

INARIJÄRVEN RANTAVYÖRYMIEN
5-VUOTISMITTAUKSET

Laukkanen Tatu

Opinnäytetyö
Maanmittaustekniikka
Insinööri (AMK)

2020

Tekniikka ja Liikenne
Maanmittaustekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Tatu Laukkanen	Vuosi	2020
Ohjaaja	Timo Karppinen		
Toimeksiantaja	Lapin ELY-keskus		
Työn nimi	Inarijärven rantavyörymien 5-vuotismittaukset		
Sivu- ja liitesivumäärä	43+6		

Opinnäytetyön tavoitteena oli suorittaa veloitteenmukaiset Inarijärven rantavyörymien 5-vuotismittaukset. Mittaukset ovat Pohjois-Suomen vesioikeudessa määrättyjä ja ne on suoritettava, jotta voidaan seurata säännöstelyn vaikutuksia Inarijärven rantavyöryhykkeeseen. Mikäli suoritettavien mittausten perusteella todetaan rantavyörymiä tapahtuneen, on maanomistajille maksettava sovitut korvaukset menetetyistä omaisuudesta.

Työn toteutuksessa kokeiltiin ja vertailtiin erilaisten mittausmenetelmien toimivuutta ja soveltuvuutta suoritettavissa mittauksissa tarkoituksena saada GPS-satelliittien avulla mitattu paikkatieto digitaalisesti käytettäväksi. Lisäksi pyrittiin tuomaan nykyaikaisia teknologioita perinteisten mittausmenetelmien korvikkeeksi menettämättä seurantamittausten jatkuvuutta ja toistettavuutta. Työn toteutuksesta tehtiin myös karkeaa kustannusarviointia ja arviota vertailtiin alihankintana tehtävän mittauksen kustannuksiin.

Lopputuloksena mittaukset saatiin suoritettua ja rantavyörymiä todettiin tapahtuneen. Käytettävät menetelmät saatiin päivitettyä nykyaikaan sekä mittausaineisto digitoitua. Kustannusarvio osoitti Inarijärven 5-vuotismittausten olevan valtion omana työnä yhä edullisin sekä tarkoituksenmukaisin vaihtoehto.

Technology, Communication and
Transport
Degree Programme in Land
Surveying
Bachelor of Engineering

Author	Tatu Laukkanen	Year	2020
Supervisor	Timo Karppinen		
Commissioned by	Lapin ELY-keskus		
Subject of thesis	Quinquennial lakefront surveys of Lake Inari		
Number of pages	43 + 6		

The objective of this thesis was to execute the obligatory quinquennial lakefront surveys on the banks of Lake Inari. The surveys are a decision of the Northern Finland Court specialized in water law to determine how the water level regulation of Lake Inari affects the banks of the lakeside properties. If the surveys indicate erosion of the lakefront a compensation for the damages must be appointed to the lakeside property owners.

A part of the working process was experimenting and comparing various new land surveying methods and considering the adaptability of those methods to this sort of specific survey. Digital accessibility of geospatial information from global positioning satellites would expand the platforms used. Also, the traditional surveying methods cannot be replaced without ensuring the modern technologies provide the continuity and reliability of a long-term scientific survey for the future. A rough budget assessment was made and compared to a bid from a sub-contractor for the completion of the survey and analyzation of the measured information.

The survey was completed successfully, and the methodology was updated to modern technical standards. The spatial information was digitalized, and the accessibility of the data was improved drastically. The budget assessment indicated that the Lake Inari quinquennial surveys are cost efficient and serves their purpose as it is and should not be privatized at this moment.

Key words

mapping, survey, Lake Inari

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	7
2 LAPIN ELY-KESKUS	9
3 TAUSTAA INARIJÄRVEN RANTAVYÖRYMÄMITTAUKSISTA.....	10
3.1 Inarijärvi	10
3.2 Säännöstely	11
3.3 Säännöstelyn vaikutustenarviointi.....	12
3.4 Rantasuojaukset ja korvaukset	15
3.5 Seurantalijat.....	17
4 MITTAUSMENETELMÄT JA KÄYTETTÄVÄ LAITTEISTO.....	20
4.1 Perinteinen suorakulmainen mittaus	20
4.2 Trimble R8s ja TCS3.....	21
4.3 DJI Phantom 4 Pro.....	24
5 RANTAVYÖRYMÄMITTAUKSET INARIJÄRVELLÄ 2020.....	28
5.1 Ivalojoiki.....	28
5.2 Nellim.....	33
5.3 Partakko.....	34
5.4 Jolnivuono.....	35
5.5 Nanguvuono	37
6 JOHTOPÄÄTÖKSET	39
7 POHDINTA	41
8 LÄHTEET	43
LIITTEET.....	45

ALKUSANAT

Haluan kiittää opinnäytetyöni toimeksiantajaa Lapin elinkeino- liikenne ja ympäristökeskuksen Vesitalousyksikköä, työni ohjaajaa Tatu Moilasta ja Vesitalousyksikön päällikköä Arto Seppälää ohjauksestanne, neuvoistanne ja mahdollisuudesta suorittaa tämä työ. Lisäksi haluan kiittää mittauksissa eri vaiheissa mukana olleita Juha-Petri Kämäräistä, Risto Lampelaa, Tuomo Salakkaa, Pyry Lahtista ja Martti Salmista neuvoistanne sekä avustanne maastotöissä.

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

ELY-keskus	Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus
VRS-RTK	Virtuaalinen reaaliaikainen kinemaattinen mittaus
GPS	Global Positioning System, maailmanlaajuinen paikallistamisjärjestelmä
MMM	Maa- ja metsätalousministeriö

1 JOHDANTO

Inarijärven säännöstelyn vaikutusta rantojen vyörymiseen on seurattu ja rantoja mitattu lähes 50 vuotta. Päätöksen vyörymien seuraamisesta antoi Pohjois-Suomen vesioikeus vuonna 1974 jo tapahtuneiden ja jatkossa tapahtuvien vyörymävahinkojen selvittämiseksi. Laadittiin kartta, jonka avulla seurattavia rantoja on seurattu perinteisen maanmittauksen keinoin vuoteen 2015 asti. Lapin ELY-keskuksen RPAS-OHKE-pilotointihankkeessa tutkitaan luotettavaa Inarijärven rantavyörymien todentamista seurantalinoilta ja etsitään kustannustehokasta vaihtoehtoa maastotyönä tehtäville mittauksille. Nopeasti etenevä teknologinen kehitys, langattomat yhteydet ja työmenetelmävalikoiman laajentuminen, yleistyminen ja kaupallistuminen ovat johtaneet kauko-ohjattavien ilma-alusten, laserkeilaimien ja mittalaitteiden hinnan alenemiseen, käytettävyyteen ja saatavuuteen, jotka mahdollistavat pilottihankkeen. 10 vuotta sitten tehtävää ei olisi ollut mahdollista suorittaa, koska käytettävää laitteistoa ei vielä ollut olemassa, tai ei ainakaan yleisesti saatavilla.

Opinnäytetyössäni käsitellään Inarijärven rantavyörymämittausten taustoja, esitellään käytettävää laitteistoa ja toimintamenetelmiä, dokumentoidaan velvoitteenmukaisen rantavyörymämittauksen etenemistä ja suorittamista Inarijärvellä ja Ivalojoella. Lopuksi esitellään mittauksen tulokset ja suoritetaan karkeaa hinta-arviointia eri menetelmien välillä ja pohditaan tehtyjä valintoja.

Inarijärvi on vesivoimaan valjastettu, säännöstelty järvi, mikä aiheuttaa järven vedenpinnanlaskua ja -nousua eri tavalla kuin se luonnollisessa tilassaan vaihtelisi eri vuodenaikoina. Muutokset vedenpinnankorkeudessa osaltaan vaikuttavat Inarijärven rantatörmien kulumiseen ja aiheuttavat niiden vyörymistä. Tästä syystä valtiolla on velvoite korvata vesivoimasta johtuvia vahinkoja alueen maanomistajille. Rantavyörymiä seurataan säännöllisesti, ja mikäli muutoksia rantaviivassa ilmenee edelliseen seuranta-ajankohtaan, korvaa valtio vyörymistä maanomistajalle aiheutuneet vahingot. Sortumapaikkoja tunnistetaan ja ennalta suojataan rakennetuilla vyörymäsuojauksilla, ja siitä on seurannut rantojen vyörymisen vähentymistä ja siten pienentänyt maksettujen korvausten määrää.

Maksettavien korvausten ollessa mittauskustannuksia huomattavasti pienemmät, on syytä pohtia käytössä olevien mittausmenetelmien tarkoituksenmukaisuutta. Teknologiaa hyödyntämällä pyritään löytämään käytännöllisiä malleja parantamaan tulevaisuuden veloitteenmukaisten rantavyöryämimittausten kustannustehokkuutta ja vähentämään maastossa tehtävien mittausten määrää ja kestoa kohti sujuvampia ja vaivattomampia työskentelytapoja.

2 LAPIN ELY-KESKUS

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset ovat työ- ja elinkeinoministeriön alaisia alueellisia toimijoita, jotka Suomessa toimeenpaneuvat valtiohallinnon määrittelemät tehtävät. Suomessa on 15 elinkeino-, liikenne-, ja ympäristökeskusta, jotka toimivat aluehallintovirastojen kanssa valtion aluehallintoviranomaisina. Lapissa toimii Lapin ELY-keskus, joka vastaa alueen elinkeinojen, maaseudun ja työmarkkinoiden tarpeista valtionhallinnon säätämien asetusten mukaisesti. ELY-keskus vie eteenpäin alueiden ja luonnonvarojen kestävästä käytöstä sekä ympäristönsuojelua. ELY-keskus myös tarjoaa alueellaan elinkeinoelämän ja kansalaisten tarpeisiin turvaisan tieverkon ja toimintakunnossa olevan liikennejärjestelmän ja julkisen liikenteen. (ELY 2020.)

Lapin ELY-keskuksen ympäristö ja luonnonvarat-vastuualue vastaa ympäristön tilan seurannasta, luonnon- ja ympäristönsuojelusta, alueiden käytöstä sekä ohjaa rakentamista. Vastuualueen tehtäviin kuuluu myöskin kulttuuriympäristöasiat sekä vesivarojen hoito ja käyttö. (ELY 2020.) Opinnäytetyö tehdään vesivarojen hoidosta ja käytöstä vastaavan Lapin ELY-keskuksen Vesitalousyksikön toimeksiannosta.

3 TAUSTAA INARIJÄRVEN RANTAVYÖRYMÄMITTAUKSISTA

3.1 Inarijärvi

Inarijärvi on Pohjois-Suomessa sijaitseva kirkasvetinen erämaajärvi, ja se on Suomen järvistä kolmanneksi suurin. Järvi on myös Euroopan suurin subarktisen eli pohjoisen lauhkean alueen ja arktisen alueen välisen alueen järvi. Järvi on pinta-alaltaan 1043 m² ja syvyyttä sillä on syvimmissä kohdassaan 92 metriä. Laajat järvenselät, saarien runsaslukuisuus sekä pitkät, kapeat nuorat ja vuonot luovat erämaajärven maisemasta vaihtelevan ja vaikuttavan. Inarijärven rannat koostuvat enimmäkseen kallio- ja turverannoista. Hiekkarannat Inarijärvellä sijoittuvat lähinnä Juutua- ja Ivaloajokien suistoalueille, järven eteläosiin. Inarijärven vesi on kirkasta ja Inarijärvi onkin laatuluokitukseltaan erinomainen vesistö. (Ympäristöhallinto 2013.)

