijöitä. Virkistyskäyttöä haittaavia tekijöitä voivat olla vedenlaatu, leväkukinnat, suuret vedenpinnan vaihtelut ja mataluus. (Ulvi 2005, 227.)

Vesisyvyyden lisäämisen lisäksi säännöstelyllä pyritään myös parantamaan veden laatua.

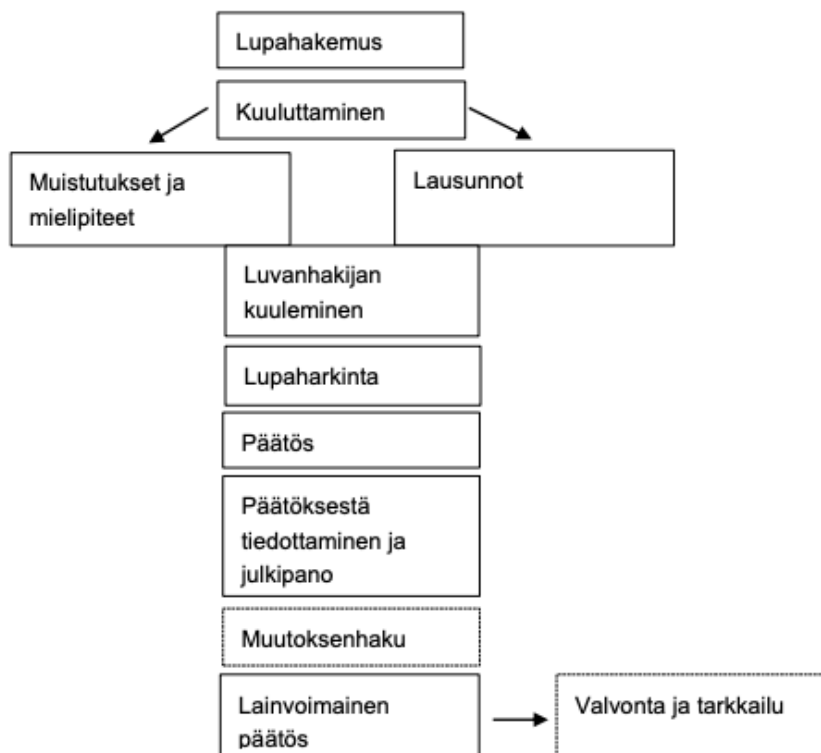
Vedenpinnan nostaminen vaikuttaa veden laatuun seuraavasti:

- järven vesitilavuuden kasvun myötä järven viipymä pitenee
- jään alla oleva vesitilavuus kasvaa yleensä suhteessa enemmän kuin järven kokonaistilavuus
- vesisyvyyden kasvaessa aaltoilun pohjasedimenttiä sekoittava vaikutus vähenee ja mahdollisuudet kerrostuneisuudelle lisääntyvät
- vedennoston seurauksena uusia ranta-alueita jää veden alle. (Ulvi 2005, 235.)

Järven viipymän pidentäminen parantaa pitkällä tähtäimellä järven veden laatua. Aaltoilun aiheuttama pohjasedimentin sekoittuminen on merkittävä sisäisen kuormituksen aiheuttaja avovesikaudella matalissa ja pinta-alaltaan laajoissa järvissä. Ranta-alueiden jääminen veden alle heikentää väliaikaisesti veden laatua. Tämä riippuu veden alle jäävän alueen pinta-alasta ja erityisesti veden alle jäävän orgaanisen aineen määrästä. (Ulvi 2005, 235.)

2.4 Vesilupa ja suostumukset

Keskivedenkorkeuden pysyvään muuttamiseen tarvitsee aina hakea vesilain mukainen lupa (vesilaki 587/2011, 3 §). Prosessi vesiluvan hakemiseksi on esitetty alla (Kuva 3). Vesilain mukaisena lupaviranomaisena toimii aluehallintovirasto (AVI). Keskivedenkorkeuden pysyvästä muuttamisesta on säädetty vesilain luvussa 6 ja säännöstelyä käsitellään vesilain luvussa 7 (Vesilaki L2011/587).



Kuva 3. Vesiluvan mukaisen lupahakemuksen vaiheet (Suhonen 2016, 13)

Uusi vesilaki tuli voimaan 1.1.2012 ja se korvasi aiemman vuodesta 1962 olleen vesilain. Lain yhtenä tavoitteena oli lisätä vesistöjen kunnostusmahdollisuuksia. Keskivedenkorkeuden pysyvä muuttaminen tuli vesilakiin uutena hanketyypinä.

Keskivedenkorkeuden nostolupaa voi hakea hankkeesta yksityistä hyötyä saava kiinteistön omistaja, hyödynsaajien muodostama yhteisö, yhteisen vesialueen osakas tai osakaskunta, valtionviranomainen tai kunta. Erityisinä edellytyksinä keskivedenkorkeuden nostoissa tulee arvioida suostumusedellytys ja käyttöoikeusselvitys. Hankkeen kohteeksi joutuvien maa-alueiden omistajista riittävän määrän on tuettava hanketta, jotta suostumusedellytys täyttyy. (Suhonen 2016, 10–11.)

Järven tai lammen keskivedenkorkeuden nostamiseen tarkoitettun luvan edellytyksenä on, että vähintään kolme neljästä veden alle jäävän maa-alueen omistajista on antanut kirjallisen suostumuksen nostamiseen. Lupa voidaan myöntää myös, jos lupanhakija hallitsee omistusoikeuden tai pysyvän käyttöoikeuden perusteella enempää kuin puolta veden alle jäävästä alueesta. (Vesilaki L2011/587 6:5 §.)

Keskivedenkorkeuden nosto on luvanvarainen vesitaloushanke, joten sen vaikutuksia tulee tarkkailla. Luvanhaltija voidaan velvoittaa esittämään tarkkailusuunnitelma, joka tulee hyväksyttävä viranomaisella ennen toiminnan aloitusta. Jos tarkkailusta ei määrätä samassa luvassa nostohankkeen kanssa, tulee hakijan hakea uutta päätöstä tarkkailusta, mikä voi tarkoittaa hankkeen aloittamisen pitkittymistä ja lisäkustannuksia. (Suhonen 2016, 13.)

3 ESISELVITYKSEN TOTEUTTAMINEN KOLMISOPELLA

3.1 Lähtökohdat

Kolmisopen järvi sijaitsee Mustin rikastushiekka-altaan länsipuolella ja altaan patorakenteesta läpitulevia suotovesiä päätyy myös Kolmisopen järveen. Lisäksi laajojen rikastushiekka-aitaiden rakentaminen on pienentänyt järven luonnollista valuma-aluetta. Yara tekee latvavesien velvoitetarkkailua Kolmisopen järvellä ja tarkkailee lisäksi Kolmisopenjoen virtaamia osana alueen vesitaseen arviointia.

Yaralle asetettiin vuonna 2012 velvoite kunnostaa Kolmisopen Rötikönlahtea, jossa vesistön tila oli erityisen heikko ja veden vaihtuvuus hidasta. Vuonna 2015 käynnistyi Yaran toteuttama viisivuotinen kunnostushanke, jonka suunnittelussa olivat mukana Kolmisopen kyläyhdistys ja paikalliset kalastusosuuskunnat. Hanketta koordinoi Vesi-Eko Oy. Järven kunnostamista jatketaan edelleen päättyvän kunnostushankkeen jälkeen.

Kolmisopenjoen varressa olevan myllyn ja myllypadon omistaa yksityinen henkilö, jonka omistuksessa on myös maat purouoman ympäristössä. Myllyn omistajalla on oikeus padon käyttöön ja lisäksi myös velvoite patorakenteen kunnossapidosta patoturvallisuuslain nojalla.

Kolmisopenjoen patorakenteiden kunnostamiseksi pidettiin 16.9.2019 aloituspalaveri, jossa mukana olivat hankkeen osapuolet. Aloituspalaverissa päädyttiin käynnistämään esiselvitystyö pohjapadon rakentamiseksi Kolmisopenjokeen. (Luukkonen 2019.)

3.2 Tavoite

Kolmisopen järveä on kunnostettu ilmastamalla ja esimerkiksi viisivuotisella kunnostushankkeella vuosina 2015–2019. Kunnostustoimenpiteitä järven tilan parantamiseksi jatketaan ja lisäksi patohankkeella halutaan varmistaa jo tehdyillä kunnostustoimilla saavutettuja tuloksia. Kolmisopenjoen patorakenne tiedetään vuotavan, eikä sillä tällä hetkellä pystytä varmistamaan haluttua Kolmisopen järven pinnankorkeutta. Erityisesti ongelmallista järven kunnostuksen kannalta on alivedenpintojen laskeminen loppukesästä, mikä nopeuttaa rantavyöhykkeiden umpeenkasvua. Patohanke on osa järven kunnostamista ja hankkeella pyritään varmistamaan riittävä vedenpinnan korkeus. Erityisesti alimpia vedenkorkeuksia pyritään nostamaan.

Patohankkeen tavoitteena on parantaa vesistön kuntoa ja parantaa järven virkistyskäyttömahdollisuuksia. Kolmisopen vedenlaatua seurataan jatkuvasti osana Yara Siilinjärven toimipaikan latvavesien tarkkailuohjelmaa, joten tehtyjen kunnostuksien vaikutuksia vedenlaatuun ja järven tilaan voidaan seurata. Lisäksi sekä Kolmisopen pinnankorkeuksia että Kolmisopenjoen virtaamaa seurataan jatkuvasti, joten patohankkeen vaikutuksista, esimerkiksi matalimpiin pinnankorkeuksiin, saadaan luotettavaa tietoa.

3.3 Osapuolet

Kolmisopenjoen patohanke käynnistettiin 16.9.2019 pidetyllä aloituspalaverilla. Mukana olivat Yaran edustajien lisäksi Kolmisopenjoen nykyisen padon omistaja, Kasurilan pohjoisen osakaskunnan edustaja sekä Siilijärven kunnan ympäristönsuojeluviranomainen. Lisäksi mukana olivat Vesi-Eko Oy ja Pohjois-Savon ELY-keskus asiantuntijaroolissa. (Luukkonen 2019.)

Nykyisen padon omistaa yksityinen henkilö, joka omistaa myös maat Kolmisopenjoen uoman molemmin puolin. Kasurilan pohjoiseen osakaskuntaan kuuluu valtaosa Kolmisopen järven rannan maanomistajista, loput kuuluvat Käärmeniemen osakaskuntaan. Vesialueen omistajat eli osakaskunnat voivat toimia vesilain mukaisen luvan hakijana patohankkeelle sekä hakijana ELY-keskukselta haettavaan avustukseen kunnostusta varten. Yara on mukana hankkeen suunnittelussa ja toteutuksessa, ja lisäksi Yara hoitaa hankkeen kustannukset avustuksen ulkopuolelle jäävän osuuden osalta. (Luukkonen 2019.)

ELY-keskuksen asiantuntijat esittelivät aloituspalaverissa perusteita avustuksen saamiseen. ELY-keskuksen asiantuntijoiden apua käytetään myös hankkeen suunnittelun yhteydessä esimerkiksi pohjapadon paikan valinnassa. (Luukkonen 2019.)

Yara on tehnyt Kolmisopella vuodesta 2015 alkaen viisivuotista kunnostushanketta, joka lähti käyntiin Yaran saatua veloitteen Kolmisopen Rötikönlahden kunnostamiseen. Hanketta on koordinoanut Vesi-Eko Oy, joka suorittaa myös Yara Siilinjärven latvavesien tarkkailua. Kunnostushankkeen suunnittelussa ovat olleet mukana Kolmisopen kyläyhdistys ja paikalliset kalastusosuuskunnat. Tarkkailun ja aiempien kunnostushankkeiden osana kerättyjä tietoja voidaan hyödyntää patohankkeen valmistelussa ja suunnittelussa.