Inarijärvi on kalalajistoltaan monimuotoinen: järven alkuperäislajistoon kuuluvat monipuoliset siika-, isonieriä- ja järvitaimenkannat. Istutettuna tai sinne levinneinä lajeina järvelle on asettunut mm. muikku, järvilohi ja harmaanieriä. Särkikaloja lohensukuisten kalalajien järvessä on vähänlaisesti. Inarijärven linnusto on tavanomainen karuille ja kirkasvetisille erämaajärville. Pesiviä lintuja järvellä ovat mm. koskelo, isolokki ja kuikka. Kasvillisuutta järvellä edustavat lähinnä pohjassa ja upoksissa olevat kasvilajit kuten hapsiluikka, ruskoärviä ja vesisammalet. Rantojen kasvillisuusalue on sarakasvipitoinen. Ilmaversoiskasvillisuutta ei Inarijärvellä liialti ole rantaeroosion verottaessa erityisesti sitä. Vedenpinnan korkeuden vaihtelu aiheuttaa kasvien varjoon jäämistä ja siten taantumista valon vähäisyyden vuoksi. Alhaiset vedenpinnan tasot voivat puolestaan lisätä rantakasvuston rehevöitymistä suojaisilla ja matalilla rannoilla. (Ympäristöhallinto 2013.)

3.2 Säännöstely

Säännöstely Inarijärvellä alkoi vuonna 1942, jolloin valmistuivat säännöstelypato Niskakoskeen ja vesivoimalaitos Jäniskoskeen suomalaisen Petsamon Nikkeli Oy:n kaivosyrityksen ja sulattamon tarpeita varten. Tavoitteena oli turvata kaivosyrityksen voimantuotanto vähävetisinäkin kausina. Lapin sodan vuoksi Inarijärven ensimmäinen säännöstelyjakso loppui väliaikaisesti mutta se tuli uudelleen ajankohtaiseksi Suomen ja Neuvostoliiton sopiessa valtiosopimuksen, jossa sovittiin voimalaitoksen ja patoalueen liittämisestä Neuvostoliittoon. (Valtiosopimukset 9/1947; Puro-Tahvanainen ym. 2011, 9.)

Säännöstely aloitettiin uudelleen sotien jälkeen vuonna 1948. Vuonna 1955 myös Norja esitti toiveensa säännöstelystä, Paatsjoen virratessa suurimmalta osaltaan Norjan ja Neuvostoliiton rajajokena. Neuvottelujen päätyttyä allekirjoitettiin sopimus, jossa myös Norja oli mukana. Samaisissa neuvotteluissa Neuvostoliitto ilmoitti rakentavansa uuden voimalaitospadon Kaitakoskeen, alavirtaan Niskakoskesta. Voimalaitos rakennettiin ja sen seurauksena, Niskakosken säännöstelypadon säännöstelyluukut purettiin. Inarijärven nykyinen säännöstely perustuu vuonna 1958 annettuun Vesistötoimikunnan päätökseen, jonka liitteenä oli asiakirja nimeltään Ohjeet Inarijärven säännöstelemisestä, Kaitakosken voimalaitoksen ja padon avulla. Ohjeessa määrätään säännöstelyn käytännön toteutus, mm. vedenpinnankorkeus ja juoksutus. Vesistötoimikunnan päätöksen pohjalta 1959 Moskovassa laadittiin Suomen, Norjan ja Neuvostoliiton hallitusten välinen valtiosopimus. Aikaisemmin maa- ja metsätalousministeriö (MMM) on ollut säännöstelyluvan haltijana, mutta 1.1.2009 ministeriö teki päätöksen siirtää lupa juridisesti Lapin ympäristökeskukselle eli nykyisin Lapin ELY-keskukselle. (Sopimus Suomen Hallituksen, Norjan Hallituksen ja Sosialististen Neuvostotasavaltain Liiton Hallituksen kesken Inarijärven säännöstelemisestä Kaitakosken voimalaitoksen ja padon avulla 39/1959; Ympäristöhallinto 2019.)

3.3 Säännöstelyn vaikutustenarviointi

Inarijärven säännöstelyn vaikutustenarviointi on monilla tavoin haastavaa. Tiedot ajalta ennen säännöstelyä ymmärrettävästi puuttuvat tai vähintäänkin ovat vajavaisia. Myös säännöstelyn aikaisessa tiedossa on puutteita, eivätkä kaikki asiaan vaikuttavat tekijät ja muuttujat ole täysin selvillä. Etenkin vaikutukset alueen ekologiseen tilaan ja kalakantoihin on mittava ja kompleksinen syy-seurausverkko asioita ja kokonaisuuksia, jotka osin vaikuttavat vahvistavasti ja osin heikentävästi vaikutusten voimakkuuteen. Säännöstelyn vaikutus joissain tapauksissa ilmenee vasta vuosia, tai kymmeniä vuosia myöhemmin. Lisäksi täsmällistä vertailua on vaikea suorittaa, sillä vaikka Inarijärven kaltaisia erämaajärviä on, ei ole kuitenkaan kahta täysin samanlaista järveä samanlaisessa paikassa. Kuitenkin on joitain vaikutuksia, jotka ovat varsin hyvin todettavissa ja niihin liittyviä suosituksia, joiden mukaan säännöstelyä toteutetaan. Säännöstelyn vedenkorkeuden ylä- ja alarajat ovat määritelty Inarijärvellä ja säännöstelyllä pyritään pysymään mahdollisimman hyvin kyseisten arvojen sisällä. Vesistön vedenkorkeuksien seuranta aloitettiin jo vuonna 1921, järven ollessa vielä luonnollisessa tilassaan. Tuolloin vedenpinta laski tavallisesti heinäkuun alusta tulevan vuoden huhti-toukokuun vaihteeseen, jolloin koitti keväinen vedennousu tai tulvakausi, jonka aikana vesi oli jälleen nousussa ja vuotuinen vaihteluväli eli alenemisen suuruus oli noin 1,25 m. (Puro-Tahvanainen ym. 2011, 11.)

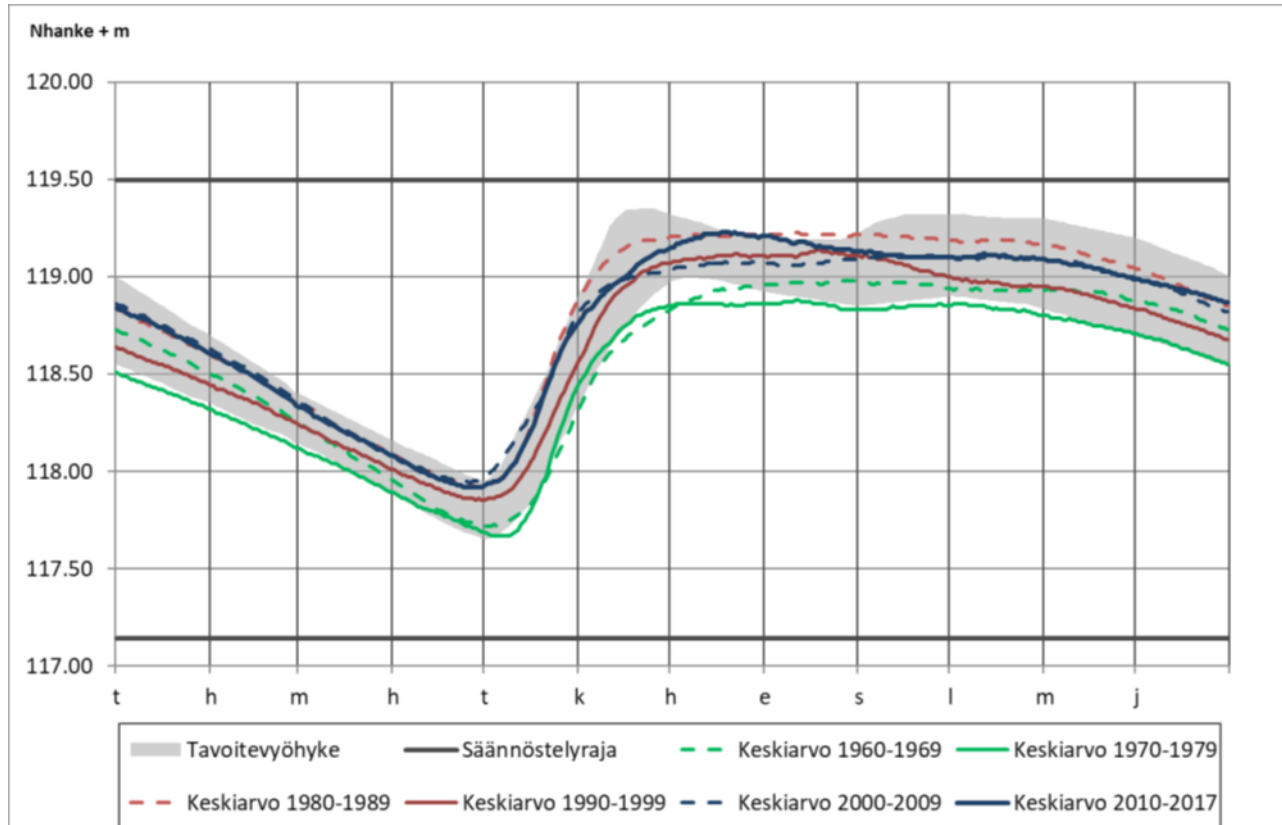
Vuonna 1948, säännöstelyn alkaessa uudelleen Suomi ja Neuvostoliitto sopivat Inarijärven vedenpinnan koron säännöstelyn ylä- ja alarajat. Valtioissa oli käytössä eri korkeusjärjestelmät, joten sovittiin yhtenäisesti käytettävä korkotaso, jota molemmat pystyivät käyttämään. Vuonna 1959 allekirjoitettu, Suomen, Norjan ja Neuvostoliiton välinen valtiosopimus määrittää säännöstelykorkeudet, jotka ilmoitettiin olevan suomalaisen vaatusjärjestelmän mukaiset. Kuitenkin operatiivisessa käytössä maiden välillä säännöstelyn korkotasoksi on vakiintunut ns. N_{hanke} -korkeusjärjestelmä, joka eroaa +1,47 metriä valtiosopimuksen mukaisesta korkeusjärjestelmästä. Yhtenäisesti käytetyn N_{hanke} -korkeusjärjestelmän korkotaso perustuu kutakuinkin tuolloin käytössä olleeseen NN-korkeusjärjestelmään (normaalinolla). Valtiosopimuksen säännöstelyohjeessa mainitaan että, korkeudet vertautuvat kiintopisteeseen, joka on korkeudeltaan +118,04 m (N_{hanke} +119,51 m), ja joka on hakattuna Nellimvuonon rantakallioon ja merkitty Suomen

ja Sosialististen Neuvostotasavaltaisen Liiton hallitusten väliseen sopimuksen liitekarttaan. Voitaneen siis todeta että, korkotaso N_{hanke} on alun perin lähes perustunut normaalinollaan. Nykyisesti usein Suomessa käytetty korkeusjärjestelmä N60 poikkeaa N_{hanke} -tasosta +0,28 metriä.

Suomen, Norjan ja Neuvostoliiton saatua allekirjoitukset valtiosopimukseen, vuosina 1959–1999 säännöstelyllä ei ollut vuosikalenteriin perustuvaa tavoitetasoa, vaan juoksutuksia lisättiin vasta vedenkorkeuden noustua ylärajan tuntumaan. Vastaavasti juoksutuksia vähennettiin vasta kun vedenkorkeus oli hyvin lähellä alarajaa. (Puro-Tahvanainen ym. 2019, 8.)