3.4 Esiselvityksen vaiheet

Opinnäytetyössä tehtiin esiselvitystyötä pohjapadon rakentamiseksi Kolmisopenjokeen. Työhön kuului tietojen kokoaminen Kolmisopen nykytilasta ja järveen jo tehdyistä kunnostustoimenpiteistä. Eriytyisen tärkeitä pohjapadon suunnittelua varten ovat tiedot Kolmisopen pinnankorkeuden kehityksestä ja mittauksista Kolmisopenjoen virtaamista. Lisäksi kartoitettiin alueen ympäristöä maastokäynneillä ja erityisesti kartoitettiin Kolmisopenjoen uomaa. Kartoitus tapahtui laserkeilainta ja gps-laitteistoa käyttäen ja tarkoituksena oli luoda maanpintamalli uoman ympäristöstä pohjapadon suunnittelua varten.

Laserkeilaus on hyvä suorittaa mahdollisimman aikaisin syksyllä, jotta uomassa olisi mahdollisimman vähän vettä. Myöhemmin syksyllä vesipinnat nousevat sateiden takia ja toisaalta mahdollinen lumipeite aiheuttaa ongelmia maanpinnan määrittämisessä. Lisäksi vesiheijasteet aiheuttavat ylimääräistä työtä aineistoa käsitellessä ja veden alla olevasta uomasta ei saada tietoa maastomalliin laserkeilaimella. Siksi laserkeilaus tulisi suorittaa vesipintojen ollessa matalalla. Maastokartoituksilla mitattiin lisäksi nykyisen säännöstelypadon kynnykskorkeudet ja vanha kiveen kaiverrettu tulvamerkin

korkeus. Kolmisopen järven rantarakennuksien korkeuksia kartoitettiin myös säännöstelysuunnitelmaa varten.

3.5 Viestintä

Esiselvityksen aikana tehdyistä maastomittauksista oltiin aina yhteydessä maanomistajiin ennen maastoon siirtymistä. Padon omistajaan oltiin useasti yhteydessä maastomittauksiin liittyen, ja samalla hän pysyi ajan tasalla hankkeen etenemisestä. Muita mittauksia tehtiin esimerkiksi Kolmisopen rannoilla sijaitsevilla rantasaunoilla, joiden perustusten korkeuksia mitattiin vesilain mukaisen luvan hakemista ajatellen. Näistä mittauksista oltiin myös aina yhteydessä kyseisen kiinteistön omistajaan. Kolmisopen kylän asukkaita on lisäksi tiedotettu hankkeesta Yara Siilinjärven Kolmisopen kylän asukkaille järjestämissä tapahtumissa.

ELY-keskuksen asiantuntijat olivat mukana hankkeen aloituspalaverissa. Lisäksi esiselvitystyöhön liittyen pidettiin palaveri, jossa mukana oli ELY-keskuksen patoasiantuntija. Aloituspalaverissa oli mukana myös Siilinjärven kunnan ympäristönsuojeluviranomainen, joka sai näin tiedon hankkeen valmistelusta.

Esiselvitystyötä toteutettiin yhteistyössä Yaran Siilinjärven kaivosmittauksen asiantuntijoiden kanssa maastomittausten ja mittaustietojen käsittelyn osalta. Mittauksissa käytettiin kaivoksen mittauslaitteistoa ja mittaustietojen käsittelyyn tarvittavia ohjelmistoja Yaran kaivoskonttorilla.

Vesi-Ekolta saatiin opinnäytetyöhön tarvittavat aineistot Kolmisopen järvestä ja Kolmisopenjoen virtaamista. Sekä asiantuntija-apua tarpeellisista tiedoista, joita esiselvityksessä tulisi patohankkeessa olla. Virtaamamallinnuksen suorittaa Sitowise Oy ja mallinnusta varten tarvittavat aineistot toimitettiin heille sähköpostitse.

4 NYKYTILASELVITYS

4.1 Kolmisopen järvi

Kolmisopen järvi (järvinumero: 04.653.1.009) sijaitsee Siilinjärvellä, Pohjois-Savossa. Kolmisopen päävesistö on Vuoksi (04) ja se kuuluu Koivusenjoen valuma-alueeseen (04.653). Järven pinta-ala on 45 hehtaaria ja järven keskisyvyys 2,5 metriä (Kuva 4). Kolmisopen järvi ja siitä etelään Peltosenlampeen laskeva Kolmisopenjoki on esitetty ohessa (Kuva 5), jossa voidaan havaita alueen maankäyttö ja rikastushiekka-aitaiden läheisyys.

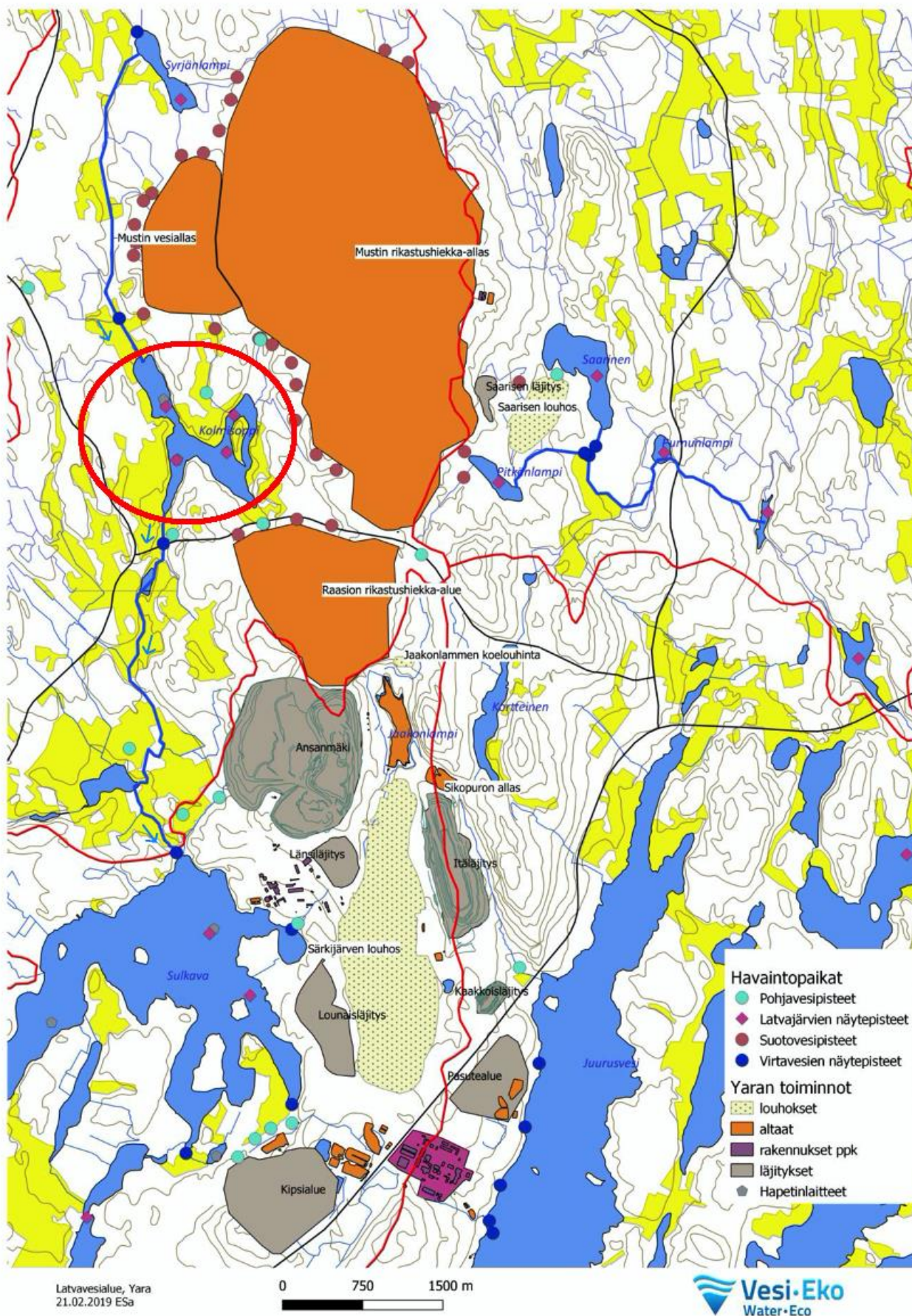
Kolmisopen hydrologiset perustiedot	
Valuma-alue	12 km ²
Maksimisyvyys	11 m
Keskisyvyys	2,5 m
Rantaviivan pituus	6,4 km ²
Pinta-ala	0,45 km ²
Tilavuus	1 121 500 m ³
Teoreettinen viipymä (virtaaman ollessa 0,116 m ³ /s)	3,7 kk

Kuva 4. Kolmisopen hydrologiset perustiedot (Aluehallintovirasto 2012)

Kolmisoppi ympäristöineen on esitetty laajemmin alla (Kuva 6). Kuvassa on esitetty myös Yaran toiminnot ja muut vesistöt Kolmisopen ympäristössä. Rikastushiekka-aitaiden länsipuolella vedet virtaavat pohjoisesta etelään. Syrjälampi laskee Syrjäojaa pitkin Kolmisoppiin. Kolmisopesta lähtevä Kolmisopenjoki laskee Peltosenlampeen, josta vedet virtaavat edelleen Tuli-Koivusen järveen. Ja edelleen Sulkavanjärveen. (Vesi-Eko Oy 2019, 4–6.)



Kuva 5. Kolmisopen järvi (Lappalainen 2020)



Kuva 6. Latvavesien tarkkailualue. Pohjakartta (C) Maanmittauslaitos (muokattu lähteestä Vesi-Eko Oy 2019, 6.)

4.2 Valuma-alue

Kolmisopen ja Syrjänlammen valuma-alueet olivat pääasiassa maa- ja metsätalouskäytössä 1970-luvulle asti, jolloin alueelle rakennettiin kaksi apatiitin louhintaan liittyvää allasta rikastushiekkaa varten. Raasion allas (1,7 km²) otettiin käyttöön 1979 ja Mustin rikastushiekka-allas (8 km²) vuonna 1983. Mustin rikastushiekka-altaan länsilaajennus eli Mustin vesiallas (1 km²) otettiin käyttöön 2008. Kolmisopen alkuperäinen valuma-alue (23 km²) on pienentynyt edellä mainittujen altaiden takia 46,5 prosenttia (10,7 km²) Kolmisopen järven viipymä on pidentynyt valuma-alueen pienennyttyä noin kuukaudella, ollen nykyisin 2,3–3,75 kuukautta. (Vesi-Eko Oy 2019, s. 4–6.)

Mustin ja Raasion altailta suotautuu korvaavia vesiä Kolmisopen suuntaan, joten käytännössä Kolmisoppeen tulevien vesien määrä ei ole pienentynyt samassa suhteessa kuin valuma-alue. Suotovesien osuus Kolmisoppeen tulevasta virtaamasta vaihtelee vuosittain sademäärien mukaan, vuosina 2011–2016 suotovesien osuudet ovat olleet 14–38 % (Vesi-Eko Oy 2019, s. 4–6.)

4.3 Kolmisopen veden laadun kehitys

Vedenlaatutulosten perusteella Kolmisopen järvi on ollut rehevä ja kärsinyt happiongelmistä jo 1980- ja 1990-luvuilla. 2000-luvulla järven tila heikentynyt edelleen, mikä on näkynyt sähkönjohtavuuden, fluoripitoisuuden ja sulfaattipitoisuuden kasvamisena, pH:n nousuna sekä rehevyyden lisääntymisenä. Tänä aikana ravinnekuormitus ei ole lisääntynyt, mutta ongelmana on erityisesti rikastushiekka-altaalta lisääntynyt sulfaattikuormitus. Sulfaatti heikentää pohjasedimentin fosforinpidätyskykyä hapettomissa olosuhteissa ja lisää sitä kautta järven sisäistä fosforikuormitusta. (Aluehallintovirasto 2012, 6.)

4.4 Kuormitus

Kolmisopen valuma-alueen maankäyttöä kuvaa metsäisyys, sekä metsä- ja maatalous. Kolmisopen järveen kohdistuva kuormitus koostuu luonnonvalumasta, valuma-alueen metsä- ja maataloudesta ja rikastushiekka-altaiden suotovesistä. Valuma-alueella monet tilat ovat nykyisin asuintiloina niin, että pellot on vuokrattu muiden käyttöön tai tiloilla on keskitytty joko peltoviljelyyn tai karjankasvatukseen. Maatalous on Kolmisopella keskittynyt järven lähivaluma-alueelle, kuten järveä ympäröiville rinteille (Kuva 5). (Aluehallintovirasto 2012).

4.5 Suotovesikuormitus

Rikastushiekka-altaiden aiheuttama kuormitus johtuu allasvesien suotautumisesta moreeniydinpadon läpi. Rikastushiekka-altaiden vesi sisältää kalsiumia, magnesiumia, natriumia, fosforia, kaliumia ja sulfaattia, sekä fluoridia ja kiintoainetta. Patojen läpi suotautuva vesi sisältää tyypillisesti sulfaattia ja fluoridia, fosforin ja kiintoaineen pidättyessä pääosin patorakenteisiin. Sulfaatti on peräisin rikkihaposta, jota käytetään rikastusprosessia. Fluoridit ja fosfori ovat peräisin louhittavasta apatiittimineraalista (fluoriapatiitti). (Vesi-Eko 2019, 14.)

Suotovesien kokonaisfosforipitoisuudet vaihtelivat välillä 4 - 240 µg/l vuoden 2018 latvavesiraportin tarkasteluajanjaksolla. Keskiarvopitoisuus (41 µg/l) ja mediaanipitoisuus (21 µg/l) olivat pienempiä kuin vertailupisteessä käytettävään Syrjänpuron vastaavat arvot (vaihteluväli 10–96 µg/l, keskiarvo 49 µg/l, mediaani 38 µg/l). Paikoin fosforipitoisuudet kuitenkin ylittivät reilusti vertailutason. (Vesi-Eko 2019, 14.)

Sulfaattipitoisuudet vaihtelivat välillä 14–280 mg/l, keskiarvon ollessa 108 mg/l ja mediaanin 97 mg/l. Sulfaattipitoisuudet olivat suurempia kuin Syrjänpuron vertailupisteellä (keskiarvo 6 mg/l). (Vesi-Eko 2019, 14.)

Merkittävä osa Kolmisoppeen tulevasta suotovesikuormituksesta kohdistuu Rötikönlahteen. Lisäksi Kolmisopen ja sen alapuolisten rehevyyteen vaikuttaa olennaisesti suotovesien sulfaattipitoisuudet. Sulfaatti heikentää pohjasedimentin fosforinpidätyskykyä, joka kasvattaa sisäistä kuormitusta. Lisäksi sulfaatti nostaa veden tiheyttä ja vahvistaa kerrostuneisuutta järvestä. (Aluehallintovirasto 2016, 4.)

4.6 Ilmastaminen

Itä-Suomen ympäristölupaviraston veloitettua 2006 ilmastuksen aloittamisen Kolmisopen itä- ja länsisyvänteessä aloitettiin Kolmisopen alusvesien ilmastus kaikilla kolmella pääsyvänteellä kesäkuussa 2007. Tehty hapetus on vuosien aikana vähentänyt selvästi Kolmisopen sisäistä fosforikuormitusta.

4.7 Kunnostushanke 2015-2019

Kolmisopen järven viisivuotisen kunnostushankkeen taustalla on Itä-Suomen aluehallintoviraston Yara Suomi Oy:lle asettama velvoite kunnostaa Kolmisopen järven Rötikönlahtea (Itä-Suomen Aluehallintovirasto, Nro 4/2016/2, Dnro ISAVI/1577/2015, 21.1.2016). Järven kunnostamista aloitettiin kuitenkin toteuttamaan heti kokonaisvaltaisesti koko järven osalta yhteistyössä Kolmisopen kyläläisten ja osakaskuntien kanssa.

Ruoppausta tehtiin vuonna 2016 Rötikönlahden eteläisellä sualueella. Uposlehtistä vesikasvillisuutta poistettiin samalta alueelta sekä Mustintien sillan vieressä olevan venevalkaman edustalta. Hoitokalastusta on tehty vuosittain koko hankkeen ajan, tarkoituksena vähentää järven rehevyyttä ravintoverkon kautta.

4.8 Vedenpinnan korkeudet

Kolmisopen järven pinnankorkeuksia on tarkkailtu vuodesta 2008 alkaen osana Yara Siilinjärven latvavesien tarkkailuohjelmaa. Pinnankorkeutta mitataan paineanturilla, joka mittaa ja tallentaa painelukeman 15 minuutin välein. Tässä selvityksessä käytetään näiden mittauksien perusteella laskettuja päiväkeskiarvoja pinnankorkeuksille. Vuoden 2019 osalta mittaustietoja oli saatavilla vain 30.10.2019 asti. Kaikki ilmoitetut pinnankorkeudet ovat N2000–korkojärjestelmässä.

Tarkastelujaksolla 2008–2019 havaitut pinnankorkeudet on esitetty oheisessa taulukossa (Taulukko 1). Pinnankorkeuksia on mitattu kaikkiaan 12 vuotena ja aikavälillä keskimääräinen vuosittainen pinnankorkeus on vaihdellut välillä 105,66–105,89 m. Liitteen 1 kuvaajista voidaan tarkastella pinnankorkeuksien vuosittaista vaihtelua sekä tarkemmin kevään ja syksyn pinnankorkeuden vaihtelua.

Kuvaajista nähdään esimerkiksi selkeästi keväällä lumien sulamisesta johtuva vedenpinnan nousu. Vastaavasti voidaan havaita kuivien kesien vaikutus erityisesti matalimpiin pinnankorkeuksiin. Tällaisia vuosia olivat esimerkiksi 2010 ja 2019, jolloin vedenpinnankorkeus laski elokuussa alle 105,5 metriin. Tämä on nähtävissä myös taulukosta 1, josta voidaan tarkastella kuvaajista havaittuja ylimpiä ja alimpia pinnankorkeuksia. Kuten koko mittausjakson matalinta alivedenkorkeutta 105,40 m vuodelta 2019.

Koko tarkastelujakson keskimääräinen pinnankorkeus oli 105,78 metriä (Taulukko 2), vaihteluvälin ollessa 105,40 metristä 106,32 metriin. Lisäksi voidaan havaita, että keskimääräinen vuosittainen vaihtelu alimpien ja ylimpien pinnankorkeuksien välillä on ollut 52 cm (keskiylivesi – keskialivesi).

Taulukko 1. Kolmisopen vuosittaiset pinnankorkeudet (N2000) 2008–2019 (Lappalainen 2020)

	NW alivesi	HW ylivesi	MW keskivesi
2008	105,65	106,08	105,78
2009	105,55	106,13	105,71
2010	105,46	105,84	105,66
2011	105,62	106,16	105,76
2012	105,70	106,32	105,87
2013	105,66	106,21	105,80
2014	105,66	106,15	105,85
2015	105,78	106,20	105,89
2016	105,74	106,07	105,84
2017	105,59	106,09	105,81
2018	105,54	106,26	105,74
2019*	105,40	106,00	105,66

*Vuoden 2019 tiedot 30.10. asti.

Taulukko 2. Kolmisopen vuosittaiset pinnankorkeudet (N2000) 2008–2019 (Lappalainen, 2020)

	NW alivesi	MNW keskialivesi	MW keskivesi	MHW keskiylivesi	HW ylivesi
2008-2019	105,40	105,61	105,78	106,13	106,32

Selitteet (Taulukko 2):

- NW = alivesi, tarkastelujakson alin pinnankorkeus (päiväkeskiarvo)
- MNW = keskialivesi, tarkastelujakson vuosittaisten alivesien keskiarvo
- MW = keskivesi, tarkastelujakson päivittäisten vedenkorkeuksien keskiarvo

- MHW = keskiylivesi, tarkastelujakson vuosittaisten ylivesien keskiarvo
- HW = ylivesi, tarkastelujakson suurin pinnankorkeus (päiväkeskiarvo)

4.9 Kolmisopenjoki

Kolmisopenjoki virtaa Kolmisopen järvestä Peltosenlampeen. Puro on inventoitu osana Pohjois-Savon puroinventointia vuonna 2000, jolloin uoman pituudeksi on kartoitettu 586,3 metriä.

”Puro virtaa koko pituudeltaan peltomaisemassa. Vesi on savisameaa. Yläpuolisen Kolmisopenjärven valuma-alue on pienentynyt Yaran kaivoksen läjitysalueen perustamisen jälkeen. Puron virtaama riitti tutkimushetkellä niukasti ensimmäisille poikasvuosille. Puron yläosalla on mylly, jonka pato muodostaa nousuesteen. Myllyyn ohjautuu osa puron virtaamasta putken kautta. Padon alapuolella oleva 100 m pitkä koski on yläosaltaan jyrkkä ja kevyesti perattu. Puron virtaamavaihtelu on ilmeisen suurta.” (ELY-keskus 2000.)

4.10 Kolmisopenjoen virtaamat

Kolmisopenjoen virtaamia on mitattu vuosilta 2008–2019 osana Yara Siilinjärven latvavesien tarkkailuohjelmaa. Virtaamia on mitattu 30 minuutin välein ja tässä selvityksessä käytettiin mittaustietojen perusteella laskettuja päiväkeskiarvoja virtaamille vuosina 2008–2019.

Alla olevassa taulukossa on Kolmisopenjoen vuosittaiset keskivirtaamat ja havaitut alimmat sekä ylimmät virtaamat (Taulukko 3). Vuosittaisissa keskivirtaamissa on ollut varsinkin mittausjakson alussa isoja vaihteluita. Myös viimeistä vuotta tarkasteltaessa pienin havaittu keskivirtaama oli 123,1 litraa sekunnissa vuonna 2016 ja suurin keskivirtaama 221,5 litraa sekunnissa vuonna 2015, joten virtaamat vaihtelevat paljon vuosien välillä.

Keskivirtaama koko tarkastelujaksolla oli 158,7 l/s (Taulukko 4). Keskimääräisen alivirtaaman ollessa 24,8 litraa sekunnissa ja keskimääräisen ylivirtaaman ollessa 1137,8 litraa sekunnissa. Virtaamat vaihtelevat Kolmisopenjoessa erittäin suuresti kymmenistä litroista sekunnissa jopa yli 1 700 litraan sekunnissa.

Liitteen 2 kuvaajissa nähdään Kolmisopenjoen virtaamien vuosittaista vaihtelua ja erityisesti kevään ylivalumien aiheuttamat piikit. Liitteen kuvaajissa on myös esitetty tarkemmin virtaamien vaihtelua keväisin ja syksyisin. Myös kuvaajien perusteella havaitaan, että kevään huippuvirtaamat vaihtelevat hyvin paljon vuosien välillä. Kevään tulvahuiput osuvat tavanomaisesti huhti- ja toukokuun vaihteeseen, mutta joinakin vuosina tulvahuippu on ollut jo aikaisemmin huhtikuussa.

Pienimmät virtaamat havaitaan tavanomaisesti alkuvuodesta helmi- ja maaliskuussa sekä syksyisin elo- ja syyskuussa. Liitteen 2 viimeisestä kuvaajasta voidaan tarkastella virtaamia elo- ja syyskuussa, jolloin virtaamat ovat tyypillisesti pienimmillään.