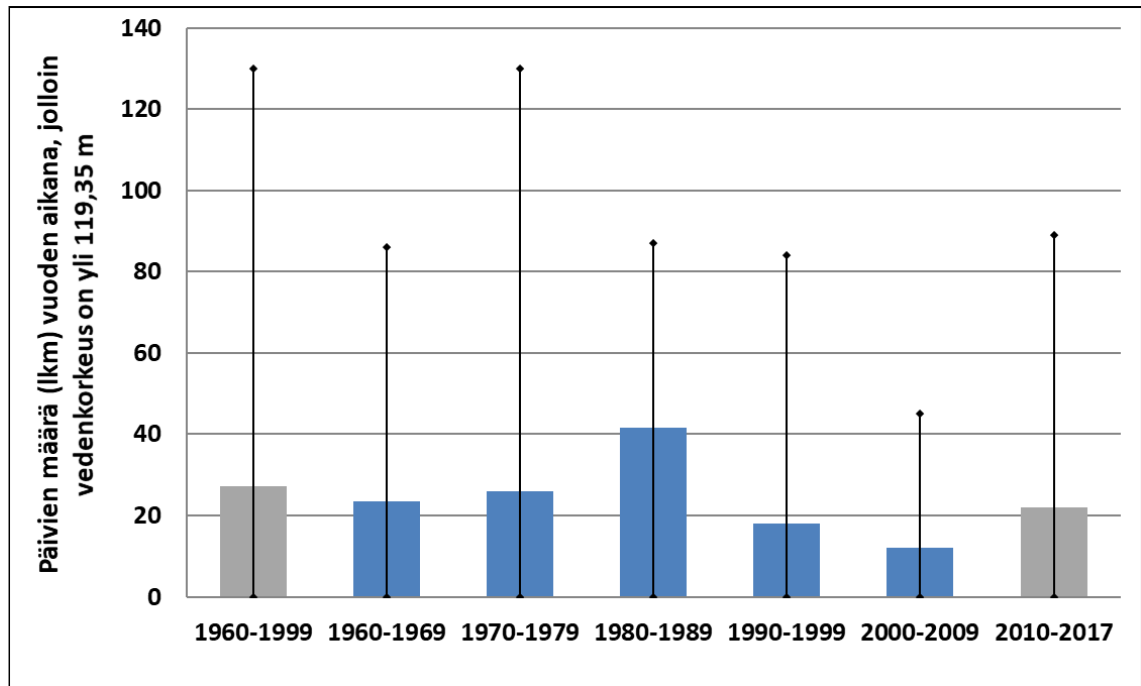
Vuonna 1998 aiemmin laaditun valtiosopimuksen säännöstelyohjeita täydennettiin ja uudet ohjeet vahvistettiin Inarijärven säännöstelyvaltuutettujen toimesta maaliskuussa 1999. Uuden ohjeistuksen myötä Inarijärveä säännösteltäessä pyritään monitavoitteisuuteen. Monitavoitteinen säännöstely ottaa huomioon ja mahdollisimman hyvin yhteen sovittaa vesivoimatuotannon, sekä vesiluonnon, virkistyskäytön sekä tulvasuojelun tavoitteet. Inarijärven vedenkorkeudelle on määritetty vuosikalenterin mukaisesti tavoitevyöhyke, jossa vedenpinnankorkeus pyritään pitämään, siten ettei tarpeettomia ohijuoksutuksia tehtäisi Paatsjoen vesivoimalaitoksilla (Kuvio 1). Tällä tavoin pyritään säännöstelyssä jäljittelemään järven luonnollista vuosirytmää, jossa kevään vedennousun jälkeen pyritään alati alenevaan vedenpinnankorkeuteen, kunnes keväällä lumien sulaessa lasku kääntyy jälleen keväiseen korkeuden nousuun. (Puro-Tahvanainen ym. 2011, 10.)

Inarijärvi on luonnonmukaisesta vedenkorkeudestaan ylöspäin säännöstelty. 2000-luvulla on Inarijärven vedenkorkeus ollut keskimäärin noin 60 cm luonnonmukaista ylempänä. Vedenkorkeuden vuotuinen vaihteluväli on noin 1,40 m, mikä on noin 30 cm luonnonmukaista suurempi. Vaikka säännöstelyn alaraja on $N_{\text{hanke}} +117,14$ m, jää vedenkorkeus talvialeneman matalimpaankin aikaan keskimäärin noin 70 cm alarajaa korkeammalle, ja noin 20 cm vastaavan ajan luonnontilaista vedenkorkeutta korkeammalle. (Kämäräinen, 2020.)



Kuvio 1. Inarijärven vedenkorkeudet kymmenvuotiskeskisarvoina. (Puro-Tahvanainen ym. 2019, 11)

Nykymuotoisessa Inarijärven säännöstelyssä pyritään välttelemään vedenpinnan nousua tason $N_{\text{hanke}} + 119,35$ m yli, koska ranta kuluu, etenkin lajittunut maa-aines. Rannan kuluminen, eroosio, aikaan saa rantatörmien vyörymistä. Kulumista mitataan päivinä vuodessa, jolloin vedenpinnankorkeus on yli arvon 119,35 m (Kuvio 2). Rantojen vyöryminen tuottaa vahinkoa rantavyöhykkeen puustolle ja muulle kasvillisuudelle, rakennetuille ympäristöille sekä virkistys- ja kalastuselinkeinolle. Liika vedennousu myös aiheuttaa ohijuoksutuksia Paatsjoen vesivoimalaitoksissa, sillä järvestä loppuu säännöstelytila. Tällöin vettä on juoksutettava patoluukkujen läpi, ohi sähköä tuottavien turbiinien, jolloin haittaa aiheutuu vesivoimalle energiahukkana. Ohijuoksutuksista aiheutuu myös haittaa Paatsjoen ekologiselle tilalle. Paatsjoessa on seitsemän vesivoimalaa: Kaitakoski, Jäniskoski, Rajakoski, Hevoskoski, Skogfoss, Melkefoss ja Borisoglebskaja. Skogfoss ja Melkesfoss ovat Norjan valtion voimalaitoksia ja muut viisi Venäjän. (Puro-Tahvanainen ym. 2019, 13.)



Kuvio 2. Eroosiomittari kuvaa päiviä vuodessa, jolloin vedenkorkeus on yli raja-arvon. Mittausajan keskiarvo ja mittausajan maksimiarvo. (Puro-Tahvanainen ym. 2019, 26)

Säännöstelyssä pyritään myös välttämään liian alhaisia vedenpinnankorkeuksia. Talvisin, liian alhaiset vesikorkeudet aiheuttavat jääpeitteen painumista lähelle pohjaa, jolloin pohjankerrostumat voivat jäätyä aiheuttaen vahinkoa pohjakasvillisuudelle ja eliöstölle. (Puro-Tahvanainen ym. 2019, 18.)

3.4 Rantasuojaukset ja korvaukset

Vuosina 1948–1954 tapahtuneiden vyörymien vuoksi 25.3.1957 Vesistötoimikunta antoi päätöksen, joka määräsi korvaamaan syntyneet vyörymävahingot, sekä rakentamaan vastaisen varalle suojaukset rantoja turvaamaan. Säännöstelystä aiheutuneita rantavyörymiä on suojattu ja korjattu rakentamalla rantaverhouksia pääosin luonnonkivistä. Työt aloitettiin vuonna 1966 ja Tiehallinto rakensi suojaukset vuoteen 1970 saakka, minkä jälkeen suojaamistöitä toteutti silloinen Lapin vesipiirin vesitoimisto. Vuosien 1966–2002 välisenä aikana säännöstelyn vaikutusalueella rantasuojauksia rakennettiin 34 697 metriä. Ivalojoella suojauksia rakennettiin 24 367 metriä ja Inarijärvellä 10 330 metriä. 2000-luvulla,

vuoden 2017 loppuun mennessä suojauksia rakennettiin Inarijärvellä 4 444 metriä ja Ivalojoella 7 027 metriä. Yhteensä Inarijärven rantaviivasta on suojattu 1,39 % ja Ivalojoen rantaviivasta 40,25 %. (Inarin säännöstelystä aiheutuvien rantavyörymien estäminen yleissuunnitelma 2018, 5-7.)

Nykyisin rannat suojataan siten, että maanomistajat esittävät rantaansa ELY-keskukselle suojattavaksi, jonka jälkeen rannan suojauksentarve arvioidaan. Mikäli arvioinnin tulos on se, että rantaa tulee verhoilla, se suoritetaan talviaikaan. Rantaan kaivetaan törmän alaosaan juuriura, josta saatavat maat tasataan verhottavaan luiskaan silloin, kun maa-aines on siihen soveltuvaa. Tasatulle alustalle levitetään suodatinkangas, jonka päälle itse verhousmateriaali eli luonnonkivet, asetellaan. (kuva 1.). Mikäli päätetään että suojaus ei ole tarkoituksenmukaista, mutta maanomistaja haluaa silti suojata rantansa, hän sen saa tehdä omakustanteisesti. Siinä tapauksessa täytyy ottaa huomioon, että rantaa ei muokata liikaa. Esimerkiksi kaikenlaisten aallonmurtajien ja muiden järvelle työntyvien rakenteiden rakennus on kiellettyä ja vaatii viranomaisluvan. (Moilanen 2020.)

Rakennuskaava-alueilla ja yleiskaava-alueilla tarvitaan maisemätyöluupa, mikäli kaavamääräykset niin määräävät. Inarin ja Ivalon kylillä olevat suojauskohteet sijaitsevat rakennuskaava-alueilla ja Inarijärven kohteet kuuluvat pääosin yleiskaava-alueeseen. Inarijärvellä ja Ivalojokisuussa on myös suojauskohteita, jotka sijaitsevat suojelualueilla tai niiden läheisyydessä. Inarijärvellä Natura-alue kattaa 89 969 hehtaaria ja Inarin rantojensuojeluohjelma-alue 96 250 hehtaaria. Näillä alueilla suojaustensuunnittelun yhteydessä tehdään luontoarvotarkastelu, jossa varmistetaan, ettei kyseisellä alueella ole uhanalaisten eliölajien esiintymiä. Myös arvioidaan heikentääkö hanke alueen luontoarvoja Luonnonsuojelulain 65§:n mukaisesti ja onko hankkeesta tarpeen tehdä varsinaista kyseisen lain mukaisia Natura-arvioita. (Lähde: Inarin säännöstelystä aiheutuvien rantavyörymien estäminen yleissuunnitelma 2018, 4-5.)



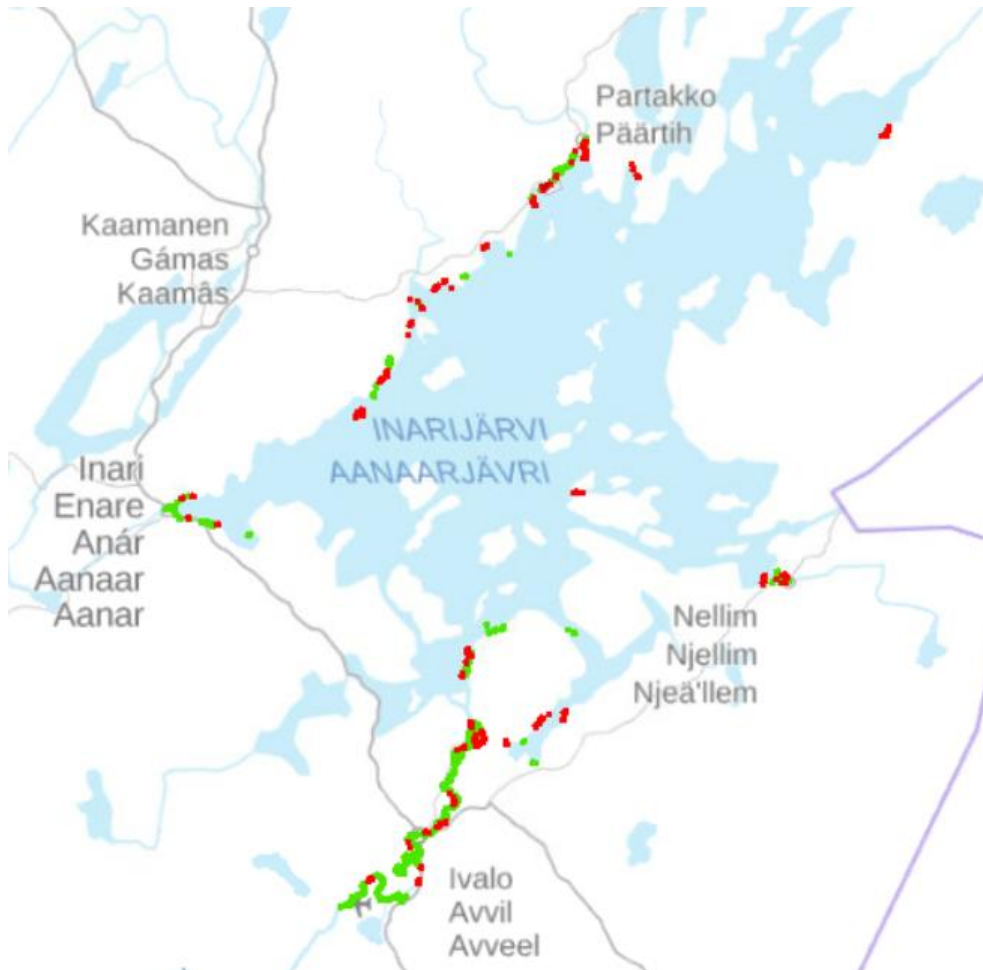
Kuva 1. Suojattu ranta

Pohjois-Suomen Vesioikeus vuonna 1974 antoi päätöksen velvoitteesta laatia maaston kiintopisteisiin sidottu kartta, josta ilmeni vuoden 1966 ja sen jälkeen tapahtuvat rantavyörymät. Sen lisäksi päätös määräsi, että vyörymät mitataan vuoteen 1976 mennessä ja sen jälkeen, joka viides vuosi. Mittauksia jatkettaisiin niin kauan kuin rantavyörymiä järvellä tapahtuisi. Päätös linjasi myös, että havaitut vyörymistä aiheutuneet vahingot on mitaamisen ja arvioimisen jälkeen viivyttämättä korvattava asianosaisille maanomistajille velvoitesopimuksen mukaisesti. Vyörymän ollessa sellainen, joka jatkuessaan aiheuttaa vaaraa, vahinkoa ja haittaa rakennuksille ja tontille on ranta suojattava. (Järvinen ym. 2010, 6.)

3.5 Seurantalinjat

Rantavyörymien mittaamista varten perustettujen seurantalinjojen kokonaispituus ollut 63 774 metriä. Vuonna 2015, jolloin edellinen viisivuotismittaus suoritettiin, mitattuja seurantalinjoja oli yhteensä 21 100 metriä. Mitattavien seurantalinjojen pituuden väheneminen johtuu rantasuojauksista. Kun ranta on suojattu,

seurantalinjaa ei enää mitata. Karttakuvassa kuvattuna seurantalinjat, punaisella värillä merkityt linjat ovat mitattavia linjoja ja vihreällä merkityt ovat suojattuja (Kuva 3).



Kuva 3. Inarijärven rantavyörymämittausten seurantalinjat. (Kuva: ELY 2020)

Viiden vuoden välein mitattavien seurantalinjojen ja mittaussmetrien määrä on vähentynyt jatkuvasti vuosien kuluessa, johtuen rantojen suojaamisesta. Ja koska mitattavat linjat ovat vähentyneet, ovat myös oleellisesti vähentyneet vyörymien vuoksi maksettavien maanomistajakorvausten määrät. Esimerkkinä, vuonna 1990 seurantalinjojen mittaussmetrejä oli 47 317 ja 25 vuotta myöhemmin, mitattuja metrejä oli yli puolet vähemmän, 21 100 metriä. Myöskin vyöryneiden rantojen neliömäärät ovat vähentyneet (Taulukko 3). Kuten loogista on, ensin suojataan rannat, jotka ovat suurimmassa vaarassa vyöryä ja vähemmän vyöryvät suojataan myöhemmin, mikäli ne päätetään suojata. Korvauksia maanomistajille maksettiin vuonna 1990 12 678 € ja vuonna 2015 niitä maksettiin 1 531 €. Eniten vyöryvät rannat siis on saatu jo suojattua ja maksettujen korvausten määrä on

vähentynyt merkittävästi. Lapin ELY-keskus ja Inarin manttaalikunta sopivat keskenään korvaushinnat maankäyttöluokittain pidettävässä kokouksessa ennen korvaustenmaksua. Hintatason oikeellisuus vielä lopuksi varmistetaan paikalliselta kaupanvahvistajalta. (Inarin säännöstelystä aiheutuvien rantavyörymien esittäminen yleissuunnitelma, 2018, 4-5.)

Taulukko 1. Mitatut rannat, kokonaisrantavyörymät ja maksetut korvaukset vuosina 1990–2015 (Salakka 2018)

Vuosi	Mitattu ranta m	Vyörymä m²	Korvaus €
1990	47 317	24 148	12 678
1995	40 099	15 307	9 410
2000	28 260	20 689	10 418
2005	23 629	5 294	2 358
2010	23 088	4 632	2 473
2015	21 100	4 110	1 531
Yhteensä	183 493	74 180	38 868

4 MITTAUSMENETELMÄT JA KÄYTETTÄVÄ LAITTEISTO

4.1 Perinteinen suorakulmainen mittaus

Käytännössä rantojen eroosiota mitataan siten, että seurattavaan rantaan perustetaan runkolinja, josta kulloisenakin vuonna mitataan suorakulmainen etäisyys rantatörmään. Ajan kuluessa mitatuista tuloksista muodostuu kuva siitä, miten ranta on kulunut mittausaikana. Runkolinja muodostetaan lyömällä maastoon, haluttuihin pisteisiin, runkolinjan rautaiset päätyputket. Esimerkiksi sadan metrin mittaisella seurantalinjalla maahan sijoitetaan lekaa tai vasaraa käyttäen rauta-putki kohtaan 0 metriä sekä kohtaan 100 metriä. Linjoja perustettaessa 1960-luvun lopun jälkeen, vielä 2010-luvulle asti suorat linjat vedettiin perinteisin keinoin, käyttäen prismaa, linjaseipäitä ja mittanauhaa. Nykyisin runkolinjan muodostamisessa käytetään hyväksi esimerkiksi GPS-satelliitteja hyödyntäviä mittauslaitteita.

Perinteinen tapa on toki toimiva myös nykypäivänä, mikäli mittalaitteita ei ole käytettävissä tai niissä ilmenee teknisiä ongelmia. Kun suora linja on saatu maastoon vedettyä päätyputkien välille, paaluvälit mitattu mittanauhalla halutun pituisiksi (5 m, 10 m tai 20 m, linjan pituudesta, rantavyöhykkeen eroosioherkkyydestä ja vaihtelevuudesta riippuen) määritellään prismaa käyttäen suorakulma seurantalinjasta rantatörmään. Suorakulman muodostaminen tapahtuu siten, että mittaja sijoittuu janalle kohtaan, josta halutaan muodostaa linja runkolinjalta (A-mitta) rantatörmälle (B-mitta). Halutulle kohdalle janalla asetetaan linjaseiväs, jonka päähän mittaja asettaa prisman. Runkolinjalla tällöin seisoo linjaseipäitä suorassa linjassa päätyihin asti. Prismaan katsottaessa mittajan eteen muodostuu peilikuvat sivuilla olevista linjaseipäistä. Asettamalla rantatörmän linjaseiväs samaan linjaan peilien muodostamassa kuvassa näkyviin linjaseipäiden kanssa, muodostuu suorakulma. Kun linjaseiväs saadaan sijoitettua rantatörmälle siihen kohtaan, josta vyörymä alkaa, saadaan B-mitta, joka on rantatörmän suorakulmainen etäisyys runkolinjalta. B-mitta mitataan mittanauhalla. (Moilanen 2020.)

4.2 Trimble R8s ja TCS3

Reaaliaikaisella kinemaattisella mittauksella eli RTK-mittauksella tarkoitetaan mittausmenetelmää, joka hyödyntää GPS-satelliittipaikannusta sijainnin määrittämiseen. Mittauksessa käytettävään laitteistoon kuuluu Trimble R8s GNSS-vastaanotin (kuva 4) ja TSC3 maastotietokone (kuva 5), tallennin, keräämään ja käsittelemään paikkatietoa.



Kuva 3. Trimble R8s. (Kuva: Geotrim 2020)



Kuva 5. Trimble TCS3 tallennin

Laitteiston käyttö aloitetaan kiertämällä vastaanotin mittaussauvan päähän kiinni ja lukitsemalla tallennin sauvan kiinnikkeeseen. Vastaanottimeen ja tallentimeen laitetaan virta päälle. Tallentimen työpöytä avautuu ja kosketusnäytöltä valitaan käytettävä sovellus, Trimble Access, näpäyttämällä sovelluksen kuvaketta. Kojeen 4.3” värinäytölle avautuu Accessin aloitusvalikko. Aloitusvalikosta valitaan Mittaus-kuvake, jonka takaa löytyy seuraava valikko, joka koostuu Työt-, Syöttö-, Laskenta-, Mittaus-, Merkintä- sekä Koje-kuvakkeista. Työt-kuvaketta näpäyttämällä voidaan valita joko vanha tai uusi työ, selata töitä ja töiden ominaisuuksia tai vaikka siirtää tiedostoja tallentimelta muistitikulle tai tietokoneelle. Valitaan uusi työ, annetaan sille nimi, esimerkiksi Seurantalinja 3. Työn nimeämisen yhteydessä pitää tarkistaa, että käytettävä koordinaattijärjestelmä on oikea. Alueellinen koordinaattijärjestelmä määrittää koordinaatiston orientaation, mittakaavan

ja origon ja sen avulla realisoidaan reaali maailman kohteiden sijainnit mahdollisimman tarkasti mitattuun aineistoon. Tässä tapauksessa koordinaattijärjestelmäksi valitaan Suomessa yleisesti käytetty ETRS-TM35FIN koordinaattijärjestelmä. Kun työ ja koordinaatisto on valittu, laite palaa aiempaan Mittaus-valikkoon, mistä valitaan uudelleen Mittaus-kuvake. Valitaan tämän jälkeen Koordinaattimittaus ja päästään varsinaiseen mittaukseen. Kun laite on "Fixissä" eli se löytää riittävästi satelliitteja paikantaakseen itsensä tarkasti, voidaan mitata piste. Siirrytään linjan jompaankumpaan päähän, asetetaan sauva suoraan rautaputken kohdalle ja piste voidaan mitata. Näytöllä on pisteen tietoja ja aluksi tiedot ovat tyhjiä ja ne täytyy merkitä ennen kuin piste voidaan mitata. Pisteen numeroksi laitetaan 1 ja pisteluku jatkuu valitusta luvusta ylöspäin automaattisesti seuraavilla pisteillä. Pisteen koodiksi laitetaan 5 ja vastaanottimen antennikorkeus valitaan käytettävän korkeuden mukaan, joka tässä tapauksessa on 2 metriä. Joissa paikoissa teleskooppivartta joutuu joko jatkamaan täyteen kolmen metrin mittaan tai laskemaan 1,5 metriin. Yleensä jos mittauspiste sijaitsee tiheässä puustossa, voi paremman yhteyden satelliitteihin saada puiden lehvien alta, kuin oksien keskeltä. Tavanomaisissa olosuhteissa kuitenkin käytettävä kahden metrin antennikorkeus on yleensä hyvä valinta. Annetaan pisteelle nimi, esimerkiksi Rautaputki PL00. Sauva pidetään suorassa ja paikallaan, se ei saa heilua. Painetaan Enter-painiketta ja laite ilmoittaa havainnon tallentuneen.