Taulukko 3. Kolmisopenjoen vuosittaiset virtaamat (litraa sekunnissa) 2008–2019 (Lappalainen 2020)

	alivirtaama NQ	ylivirtaama HQ	keskivirtaama MQ
2008	10,6	869,9	155,8
2009	1,9	1119,8	79,3
2010	1,7	1749,6	112,9
2011	38,1	1759,2	193,3
2012	44,6	1512,8	203,7
2013	26,4	959,7	147,7
2014	25,5	701,7	147,7
2015	45,7	968,4	221,5
2016	41,0	709,8	123,1
2017	10,8	968,6	193,4
2018	22,5	1459,1	177,2
2019	28,6	875,1	148,6

Taulukko 4. Kolmisopenjoen virtaamat (litraa sekunnissa) koko tarkastelujaksolla 2008–2019 (Lappalainen 2020)

	alivirtaama NQ	keskialivirtaama MNQ	keskivirtaama MQ	keskiylivirtaama MHQ	ylivirtaama HQ
2008-2019	1,7	24,8	158,7	1137,8	1759,2

Selitteet (Taulukko 4):

- NQ = Alivirtaama, tarkastelujakson ylin virtaama (päiväkeskiarvo)
- MNQ = Keskialivirtaama, vuosittaisten alivirtaamien keskiarvo
- MQ = Keskivirtaama, tarkastelujakson päivittäisen virtaamien keskiarvo
- MHQ = Keskiylivirtaama, vuosittaisten ylivirtaamien keskiarvo
- HQ = Ylivirtaama, tarkastelujakson ylin virtaama (päiväkeskiarvo)

5 KOLMISOPENJOEN PATOHANKKEEN ESISELVITYS

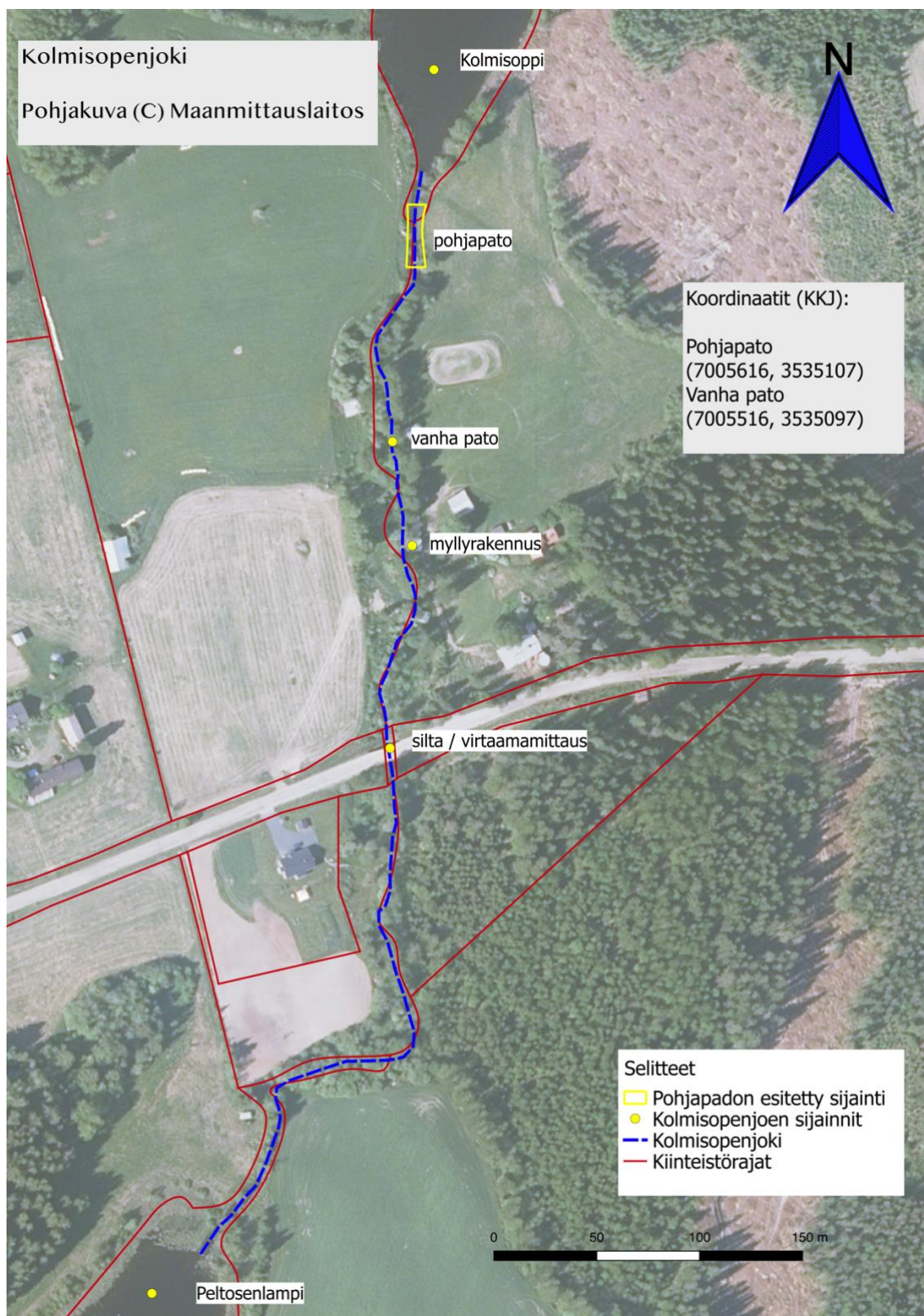
5.1 Koordinaatisto ja korkojärjestelmä

Tässä työssä käytettävät koordinaatit ovat KKJ-järjestelmässä, joka on käytössä Yaran Siilinjärven toimipaikalla. Yaralla on käytössään oma korkojärjestelmä, josta poikkeuksena tässä työssä käytettävät korkolukemat ovat yleisesti käytetyn N2000-korkojärjestelmän mukaisia.

5.2 Patohankkeen toteutus

Aloituskokouksessa päätettiin aloittaa esiselvitystyö pohjapadon rakentamiseksi Kolmisopen järveen. Esiselvitysvaiheessa pidettiin 25.11.2019 palaveri, jossa pohjapadon sijainniksi esitettiin Kolmisopenjoen alkupäätä (Kuva 7). Palaverissa oli mukana ELY:n patoasiantuntija, joka kommentoi padon sijaintia ja patohankkeen toteuttamiseksi tarvittavia tietoja. Uoman esitetty sijainti edelleen tarkemmin alla (Kuva 8).

Esiselvityksen tietojen perusteella pohjapadon esitettyä sijaintia ja sijainnin soveltuvuutta tarkastellaan virtaamamallinnuksen avulla (kappale 5.5). Tämän jälkeen edellytykset pohjapadon rakentamiselle ja tarkka sijainti varmistuvat pohjatutkimusten perusteella. Pohjatutkimuksia on alustavasti tarkoitus tehdä merkitystä paikasta vanhan ladon kohdalta 10–20 metrin välein etelän suuntaan. Pohjatutkimusreikiä on alustavasti vähintään 3–4. Jos maaperä näyttää soveltuvalta heti ladon kohdalla, voidaan pohjatutkimusta suorittaa myös lähempää luusuaa, joka on optimaalinen sijainti pohjapadolle. Alkuperäinen ajatus on kuitenkin, että pohjapato sijoittuisi selkeästi jokeen eikä luusuaan, jolloin pohjapadosta jouduttaisiin tekemään huomattavasti leveämpi. Pohjapadon mahdollinen sijainti on esitetty oheisessa kuvassa.



Kuva 7. Kolmisopenjoki ja kohteiden sijainnit kartalla (Lappalainen 2020)

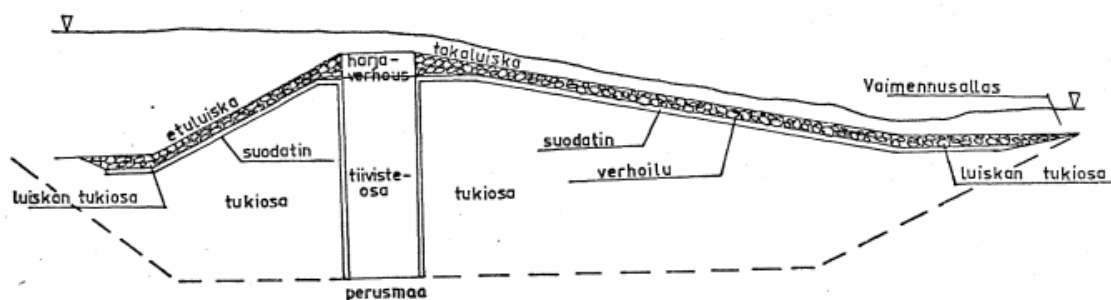


Kuva 8. Pohjapadon esitetty sijainti Kolmisopenjoella (Lappalainen 2020)

5.3 Pohjapadon rakenne ja rakentaminen

Pohjapato voidaan rakentaa kivistä, puusta tai sorasta, jolloin ne voivat muistuttaa luonnonkoskea tai virtapaikkaa. Pohjapatojen avulla voidaan muodostaa kosteikkoja, nostaa uoman vedenkorkeutta, pidättää kiintoainetta ja ehkäistä sortumia. Karkeasta sorasta tehty pato tarjoaa kutupaikkoja kaloille ja elinmahdollisuuksia pieneliöstölle. Luonnonmukainen, oikein rakennettu, pohjapato ei estä kalojen kulkemista. (Ympäristöhallinto, 2014.)

Pohjapadon periaatepoikkileikkaus ja padon osat on esitetty ohessa (Kuva 9). Padon tärkein osa on tiivisteosa, jonka tehtävä on estää veden virtaus padon läpi. Sen tulee ulottua riittävän pitkälle tiiviiseen perusmaahan uoman pohjalla ja rantaluiskaan. Pienissä padoissa voidaan käyttää esimerkiksi paikalta saatavaa sopivaa maa-ainesta, suuremmissa padoissa erillinen tiivisteosa tehdään moreenista tai muusta riittävän tiiviistä materiaalista. Padon tiivisteosa voidaan myös tehdä puisesta tai teräksisestä ponttiseinästä. (Halttunen 1982, 17.)



Kuva 9. Pohjapadon periaatepoikkileikkaus ja padon osat (Halttunen 1982, 17)

Pohjapadon rakentaminen on parasta tehdä keskikesän kuivimpana aikana, jolloin virtaamat ja vedenkorkeudet ovat alhaisimmat. Materiaalin tulisi olla riittävän karkeaa louhetta tai seulontajätettä, läpimitaltaan 0–200 mm tai 0–400 mm. Kiviaineksen koko valitaan kohteen vedenvirtauksen perusteella siten, ettei kiviaines pääse kulkeutumaan veden mukana. Veden virtaaman ollessa pieni, padon rakentamismateriaaliksi riittää suodatinkangas ja kiviverhoilu. Virtaaman ollessa suuri, käytetään edellisten lisäksi tukiseinämää, joka voidaan rakentaa esimerkiksi ponttilankusta tai vesivanerilla tiivistetystä lankkuseinämästä. (Joensuu 2012, 24.)

Uoman luiskaus tehdään kaivinkonetyönä. Tukiseinäjä rakennetaan pohjapadon keskelle uoman poikki siten, että se ulottuu syöpymättömään kivennäismaahan sekä riittävän pitkälle uoman reunojen yli. Suodatinkangas levitetään rakentamisvaiheessa ojan pohjan, luiskien ja tukirakenteiden yli patokohdan alimmaiseksi rakenteeksi. Kankaat asetetaan poikittain ojan pituussuuntaan nähden ja ne limitetään siten, että veden kulkusuunnassa ylemmän kankaan helma on aina alemman päällä. Ylimmästä kankaasta asetetaan kaivurin avulla maahan noin 50 cm:n lieve kohtisuoraan alaspäin, millä estetään veden kiertäminen padon alitse. Kivilouhe asetellaan kaivinkoneella muotoilleen kankaan päälle, siten että kiviverhoilu ulottuu riittävän pitkälle alajuoksulle. (Joensuu 2012, 24–25.)

5.4 Säännöstelyn vaikutus pinnankorkeuksiin ja virtaamiin

5.4.1 Virtaamat

Kuten aiemmin nähdään (kappale 4.10), niin Kolmisopenjoessa virtaamat vaihtelevat erittäin paljon vuoden aikana. Vuosittaiset pienimmät virtaamat olivat tarkastelujaksolla 1,7–45,7 litraa sekunnissa. Vastaavasti suurimmat virtaamat ovat olleet jopa yli 1 700 litraa sekunnissa. Näin suuret vaihtelut aiheuttavat haasteita säännöstelyssä, sillä samalla on varmistettava alimmat pinnankorkeudet halutulle tasolle, mutta kuitenkin estettävä tulviminen erittäin suurilla keväisillä ylivirtaamilla. Ennen pohjapadon varsinaista suunnittelua tehdään virtaamamallinnus, jolla saadaan simuloitua arvot virtaamille sekä pinnankorkeuksille kerättyjen tietojen avulla. Puron välityskykyä voidaan tarvittaessa lisäksi parantaa perkaamalla uomaa.

5.4.2 Pinnankorkeudet

Ensisijaisesti patohankkeen tarkoituksena on varmistaa, ettei vedenpinnankorkeus laske Kolmisopessa liian matalaksi. Vedenkorkeudet ovat tavanomaisesti matalimmillaan loppukesäisin ja alkusyksyisin. Alivedenkorkeudet vaihtelevat vuosittain ja esimerkiksi kesänä 2019 alivedenkorkeus laski korkoon +105,4 m, mikä oli alin koko tarkastelujaksolla. Säännöstelyn tarkoituksena ei ole nostaa ylimpiä vedenkorkeuksia ja keskimääräinen vedenkorkeuden mahdollisesta nostosta sovitaan ennen pohjapadon suunnittelun aloittamista.

Pinnankorkeuksia Kolmisopella on mitattu vuosina 2008–2019. Keskimääräinen vedenpinnan korkeus koko jaksolla oli 105,78 m (keskivesi) vuosittaisten alimpien pinnankorkeuksien keskiarvon ollessa 105,61 m ja vuosittaisten ylimpien pinnankorkeuksien keskiarvon 106,13. Vaihteluväli keskimääräisten alimman ja ylimmän pinnankorkeuden välillä on siis 0,52 m. Keskimääräisen vedenkorkeuden nostaminen esimerkiksi viidellä senttimetrillä ei olisi suuri muutos suhteutettuna nykyisiin vuosittaisiin vaihteluihin. Varsinkin jos keskiveden nosto tehdään nostamatta korkeimpia vedenkorkeuksia.

Vaihtelu alimpien pinnankorkeuksien välillä on ollut vuosittain vähäistä (105,40–105,78 m). Ylimpien pinnankorkeuksien väillä vaihtelu on ollut hieman suurempaa vuosien välillä (105,84–106,32 m). Kuitenkin alimpien pinnankorkeuksien osalta on havaittavissa tiettyjä vuosia (esimerkiksi vuosi 2019), jolloin pinnankorkeus on laskenut selvästi alemmas verrattuna keskiarvoon. Vedenpinnan laskiessa alas, kasvaa valoisan vyöhykkeen osuus rantavyöhykkeillä, mikä lisää rantakasvillisuutta. Rantakasvillisuuden lisääntyminen edelleen aiheuttaa sisäisen kuormituksen kasvua. Lisäksi rantojen umpeenkasvu heikentää järven virkistyskäyttömahdollisuuksia.

Säännöstelyn tarkoituksena on erityisesti varmistaa haluttu vedenpinnankorkeus. Luotettava säännöstely on tärkeää erityisesti kuivina vuosina, jolloin vesipinta laskee muuten haitallisen matalalle järven tilan kehityksen kannalta. Tässä ja vastaavissa pohjapatohankkeissa ei ole tarkoituksena nostaa ylimpiä pinnankorkeuksia.

Säännöstelyä suunnitellessa on hyvä ottaa huomioon myös ilmastonmuutoksen vaikutukset, vaikka niiden arviointi onkin vaikeaa. Kuitenkin talvien mahdollisesti lyhentyessä oletettavaa on, että kevätvirtaamat pienenevät ja toisaalta niiden ajankohta aikaistuu. Toinen vaikutus voi olla alhaisten vedenpintojen laskeminen entisestään, kun kesät lämpenevät ja haihtumista tapahtuu järvestä aiempaa enemmän. (Suhonen 2016, 4.)

5.5 Kolmisopenjoen virtausmallinnus

Ennen varsinaista patosuunnittelua suoritetaan virtausmallinnus, jolla tarkastellaan pohjapadon esitetyn paikan realistisuutta. Virtausmallinnuksella saadaan simuloidut arvot pinnankorkeuden vaihtelusta Kolmisopessa ja virtaamista Kolmisopenjoessa, kun nykyinen säännöstelypato on korvattu pohjapadolla. Näitä voidaan verrata vuosittain havaittuihin arvoihin (pinnankorkeudet

liitteessä 1 ja virtaamat liitteessä 2) ja mallinnuksen avulla voidaan arvioida pohjapadon vaikutusta pinnankorkeuksiin ja virtaamiin.

Virtaamamallinnuksen toteuttaa ulkopuolinen konsulttiyritys keväällä 2020 ja mallinnusta varten tarvitaan seuraavia tietoja:

- päivittäiset virtaamahavainnot Kolmisopenjoesta
- päivittäiset pinnankorkeushavainnot Kolmisopesta
- uoman poikkileikkaustiedot
- nykyisen säännöstelypadon aukkojen mitat ja kynnyskorkeudet
- Kolmisopen syvyyskäyristä ja ranta-alueiden laserkeilausaineistosta tuotettu tilavuus-vedenkorkeuskäyrä
- esitys padon paikasta.

5.6 Nykyinen säännöstelypato

Tällä hetkellä Kolmisopenjoessa on vanha säännöstelypato. Padon mitoituksesta on saatavilla Kuopion lääninhallituksen vuonna 1910 tekemä päätös. Padon on tarkoitus varmistaa ylempänä olevan Kolmisopen järven vedenpinnankorkeus. Säännöstelypadon luukut voidaan avata esimerkiksi keväisin tulvien estämiseksi Kolmisopen järven rannoilla. Kolmisopen pinnankorkeutta on aikaisemmin seurattu kallioon merkityllä tulvarajalla, jonka perusteella padon luukut on avattu.

Nykyinen säännöstelypato vuotaa sekä padon alta että sivuilta, joten nykyistä patoa olisi joka tapauksessa kunnostettava. Patoturvallisuuslain nojalla vastuu padon kunnossapidosta on padon omistajalla, jotta pato toimii turvallisesti ja suunnitellulla tavalla (Patoturvallisuuslaki L1994/494 § 15).

Vastuu kunnossapidosta on mahdollista lakkauttaa, jos padon käyttö lopetetaan ja pato merkitään patoturvallisuusviranomaisen tietojärjestelmään käytöstä poistetuksi. Tämä on mahdollista, jos patoa ei enää käytetä ja viranomainen on todennut padon joko puretuksi tai käytön lakanneen, niin ettei padosta voi aiheutua enää laissa tarkoitettua vahingonvaaraa. (Patoturvallisuuslaki, L1994/494 § 23.)

Nykyisen padon vuotaminen on haitallista varsinkin valumien ollessa vähäisiä kuivina kesinä, jolloin on erityisen tärkeää, että pato varmistaisi riittävän pinnankorkeuden Kolmisopessa. Padon alapuolelta otetuista oheisista kuvista (Kuva 10) näkee karkeasti virtaaman vaihtelua eri aikoina. Tammikuussa 2020 virtaama oli edelleen niin suuri, että vettä virtaisi padon kynnyksen yli (Kuva 11).



Kuva 10. Kolmisopenjoen nykyinen säännöstelypato syksyllä 24.10.2019 ja talvella 24.1.2020 (Lappalainen 2020)



Kuva 11. Nykyisen säännöstelypadon kynnyks 24.1.2020 (Lappalainen 2020)

Patoaukon leveys puisien pystypalkkien (Kuva 11) välillä on mittanauhalla mitattuna 173 cm. Padon kuvassa näkyvä yläkynnys on korossa +105.59 ja padon ollessa auki kynnyskorkeus on +105.03 m. Lisäksi kuvassa etualalla näkyvän betonitasanteen korko on +105.99.

Kolmisopen luusuassa on vanha kiveen hakattu tulvamerkki, jonka korkolukema on noin +105.88. Tarkka mittaaminen ei onnistunut mittausajankohtana 24.1.2020, sillä kivessä oleva merkki oli jään alla.

Vanha myllyrakennus

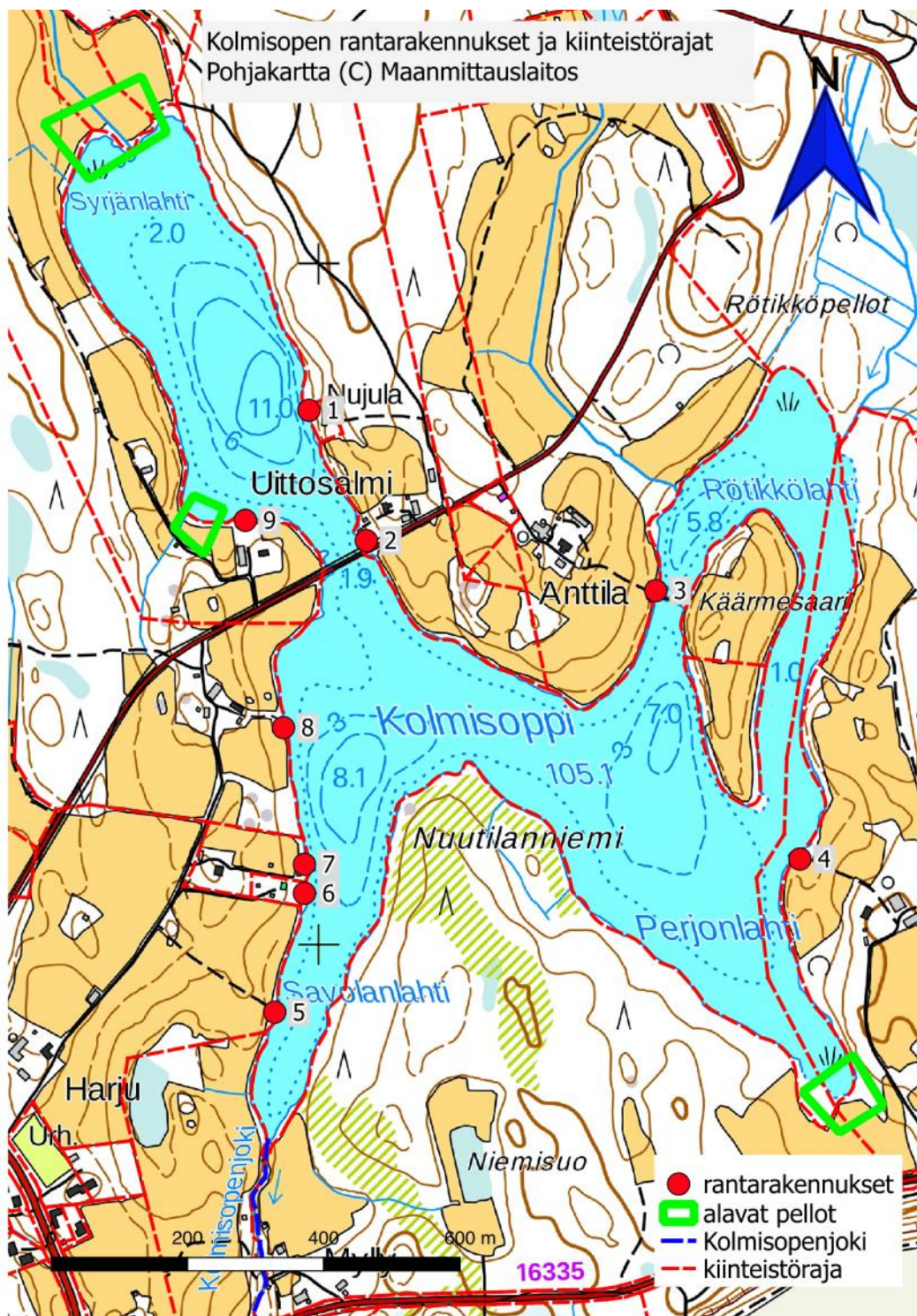
Myllyrakennus ja olemassa oleva säännöstelypato sijaitsevat yksityisen henkilön omistamalla maalla. Padon yhteydessä sijaitseva vanha myllyrakennus on ollut toiminnassa vielä 1970-luvulla. Mylly on perustettu 1869 ja nykyiseen asuunsa se on rakennettu 1906. Myllyrakennus on mukana Museoviraston kunnostusohjelmassa. (Miettinen 1994, 130–131.)