Seuraavaksi kuljetaan seurantalinjan toiseen päähän ja samalla tavoin se mitataan ja se nimetään paaluluvun, eli etäisyyden nollapaalulta esimerkiksi, mukaan. Päätypaalun ollessa kyseessä, se voidaan nimetä esimerkiksi nimellä Rautaputki PL120. Nimeäminen helpottaa myös seuraavaa mittaukset: mittaaja tietää etsivänsä rautapaalua 120 metrin päästä nollapaalusta. Kun linjan molemmat päät on mitattu, tai mahdolliset muut pisteet, jotka voidaan todentaa olevan luotettavat ja joiden välille voidaan muodostaa jana, muodostetaan jana. Jana muodostetaan painamalla Mittaus-valikon Merkintä-kuvaketta. Tämän jälkeen näpäytetään Linja-painiketta. Laite kysyy, miten linja muodostetaan ja valitaan kahden pisteen välinen linja. Valitaan nollapaalu, eli järjestyksessään mittauksen ensimmäinen piste. Lähtöpiste on piste 1 ja loppupiste 2. Laite muodostaa virtuaalisen linjan pisteiden välille ja kävellessä pisteeltä 1 kohti pistettä 2, laite näyttää tarkan suun-

nan ja etäisyyden pisteelle. Päätypaalulta 120 palatessa kohti nollapaalua, saadaan kaikki välipaalut mitattua ja niiden sijainti tarkistettua. Jos paalu löytyy maastosta, se kartoitetaan pistekartoituksena, muutoin vain b-mitta mitataan siltä kohdalta, missä paalun kuuluisi olla. Tonttien piha-alueille puupaaluja ei kannata sijoittaa, ne eivät siellä kauaa säily. Tallentimesta selviää kuljettu matka päätypaalulta sekä linjalta poiketessa suorakulmainen etäisyys linjaan. Esimerkiksi paalulta 80 mitattava suorakulmainen mitta rantatörmään (B-mitta) selviää siten, että pidetään etäisyyslukema 80 metrissä ja kuljetaan linjalta kohtisuoraan rantaan. Rantatörmälle päästyä laitteesta näpäytetään Merkitse piste- painiketta ja pistetietoihin annetaan pisteelle nimeksi sen paalulukema ja b-mitta. Esimerkiksi tunnistetietoihin voidaan merkitä PL80 ja 2,80: paalulla 80 rantatörmä alkaa 2,80 metrin päässä seurantalinjasta. Linjan läheisyydessä olevat tonttien rajapyykit kannatta myös kartoittaa. Pyykit ovat varmemmin maastossa säilyviä maamerkkejä, johon linja on hyvä ”sitoa”. Kun mitatut linjat on laitettu koordinaatistoon ja ne ovat tunnettujen pyykkien läheisyydessä tai sidottu niihin, on ne helpompi tulevien vuosien mittaajien löytää.

Lopuksi, kun seurantalinja on mitattu ja kaikki pisteet kartoitettu, painetaan näytön vasemmassa alareunassa olevasta painikkeesta Poistu. Laite vielä varmistaa, että halutaanko mittaus todella lopettaa, ja että katkaistaanko virta vastaanottimesta. Se hyväksytään, ja Access sovellus sammutetaan oikean ylänurkan rastista ja koje palautuu työpöytä – näkymään, jolloin tallentimen virta voidaan sammuttaa.

4.3 DJI Phantom 4 Pro

Kauko-ohjattavan ilma-aluksen eli dronen (Kuva 6) käyttöönotto aloitetaan roottorien ja akun kytkemisellä lentolaitteeseen. Kahteen roottoreista on merkitty hopeinen rengas, joka merkitsee sitä, että ne tulee kiinnittää hopeisin pistein merkittyihin kiinnityksiin. Kahdesta roottorista merkit puuttuvat ja ne kiinnittyvät merkittömättömiin kiinnityksiin. Roottorit asennetaan kiinnitykseen painamalla roottorin napaa alas ja kääntämällä lukitusnuolen osoittamaan suuntaan. Roottorien kiinnitys varmistetaan uudelleen ennen laitteen käynnistystä. Kun akku on asetettu paikoilleen, painetaan laitteen käynnistyspainiketta. Lyhyt painallus ja heti

sen perään pitkä painallus käynnistää laitteen ja laitteen akkuun syttyy valot, jotka ilmoittavat akun latauksen neljällä virtapalkilla. Valo syttyy myös itsekäynnistys-painikkeeseen. Kun laite on valmiustilassa, käynnistetään myös laitteen ohjain. Ohjain käynnistyy samalla tavalla kuin itse laitekin, lyhyt ja pitkä painallus. Laitteen kosketusnäyttö syttyy ja ruutuun ilmestyy palkkirivi, josta painetaan painiketta Go Fly. Kun kuvaketta on painettu, avautuu lennon parametrien tarkistusnäyttö. Mikäli yksikään lennon parametreista ei osoita punaista varoitusmerkkiä, on lento valmis aloitettavaksi.



Kuva 6. DJI Phantom 4 Pro

Roottorit käynnistetään vetämällä kauko-ohjaimen (Kuva 7) kumpaakin ohjaintikkua alaviistoon. Laitteen käynnistyttyä vasenta ohjaintikkua työnnetään eteenpäin, jolloin ilma-alus nousee kohtisuorasti ilmaan. Vastaavasti samaa ohjaustikkua alaspäin vetämällä laite laskeutuu. Vasenta ohjaustikkua liikuttamalla oikealle tai vasemmalle, laite kääntyy paikallaan, joko vasempaan tai oikeaan. Oikeaa ohjaustikkua työntämällä eteenpäin, laite lähtee suoraan sen kameran osoittamaan suuntaan. Vastaavasti tikkua taaksepäin vetämällä, laite peruuttaa. Oikealle tai vasemmalle tikkua liikuttamalla, laite liikkuu sivuttaissuunnassa haluttuun

suuntaan. Vasemman etusormen kohdalla ohjaimessa on rulla, joka kääntää kameraa portaattomasti suoraan eteen ja kohtisuoraan alas. Ohjaimen näytöllä näkyy kameran osoittama suunta ja dronea olisikin syytä lentää katsomalla näyttöä eikä itse laitetta. Tietysti kannattaa varmistaa, että lähistöllä ei ole puita, muita esteitä tai sähkölinjoja yms. Dronessa on lähestymistutka, joka varoittaa lähestyvistä kohteesta ohjaimen värinäällä ja äänimerkillä. Kohteen tullessa tarpeeksi lähelle, noin metrin päähän, drone pysähtyy eikä liiku enää siihen suuntaan. Tuulen vaikutus on huomioitava aina dronella lennettäessä, sillä laite on kevyt eikä se pysy paikoillaan tuulessa. Liian lähelle estettä lennettäessä on huomioitava, että tuulenpuuska voi sen työntää esteeseen aiheuttaen vahinkoa laitteelle. Lentolosuhteet onkin syytä aina varmistaa ennen lentoa, ja lento peruttava, mikäli sää ei suosi lentämistä. Tällaisia säätiloja ovat esimerkiksi tuulisuus, vesi- tai lumisade ja pakkanen. Lennettäessä dronella on myös huomioitava erilaiset lentorajoitukset, joita asuinalueet ja esimerkiksi lentokenttien läheisyys aiheuttavat. Mikäli lentoa on suoritettava lentokenttien lähistöllä, tulee lennosta ilmoittaa lennonjohtoon ja pyytää lentolupa. Ilma-aluksen kameralla voidaan ottaa sekä still-kuvia sekä videokuvaa.



Kuva 7. Kauko-ohjain

5 RANTAVYÖRYMÄMITTAUKSET INARIJÄRVELLÄ 2020

5.1 Ivalojoeki

Ivalojoeki (Kuva 8) on 180 kilometriä pitkä joki ylä-Lapissa, joka laskee Inarijärveen. Ivalojoella rantaviivaa on kokonaisuudessaan vuosien aikana suojattu 31 394 metriä. Suojaamatontakin seurantalinjaa joelta löytyy, joista ensimmäisenä on seurantalinja 1c. Seurantalinja sijaitsee 10 kilometriä Ivalon kylältä länteen, Ivalon lentoaseman läheisyydessä. Linjoille kulku tapahtuu käyttämällä maastokelpoista autoa, linjojen ollessa usein metsäautoteiden ja hankalakulkusten yhteyksien takana. Mikäli linjalle pääseminen vaatii vesistöjen ylityksiä tai linjalle ei mene tietä kohtuullisen matkan päästä, sinne mennään vesiteitse veneellä. Kun kartan osoittamalle linjan paikalle on päästy, täytyy linja etsiä maastosta. Linjat on paalutettu, päätyputket linjoilla ovat yleensä maahan tiukasti ja syvään juntattuja rautaputkia. Seurantalinjasta riippuen linjan paalutus on tehty viiden, kymmenen tai kahdenkymmenen metrin välein. Käytettävät välipaalut ovat puisia, puolen metrin mittaisia ja toisesta päästään teroitettuja, sahattuja rimoja. Jotta linja voidaan mitata, on löydettävä vähintään kaksi paalua tai muuta kiintopistettä, mihin linja voidaan kiinnittää ja joista voidaan muodostaa jana. Ihanteellisessa tilanteessa linjan molemmista päistä löytyy rautaputki. Putken sijainti mitataan RTK-laitteella. Rantatörmien mittaaminen ei ole pelkästään mekaanista mittausta, vaan mittaaja joutuu käyttämään tulkintaa usein rantatörmiiä tarkastellessa. Monesti myös mittaajana tulee pohtia minkä takia jokin B-mitta on mitattu juuri tältä kohtaa eikä esimerkiksi kolmekymmentä senttiä kauempaa, jossa törmä näyttäisi olevan.