Myllyrakennuksen yhteydessä on generaattori, jolla on mahdollista tuottaa sähköä joessa virtaavan veden avulla. Generaattori soveltuu kuitenkin huonosti sähköntuottamiseen, sillä se on mitoitettu selkeästi nykyisiä isommille virtaamille. Generaattori on mahdollista vaihtaa pienempään mahdollistaen sen hyödyntämisen. Generaattorin käytöstä ei ole taloudellista hyötyä, mutta myllyn omistajan tarkoituksena on säilyttää mahdollisuus generaattorin pienimuotoiselle käytölle osana vanhan myllyrakennuksen säilyttämistä. Generaattoria hyödynnettäisiin esimerkiksi valaisimen käyttöön. Vesi on johdettu generaattorille pitkin metallivahvisteista puuputkea, joka on huonokuntoinen.

5.7 Rantarakennusten kartoitus

Kolmisopen järven ympäristön kiinteistörajat on merkitty ohessa olevaan karttaan (Kuva 12). Karttaan on merkitty ilmakuviin ja maastokäyntien perusteella selvitetty rannan välittömässä läheisyydessä olevat rakennukset. Rakennusten kivijalkojen korkolukemat on kartoitettu esiselvitystyön yhteydessä. Rantarakennusten lisäksi pinnankorkeuden mahdollisen noston yhteydessä on huomioitava alavat pellot ja niiden mahdollinen vettyminen.

Karttakuvassa olevien rakennusten korkolukemat on koostettu alla olevaan taulukkoon (Taulukko 5). Kappaleessa 4.8 käytiin läpi Kolmisopen vedenpinnankorkeuden vaihteluita. Tuloksia voidaan verrata rantarakennusten kivijalkojen korkoihin nykytilanteen kartoittamiseksi. Tarkastelujaksolla vuosina 2008–2019 Kolmisopen keskivedenkorkeus oli 105,78 m (N2000). Samalla ajanjaksolla keskialivesi oli 105,61 m ja keskiylivesi 106,13 m. Toisin sanoen keskimääräisenä keväänä vedenpinta nousi Kolmisopen järvessä tasolle 106,13 m. Koko tarkastelujaksolla korkein havaittu päiväkeskiarvo oli 106,32 m (2012).



Kuva 12. Kolmisopen kiinteistörajat ja rantarakennukset (Lappalainen 2020)

Rantarakennukset ovat pääosin selvästi korkeammalla kuin mittausjaksolla havaittu Kolmisopen ylin vedenkorkeus. Kuitenkin rantarakennuksissa 5 ja 6 kivijalan korkeus on nykytilanteessa lähimpänä Kolmisopen ylimpiä havaittuja pinnankorkeuksia. Kumpikin rakennuksista ovat sellaisia, että lattiataso sijaitsee rannanpuolella selvästi maanpintaa ylempänä. Alavista pelloista on huomioitava erityisesti Syrjänlahdessa olevat pellot. Lahden pohjukan lännenpuoleisilla palstoilla maasto nousee nopeammin, mutta varsinkin idän puoleisilla palstoilla pelto on hyvin alavaa.

Taulukko 5. Kolmisopen rantarakennusten korkolukemat (Lappalainen 2020)

ID	Kiinteistö	Korko (N2000) (m)	Mittaustapa	Lattiatason sijainti
1	-	-		
2	Rantasauna	106,97	Kiviljalka/maaspinta	kivijalan päällä
3	Rantasauna	107,25	Kiviljalka/maaspinta	maaspinta
4	Rantasauna	106,76	Kiviljalka/maaspinta	maaspinta
5	Rantasauna	106,39	Lattiataso	maaspinta ylärinteessä rannan puolella ylhäällä
6	Rantasauna	106,52	Kiviljalka/maaspinta	kivijalan päällä
7	Rantasauna	-		
8	Rantasauna	106,97	Kiviljalka/maaspinta	maaspinta
9	Rantasauna	107,38	Kiviljalka/maaspinta	maaspinta

5.8 Kolmisopenjoen kartoitus

Kolmisopenjoen ympäristö kartoitettiin laserkeilainta käyttäen syksyllä 2019. Kartoituksen tarkoituksena oli luoda joesta ympäristöstä maastomalli, jonka avulla voidaan tarkastella uoman muotoja ja erityisesti korkotietoja puron uomasta sen laskiessa Kolmisopesta Peltosenjoaan. Laserkeilainta käyttämällä saatiin tarkka kuva maastonmuodoista uoman ympäristöstä. Kuitenkaan tietoa uoman syvyydestä tai pohjanmuodoista ei laserkeilaimella ollut mahdollista saada, koska mittauksia ei saada vesipinnan alta. Tästä johtuen paras aika mittauksille olisi loppukesä tai alkusyksy, jolloin vedenpinnat ovat tavanomaisesti alimmillaan ja näin saadaan eniten mittaustietoa uoman muodoista. Toinen mittauksia haittaava tekijä on lumipeite, joka hankaloittaa maastonmuotojen ja varsinkin korkotietojen saamista laserkeilaimella. Laserkeilaus suoritettiin 17.10. ja 24.10.2019 ja tuolloin lunta ei ollut maastossa.

Varsinaiset mittaukset suoritettiin Riegl:n laserkeilaimella (Kuva 13). Skannerilla on mahdollisuus valita esimerkiksi skannausetäisyys ja tarkkuus, jotka vaikuttavat skannausohjelman pituuteen. Mittauksissa käytettiin pääosin lyhintä skannausetäisyyttä (400 m), koska kiinnostava alue oli uoman välittömässä läheisyydessä.

Laserkeilaus tehtiin uoman varrelta noin 20 mittauspisteestä siten, että kolmijalka pystytettiin uoman läheisyyteen ja ajettiin laserkeilausohjelma (Kuva 13). Useilla mittauspajoilla tarkoituksena oli varmistaa, että malli on kattava koko uoman matkalta ja että malliin jäisi mahdollisimman vähän alueita maastosta, joista ei ole mittaustietoa. Näitä pimeitä alueita voi jäädä malliin runsaan kasvillisuuden tai maaston korkeuserojen vuoksi, jolloin laserkeilaimella ei mistään mittausasemasta ole näköyhteyttä kyseiseen maaston kohtaan. Samoin mittauksien laadun varmistamiseksi mittauksia tehtiin myös molemmin puolin uomaa, jotta saataisiin puron penkereistä mittaustietoa mahdollisimman laajasti.



Kuva 13. Laserskanneri kolmijalalla Kolmisopenjoella (Lappalainen 2020)

5.8.1 Uoman pohjan kartoitus

Virtaamamallinnusta varten tarvitaan lisäksi tietoa uoman muodosta ja uoman korkeussuhteista. Uomasta oli tarkoitus tehdä poikkileikkausmittaukset noin 20 metrin välein koko uoman matkalta. Käytännössä mittaukset suoritettiin kahdella gps-sauvalla molemmin puolin uomaa. Varsinkin uoman pohjoispäässä uoman leveyden takia pohjan korkotietoja ei tällä tavalla saatu keskeltä uomaa. Todellisuudessa uoma on siis keskeltä syvämpi verrattuna mittausten avulla saatuun malliin. Ongelmia aiheutti myös gps-signaalin saaminen tiettyihin kohtiin uomassa, minkä vuoksi uoman mittauksiin jäi kartoittamattomia kohtia. Pohjan korkojen mittausten avulla saatua mallia hyödynnettiin virtausmallinnuksen yhteydessä arvioimaan puron välityskykyä.

5.8.2 Uoman ympäristön maastomalli

Mittausten suorittamisen jälkeen laserkeilaimella saadut yksittäiset keilaukset yhdistettiin keskenään, jolloin saatiin tarkka ja kattava maastomalli uoman ympäristöstä. Lisäksi mallia siivottiin ja siitä poistettiin kasvillisuus, jolloin jäljelle jäi vain maanpinta ja maastomalli kiinnostavalta alueelta. Tärkeää on huomata, ettei laserkeilaamalla saaduista mittauksista saada tietoa vedenpinnan alla olevista maanpinnan muodoista. Paras aika mittauksille olisi siis alkusyksy, jolloin vedenpinnat ovat tavanomaisesti alimmillaan.

Saatu maanpintamalli on esitetty kuvana ohessa (Kuva 14). Pohjoisessa näkyvä tasaisen alue on Kolmisopen järvi ja etelässä vastaavasti sijaitsee Peltosenlampi. Mittaukset on tehty sinisellä viivalla näkyvän puron uoman varresta, joten malli on tarkimmillaan lähellä uomaa. Kuvasta voi hahmottaa mallin käyttömahdollisuuksia, sillä luodun pintamallin avulla jokaisesta pisteestä on mahdollista saada korkotieto ja näin erittäin tarkkaa tietoa uoman ympäristön pinnanmuodoista.

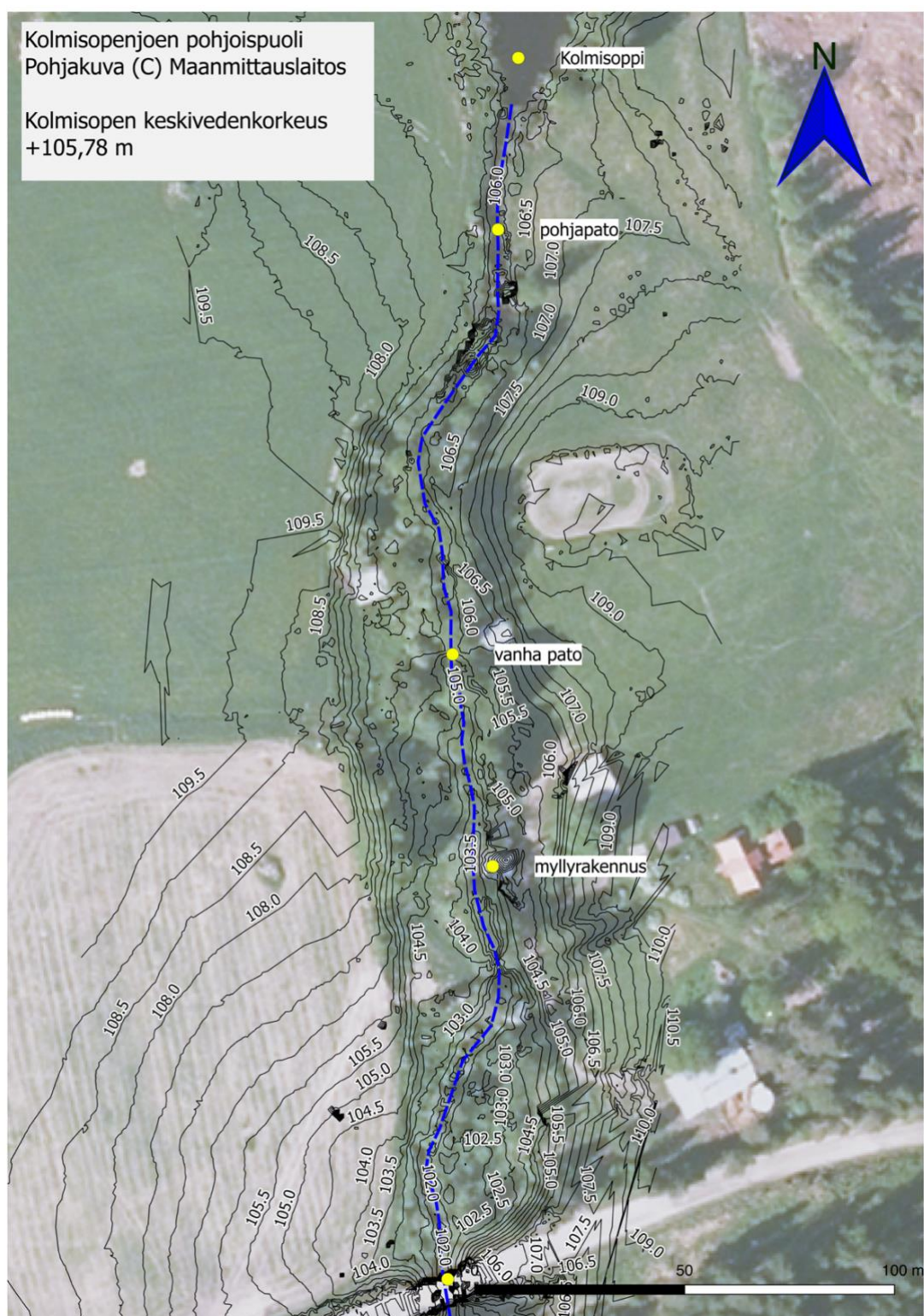
Epätarkkuutta malliin yksittäisten pisteiden ja tiettyjen alueiden osalta aiheuttaa kasvillisuus, jonka takia malliin jää pimeitä alueita, joilta ei saada mittaustietoa. Samoin rakennukset ja muut rakenteet aiheuttavat maastomalliin poikkeamia ja puutteita. Esimerkiksi kuvatun puolivälissä on hahmotettavissa Raasiontie ja varsinkin puron ylittävä silta. Kasvillisuuden ja vesiheijasteiden poisto aiheuttaa lisäksi huomattavasti lisätyötä aineiston käsittelyssä.



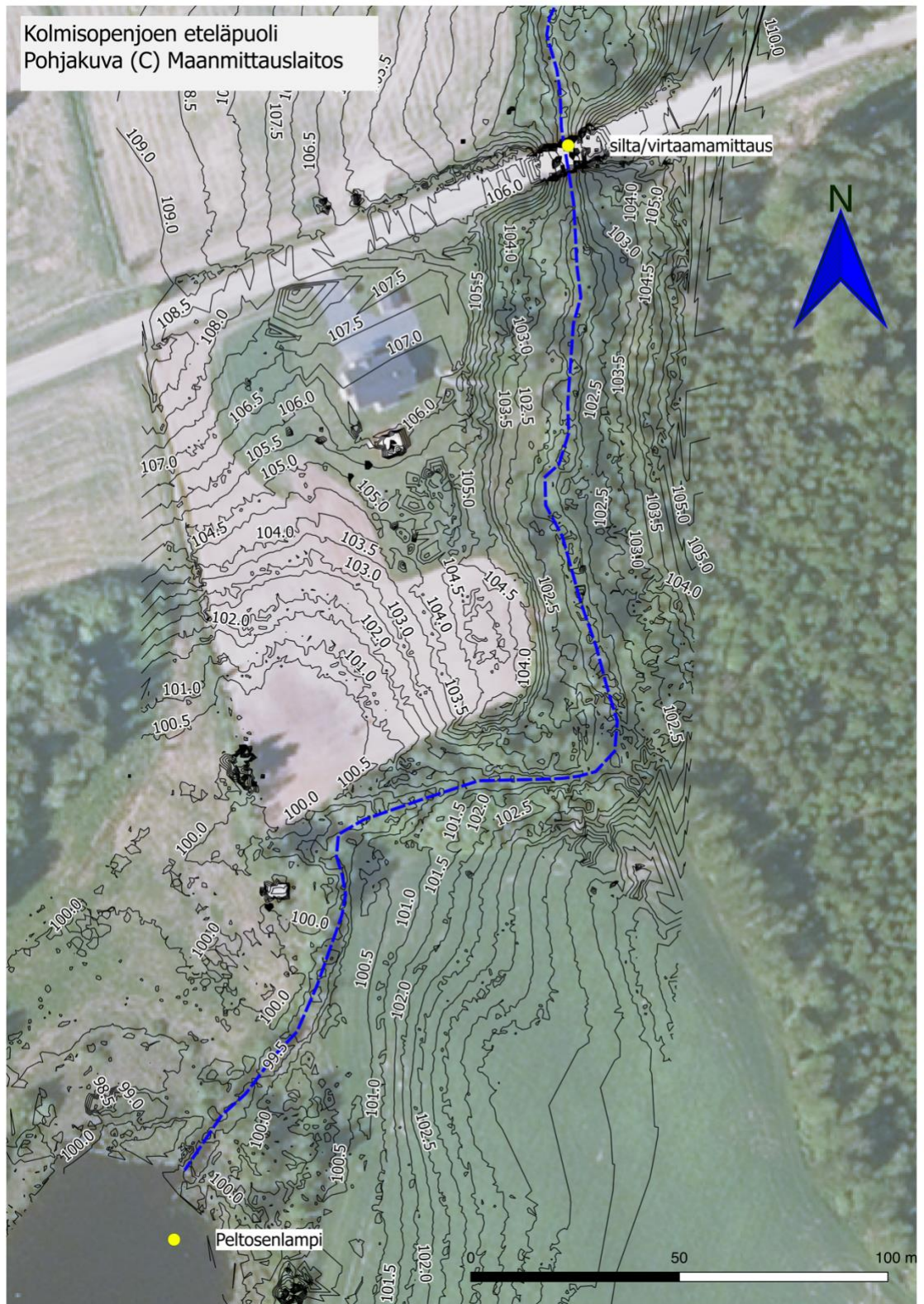
Kuva 14. Keilausaineistosta tuotettu maanpintamalli (Lappalainen 2020)

5.8.3 Maastomallista tuotetut korkeuskäyrät

Laserkeilaamalla saadusta pisteaineistosta voidaan tuottaa korkeuskäyrät, jotka kuvaavat uoman ympäristön pinnanmuotoja. Alla olevissa kuvissa on esitetty korkeuskäyrät erikseen uoman pohjoispuolella (Kuva 15) ja eteläpuolella (Kuva 16). Kuvista voi nähdä purouoman sijaitsevan selkeässä notkelmassa ja varsinkin pohjoispuolella maasto nousee nopeasti siirryttäessä edemmäs uomasta.



Kuva 15. Korkeuskäyrät Kolmisopenjoen pohjoispuolella (Lappalainen 2020)



Kuva 16. Korkeuskäyrät Kolmisopenjoen eteläpuolella (Lappalainen 2020)

5.9 Vesilain mukaiset luvat

Luvanhakijana Kolmisopen säännöstelyhankkeessa voivat toimia vesialueen omistajat eli Kasurilan pohjoinen osakaskunta ja Käärmeniemen osuuskunta, joihin Kolmisopen rannan maanomistajat kuuluvat. Lupaviranomaisena toimii vesilain mukaisissa lupa-asioissa aluehallintovirasto (AVI).

Vesilain luvun 6 mukaisia säännöksiä sovelletaan, kun järven keskivedenkorkeutta muutetaan pysyvästi. Tällaisilla hankkeilla tarkoitetaan myös keskivedenkorkeuden pysyvää nostamista. Huomioitavaa on kuitenkin, että sellaiset hankkeet, joissa muutetaan vain keskiyli- tai keskialivedenkorkeuksia eivät kuulu vesilain luvun 6 soveltamisalaan. (Hollo 2014, 251.)

5.10 Jatkotoimenpiteet

Esiselvityksen valmistuttua tehdään virtaamamallinnus alkuvuodesta 2020. Tämä jälkeen toteutetaan pohjatutkimukset, jolloin selviää edellytykset pohjapadon rakentamisesta esitettyyn sijaintiin. Näiden selvitysten valmistuttua pidetään Yaran, padon omistajan ja osakaskuntien kesken palaveri, jossa päätetään patohankkeen jatkosta. Jos hanke etenee suunnitteluun ja toteutukseen, osapuolet tekevät keskinäiset sopimukset työnjaosta ja kustannuksista.

Tämän jälkeen hankkeen edetessä pidetään palaveri aloituspalaverin kokoonpanolla eli mukana olisi myös ELY:n edustaja. Näin voitaisiin päättää hankkeen etenemistapa ja pohjapadolle parhaiten soveltuva sijainti. Sekä sopia seuraavat toimenpiteet hankkeen suunnittelua, luvitusta ja toteutusta koskien.

Sovittavia asioita ovat patotyyppin valinta, padon sijainti, uuden padon omistaja ja Kolmisopen tavoitellun keskipinnankorkeuden valinta. Lisäksi ennen luvanhakua olisi hyvä saada suostumukset patohankkeen toteuttamiselle järven rannan maanomistajilta. Asian tiedotuksesta maanomistajille ja suostumusten keräämisestä rannan maanomistajilta voidaan myös sopia osana työnjaon päättämistä.

Kun hankkeen toteuttamisesta on sovittu, on vuorossa varsinainen suunnittelutyö ja luvitusprosessi. Näiden karkea aikataulu on vuoden 2020 aikana, jolloin varsinainen patohankkeen toteutus tapahtuisi vuoden 2021 aikana.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Kolmisopen järven tilaan vaikuttavat rikastushiekka-altailta suotovesien mukana tuleva kuormitus ja toisaalta valuma-alueen pieneneminen. Lisäksi kuormitusta järveen aiheuttaa valuma-alueen maankäyttö eli maa- ja metsätalous. Järnessä on havaittu happiongelmia ja rehevöitymistä pitkään, ja tätä kehitystä edesauttaa erityisesti järven mataluus (keskisyvyys 2,5 m) ja järven sokkeloisuus.

Järveen on tehty viime vuosina useita kunnostuksia, joilla pyritään parantamaan järven vedenlaatua ja sitä kautta parantamaan virkistyskäyttömahdollisuuksia ja järvimaisemaa. Kunnostuksilla saatujen tulosten ylläpitämiseksi ja järven tilan parantamiseksi, on oleellista myös varmistaa Kolmisopen järven riittävä pinnankorkeus. Patohanke tukee jo tehtyjä kunnostustoimenpiteitä järven virkistyskäytön ja järvimaiseman parantamiseksi.

Vanhan säännöstelypadon on todettu vuotavan, mikä on haitallista järven tilan kannalta varsinkin kuivina kesinä, jolloin vedenkorkeus laskee tavanomaista alhaisemmaksi. Esimerkkinä kesä 2019, jolloin alivedenpinta oli alhaisimmillaan koko mittausjaksolla. Matala vedenpinta järnessä kasvattaa esimerkiksi rantavyöhykkeiden valoisan vyöhykkeen osuutta. Tämä edelleen lisää rantakasvillisuutta, mikä vahvistaa järvelle haitallista sisäisen kuormituksen kierrettä. Järven sisäistä kuormitusta on pyritty aiemmillä kunnostuksilla vähentämään hoitokalastuksella ja myös vesikasvillisuuden poistoilla. Näiden kunnostuksien vaikutuksia ei pitäisi vähentää antamalla vedenkorkeuksien laskea liian matalalle tasolle.

Vanhan patorakenteen vuotaessa patohanke on joka tapauksessa toteuttava jossakin muodossa, mikä tarkoittaa joko vanhan säännöstelypadon kunnostamista tai korvaamista uudella padolla. Vaihtoehtoina uudelle padolle on joko pohjapadon tai säännöstelypadon rakentaminen Kolmisopenjokeen. Pohjapadon rakentamisen etuja ovat kalojen nousuesteen poistuminen ja toisaalta nykyisen myllynomistajan vastuiden poistuminen säännöstelypadon kunnossapitovelvoitteiden osalta, jos vanha säännöstelypato puretaan. Pohjapatokaan ei ole täysin ongelmaton kalojen nousun kannalta vähäisen virtaaman aikaan. Pohjapatoon voidaan kuitenkin suunnitella v-aukko, joka helpottaa kalojen nousua. Lisäksi verrattuna nykyiseen säännöstelypatoon pohjapadon edut ovat selvät kalojen nousun kannalta. Säännöstelypadon yhteyteen jouduttaisiin rakentamaan kaloille erillinen nousureitti. Kalojen nousuesteen poistaminen on yksi edellytyksistä, jolla hankkeen toteutuskustannuksiin voidaan hakea tukea ELY-keskukselta.