Kuva 8. Ivalojoensuu lennosta kuvattuna

Rantoja kiertäessään mittajaan silmä harjaantuu tulkitsemaan aikaisempia mittauksia paremmin. Rannan syöpyminen voi tapahtua monin tavoin: se voi olla suora seinämäinen romahdus, (kuva 9) joka on selvästi nähtävissä tai esimerkiksi järven selältä tulleet mainingit ovat syöneet maa-ainesta pintakerroksen alta, jolloin vaikka rantatörmä voi ensisilmäyksellä vaikuttaa olevan jollain kohdalla, mutta tarkemmin tilannetta tarkasteltuaan mittaja havaitseekin, että törmän alla on metri onkaloa (kuva 10). Silloin törmä ei suinkaan sijaitse esimerkiksi metsäkasvillisuusrajalla vaan pidemmällä. Tulkinta itsessään on toki jo tulkinnanvaraista, mutta se on käyttökelpoista tulkinnan pysyessä samana mittajien vaihtumisesta ja vuosien kulumisesta huolimatta. Tämän vuoksi Inarijärven rantavyörymämittauksia ei voi automatisoida täysin. Vielä sellaista kohtuuhintaista teknologiaa, joka tällaiseen tulkintaan kykenee, ei löydy. Myöskään nykyiset satelliitti- tai dronekuvat eivät kerro koko totuutta rantojen tilasta. (Moilanen 2020.)



Kuva 9. Selvärainen seinämävyörymä



Kuva 10. Onkalomainen vyörymä

Linjan päät eivät aina ole löydettävissä. Ne on voitu erinäisten kaivuu- ja rakennustöiden yhteydessä poistaa maastosta tai ne ovat jostain meille tuntemattomista syistä sieltä hävinneet. Maasto täytyy tutkia tarkkaan ja etsiä mahdollisia merkkejä paaluista. Esimerkiksi mikäli löytyy paalu, joka suurella todennäköisyydellä saadaan tunnistettua, voidaan kyseinen paalu merkitä ja mitata paalulta etäisyys, jolla arvellaan kartan mukaan seuraavan paalun olevan. Mikäli siitäkään ei merkkejä löydy, jatketaan seuraavaan ja sitä seuraavaan, kunnes jotain löytyy. Mikäli mitään merkkejä seurantalinjasta maastosta ei löydy, linjaa ei pysty enää seuraamaan sellaisenaan, kun sitä on linjan perustamisesta saakka seurattu. Tässä tapauksessa täytyy perustaa uusi linja ja jatkossa seurataan sen muutoksia. Linjakuviin täytyy kirjoittaa, että vanha linja on hävinnyt ja uusi linja perustettu. Näin menetetään aikaisempien vuosikymmenten tieteellisen pitkäaikaisseurannan arvo. Jo pelkästään siitäkin syystä, pitkäaikaisseurannan ylläpitäminen on tärkeää tieteellisen havainnoinnin ja säännöstelyn pitkäaikaisen vaikutustenarvioinnin arvon vuoksi.

Koppelon kylässä, Ivalojoen varressa, 10 km Ivalosta koilliseen sijaitsee seurantalinja 37. Jokilinjojen rannat ovat suojaisia ja pensittyneitä, eikä tuuli puhalla joella samoin kuin Inarijärvellä. Seurantalinja 37 on pituudeltaan 220 metriä pitkä, mutta ensimmäiset sata metriä linjasta on suojattu. Ivalojoen tulviminen ja keväiset jäidenlähdöt pitkälti selittävät rantojen vyörymistä jokiosuuksilla. Silmämääräisestäkin rantalinjan muutos on todettavissa veteen kaatuneista puista ja uponneista rantakasvustoista, mittauksin tilanne todetaan faktana. Havainnointi ja tulkinta on mittauksissa oleellisessa osassa. Tulkintaa ja havainnointia auttaa suuresti tarkkuus, jolla seurantalinjat on maastoon perustettu ja karttoihin merkitty. Kunnia on annettava sinne, minne se kuuluu: aiempien vuosien mittaajat, jotka ovat työskennelleet hankalissa olosuhteissa apunaan käsimitat, prismat, linjaseipäät linjanvetoon ja mittaukseen sekä kirveet ja vesurit linjojen karsimiseen ovat tehneet ensiluokkaisen tarkkaa työtä vetäessään pitkiäkin linjoja haastavassa ja mäkisessä maastossa. Linjat olivat suorina ja oikealla paikallaan, hyväksytyt toleranssin sisällä (Kuva 11).



Kuva 11. Tiheään rantakasvustoon raivattu runkolinja

5.2 Nellim

Nellim on kylä itärajan ja Paatsjoen välittömässä läheisyydessä, Nellimjoen suulla ja sen etäisyys Ivaloon on noin neljänkymmenentä kilometriä. Ensimmäiset kolme mitattua seurantalinjaa (46a, 46b ja 46c) sijaitsivat Nellimin Käärmeniemessä. Seurantalinjoja Nellimissä mitattiin kymmenen ja siellä myös kartoitettiin Rahomäen suojattu ranta. Rannalle oli tehty suojaus vyörymien estämiseksi ja se kartoitettiin yksinkertaisesti myötäilemällä suojauksen yläreunaa. Alkupiste, loppupiste ja satunnaisia pisteitä suojauksen varrelta, jotta suojauksesta saatiin kartalle sen pituus ja muoto talteen (Kuva 12).

Nellimissä mittauksia vaikeuttivat äkilliset ja lyhytkestoiset yhteysongelmat ja omituiset lukemat tallentimessa. Satelliittien määrä oli riittävä, säätila oli hyvä eikä rantakasvustot olleet haittana, silti sijaintitiedot heittelivät erikoisesti. Syyt itärajan välittömässä läheisyydessä ilmenneisiin yhteyshäiriöihin jäivät arvailujen varaan. Mittaukset kuitenkin saatiin suoritettua suunnitellusti.



Kuva 12. Osa Rahomäen suojausta

5.3 Partakko

Partakko on pieni kylä Inarijärven pohjoisrannalla. Matkaa Partakkoon kertyy noin 90 kilometriä Ivalosta. Ensin noin 40 km Inarin kylään, josta jatketaan Kaamasen tietä 20 km, jolta käännetään Sevettijärventielle, jota jatketaan vielä noin 30 km. Korppiojansuun vanhan pioneerisillan ylitettyä päästiin Käyräniemeen, jossa mitattiin linjat 59a, 59 ja 60. Linjat sijaitsevat helppokulkuisilla mökkitonteilla ja olivat pituuksiltaan 120 m, 130 m ja 55 m. Seurantalinjalla 60 oli maanomistaja paikalla. 55 m metriä pitkän linjan mittaaminen maanomistajan mökkirannassa osoitti sen minkä omistaja mittajalle kertoi. Rannan savustuspaikan kohdalta ranta oli syöpynyt enemmän kuin rannan muilta kohdin. Maanomistaja oli huolissaan nuotiopaikkansa järveen huuhtoutumisesta ja toivoi rannan suojausta. (Kuva 13.) Maanomistajalle annettiin yhteystiedot Lapin ELY-keskuksen taholle, joka arvioi rannan suojauksen tarpeen ja yhteydenotto johtikin tarkastukseen verhoilun tarpeen selvittämiseksi. ELY-keskus päätti rannan olevan suojauksen tarpeessa, ja sille tullaan suojaus toteuttamaan lähitulevaisuudessa. Maanomistaja oli tyytyväinen siihen, että valtio seuraa Inarijärven rantojen tilaa ja piti sitä tärkeänä.

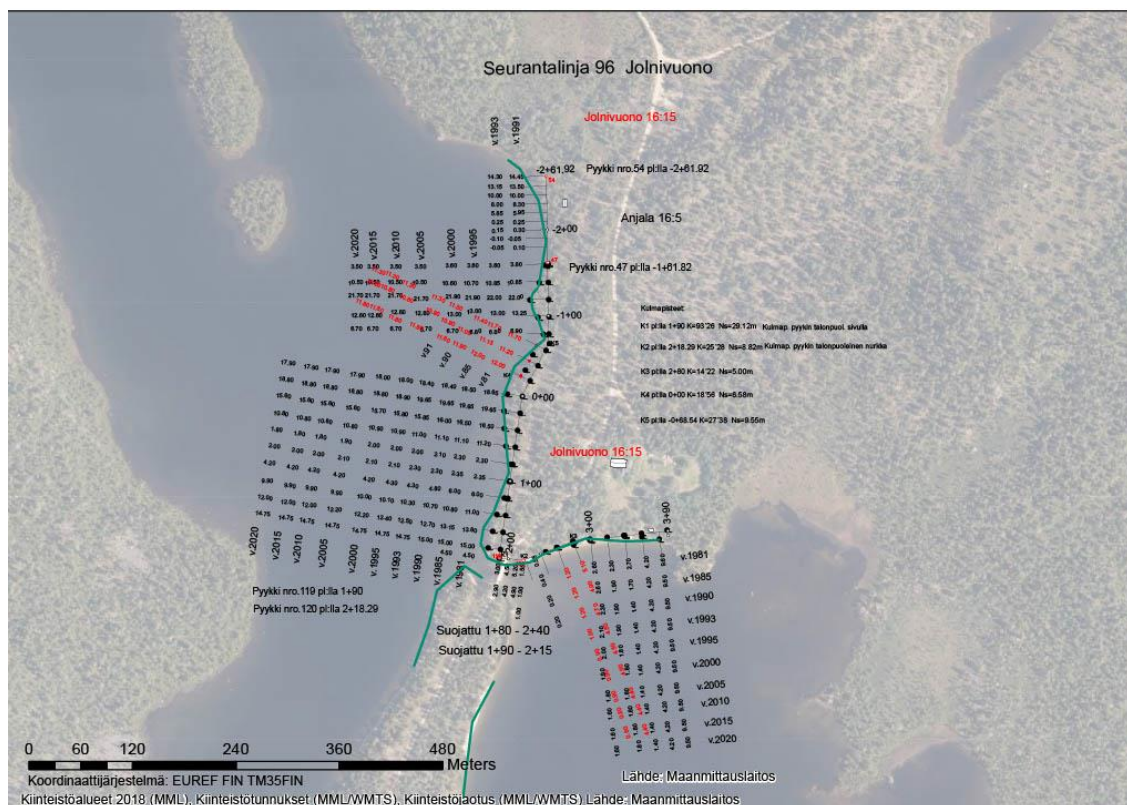


Kuva 13. Seurantalinja 60 Partakossa

5.4 Jolnivuono

Jolnivuono on Kotkaniemen ja Miinaniemen välissä sijaitseva lahti Sevettijärventien varrella, 25 kilometriä Partakosta Inariin päin. Jolnivuonoon saavuttaessa ensimmäinen vastaantuleva linja on seurantalinja numero 96 (kuva 14). Linja muodostuu niemenkärjessä olevan sillan molemmin puolin tien itä- ja länsipuolelle, on 651,92 metriä pitkä ja siinä on viisi kulmaa. Sillan itäpuolelta löytyy rautaputki, linjanpäästä paaluluvulla 390. Sillalle päin kulkiessa rantalinjan suuntaisesti paalulta 280 löytyy kulma K3. Kulma K2 sijoittuu paalulle 218.29. Tämän jälkeen seurantalinja ylittää tien ja jatkuu sillan länsipuolella. Niemenkärjessä, paalulla 190, sijaitsee kulma K1, joka kääntää linjan niemen lännenpuoleisen rannan suuntaiseksi. Paalulta numero 00 löytyy kulma K4. Linja jälleen kääntyy rantaa myötäillen kohti kulmaa 5, joka on paaluluvultaan -100. Lopun matkaa, seurantalinja jatkuu suorana toiseen päätyynsä rautaputkelle paaluluvulla -261,92.

Seurantalinjaa 96 on seurattu vuodesta 1981 saakka, ja siinä tapahtuneet muutokset ovat verrattain vähäisiä, muutamia kymmeniä senttejä. Mittaustulokset paaluvälillä 00-20 sekä 100-120 osoittavat rannan syöpyneen mainituista kohdista metristä kahteen metriin 39 seurantavuoden aikana. Muutokset näillä kohdin selittynevät kaatuneen puun aiheuttamana laajempänä vyörymänä. Paikalliset, pienialaiset muutokset voivat johtua myös vaihtelussa maa-aineksen lajittuneissa sedimenteissä.



Kuva 14. Seurantalinja 96. (Kuva: ELY-Keskus)

Seurantalinja 79 sijaitsee Sevettijärventielleä, Akulahdessa, Väylän kylästä 7km Partakon suuntaan. 380 m pitkä rämelinja on suojattu 74 metrin matkalta, paaluväliltä 232–306. Suojatulla alueella on vuokratontin venelaituri ja veneenlaskupaikka. Loput 306 metriä linjasta koostuu pehmeästä suomaasta, jonka humuskerroksen alla olevaa hietaa järveltä lyövät mainingit syövät tasaisen varmasti. Paksun pintakerroksenpatjan alta huuhtoutuva hiekka saa suokasvillisuuden vajoamaan järveen.

Hietasaarella sijaittivat neljä linjaa: 87, 88, 89 ja 90 (Kuva 15). Linjoista numero 90 oli yksityisen maalla, mutta maanomistaja oli itse suojannut rantansa, joten sitä ei mitattu. Muut linjat sijaittivat valtionmaalla. Kaikkien kolmen linjan paalutus oli vuosien varrella maastosta hävinnyt tai hävitetty. Sen verran kuitenkin linjoista löytyi merkkejä että, kaikki linjat saatiin sidottua runkolinjaan ja b-mitat mitattua. Seurantalinoilla ei ilmennyt merkittäviä muutoksia rannoissa. Dronen käyttö Hietasaarella oli mahdollista suotuisan sään ja avaran hiekkarannan vuoksi. Seurantalintojen ilmakuvaukset, vaikka se tuottaakin hienoa kuvamateriaalia, se ei suuressi tuo lisäarvoa mittauksiin. Peitteiset rannat, tuulinen ja sateinen sää myös

osaltaan vaikeuttavat ilma-aluksen käyttöä ja tuovat ajankäyttöön hankaluuksia, mikäli kuvaus olisi suoritettu jokaiselta linjalta.



Kuva 15. Hietasaari, seurantalinja 89 dronesta kuvattuna. (Kuva: Tatu Moilanen)

5.5 Nanguvuono

Nanguvuono on vuono Inarijärven eteläkärjessä, noin kymmenen kilometriä Ivalon kylältä itään. Seurantalinjat Nanguvuonossa ovat käytännössä kaikki veneellä käytäviä kohteita. Veneellä vuonossa liikkuesssa linjoille pääsy on nopeaa, eikä vaadi pitkiä kävelymatkoja linjoille. Mittaukset aloitettiin verrattain lyhyiltä seurantalinjoilta 45j ja 45i, joilla mittaa oli 80 m ja 30 m. Rannan vyöryminen oli molemmilla linjoilla vähäistä ja molempia rantoja oli maanomistaja itse osin suojanut ja seurantalinjan 45i rantaa oli myös niemenkärjestä täytetty jo ennen vuotta 2015. Eli ilmeisesti maa-ainesta on jonkin verran lisätty, jonka jälkeen rantaa on suojustu kivillä.

Seuraavaksi käytiin Nanguvuonon kaukaisempien osien linjat, Mielkkiniemessä sijaitseva seurantalinja 45a ja jo Sarmivuonon puolella oleva linja 52b. Linjoille kulku ja niiden etsiminen on monesti aikaa vievää, eikä linjojen mittaus ole näin ollen kovin nopeaa. Tulevien vuosien velvoitemittaukset helpottunevat jo sillä, että runkolinjat saadaan merkittyä koordinaatistoon. Kun linjat ovat koordinaatistossa ja linjalle suunnistamiseen käytetään karttaa, karttasovellusta ja tallentimen työtiedostoa, joka osoittaa valitun pisteen sijainnin millilleen, voidaan olettaa, että

linjoille siirtyminen nopeutuu. Myöskään tällöin runkolinjaa ei tarvitse uudelleen kartoittaa, vaan mittaaja voi kulkea vain rannan suuntaisesti ja mitata ainoastaan rantatörmän etäisyys runkolinjasta.

Rantojen eroosio on useiden syiden summa, joista säännöstelyn vaikutus on yksi osa laajempaa ja kompleksista yhtälöä. Rannan sijainti eli, onko ranta suojaisessa poukamassa, jonne luontaiset mainingit eivät pääse iskeytymään vai onko se vilkkaan veneväylän varrella ja miten tuuli pääsee puhaltamaan avoimelta järvenselältä rantaan, vaikuttaa rannan syöpymiseen. Myöskin rannan maa-aines ja sillä kasvava kasvillisuus ovat tekijöitä, kuten myös edellisen talven lumikuormat, jäänpaksuus ja niistä seuraava keväisen jäidenlähdön rajuus, vuotuiset sademäärät ja se millaisessa käytössä ranta on. (Puro-Tahvanainen, 2019) Tästä syystä onkin arvioitu säännöstelyn vaikutusta rantaeroosioon ja maanomistajakorvauksia laskettaessa säännöstelyn vaikutus otetaan huomioon laskennassa erillisenä säännöstelyn vaikutus -kertoimena. Mikäli arvioitu säännöstelyn vaikutus on 40 %, kerrotaan laskettu korvaussumma kertoimella 0,4 ja sitten vielä erillisellä korvauskertoimella, joka voi olla esimerkiksi 1,5. Tarkat korvauserusteet ja summat sovitaan Inarin manttaalikunnan kanssa käytävässä neuvottelussa.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Vuoden 2020 Inarijärven rantavyörymämittaukset olivat onnistuneet. Mittauksiin lähdetessä yhteisenä tavoitteena oli suorittaa mittaukset sekä kehittää mittauksia nykyteknologian suomin mahdollisuuksin, ja niissä onnistuttiin. Kaikki linjat saatiin mitattua GPS-satelliitteja hyödyntämällä VRS-RTK-mittausmenetelmää käyttäen. RTK-laitteisto todettiin hyvin toimivaksi myös erämaaolosuhteissa. Seurattavat runkolinjat ja rantatörmien vyörymäreunat saatiin kartoitettua ja tuotua ETRS-koordinaatistoon. Mitatun paikkatiedon ollessa digitaalisesti käytettävissä muodostuu mittausten jatkaminen ja mittausten toistettavuus jouhevammaksi sekä ajankäytöllisesti toimivammaksi kokonaisuudeksi.

Inarijärven rantavyörymämittausten juridiset perusteet pohjautuvat Pohjois-Suomen vesioikeuden antamaan päätökseen säännöstelyn vaikutusten seuraamisesta ja säännöstelystä johtuvien vyörymävahinkojen korvaamisesta yksityisille maanomistajille. Näin ollen päätöstä rantavyörymämittausten lopettamisesta ei tehdä kevein perustein. Säännöstelyn vaikutusten tieteellinen pitkäaikaisseuranta ja yksityisten maanomistajien haluttomuus vyörymävahinkojen kertakorvaukseen vaikuttanee voimakkaasti valtion tarpeeseen mittausten jatkamiselle. Vyörymävahinkojen merkittävä väheneminen, maksettavien korvaussummien pienuus ja 5-vuotismittausten kustannukset voivat vaikuttaa esimerkiksi mittausvälin pidentämiseen, mutta mittausten kokonaan lopettaminen tuntuu kaukaiselta ajatukselta. Teknologian entisestään nopeutuva kehitys ja mittausmenetelmien muutokset tuovat tullessaan tehokkaampia tapoja seurata rantavyörymiä.

Vuoden 2020 velvoitteenmukaisten rantavyörymämittausten kustannusarvioksi muodostuu noin 16 000 euroa. Arvioon on laskettu 28 mittauspäivän osalta kärkeä arvio työntekijöiden palkoista päivärahoineen, matkustuskustannukset eli polttoainekulut ja autoihin sekä veneisiin tehdyt huollot ja tarvikehankinnat. Majoituskustannuksia ei syntynyt mittauksissa, sillä työntekijät majoituivat ELY-keskuksen omistamassa Tukikohdassa Ivalossa. Aineiston käsittelyyn voitaneen laskea noin 2–3 henkilötyökuukautta virkatyönä. Lopulliseksi kustannukseksi mittauksille ja aineiston käsittelylle saataisiin näin ollen, työntekijän kuukausipalkasta riippuen noin 20 000–23 000 euroa. Vertailun vuoksi, alihankintatyönä teh-

tävästä mittaus- ja aineistonkäsittelytyöstä eräs maanmittausalan yritys antoi tarjouksen 36 000 euroa laserkeilauksesta ja kuvauksesta, minkä päälle lisättäisiin linjojen ja paalujen mittaus. Tuolloin hinnaksi muodostuisi noin 56 000–66 000 euroa. Tällä hetkellä Inarijärven rantavyörymämittausten suorittaminen valtion omana työnä on täten kannattavaa niin työn toistettavuuden kuin laadullisten sekä kustannuksellisten seikkojen valossa. Muutosta mittauksen hinta-arviossa ei ollut merkittävästi vuoden 2015 mittauksiin verrattuna, eli vuoden 2020 mittauksissa kustannuksia ei saatu pienennettyä. Oletuksena kuitenkin on, että syntyvät säästöt realisoituvat vuoden 2025 mittauksissa.

Kokonaisvyörymä vuoden 2020 mittauksissa oli 1 098m². Määrä on neljännes siitä rantavyörymästä, joka mitattiin vuoden 2015 mittauksissa. Suurimmat vyörymät todettiin valtionmailla, kuten asia oli aikaisemmalla mittauksella 2015. Kuitenkin kokonaisvyörymästä yli puolet, 573,06m² tapahtui yksityisten maanomistajien mailla. Vyörymien jatkuva väheneminen johtuu siitä, että pahimmat vyörymäpaikat on jo suojattu ja vedenpinnankorkeuden maksimi- ja minimiarvot pyritään pitämään lähellä toisiaan. Myös erot talvikausien lumimäärissä sekä jäänlähtöjen rajuuksissa vaikuttavat vaihteluihin rantaerosiossa. Näin ollen myös vuoden 2020 seurantamittausten perusteella maksettavat korvaukset maanomistajille tulevat olemaan vastaavasti pienemmät. Korvausasiat on rajattu opinnäytetyöstä ulos aineiston laajuuden ja tietosuojakysymysten vuoksi.

7 POHDINTA

Dronen käyttö vuoden 2020 rantavyörymämittauksissa jäi aiottua vähäisemmäksi säiden ja käytettävyyden rajoittuneisuuden vuoksi. Ilmakuva antaa kyllä lisäarvoa ja sijoittaa seurantalinnan reaali maailman maisemaan, mutta ajankäytöllisesti mitaukset olisivat vieneet liikaa aikaa suotuisampia tuulia odotellessa. Laserkeilaimella varustetun kopterin käyttö päätettiin hylätä käyttömahdollisuuksien kaupan ja ajankäytöllisten asioiden lisäksi laserkeilatun aineiston vertailtavuuden takia. Laserkeilaimella on kyllä vaivatonta luoda maastomalleja kohteista, mutta niiden vertailtavuus suorakulmisiin maastomittauksiin on epävarmaa ilman seurantalintojen ja vyörymäreunojen paikannusta. Mittausten toistettavuus myös on varmistettava. Vuoden 2025 mittauksissa asia on jo todennäköisesti toinen, seurantalintojen ja vyörymäreunojen ollessa paikannetut. Laserkeilauslaitteisto on vielä tänä päivänä kallista, mutta tulevaisuudessa, mikäli laitteet ovat edullisempia ja niiden saatavuus on parempi, on syytä harkita tuolloin uudelleen laserkeilauskaluston hyödyntämistä rantavyörymämittauksissa. Tuolloin myös kannattaa samalla valokuvata kohteet ilmasta.