Säännöstelypadon etuna on säännöstelymahdollisuus esimerkiksi kevättulvien aikaan. Toisaalta vastaavissa patohankkeissa ei ole yleensä tarkoituksena nostaa ylimpiä vedenkorkeuksia vaan nimenomaan nostaa järven alimpia pinnankorkeuksia. Näin on myös Kolmisopenjoen tapauksessa ja tämä voidaan huomioida pohjapadon suunnittelussa. Kolmisopenjokea voidaan hankkeen yhteydessä joka tapauksessa ruopata, jotta puron uoman välityskyky riittää varmasti tulevaisuudessakin ottamaan vastaan suuria kevätvirtaamia.

Kun patohanketta lähdetään toteuttamaan alivedenkorkeuksien nostamiseksi, niin samalla on hyvä tarkastella mahdollisuuksia nostaa keskivedenkorkeuksia. Rajoittavana tekijä Kolmisopella ovat mahdolliset haittavaikutukset rannan maanomistajien kiinteistöille ja alaville pelloille. Nämä rajoitteet huomioiden on kuitenkin kannattavaa harkita nostoa, koska vedenkorkeuden nostolla voidaan hillitä esimerkiksi rantojen umpeenkasvua ja edelleen parantaa järven tilaa. Lisääntynyt vesitulavuus parantaa myös järven kykyä ottaa vastaan kuormitusta ja ennen kaikkea vedenkorkeuden nosto tukisi järveen jo tehtyjä kunnostustoimia.

Suuruusluokka mahdollisille keskivedenkorkeuden nostolle olisi noin 5 cm. Tämän suuruisen noston vaikutusta voidaan arvioida, tarkastelemalla kerättyjä tietoja Kolmisopen pinnankorkeuksista. Vuosina 2008–2019 vuosittaiset keskivedenkorkeudet vaihtelivat välillä 105,66–105,89 eli keskiveden vaihteluväli on ollut 23 cm. Keskiarvo vuosittaisille arvoille, eli nykyinen keskivedenkorkeus, oli 105,78. Vastaavasti korkeimmat pinnankorkeudet ovat vaihdelleet jopa 48 cm, kun verrataan vuosien 2010 ja 2012 ylimpien vedenkorkeuksien välistä eroa. Esimerkkinä käytetyn viiden senttimetrin keskivedenkorkeuden nosto ei ole siis suuri, kun sitä vertaa nykyiseen Kolmisopen vuosittaiseen vedenkorkeuden vaihteluun.

Esiselvityksessä kartoitettiin Kolmisopenjoen ympäristöä ja näitä tietoja voidaan käyttää virtaamamallinnuksessa, padon suunnittelussa ja myöhemmin rakentamisessa. Näiden lisäksi koottiin yhteen tietoja Kolmisopen järveen ja Kolmisopenjokeen liittyen. Näistä oleellisimpia ovat Kolmisopen pinnankorkeus ja Kolmisopenjoen virtaamat, joita on molempia tarkkailtu vuodesta 2008 alkaen. Tarkka ja pitkä monitorointi antaa erittäin hyvät edellytykset pinnankorkeuksien ja virtaamien mallinnukseen. Virtaamamallinnuksen avulla saadaan simuloitua arvot, mitkä pinnankorkeudet ja virtaamat olisivat, jos pato rakennettaisiin esitettyyn kohtaan. Mallinnuksella saatuja tietoja hyödynnetään padon suunnittelussa. Pitkän monitorointiaineiston avulla voidaan myös luotettavasti seurata patohankkeen vaikutuksia esimerkiksi järven vedenpinnan korkeuksiin hankkeen jälkeen.

Esiselvityksen ja tarvittavien tietojen keräämisen jälkeen hankkeella on hyvät jatkoedellytykset. Kun virtaamamallinnukset ja pohjatutkimukset valmistuvat, voidaan hankkeen osapuolten kesken tehdä päätös patotyyppistä ja tavoitellusta keskivedenkorkeudesta. Kun kaikki tarvittavat tiedot ovat koossa, hankkeesta on myös hyvä tiedottaa Kolmisopen maanomistajia hankkeen lupaprosessin sujuvoittamiseksi. Myös osapuolten vastuista, kustannusten jakautumisesta ja tuen hakemisesta on tehtävä tarkemmat sopimukset.

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä esiselvitystyötä Kolmisopenjoen patohanketta varten. Tähän liittyi patohankkeen kannalta oleellisten tietojen kokoaminen, Kolmisopen nykytilan selvitys ja Kolmisopenjoen ympäristön kartoitus.

Työn teoriaosassa selvitettiin kunnostus- ja säännöstelyhankkeen vaiheet, jotta voidaan arvioida mitä tietoja hankkeen sujuvaksi läpiviemiseksi tarvitaan. Kolmisopen nykytilan tarkastelua helpotti Yara Siilinjärven tekemä latvavesien tarkkailu sekä Kolmisopen järvelle tehty kunnostushanke. Kolmisopen nykytilaan koottiin tähän työhön lyhyt selvitys pääosin tarkkailua toteuttaneen Vesi-Eko Oy:n antamien tietojen perusteella.

Patohankkeen suunnittelun kannalta oleellisimpia tietoja ovat Kolmisopen pinnankorkeudet ja Kolmisopenjoen virtaamat, joita oli molempia tarkkailtu jo vuodesta 2008 alkaen. Nämäkin tiedot saatiin Yara Siilinjärven latvavesien tarkkailua tekevältä Vesi-Eko Oy:ltä. Työssä pinnankorkeuksista ja virtaamista tuotettiin Excel-aineisto, joka pitää sisällään päiväkeskiarvot vuosilta 2008–2019 molempien muuttujien osalta. Aineistoa käytetään hyödyksi virtaamamallinnuksessa ja padon suunnittelussa.

Toinen osa opinnäytetyössä oli Kolmisopenjoen ympäristön kartoitus ja vanhan patorakenteen kartoitus. Laserkeilaukset tehtiin 17.10.2019 ja 24.10.2019, jolloin vesipinnat olivat jo hieman ehtineet nousta alkusyksyn alimmista pinnankorkeuksista. Optimaalisin aika mittauksille olisi ollut noin kuukausi aiemmin, jolloin laserskannauksilla olisi saatu vielä enemmän tietoa uoman muodoista. Keilausaineistoon jäi aukkoja esimerkiksi kasvillisuuden ja rakennusten takia, mutta kokonaisuudessa saatu keilausaineisto antaa laajan ja tarkan kuvan pinnanmuodoista koko Kolmisopenjoen uoman varrelta. Aineisto jää tilaajan käyttöön pohjapadon suunnittelua varten.

Kokonaisuudessaan työ kokoaa yhteen alueen nykytilan kuvauksen ja esiselvitystyössä tehtyjen mittausten tulokset. Kolmisopen järvestä oli jo paljon käytössä olevaa tietoa järven vedenlaadusta ja kuormituksesta latvavesien tarkkailuohjelman ja aiempien kunnostuksien pohjalta. Tämä mahdollisti esiselvityksen painottumisen Kolmisopenjoen ympäristön kartoitukseen ja muiden erityisesti patohankkeeseen liittyvien tietojen kokoamiseen (kappale 5).

Työn suoritusta olisi voinut kehittää selvittämällä jo etukäteen tarkasti minkälaisia tietoja esimerkiksi virtaamamallinnusta varten tarvitaan. Samoin olemalla yhteydessä tahoon, joka mahdollisesti suunnittelee pohjapadon. Tietojen avulla olisi voitu tehostaa kartoitusmittausten tekemistä ja selvitettyä tarkasti suunnittelussa ja luvituksessa vaadittujen tietojen laajuus. Samoin olisi saatu tieto vaaditusta tarkkuudesta esimerkiksi laserkeilausaineistolle.

Opinnäytetyötä ja sen yhteydessä laajasti koottuja aineistoja voidaan hyödyntää Kolmisopenjoen pohjapadon suunnittelussa, luvituksessa ja myöhemmin rakentamisessa.

LÄHTEET

- ALUEHALLINTOVIRASTO 2012. Mustin rikastehiekkaluueen vesialtaan laajennuksen vaikutusta Kolmisopen ja Syrjänlammen tilaan koskeva selvitys, Siilinjärvi. Päätös Nro 58/2012/1. Dnro ISAVI/113/04.08/2011. [Viitattu 2020-3-23]. Saatavissa: http://www.avi.fi/documents/10191/56912/isavi_paatos_58_2012_1-9.8.2012.pdf
- ALUEHALLINTOVIRASTO 2016. Ruoppaus ja vesikasvillisuuden poisto Kolmisopella, Siilinjärvi. Päätös Nro 4/2016/2. Dnro ISAVI/1577/2015. [Viitattu 2020-2-12]. Saatavissa: https://tietopalvelu.ahp.fi/Lupa/AvaaLiite.aspx?Liite_ID=2118022
- ELY-KESKUS. 2000. Pohjois-Savon puuroinventointi [verkkoaineisto]. [Viitattu 2020-2-9]. Saatavissa: <https://www.arcgis.com/apps/MapJournal/index.html?appid=fae08ed47b434c238a1a36e111ad8033>
- HALTTUNEN, Sakari. Lakso, Esko. 1982. Vesihallituksen monistesarja. Selvitys rakennetuista pohjapadoista. [Viitattu 2020-1-29]. Saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/304228/Vesihallituksen%20monistesarja%20151.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- HOLLO, Erkki J. 2014. Vesioikeus. Helsinki: Edita.
- JALAVA, Urpo. Keinonen, Kari J. 2008. Projektin suunnittelu – tie tuloksiin. [Viitattu 2020-1-29]. Saatavissa: <http://webd.savonia.fi.ezproxy.savonia.fi/Opintomateriaali/Ornanet/Projektin-suunnittelu.pdf>
- JOENSUU, S., Kauppila, M., Lindén, M. & Tenhola, T. 2012. Hyvän metsänhoidon suositukset - Vesiensuojelu. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisuja. [Viitattu 2020-1-29]. Saatavissa: <https://tapio.fi/wp-content/uploads/2015/06/Vesiensuojeluopas-nettiin1.pdf>
- LUUKKONEN, Hanna. 2019. Muistio Kolmisopenjoen patoasiaan liittyvästä palaverista. Muistio 16.9.2019. Yara, Siilinjärvi.
- MIETTINEN, Tuulikki. 1994. Pohjois-Savon vanhat vesirakenteet. Helsinki: Vesi- ja ympäristöhallitus.
- PATOTURVALLISUUSLAKI L2009/494. Finlex [verkkoaineisto]. [Viitattu 2020-3-16]. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20090494>
- SILFVERBERG, Paul. 2007. Ideasta projektiksi: projektinvetäjän käsikirja. [Viitattu 2019-12-17]. Stavissa: http://www.helsinki.fi/urapalvelut/materiaalit/liitetiedostot/ideasta_projektiksi.pdf
- SUHONEN, Hanna. 2016. ELY-keskus. Keskivedenkorkeuden nostohankkeet ja niiden ongelmat. [Viitattu 2019-12-17]. Saatavissa: <https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/120061/Raportteja%2010%202016.pdf>
- ULVI, Teemu. Laksola, Esko (toim.). 2005. Ympäristöopas. Järvien kunnostustus. Helsinki: Edita.
- VESI-EKO OY, Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy. 2019. Yara Suomi Oy - Latvavesiraportti 2018. Rikastushiekka-altaiden, Saarisen louhosalueen, sivukiviläjitysalueiden sekä kipsin läjitysalueen vaikutukset alapuolisiin vesistöihin. Kuopio 24.3.2019.
- VESILAKI L2011/587. Finlex [verkkoaineisto]. [Viitattu 2020-1-30]. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110587>
- YMPÄRISTÖHALLINTO. 2014. Pohjapadot ja -kynnykset [verkkoaineisto]. [Viitattu 2020-2-8]. Saatavissa: https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesien_kaytto/Maankuivatus_ ja_ojitus/Luonnonmukainen_peruskuivatus/Pohjapadot_ ja_kynnykset

LIITE 1: KOLMISOPEN PINNANKORKEUDET 2008–2019 (N2000)