Tulevaisuus tuonee tullessaan muitakin tapoja mitata rantavyörymiä. Satelliittikuvat kehittyvät jatkuvasti ja siviilikäyttöönkin saadaan yhä tarkempia ja tarkempia kuvia. Paikannetut linjat yhdistettynä kehittyneisiin satelliittikuviin ja jatkossa mahdollisiin laserkeilattuihin maastomalleihin, jotka ovat vertailtavissa suorakulmisiin mittauksiin tuovat etätyöskentelyn mahdollisuuksia enemmän ja voivat vähentää maastossa käymistä ja siten vähentää mittauksen kustannuksia.

Mittausten toistettavuus ja pitkäaikaisseurannan yhteneväisyys on myös varmistettava. Mikäli työt siirrettäisiin esimerkiksi alihankkijoille, jotka hankintalain vaatimien kilpailutusten myötä voisivat vaihtua jokaisella mittauskerralla, sillä olisi mahdollisesti negatiivisia vaikutuksia mittauksen laatuun. Kyseisillä toimilla saatettaisiin vaarantaa vuosikymmenien ymmärrys ja tieto, joka on kumuloitunut mitausten ollessa valtion omana työnä. Eikä sovi unohtaa mitausten inhimillistä arvoa paikallisille ihmisille, jotka asuvat Inarijärven ja Ivalojoen rantavyörymien vaikutusalueilla. Lukuisia kertoja vuoden 2020 maastomittauksia suorittaessa sai kuulla maanomistajien olevan sitä mieltä, että on tärkeää, että valtio seuraa syö-

pyviä rantoja ja virkamiehet käyvät paikan päällä toteamassa kulloisenkin tilanteen. Paikallisille rannat ovat osa jokapäiväistä elinpiiriä ja tieto siitä että, valtio edes kerran viidessä vuodessa seuraa rantojen tilaa tuonee heille mielenrauhaa rahallisen kompensaation lisäksi.

8 LÄHTEET

ELY 2020. Elinkeino-, liikenne-, ja ympäristökeskus. Tehtävät ja toiminta – Lappi. Viitattu 23.10.2020 <https://www.ely-keskus.fi/ely-lappi-tehtavat-ja-toiminta>.

Geotrim 2020. Tuotteet. GNSS. Viitattu 23.10.2020 <https://geotrim.fi/tuotteet/gnss/gnss-jarjestelmat/trimble-r8s/>.

Järvinen, E A., Porsanger, K., Alaraudanjoki, T., Heinimaa, P. & Salonen, E. 2010. Inarijärven säännöstelyluvan ja siihen liittyvien tehtävien siirtäminen Lapin ELY-keskukselle. Suomen Ympäristökeskuksen raportteja 18/2010. Suomen ympäristökeskus.

Kämäräinen, J-P. 2020. Lapin elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Vesitalousasiantuntijan haastattelu 17.6.2020.

Moilanen, T. 2020. Lapin elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Erikoissuunnittelijan haastattelu 17.6.2020.

Puro-Tahvanainen, A., Aroviita, J., Järvinen, E A., Kuoppala, M., Marttunen, M., Nurmi, T., Riihimäki, J., & Salonen, E. 2013. Inarijärven tilan kehittyminen vuosina 1960–2009. 19/2011. Rovaniemi: Suomen Ympäristökeskus.

Puro-Tahvanainen, A., Aroviita, J., Järvinen, E A., Kuoppala, M., Marttunen, M., Nurmi, T., Riihimäki, J., & Salonen, E. 2013. Inarijärven tilan kehittyminen vuosina 1960–2009 Yhteenveto. 108/2013. Rovaniemi: Lapin ELY-keskus.

Puro-Tahvanainen, A., Aroviita, J., Dubrovin, T., Kämäräinen, J-P., Marttunen, M., Mykrä, H., Niva, T., Riihimäki, J. & Ylikörkkö, J. 2019. Inarijärven tilan kehittyminen vuosina 1960–2017. 27/2019. Rovaniemi: Lapin ELY-keskus.

Salakka, T. 2018. Inarin säännöstelystä aiheutuvien rantavyörymien estäminen Yleissuunnitelma 2018. Vihko 84. Inari: Lapin ELY-keskus.

Sopimus Suomen Hallituksen, Norjan Hallituksen ja Sosialististen Neuvostotasavaltain Liiton Hallituksen kesken Inarijärven säännöstelemisestä Kaitakosken voimalaitoksen ja padon avulla 39/1959. Viitattu 23.10.2020 https://www.finlex.fi/fi/sopimukset/sopsteksti/1959/19590039/19590039_2.

Sopimus Suomen Tasavallan ja Sosialististen Neuvostotasavaltain Liiton kesken Suomen Tasavaltaan kuuluvan Jäniskosken vesivoimalaitoksen ja Niskakosken säännöstelypadon alueen liittämistä Neuvostoliiton alueeseen 9/1947. Viitattu 23.10.2020 https://finlex.fi/fi/sopimukset/sopsteksti/1947/19470009/19470009_2.

Ympäristöhallinto 2019. Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. Inarijärven säännöstelykäytäntö ja hydrologia. Viitattu 3.11.2020 [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesien_kaytto/Saannostely/Saannostellyt_jarvet_ja_joet/Inarijarven_saannostelykaytanto_ja_hydro\(29970](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesien_kaytto/Saannostely/Saannostellyt_jarvet_ja_joet/Inarijarven_saannostelykaytanto_ja_hydro(29970)

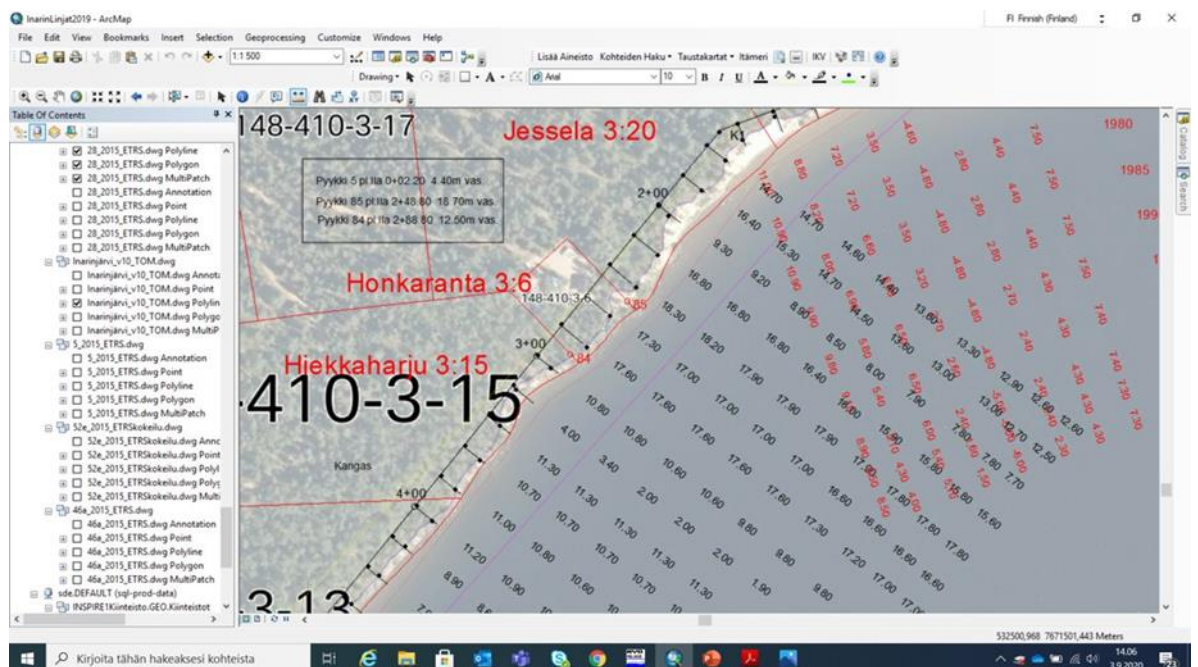
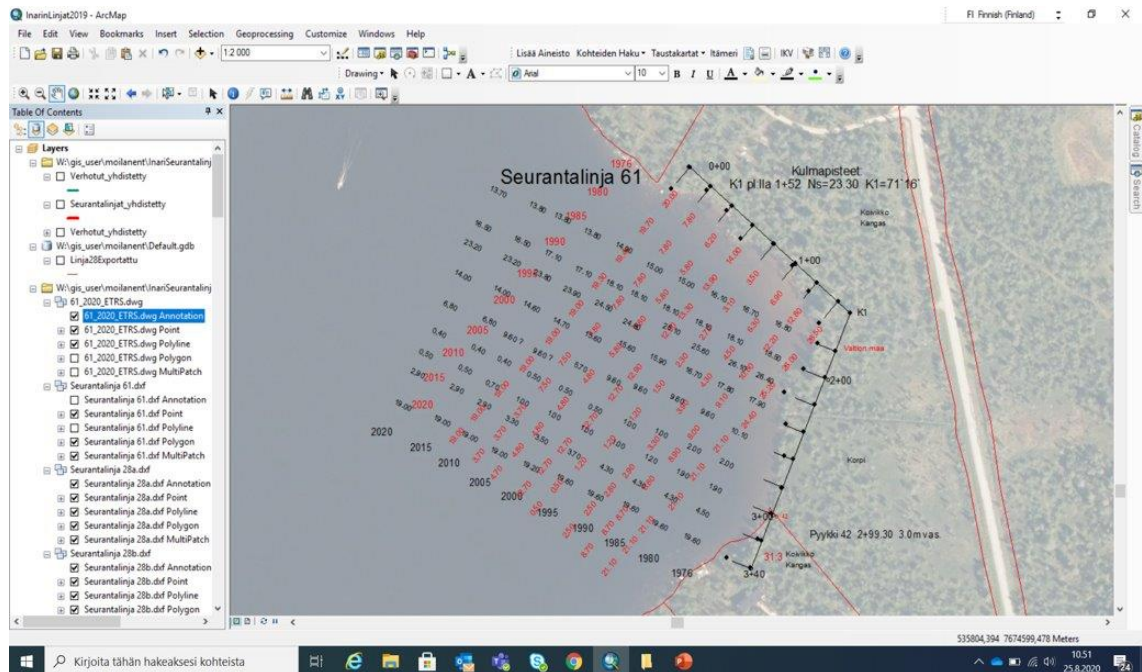
Ympäristöhallinto 2013. Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. Inarijärvi. Viitattu 23.10.2020 [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Luonto/Suojelualueet/Natura_2000_alueet/Inarijarvi\(5339\)](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Luonto/Suojelualueet/Natura_2000_alueet/Inarijarvi(5339)).

LIITTEET

Liite 1. ArcMap- ja AutoCAD-aineistoa

Liite 2. Valokuvia seurantalinoilta

ArcMap-aineistoa:



Valokuvia seurantalinjoilta:



Valokuvia seurantalinjoilta:

