



Inarijärven tilan kehittyminen vuosina 1960–2017

**ANNUKKA PURO TAHVANAINEN, JUKKA AROVIITA, TANJA DUBROVIN, JUHA PETRI KÄMÄRÄINEN, MIKA MARTTUNEN,
HEIKKI MYKRÄ, TEUVO NIVA, JUHA RIIHIMÄKI, JUKKA YLIKÖRKÖ**



Inarijärven tilan kehittyminen vuosina 1960–2017

**ANNUKKA PURO-TAHVANAINEN, JUKKA AROVIITA, TANJA DUBROVIN, JUHA-PETRI KÄMÄRÄINEN,
MIKA MARTTUNEN, HEIKKI MYKRÄ, TEUVO NIVA, JUHA RIIHIMÄKI, JUKKA YLIKÖRKKÖ**

RAPORTEJA 27 | 2019

INARIJÄRVEN TILAN KEHITTYMINEN 1960–2017

Lapin elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

Taitto: Ritva-Liisa Hakala

Kansikuva: Annukka Puro-Tahvanainen

Painotalo: PunaMusta Oy

ISBN 978-952-314-790-4 (painettu)

ISBN 978-952-314-791-1 (PDF)

ISSN-L 2242-2846

ISSN 2242-2846 (painettu)

ISSN 2242-2854 (verkkajulkaisu)

URN:ISBN:978-952-314-791-1

www.doria.fi/ely-keskus

Sisältö

Inarijärven tilan kehittyminen vuosina 1960–2017

1 Johdanto	5
2 Mittaritarkastelun lähtökohdat, menetelmät ja toteutus	6
3 Säännöstely ja sen kehittäminen	8
3.1 Inarijärven säännöstely	8
3.2 Inarijärven vedenkorkeudet 2000-luvulla	8
3.3 Muutokset hydrologisissa olosuhteissa sekä ilmastonmuutoksen vaikutus säännöstelyyn.....	9
4 Hydrologiset olosuhteet.....	12
4.1 Aineisto ja menetelmät	12
4.2 Lumen vesiarvo ja sadanta	13
4.3 Ilman lämpötila	15
4.4 Veden lämpötila	15
4.5 Jäättilanne ja avosesikauden pituus	17
4.6 Inarijärven tulovesimäärät.....	18
4.7 Yhteenveto	20
5 Säännöstelyä kuvaavat mittarit.....	21
5.1 Vedenkorkeuteen perustuvat mittarit.....	21
5.1.1 Lähtökohdat.....	21
5.1.2 Mittareiden esittely.....	21
5.1.3 Mittaritarkastelujen tulokset.....	24
5.1.4 Yhteenveto	27
5.2. Rantavyörymät ja rantasuojaukset	29
6 Kuormitus ja veden laatu	31
6.1 Aineisto ja menetelmät	31
6.2 Kuormitus.....	32
6.3 Veden laatu.....	33
6.4 Yhteenveto	39
7 Vesikasvillisuus	42
7.1 Aineisto ja menetelmät.....	42
7.2 Tulokset.....	44
7.3 Tulosten tarkastelu	46

8 Pohjaeläimistö.....	47
8.1 Johdanto	47
8.2 Aineisto ja menetelmät	48
8.3 Aineiston tarkastelut.....	49
8.4 Tulokset	49
8.5 Tulosten tarkastelu.....	54
8.6 Johtopäätökset	55
9 Kalakannat ja kalastus	56
9.1 Aineisto ja menetelmät	56
9.2 Kalansaaliit ja kalastajamäärät.....	57
9.3 Istutusten tuloksellisuus	58
9.4 Yksikkösaaliit.....	62
9.5 Kasvu	62
9.6 Yhteenveto	64
10 Yhteenveto	65
Lähteet	67
Liitteet	68
Liite 1. Säänöstelyä kuvaavien mittareiden selitykset ja laskentakaavat	68
Liite 2. Tarkastelussa käytetyt lyhenteet.....	69
Liite 3. Pohjaeläinnäytteuden näyteenottoaikat ja niiden koordinaatit	70
Liite 4. Pohjaeläintaksonin esiintymistodennäköisyydet (tyypille ominaiset taksonit, esiintymistoden-näköisyys > 0,4) ja keskimääräiset prosentiosuudet Pohjois-Lapin vertailujärvissä.	70

1 Johdanto

ANNUKKA PURO-TAHVANAINEN, LAPIN ELINKEINO-, LIIKENNE- JA YMPÄRISTÖKESKUS
MIKA MARTTUNEN, SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUS

Inarijärven tilan sekä käytön ja hoidon kehittymistä on tarkasteltu kattavasti edellisen kerran lähes 10 vuotta sitten (Puro-Tahvanainen ym. 2011). Raportissa tarkasteltiin Inarijärven hydrologisten olosuhteiden, säännöstelyn, kuormituksen ja veden laadun, vesikasvillisuuden, rantavyöhykkeen pohjaeläimistön ja kalakantojen tilaa sekä niihin vaikuttavia tekijöitä ja eri tekijöiden välisiä vuorovaikutuksia. Inarijärven tilaa ja sen kehittymistä tarkasteltiin yhteensä yli 60 eri tekijöitä kuvaavan mittarin avulla nykyisen säännöstelykäytännön aikana (2000–2009) verrattuna pidempään vertailujaksoon.

Inarijärvi tarjoaa Suomessa harvinaisen hyvät mahdollisuudet järven tilaa ja sen kehittymistä kuvaavien mittareiden kehittämiseen ja hyödyntämiseen. Ensinnäkin järveltä on olemassa kohtuullisen hyvin erilaista tutkimus- ja seurantatietoa usean vuosikymmenen ajalta. Toiseksi Inarijärvi on valtakunnallisesti merkittävä järvi, jonka tilan ja käytön kehittyminen kiinnostaa Inarin kunnan asukkaiden lisäksi myös valtakunnallisesti. Kolmanneksi luonnontilaisen ja erämaisen järven maineesta huolimatta ihmistoiminta vaikuttaa Inarijärveen. Inarijärven vedenkorkeutta säännöstellään voimatalouden tarpeisiin ja säännöstelyn aiheuttamia haittoja kalastoon on kompensoitu Suomen oloissa poikkeuksellisen mittavilla kalaistutuksilla.

Osana Inarijärven säännöstelyn kehittämishanketta käynnistettiin vuonna 2018 työ, jonka tavoitteena on arvioida Inarijärven tilan kehittymistä mittareiden avulla nykyisen säännöstelykäytännön aikana vuosina 2000–2017 sekä pidemmällä vertailujaksolla aiemmin kehitetyllä mittaristolla. Lisäksi arvioidaan mittarien kehitystarvetta siten, että järven tilasta voidaan säännöllisesti tiedottaa kansalaisia ja päätöksentekijöitä havainnollisessa ja kiinnostavassa muodossa.

Hanketta ovat rahoittaneet maa- ja metsätalousministeriö, Suomen ympäristökeskus, Luonnonvarakeskus ja Lapin ELY-keskus.

Raportti tarjoaa kattavan yhteenvedon Inarijärven tilasta ja kehittymisestä viime vuosikymmeninä ja sen tuloksia voidaan hyödyntää monissa eri yhteyksissä. Tuloksia voidaan hyödyntää mm. säännöstelykäytännön ja kalaston hoidon kehittämisessä sekä matkailussa, opetuksessa ja yleisessä viestinnässä. Tarkastelu tukee myös vesienhoitotyötä, koska se auttaa ymmärtämään biologisiin laatutekijöihin vaikuttavia tekijöitä ja selittämään syitä järven tilan kehityssuunnille.

2 Mittaritarkastelun lähtökohdat, menetelmät ja toteutus

ANNUKKA PURO-TAHVANAINEN, LAPIN ELINKEINO-, LIIKENNE- JA YMPÄRISTÖKESKUS
MIKA MARTTUNEN, SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUS

Mittareilla tarkoitetaan tässä työssä tunnuslukuja, joilla kuvataan Inarijärven tilan ja käytön kehittymistä. Mittareita valittaessa on pyritty siihen, että ne ovat Inarijärven käyttöä ja hoitoa palvelevia sekä yleistä mielenkiintoa herättäviä. Lisäksi on kiinnitetty huomiota siihen, että mittarit olisivat maallikoidenkin ymmärrettävissä ja niihin tarvittava tieto saadaan helposti kerättyä tai se on jo kerätty jotakin muuta tarkoitusta varten.

Mittaritarkastelulla etsitään vastauksia seuraaviin kysymyksiin:

- Minkälaisia muutoksia Inarijärven tilaan vaikuttavissa tekijöissä, kuormituksessa, säännöstelykäytännössä, kunnostustoimenpiteissä, kalaistutuksissa ja kalastuksessa on tapahtunut?
- Kuinka hyvin vuonna 2000 käyttöön otetut säännöstelykäytännön suositukset ovat toteutuneet?
- Mikä on veden laadun, rantavyöhykkeen eliöstön ja kalakantojen tila ja miten se on muuttunut viimeisten vuosikymmenten aikana?
- Onko Inarijärvellä havaittavissa merkkejä ilmastomuutoksesta?

Kaikkiaan työssä on määritetty noin 50 mittaria, jotka liittyvät seuraaviin aihepiireihin:

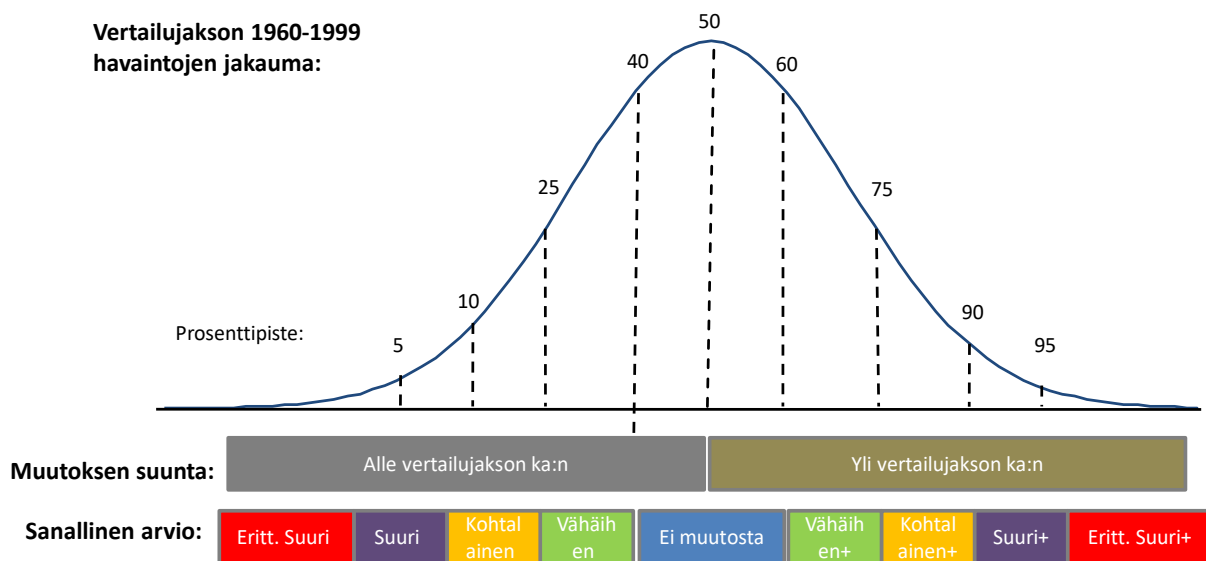
- Hydrologiset olosuhteet
- Kuormitus
- Inarijärven tila: veden laatu, kasvillisuus, pohjaeläimet, kalasto
- Inarijärven säännöstelyn toteutus
- Inarijärven säännöstelyn haittojen vähentäminen: kalaistutukset ja kunnostustoimenpiteet
- Inarijärven käyttö: kalastus, virkistyskäyttö, vesivoimantuotanto

Mittaritarkastelut pohjautuvat pitkäaikaiseen kehitystyöhön ja aineistojen keräämiseen SYKEssä, Luksessa ja Lapin ELY-keskuksessa. Säännöstelyn vaikutuksia kuvaavia mittareita on kehitetty ja sovellettu lukuisten säännöstelyn kehittämishankkeiden yhteydessä (esim. Marttunen M. & Järvinen E.A. 1999, Tarvainen ym. 2003). CENOREG-hankkeessa (Keto et al. 2008) vertailtiin säännöstelyjen ja säännöstellettömien järvien rantavyöhykkeen eliöstöä, arvioitiin biologisten laatutekijöiden vastetta säännöstelyn voimakkuuteen ja kehitettiin menetelmiä rantavyöhykkeen ekologisen tilan arviointiin.

Tarkastelujakso mittaritarkastelussa on pääsääntöisesti 1960–2017. Mittaritarkastelun tulokset esitetään biologisia tekijöitä lukuun ottamatta keskiarvoina 10-vuotisjaksoittain. Kunkin mittarin kohdalla on vertailtu 2010-luvun keskiarvoa jakson 1960–1999 jakaumaan (kuva 2.1), ja sen perusteella on määritetty muutoksen suuruus ja suunta. Joidenkin mittareiden, esimerkiksi kalansaaliiden kohdalla, on käytetty pidempää vertailujaksoa. Tällöin on ollut mahdollista päästä jopa säännöstelyä edeltävään ajanjaksoon. Kasvillisuuden ja pohjaeläimistön osalta Inarijärven mittariarvoja on verrattu muihin suomalaisiin säännöstelyihin järviin ja luonnontilaisiin vertailujärviin.

Tarkastelussa hyödynnetään Inarijärveltä eri menetelmillä kerättyä kasvillisuus-, pohjaeläin- ja kala-aineistoa. Kalakantoja koskevat tiedot on kerätty velvoitetarkkailulla. Kasvillisuus- ja pohjaeläinaineistoa on kerätty 1990-luvulla tehdyssä Inarijärvi -tutkimuksessa ja sen jälkeen osana säännöstelyn vaikutusten seurantaan. Pohjaeläimistön osalta hyödynnetään myös 1960-luvulla tehtyjä säännöstelyhaittojen arviointiin liittyviä tutkimustuloksia.

**Vertailujakson 1960-1999
havaintojen jakauma:**



Kuva 2.1. 2010-luvun keskiarvoa on verrattu vertailujakson 1960–1999 havaintojen jakaumaan, minkä perusteella on arvioitu mahdollisen muutoksen suunta ja suuruus.



Suovanuoran suurten saarien rantoja. Kuva Jukka Ylikörkkö.

3 Säännöstely ja sen kehittäminen

JUHA-PETRI KÄMÄRÄINEN, LAPIN ELINKEINO-, LIIKENNE- JA YMPÄRISTÖKESKUS

3.1 Inarijärven säännöstely

Nykyinen Inarijärven säännöstelyn vesioikeudellinen lupa perustuu vesistötoimikunnan 27.1.1958 tekemään päätökseen. Päätöksen pohjalta on laadittu Suomen, Norjan ja Venäjän hallitusten välinen valtiosopimus, joka allekirjoitettiin vuonna 1959. Säännöstelyn käytännön toteuttamista ohjaa sopimuksen liitteenä oleva asiakirja (Ohjeet Inarijärven säännöstelemisestä Kaitakosken voimalaitoksen ja padon avulla), jossa määrätään mm. säännöstelyä koskevista juoksutuksista ja vedenkorkeuksista.

Inarijärven vedenkorkeuksien ilmoittamisessa on merkillepantavaa käytössä olevien eri korkeusjärjestelmien väliset erot. Säännöstelyn ohjeistuksessa ja operatiivisessa työssä käytetään muun muassa venäläisten ja norjalaisten kanssa käytävässä tiedonvaihdossa ns. N_{hanke} -korkeustasoa. Tämä korkeustaso poikkeaa vuoden 1959 valtiosopimuksen mukaisesta korkeustasosta +1,47 m ja Lapissa yleisesti käytössä olevasta N_{60} -korkeusjärjestelmästä -0,28 m. Tässä luvussa on vedenkorkeuksien kuvauksessa käytetty N_{hanke} -korkeustasoa ja vastaavat korkeudet N_{60} -korkeusjärjestelmässä on esitetty suluissa.

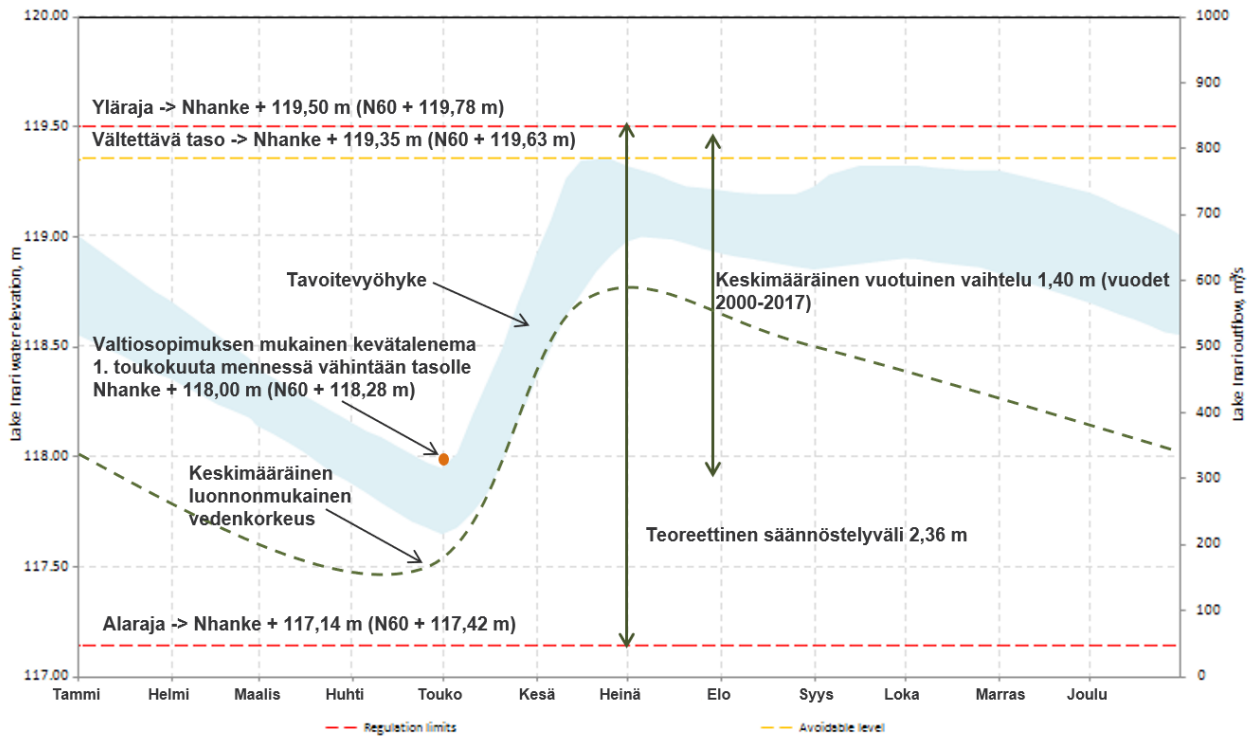
Suomen, Venäjän ja Norjan allekirjoittaman valtiosopimuksen jälkeen toimi vuosina 1959–1999 vedenkorkeuksien merkittävimpinä ohjaavina tasoina säännöstelyn ylä- ja alarajat $N_{\text{hanke}} + 119,50$ m ($N_{60} + 119,78$ m) ja $N_{\text{hanke}} + 117,14$ m ($N_{60} + 117,42$ m) sekä 1. toukokuuta mennessä saavutettava kevätaaleneman vähimmäistaso $N_{\text{hanke}} + 118,00$ m ($N_{60} + 118,28$ m). Vuosikalerin mukaista vedenkorkeuden tavoitetasoa ei ollut, mikä tarkoitti, että juoksutuksia alettiin selvästi suurentamaan vasta vedenkorkeuden noustessa ylärajan tuntumaan, ja vastaavasti alimpia vedenkorkeuksia tuntuvasti rajoitettiin juoksutuksia pienentämällä vasta vedenkorkeuden ollessa hyvin alhaisella tasolla. Tämä käytäntö aiheutti sateisina kausina usein ylärajan ylittymisiä, ja vastaavasti kuivina vähäsateisina aikoina vedenkorkeus saattoi pysytellä hyvin pitkään haitallisen matalalla.

Vuosina 1992–1997 toteutetun tutkimuksen yhteydessä laadittiin suositukset säännöstelyn toteutukselle siten, että vesistön tila ja käyttökelpoisuus paranisivat ilman merkittäviä haittoja Paatsjoen vesi-

voimatuotannolle ja eliöyhteisölle. Nämä suositukset pyrittiin ottamaan mahdollisimman hyvin huomioon, kun vuonna 1998 laadittiin valtiosopimusta täydentävät ohjeet Inarijärven säännöstelyn toteuttamiseksi. Luonnos säännöstelyn ohjeista valmistui saman vuoden lopulla, ja Inarijärven säännöstelyvaltuutetut hyväksyivät ohjeet maaliskuussa 1999. Täydennyksen mukaisesti Inarijärven säännöstelyssä noudatetaan ns. ekologista säännöstelyä. Se tarkoittaa sitä, että Inarijärven vedenkorkeuden vaihtelulle on asetettu vuosikalerin mukaiset tavoiterajat, joita säännöstelyn toteuttamisessa pyritään noudattamaan ilman tarpeettomia ohjuoksutuksia. Tavoiterajojen mukainen vedenkorkeuden vaihtelu on pienempää kuin olisi mahdollista lupaehtojen mukaan. Vedenkorkeuksien osalta se tarkoittaa erityisesti sitä, että säännöstelyssä tulee välttää vedenkorkeuden nousua tason $N_{\text{hanke}} + 119,35$ m ($N_{60} + 119,63$ m) yläpuolelle, sekä toisaalta välttää kesällä liian matalia, tason $N_{\text{hanke}} + 118,90$ m ($N_{60} + 119,18$ m) alapuolisia vedenkorkeuksia. Lisäksi kesän tulvahuipun jälkeen tulee pyrkiä aleneviin vedenkorkeuksiin. Uusi täydennys mahdollistaa myös pienempien juoksutusten (90–100 m³/s) käytön silloin, kun ennusteiden perusteella on odotettavissa, että vedenpinta alenee tason $N_{\text{hanke}} + 118,90$ m ($N_{60} + 119,18$ m) alapuolelle.

3.2 Inarijärven vedenkorkeudet 2000-luvulla

Tavoitevyöhykkeeseen perustuvan säännöstelyn käytönotto on merkinnyt selvää muutosta aiempaan verrattuna erityisesti poikkeuksellisissa vesitilanteissa. Inarijärvi-tutkimuksessa haitalliseksi todettujen liian alhaisten kevätesikorkeuksien välttäminen sekä pyrkimys pitää kesävedenkorkeus tason $N_{\text{hanke}} + 118,90$ m ($N_{60} + 119,18$ m) yläpuolella ovat merkinneet sitä, että vuosina 2000–2017 Inarijärven vedenkorkeus on ollut keskimäärin noin 60 cm luonnonmukaista ylempänä, kun se vuosina 1960–1999 on ollut keskimäärin noin 50 cm luonnonmukaista ylempänä. Vedenkorkeuden vuotuinen vaihteluväli on ollut vuosina 2000–2017



Kuva 3.1. Inarijärven vedenkorkeuden säännöstelyrajat sekä vuosikalenterin mukainen tavoitevyöhyke.

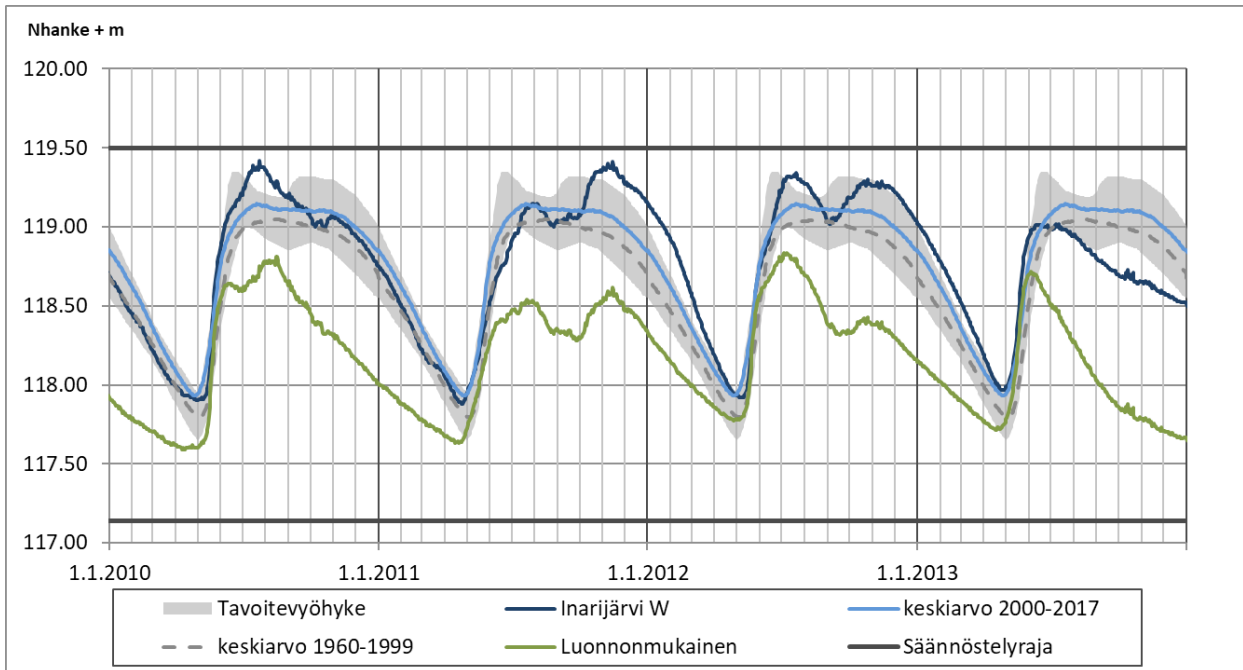
keskimäärin 1,40 m, ja se on ollut noin 30 cm vastaavan ajan luonnonmukaista suurempi. Vuosien 1960–1999 vedenkorkeuksiin verrattuna vuosien 2000–2017 vedenkorkeudet ovat olleet keskimäärin 14 cm ylempänä. Vedenkorkeuksia kuvaavia mittareita esitellään tarkemmin luvussa 5 ”Säännöstelyä kuvaavat mittarit”.

Sadannassa on 2000-luvulla ollut havaittavissa ke-säaikaista kasvua, mikä on osaltaan vaikuttanut korkeampiin vedenkorkeuksiin. Erityisesti touko-, kesä- ja heinäkuun sadannassa on nähtävissä selkeä kasvava trendi. Inarijärven yläpuolisen valuma-alueen järvi-syys on suhteellisen pieni, joten kovat sateet nostat-tavat järven tulovirtaamaa hyvin nopeasti. Esimerkiksi Ivalojoessa virtaama voi kovien sateiden vaikutukses-ta jopa 4-kertaistua vuorokauden aikana. Ivalojoen valuma-alueen pinta-alaltaan noin 3 900 km², mikä vastaa noin 27 % koko Inarijärven valuma-alueesta. Myös talviaikaisten lämpötilojen kasvu on vaikuttanut siihen, että vedenpintojen tasot ovat olleet 2000-lu-vulla korkeampia kuin vuosina 1960–1999. Etenkin alkutalven marras-joulukuun lämpötiloissa on tapah-tunut selkeää lämpenemistä, minkä seurauksena tal-ven tulo on myöhentynyt ja tämän seurauksena myös Inarijärven vedenkorkeuden talviaikaisen laskun alkami-nen siirtynyt myöhempään. Vastaavasti myös huh-ti-toukokuun lämpötilat ovat kohonneet ja sen myötä kevään tulo sekä vedenpinnan nousuun lähtö aikais-tunut. Pitkittynyt syksy pitää siis vedenkorkeudet pi-

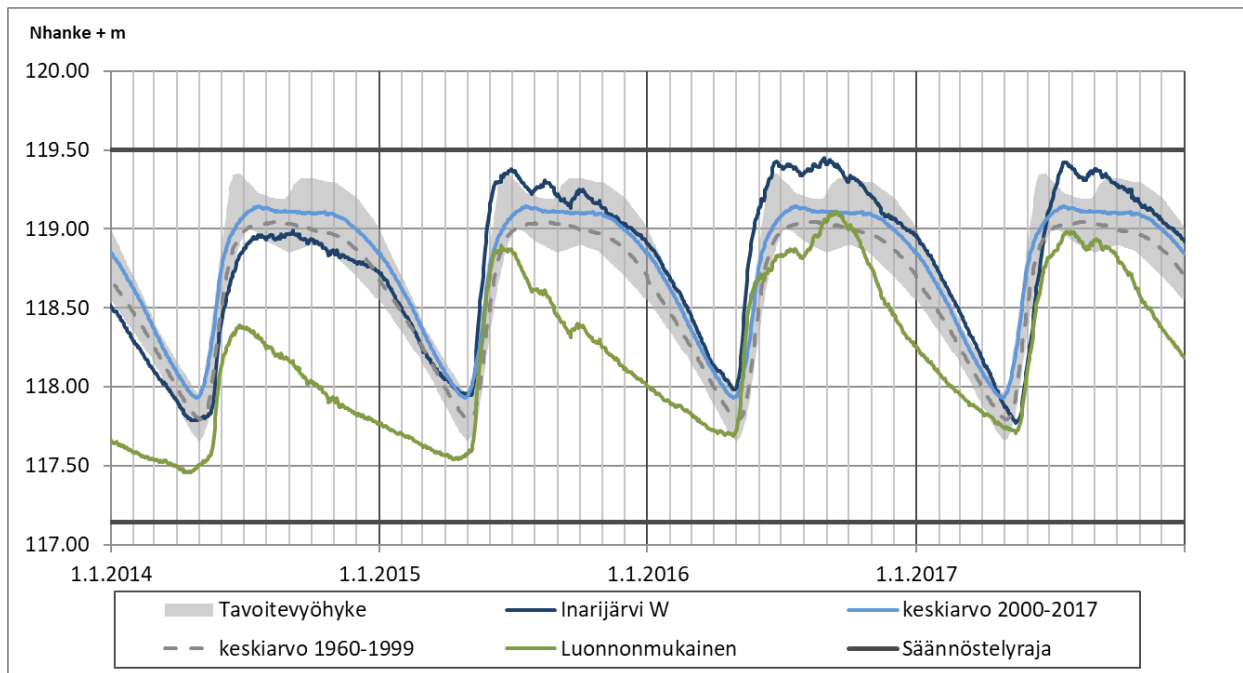
tempään ylhäällä ja varhainen kevät aikaistaa kesäai-kaisen nousun. Tämä on osaltaan syynä siihen, että keskimääräinen kevätkuoppa on noussut ylöspäin ja alimpien vedenkorkeuksien esiintyminen aikaistunut. Sadantaa ja lämpötilaa kuvaavia mittareita esitellään tarkemmin luvussa 4 ”Hydrologiset olosuhteet”.

3.3 Muutokset hydrologisissa olosuhteissa sekä ilmastonmuutoksen vaikutus säännöstelyyn

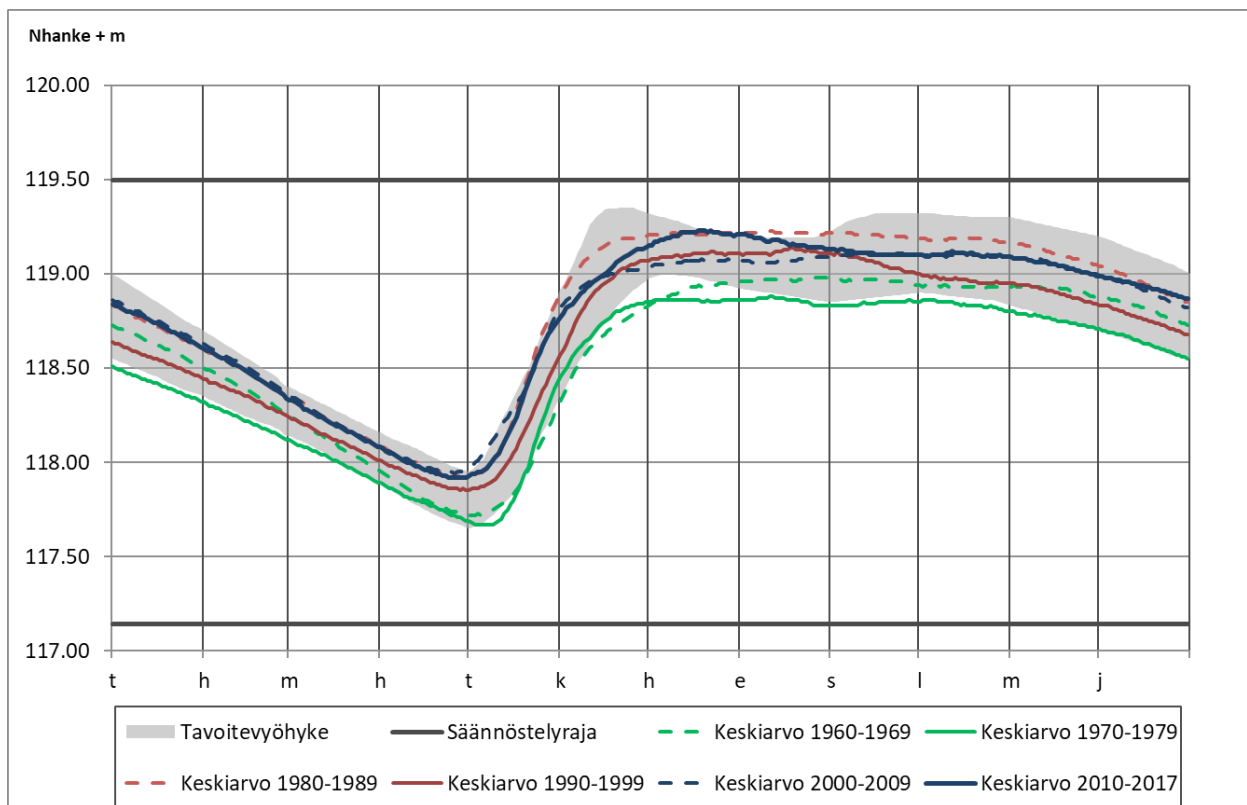
Nykyisten tutkimusten mukaan ilmastonmuutoksen hydrologiset vaikutukset Paatsjoen vesistöalueella tulevat edelleen näkymään muun muassa talvikau-den lyhentymisenä, alkutalven kasvavina virtaami-na ja kevättulvan aikaistumisena. Mikäli hydrologiset muutokset tulevat toteutumaan nykyisten ilmastonmuutostutkimusten mukaisina, tulee Inarijärven sään-nöstelykäytäntöön sen seurauksena muodostumaan ongelmia sekä talviaikaisissa juoksuksissa että kesäaikaisen vedenkorkeuden tavoitetaso saavut-tamisessa. Nykyisten ohjeiden ja niihin liittyvien täy-dennysten mukainen Inarijärven vedenpinnan alen-taminen ennen 1. toukokuuta vähintään korkeuteen $N_{hanke} + 118,00$ metriä ($N_{60} + 118,28$ m) tulee ilmaston-



Kuva 3.2. Inarijärven vuosien 2010–2013 havaitut ja luonnonmukaiset vedenkorkeudet sekä vuosien 1960–1999 ja 2000–2017 keskiarvo vedenkorkeudet.



Kuva 3.3. Inarijärven vuosien 2014–2017 havaitut ja luonnonmukaiset vedenkorkeudet sekä vuosien 1960–1999 ja 2000–2017 keskiarvo vedenkorkeudet.



Kuva 3.4. Inarijärven vedenkorkeudet vuosien 1960–2009 kymmenvuotiskeskisarvoina sekä vuosien 2010–2017 keskiarvona.

muutoksen myötä johtamaan talviaikaisiin ohjuoksu-
tuksiin Paatsjoen vesivoimalaitoksilla. Samalla kevät-
tulvien pienentymisen seurauksena ei kesäaikaista
tavoitekorkeutta useinkaan saavuteta, vaan vähäisistä
juoksuksista huolimatta Inarijärven vedenpinta
tulee jäämään mm. rantojen käytön ja virkistyskäytön
kannalta haitallisen alhaiselle korkeudelle. Vastaavas-
ti Venäjän ja Norjan puolella Paatsjoen pienet ja pit-
käkestoiset kesäaikaista juoksuksia tulevat aiheu-
tamaan voimataloudellisia haittoja sekä mahdollisia
ekologisia ongelmia Paatsjoen luontoympäristöön.

Inarijärven säännöstelyssä onkin lähivuosien aika-
na syytä varautua ilmastonmuutokseen säännöstelyä
koskevia ohjeita täydentämällä tai hakemalla joustavaa
ratkaisua etenkin sopimuksen mukaisen kevätaleneman
käyttöön. Joustava, kevään tulovirtaamaen-
nusteisiin perustuva säännöstely sekä kevätaleneman
suuruuden määrittäminen vähentäisi sekä talviaikaisten
ohjuoksuksien tarvetta että kesäaikaisten pien-
ten virtaamien käyttöä. Vähälumisina talvina, jolloin
kevään tulovirtaamamäärä jäänee selvästi keskimää-
räistä pienemmäksi, joustavassa säännöstelyvaihto-
ehdossa nykyisen lupaehdon määräämää kevätale-

nemaa $N_{\text{hanke}} + 118,00$ metriä ($N_{60} + 118,28$ m) ei edes
yritettäisi saavuttaa, vaan vedenpinta lasketaan huh-
tikuun puoleen väliin mennessä sellaiselle tasolle, että
riittävä kesäaikaista vedenkorkeus mahdollistetaan.
Kevätaleneman pienentämällä ja aikaistamisella py-
ritään siis vähentämään talviaikaisia ohjuoksuksia
ja helpottamaan alkukesän tavoitekorkeuden saavut-
tamista lisäämättä kuitenkaan tulvariskiä Inarijärvellä.

Aihetta on viime vuosina käsitelty Inarijärven sään-
nöstelyvaltuutettujen kokouksissa, ja Suomen, Venä-
jän ja Norjan kesken on laadittu alustavasti yhteinen
toimintamalli poikkeuksellisessa vesitilanteessa toi-
mimisesta. Toimintamallissa on huomioitu erityisesti
valtiosopimuksen mukaisesta kevätalenemasta mah-
dollisesti aiheutuvat ongelmatilanteet, kun vesitilan-
ne on kehittynyt siten, että Inarijärven vedenkorkeut-
ta ei ole mahdollista tai tarkoituksenmukaista laskea
 $N_{\text{hanke}} + 118,00$ m ($N_{60} + 118,28$ m) saakka 1. toukokuu-
ta mennessä. Osapuolet ovatkin sopineet, että ilmas-
tonmuutoksen vaikutusten sekä poikkeuksellisten ve-
sitilanteiden analysointia Inarijärven säännöstelyssä
tullaan jatkamaan osapuolten välisissä neuvotteluissa
ja kokouksissa.

4 Hydrologiset olosuhteet

JUKKA YLIKÖRKÖ, LAPIN ELINKEINO-, LIIKENNE- JA YMPÄRISTÖKESKUS

4.1 Aineisto ja menetelmät

Inarijärven hydrologiaa kuten jäätymistä ja jäänlähtöä, sadantaa ja järveen laskevien jokien virtaamia on seurattu jo 1920-luvulta alkaen, mutta yhtenäiset aikasarjat kaikista muuttujista ovat pääosin 1960-luvun alusta lähtien. Inarijärven ja sen valuma-alueen hydrologisia muuttujia koskeva aineisto on kerätty ympäristöhallinnon hydrologisesta tietojärjestelmästä, ja muuttujista on laskettu taulukossa 4.1 esitetyt mittarit. Mittareiden tarkastelujaksona on käytetty vuosia 1960–2017. Tarkastelussa verrataan viimeisiä kymmenvuotiskausia aiemman säännöstelykäytännön aikaiseen vertailujaksoon 1960–1999. Mittareiden aikasarjoja myös testattiin Mann-Kendalin järjestyskorrelaatiolla tilastollisesti merkitsevien muutossuuntien havaitsemiseksi (taulukko 4.2).

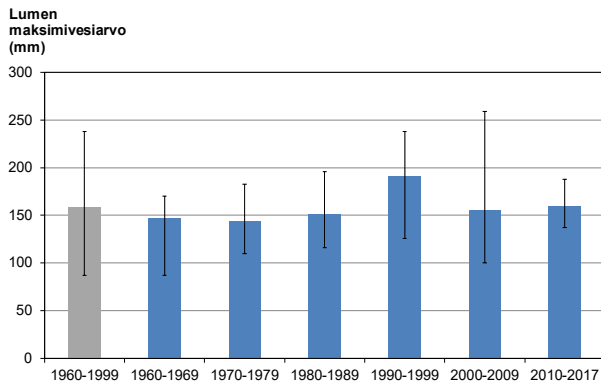
Taulukko 4.1. Tarkastelussa käytetyt muuttujat ja mittarit.

Muuttuja	Nro	Mittari	Aikasarjan pituus
Lumen vesiarvo	1	Lumen maksimivesiarvo (mm)	1960–2017
Sadanta	2	Tammi-huhtikuun sadanta (mm)	1960–2017
	3	Touko-elokuun sadanta (mm)	1960–2017
	4	Syys-joulukuun sadanta (mm)	1960–2017
Ilman lämpötila	5	Ilman lämpötila marras-joulukuu	1961–2017
	6	Ilman lämpötila huhti-touko	1961–2017
Veden lämpötila	7	Vesipatsaan keskilämpötila eri kuukausina Nellimin Paksuvuonossa (°C)	1961–2017
	8	Avovesikauden lämpösumma (°C)	1951–2017
Jäätyminen / Jäänlähtö	9	Jäätymispäivä selkävesillä (päivän järjestysnumero 1–365)	1960–2017 (1925–2017)
	10	Jäänlähtöpäivä selkävesillä (päivän järjestysnumero 1–365)	1960–2017 (1925–2017)
	11	Avovesikauden pituus (vrk)	1960–2017
Jäänpaksuus	12	Jään paksuus Nellimissä 30.12. (cm)	1961–2017
	13	Jään paksuus Nellimissä 30.3. (cm)	1961–2017
Virtaama	14	Inarijärven tulovirtaama touko-lokakuu (m ³)	1960–2017
	15	Inarijärven tulovirtaama marras-huhtikuu (m ³)	1960–2017

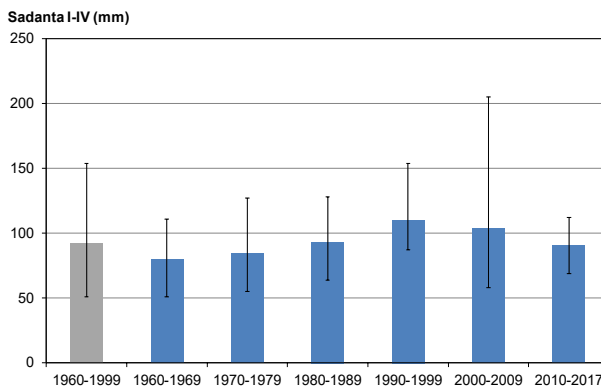
4.2 Lumen vesiarvo ja sadanta

Koko Inarijärven valuma-alueen (Inari-Luusua) lumen aluevesiarvomittausten perusteella on saatu lumen vuosittaiset maksimivesiarvot. Lumen vesiarvo kuvaa lumesta sulatettuna muodostuvan vesikerroksen paksuutta. Vuosina 1960–2009 lumen maksimivesiarvo on vaihdellut välillä 259 mm (2000) ja 87 mm (1960). Vertailujakson 1960–1999 keskiarvo on 158 mm (kuva 4.1). 1990-luku oli huomattavan runsasluminen. Viimeisillä kymmenvuotisjaksoilla lumen maksimivesiarvo on ollut lähellä vertailujakson keskiarvoa (kuva 4.1 ja taulukko 4.3), eikä aikasarjassa (1960–2017) ole selvää muutossuuntaa.

Tammi-huhtikuun sadanta tarkoittaa kyseisenä ajanjaksona valuma-alueelle eri olomuodoissa satautunutta vettä. Aikasarjassa erottuvat runsasluminen 1990-luku sekä 2000-luku johon osuu kaikkein sateisin lopputalvi (v. 2000, 205 mm) (kuva 4.2). Lopputalven sadannassa on tilastollisesti merkitsevä kasvava



Kuva 4.1. Lumen maksimivesiarvo eri tarkastelujaksoilla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana todellisen vaihteluvälin tarkastelujaksolla.

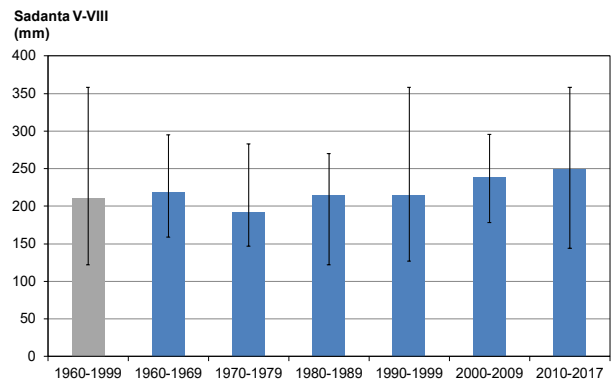


Kuva 4.2. Tammi-huhtikuun sadanta eri tarkastelujaksoilla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana todellisen vaihteluvälin tarkastelujaksolla.

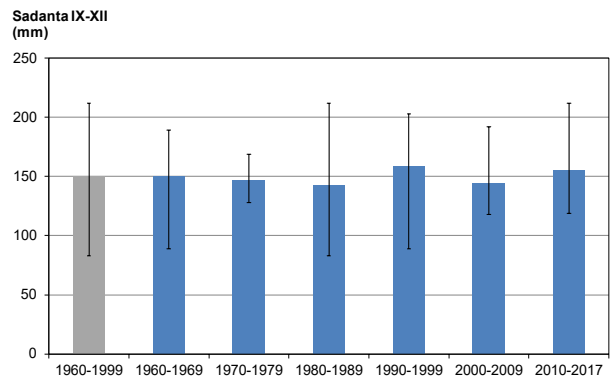
muutossuunta, koska 1970-luvulta 2000-luvun alkuun saakka keskiademäärät kasvoivat. Viimeisimmän kymmenvuotisjakson keskiarvo kuitenkin vastaa vertailujaksoa.

Lumimäärän lisäksi kevättulvan suuruuteen ja keston vaikuttavat kevään sadanta touko-kesäkuussa, sekä sulamisajan lämpötila. Sulan maan aikana yleensä kesä-elokuussa, sadanta tulee vetenä ja suurin osa siitä siirtyy viiveellä valuma-alueen vesistöjen kautta järveen. Touko-elokuu on runsassateisin ajanjakso sademäärässä mitattuna. Sadannan suuruus vaikuttaa merkittävästi ekologisessa tavoitevyöhykkeessä pysymiseen. Runsaat sateet voivat estää kevättulvan jälkeisen vedenpinnan tason laskun, mihin nykyisellä säännöstelykäytännöllä pyritään. Touko-elokuun keskiademäärä on viimeisellä kymmenvuotiskaudella vähän suurempi kuin vertailukaudella (kuva 4.3). Vuosien välisen hajonnan vuoksi, muutossuunta ei ole tilastollisesti merkitsevä ($p=0,09$).

Loppuvuoden sadannassa, syys-joulukuussa, on vain vähän vaihtelua, ja eri vuosijaksojen keskiarvot ovat pysyneet samalla tasolla (kuva 4.4).



Kuva 4.3. Touko-elokuun sadanta eri tarkastelujaksoilla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana todellisen vaihteluvälin tarkastelujaksolla.



Kuva 4.4. Syys-joulukuun sadanta eri tarkastelujaksoilla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana todellisen vaihteluvälin tarkastelujaksolla.

Taulukko 4.2. Mediaanimuutos/vuosi (sen slope) ja Mann-Kendall –järjestyskorrelaatiolla laskettu merkitsevyys hydrologisille mittareille. Merkitsevyystasot tilastollisesti **merkitseville tuloksille:** *p < 0,05, ** p<0,01.

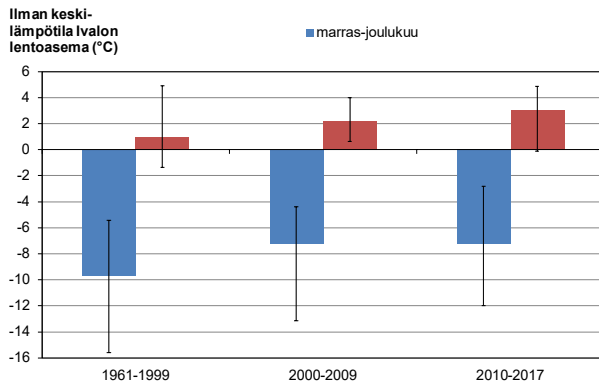
Mittari	Mediaanimuutos/vuosi
Lumen maksimivesiarvo (mm)	0,38
Tammi-huhtikuun sadanta (mm)	0,31*
Touko-elokuun sadanta (mm)	0,51
Syys-joulukuun sadanta (mm)	0,17
Ilman lämpötila marras-joulukuu	0,05*
Ilman lämpötila huhti-touko	0,04**
Vesipatsaan keskilämpötila kesä-syyskuussa Nellimin Paksuvuonossa (°C)	0,02**
Avovesikauden lämpösumma (°C)	2,85**
Jäätymispäivä selkävesillä (päivän järjestysnumero 1–365)	0,21
Jäänlähöpäivä selkävesillä (päivän järjestysnumero 1–365)	-0,27**
Avovesikauden pituus (vrk)	0,42**
Jään paksuus Nellimissä 30,12 (cm)	-0,14*
Jään paksuus Nellimissä 30,3 (cm)	-0,18*
Inarijärven tulovirtaama touko-lokakuu (106 m ³)	9,03
Inarijärven tulovirtaama marras-huhtikuu (106 m³)	4,70*

Taulukko 4.3. Hydrologisten mittareiden keskimääräiset arvot vertailujaksolla 1960–1999 sekä 10 vuoden osajaksoilla.

Mittari	Nro	Vertailujakso 1960–1999	1960–1969	1970–1979	1980–1989	1990–1999	2000–2009	2010–2017
Lumen maksimivesiarvo (mm)	1	158	147	144	152	191	155	159
Tammi-huhtikuun sadanta (mm)	2	92	80	84	93	110	104	90
Touko-elokuun sadanta (mm)	3	210	219	192	214	215	239	250
Syys-joulukuun sadanta (mm)	4	150	151	147	143	159	145	155
Ilman lämpötila marras-joulukuu	5	-9,7	-8,8	-9,5	-11,5	-8,9	-7,2	-7,3
Ilman lämpötila huhti-touko	6	1,0	0,8	0,8	1,6	0,6	2,2	3,0
Vesipatsaan keskilämpötila kesä-syyskuussa Nellimin Paksuvuonossa (°C)	7	7,93	7,60	7,97	7,95	8,19	8,61	8,68
Avovesikauden lämpösumma (°C)	8	1 618	1 622	1 621	1 617	1 614	1 768	1 764
Jäätymispäivä selkävesillä (päivän järjestysnumero 1–365)	9	327	331	326	329	321	341	339
Jäänlähöpäivä selkävesillä (päivän järjestysnumero 1–365)	10	164	168	161	164	161	158	152
Avovesikauden pituus (vrk)	11	164	164	165	167	159	183	187
Jään paksuus Nellimissä 30.12. (cm)	12	42,6	40,3	42,2	44,5	43,3	37,4	33,1
Jään paksuus Nellimissä 30.3. (cm)	13	67,9	67,6	70,5	68,8	64,8	65,9	58,9
Inarijärven tulovirtaama touko-lokakuu (106 m ³)	14	3 840	3 833	3 357	4 154	4 015	3 804	4 109
Inarijärven tulovirtaama marras-huhtikuu (106 m ³)	15	1 046	1 102	937	1 062	1 083	1 233	1 219

4.3 Ilman lämpötila

Ilman lämpötilaa on mitattu Ilmatieteenlaitoksen Ivalon lentoaseman mittausasemalla vuodesta 1961. Lämpötilaa tutkittiin vuorokausikeskiarvoista lasketuina jaksokeskiarvoina alkutalvella (marras-joulukuu) sekä keväälle (huhti-toukokuu). Molempien jaksojen lämpötilat ovat nousseet selvästi (kuva 4.5). Alkutalven keskilämpötila on 2010–2017 -jaksolla kohtalaisesti, ja kevään suuresti vertailujaksoa korkeammalla. Molempien ajankohtien keskilämpötiloissa on myös koko aikasarjalla (1961–2017) erottuva loiva, kasvava, tilastollisesti merkitsevä muutossuunta. Myöhentynyt syksy ja aikaistunut kevät heijastuvat sekä veden lämpötilaan että jääolosuhteisiin.

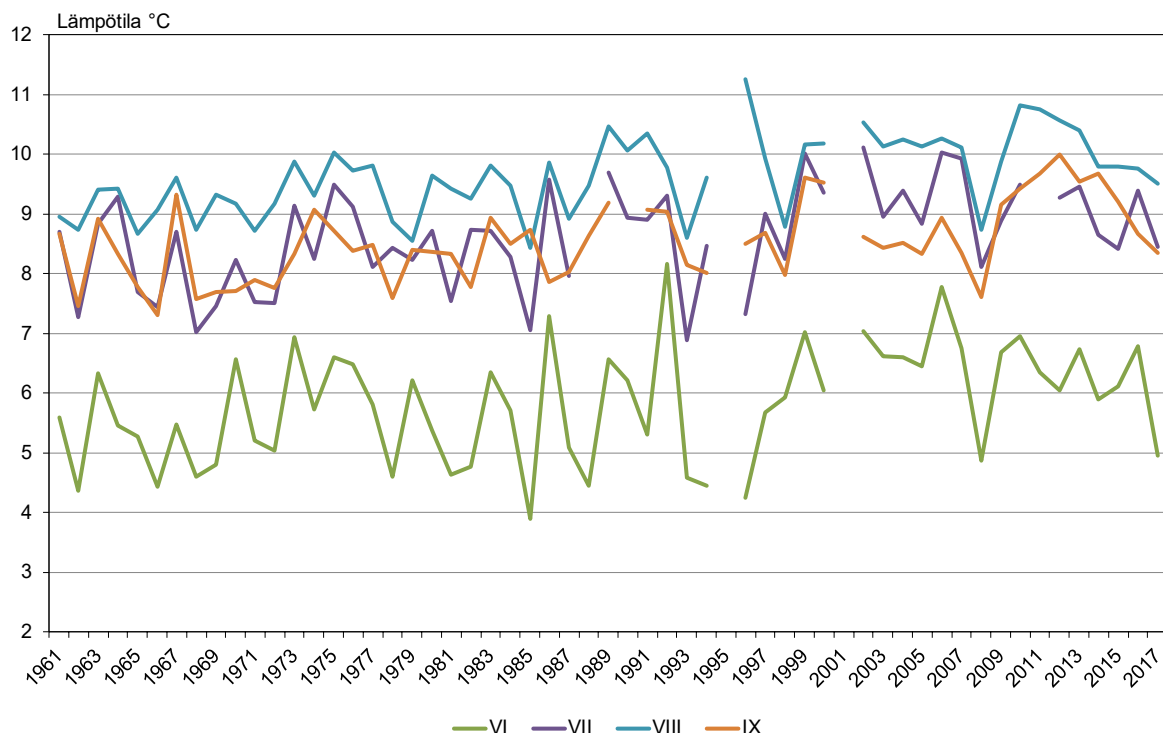


4.4 Veden lämpötila

Veden lämpötilaa kuvaavina mittareina käytettiin Nellimin Paksuvuonon lämpötilaluotausaineiston perusteella laskettuja koko vesipatsaan kuukausittaisia keskilämpötiloja alkaen vuodesta 1961, sekä Nellimin havaintoaseman päivittäisten pintalämpötilatietojen perusteella laskettua avovesikauden lämpösummaa (°C).

Nellimin Paksuvuonon lämpötilaluotausaineiston perusteella laskettiin koko vesipatsaan (syvyys noin 43 m) kuukausittaiset keskilämpötilat. Kesä-syyskuun keskilämpötiloissa näkyy nouseva kehityssuunta 1961–2017 (kuva 4.6) ja se on myös tilastollisesti merkitsevä. Paksuvuonon vesipatsaan kesä-syyskuun keskilämpötila on 2010-luvulla ollut suuresti korkeampi kuin vertailujaksolla.

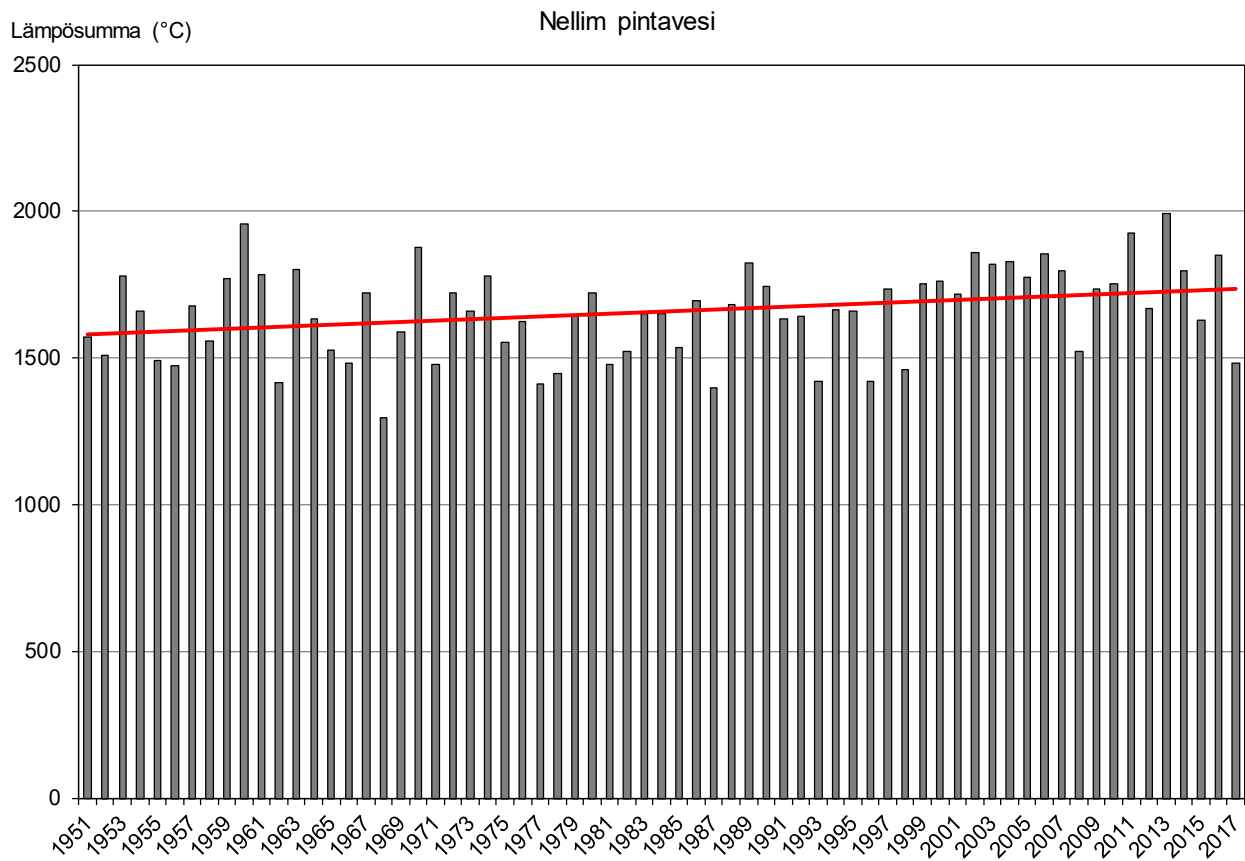
Kuva 4.5. Ilman keskilämpötila Ivalon lentoasemalla vertailukaudella 1961–1999 ja kymmenvuotiskausina vuodesta 2000 alkaen. Pylvään korkeus esittää keskimääräistä arvoa ja jana vuosien välistä todellista vaihteluväliä.



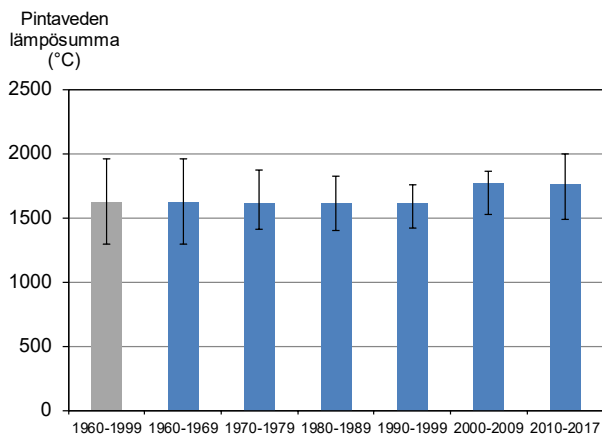
Kuva 4.6. Vesipatsaan kuukausittaiset keskilämpötilat Nellimin Paksuvuonolla vuosina 1961–2017.



Seitältaassan säähavaintoasema Inarijärven Kasariselällä. Meteorologisten muuttujien lisäksi asema mittaa myös selkävesien pinta-veden lämpötilaa avovesikaudella mittauspuomin ja -poijun avulla. Kuva Erno Salonen.



Kuva 4.7. Nellimin pintaveden lämpötilatietojen perusteella laskettu avovesikauden lämpösumma vuosina 1951–2017. Punainen viiva on lineaarinen trendiviiva.



Kuva 4.8. Avovesikauden lämpösumma eri tarkastelujaksoilla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana todellisen vaihteluvälin tarkastelujaksolla.

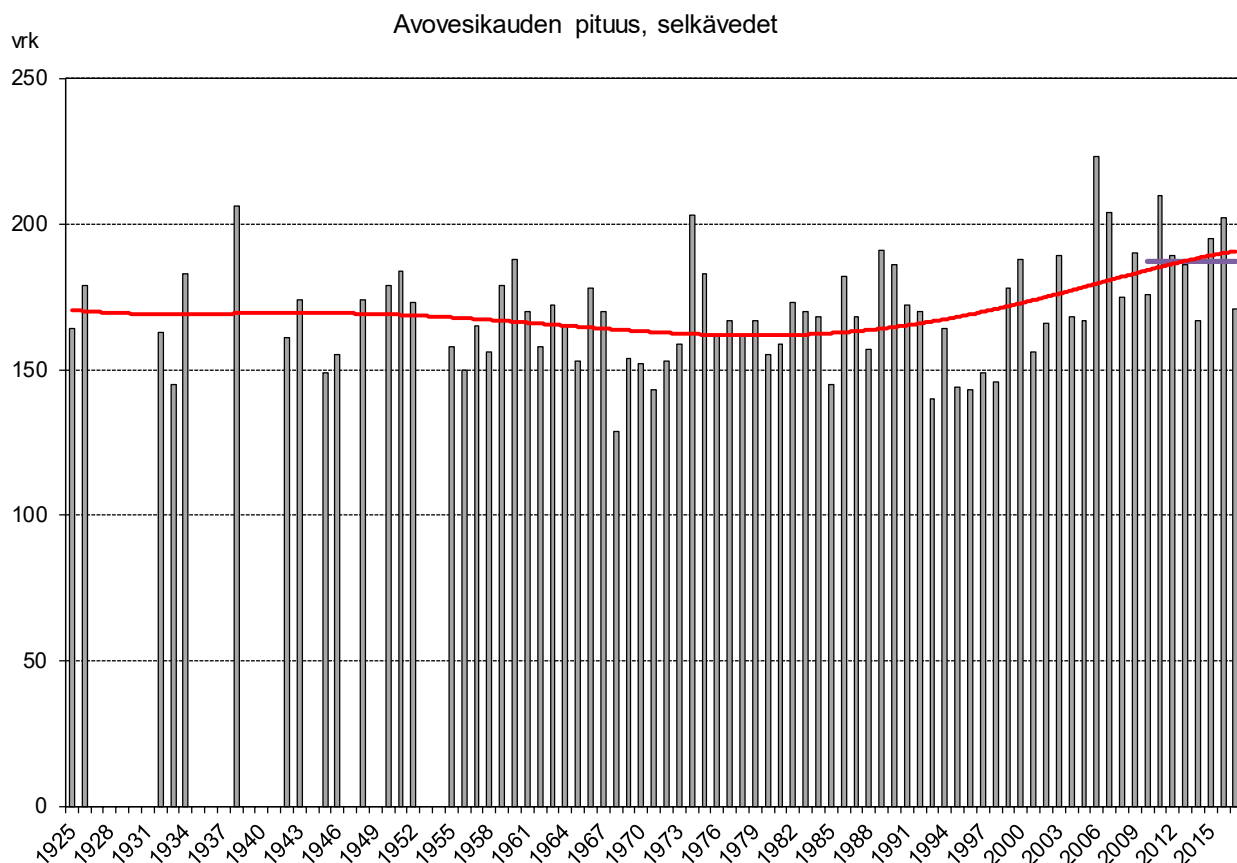
Nellimin avovesikauden pintaveden lämpötilaa on mitattu vuodesta 1951 lähtien ja koko ajanjaksolla on havaittavissa tilastollisesti merkitsevä nousu (kuva 4.7). Vuodet 2008 ja 2017 olivat viileitä, mutta kokonaisuutena 2000- ja 2010-luvuilla pintaveden keskilämpösumma on ollut kohtalaisesti vertailukautta suurempi (kuva 4.8). Koko mittaushistorian korkein lämpösumma 1 995 °C kertyi vuonna 2013.

4.5 Jäätilanne ja avovesikauden pituus

Inarijärven selkävesien jäätymistä ja jäänlähtöä on seurattu vuodesta 1925 alkaen, vaikkakin seurannassa on ollut taukoja aina 1950-luvun alkupuolelle saakka (kuva 4.9).

Kymmenvuotisjaksokeskiarvot vaihtelevat suuresti. 2000-luvulla selkävedet jäätivät keskimäärin jopa 14 päivää myöhemmin kuin vertailujaksolla, mutta viimeisellä tarkastelujaksolla ero on ollut noin 12 päivää (kuva 4.10). Muutos vertailujaksoon kuitenkin kohtalainen. Suuren vaihtelun vuoksi koko ajanjaksolla 1960–2017 myöhentyminen ei ole tilastollisesti merkitsevää.

Jäänlähtö oli aikaistunut 2000-luvulla keskimäärin kuusi päivää suhteessa vertailujaksoon, mutta 2010-luvulla ero on jo 12 päivää (kuva 4.11). Muutos on suuri ja koko aineistossa 1960-luvulta tilastollisesti merkitsevä.



Kuva 4.9. Inarijärven avovesikauden pituus vuosina 1925–2009. Punainen viiva on trendiviivan polynomisen sovitus.

Avovesikauden pituus oli 2000-luvun ensimmäisellä kymmenvuotisjaksolla keskimäärin 19 päivää pidempi kuin vertailujaksolla, ja 2010-luvulla ero on ollut jo keskimäärin 23 päivää (kuva 4.12). Muutos on suuri ja koko aineistossa 1960-luvulta tilastollisesti merkitsevä.

Jään paksuudessa on havaittavissa tilastollisesti merkitsevä, laskeva suuntaus sekä alkutalvella (30.12.) että maaliskuun lopussa (kuva 4.13). 2010-luvun keskijäänpaksuus on alkutalvella suuresti pienempi (-10 cm) ja keväällä kohtalaisesti pienempi (-9 cm) kuin vertailujaksolla.

4.6 Inarijärven tulovesimäärät

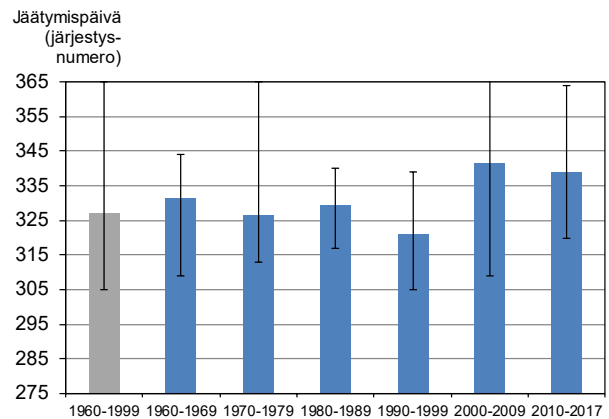
Inarijärveen eri ajanjaksoina tullut vesimäärä on laskettu järven vedenkorkeuden muutoksen (tilavuus) ja juoksumäärien perusteella. Tarkastellut ajanjaksot ovat touko-lokakuu ja talvikausi marras-huhtikuu.

Touko-lokakuun ajan tulovesimäärät ovat olleet hyvin vaihtelevat sekä kymmenvuotisjaksojen välillä, että yksittäisinä vuosina niiden sisällä (kuva 4.14). Suurin kymmenvuotiskeskisarvo on 1980-luvulla (4 154 milj. m³) ja suurin yksittäinen tulovesimäärä vuodelta 1992 (6 138 milj. m³). Tulovesimäärät touko-lokakuussa eivät ole yksiselitteisesti muuttuneet seurantahistorian aikana. Talvikauden tulovesimäärässä näkyy kohonnut ilman lämpötila ja lopputalven kasvaneet sadanta. Marras-huhtikuussa on havaittavissa 1970-luvulta lähtien tulovesimäärien kasvava suuntaus (kuva 4.15). 2000-luvulla talvikauden tulovesimäärä oli kohtalaisesti ja 2010-luvulla vähän vertailujaksoa suurempi. Muutossuunta on myös tilastollisesti merkitsevä välillä 1960–2017.

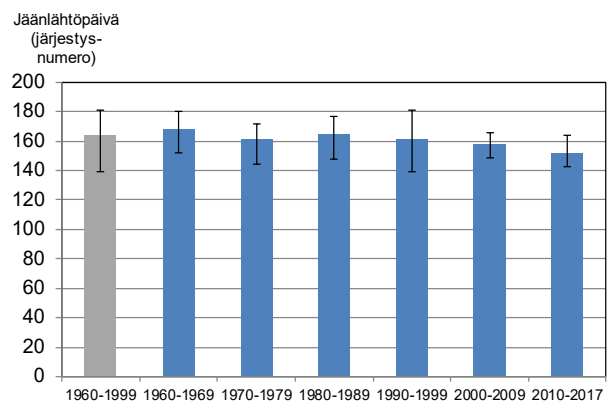
Kasvaneet tulovesimäärät näkyvät myös Inarijärveen tulevassa virtaamassa (taulukko 4.4).

Taulukko 4.4. Keskivirtaama laskettuna vuosikeskiarvoista eri tarkastelujaksolla.

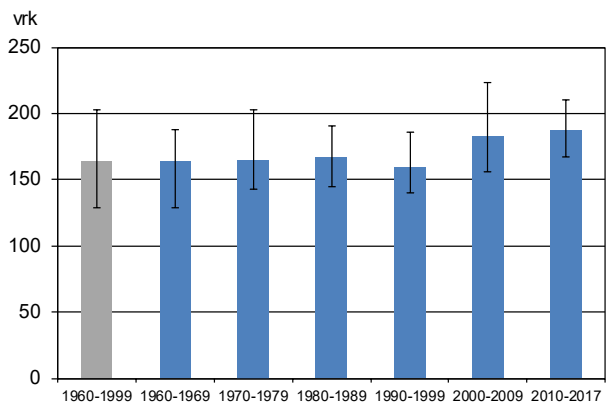
	Keskivirtaama m ³ /s
1960–1999	151,61
2000–2009	162,87
2010–2017	166,94



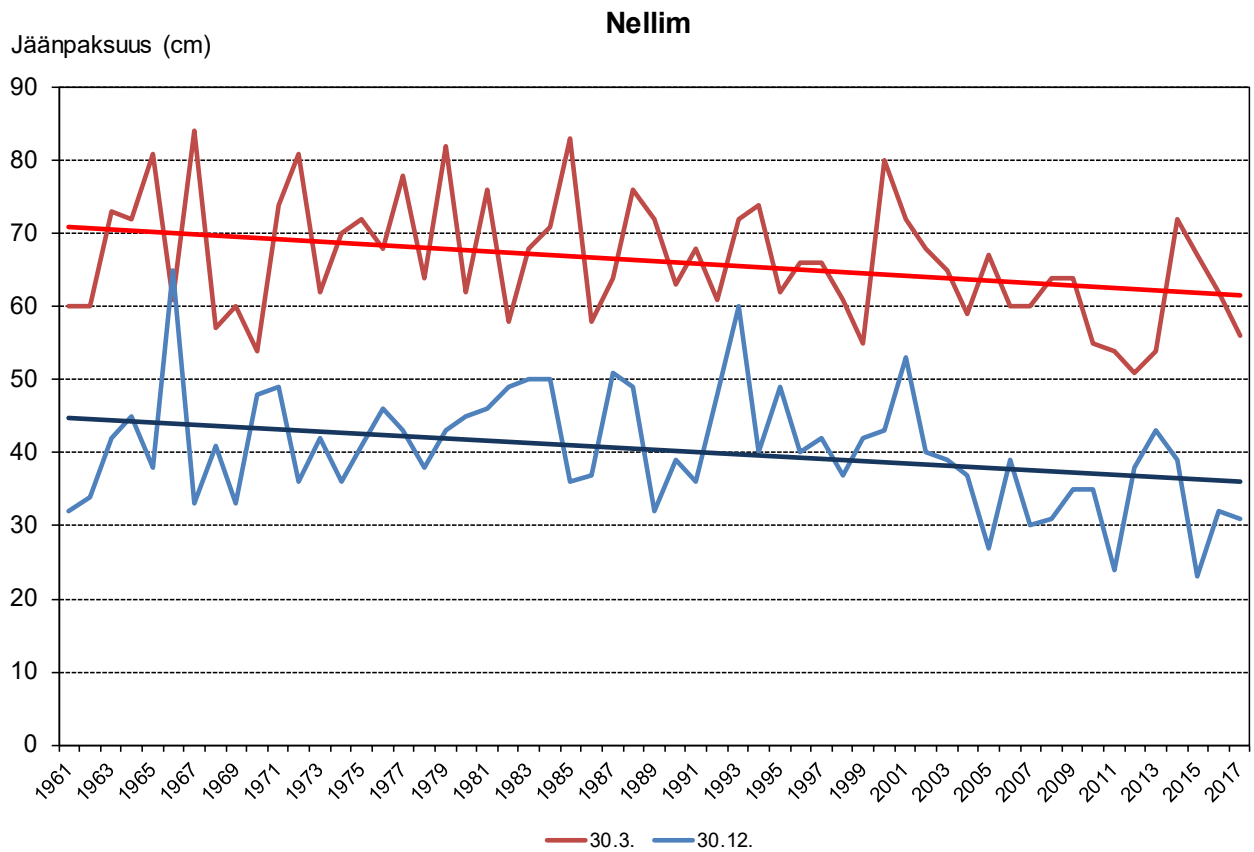
Kuva 4.10. Inarijärven selkävesien jäätymisen eri tarkastelujaksolla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana todellisen vaihteluvälin tarkastelujaksolla. Vuonna 2006 jäätymispäivä oli vasta seuraavana vuonna, jolloin jakson 2000–2009 maksimi on suurempi kuin 365.



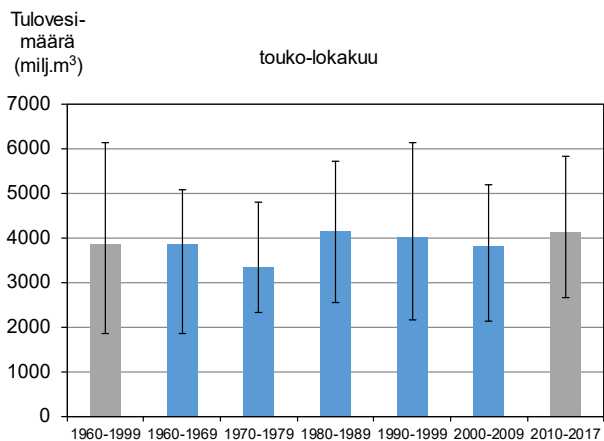
Kuva 4.11. Inarijärven selkävesien jäänlähtö eri tarkastelujaksolla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana todellisen vaihteluvälin tarkastelujaksolla.



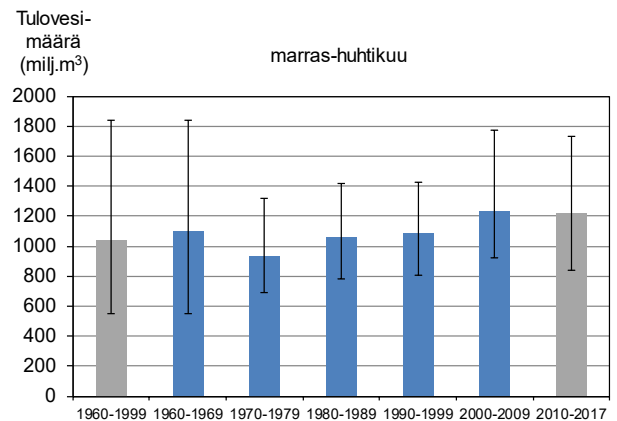
Kuva 4.12. Avovesikauden pituus Inarijärven selkävesissä eri tarkastelujaksolla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana todellisen vaihteluvälin tarkastelujaksolla.



Kuva 4.13. Jään paksuus Nellimin havaintopaikalla 30.3. ja 30.12. vuosina 1961–2017.



Kuva 4.14. Inarijärven touko-lokakuussa tullut vesimäärä (milj. m³) eri tarkastelujaksoilla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana todellisen vaihteluvälin tarkastelujaksolla.



Kuva 4.15. Inarijärven marras-huhtikuussa tullut vesimäärä (milj. m³) eri tarkastelujaksoilla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana todellisen vaihteluvälin tarkastelujaksolla. Vertailujakso ja viimeisen viiden vuoden tarkastelujakso ovat harmaalla.

4.7 Yhteenveto

Inarijärven hydrologisia olosuhteita kuvaavissa mittareissa on nähtävissä muutoksia, jotka liittyvät ilmaston lämpenemiseen. Ilman keskilämpötila on kohonnut sekä alkutalvella että keväällä. Lämpeneminen näkyy myös vedessä, sekä Paksuvuonon koko vesipatsaassa kesä-syyskuussa että Nellimin pintaveden avovesikauden lämpösummassa. Lämpeneminen on myös lisännyt talviaikaista tulovirtaamaa.

Lämpötilan kasvu voi lisätä järven biologista perustuotantoa, mutta Inarijärvi on karu ja toistaiseksi ravinteiden niukkuus rajoittaa tuotantoa. Ihmistoiminnan aiheuttamalla kuormituksella on kuitenkin paikallisesti vaikutusta ravinnetasapainoon. Talvien lämpeneminen sekä vesisateiden yleistyminen lisäävät talviaikaisia tulovirtaamia ja sitä kautta mm. ravinteiden huuhtoutumista. Kalanpoikasten kasvun kannalta lämpimillä kesillä on havaittu olevan suotuisa vaikutus.

Inarijärven selkävesien jäänlähtö on selvästi aikaistunut ja jäätyminen on tapahtunut keskimäärin vertailukautta myöhemmin. Avovesikausi on nyt keskimäärin 23 päivää pidempi kuin vertailujaksolla. Lisäksi jään paksuus sekä alku- että loppupalvella on ohentunut.

Muutokset jääolosuhteissa vaikeuttavat talvikalastuksen aloittamista. Toisaalta jäänlähtöpäivän aikaistuminen voi lisätä riskiä takatalven esiintymiselle kalanpoikasten kannalta kriittisenä ajanjaksona.

Taulukko 4.5. Yhteenveto hydrologisista mittareista. Muutos kuvaa tilannetta suhteessa vertailujaksoon 1960–1999.

Muuttuja	Nro	Mittari	Muutos 2000–2009	Muutos 2010–2017	Arvio mahdollisista vaikutuksista vesistön tilaan ja käyttöön
Lumen vesiarvo	1	Lumen maksimivesiarvo (mm)	Ei muutosta	Ei muutosta	Ei vaikutusta
Sadanta	2	Tammi-huhtikuun sadanta (mm)	Kasvanut kohtalaisesti	Ei muutosta	Ei vaikutusta
	3	Touko-elokuun sadanta (mm)	Kasvanut vähän	Kasvanut vähän/kohtalaisesti	Lisääntynyt huuhtouma. Korkea kesävedenpinta.
	4	Syys-joulukuun sadanta	Ei muutosta	Ei muutosta	Ei vaikutusta
Ilman lämpötila	5	Ilman lämpötila marras-joulu	Noussut kohtalaisesti	Noussut kohtalaisesti	Jäätyminen myöhentyminen
	6	Ilman lämpötila huhti-touko	Noussut kohtalaisesti	Noussut suuresti	Jäänlähdon aikaistuminen, kasvukauden pidentyminen
Veden lämpötila	7	Vesipatsaan keskilämpötila kesä-syyskuussa Nellimin Paksuvuonossa (°C)	Kasvanut kohtalaisesti	Kasvanut suuresti	Tuotannon kasvu (Ei näy klorofyllissä)
	8	Avovesikauden lämpösumma (°C)	Kasvanut kohtalaisesti	Kasvanut kohtalaisesti	Tuotannon kasvu (mm. kalanpoikaset)
Jäätyminen / Jäänlähtö	9	Jäätyispäivä selkävesillä (päivän järjestysnumero 1–365)	Myöhentynyt erittäin suuresti	Myöhentynyt kohtalaisesti	Talvikalastuksen aloituksen myöhentyminen, rantojen kulumisen lisääntyminen
	10	Jäänlähtöpäivä selkävesillä (päivän järjestysnumero 1–365)	Aikaistunut kohtalaisesti	Aikaistunut suuresti	Aikainen kevääntulo voi lisätä riskiä takatalven kalanpoikasten kannalta kriittisenä ajanjaksona
	11	Avovesikauden pituus (vrk)	Kasvanut kohtalaisesti	Kasvanut suuresti	Tuotannon kasvu.
Jäänpaksuus	12	Jään paksuus Nellimissä 30.12. (cm)	Pienentynyt kohtalaisesti	Pienentynyt suuresti.	Talvikalastuksen aloituksen myöhentyminen
	13	Jään paksuus Nellimissä 30.3. (cm)	Ei muutosta	Pienentynyt kohtalaisesti	Avovesikauden aikaistuminen.
Virtaama	14	Inarijärven tulovirtaama touko-lokakuu (106 m ³)	Ei muutosta	Ei muutosta	Ei vaikutusta
	15	Inarijärven tulovirtaama marras-huhtikuu (106 m ³)	Kasvanut kohtalaisesti	Kasvanut vähän	Vaikea arvioida.

5 Säännöstelyä kuvaavat mittarit

TANJA DUBROVIN, SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUS
MIKA MARTTUNEN, SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUS

5.1 Vedenkorkeuteen perustuvat mittarit

5.1.1 Lähtökohdat

Inarijärvi-tutkimuksessa (Marttunen ym. 1997) esitettiin lukuisia säännöstelyn toteuttamiseen liittyviä toimenpidesuosituksia. Näistä suosituksista kolme on sellaisia, jotka koskevat suoraan järven vedenkorkeutta ja sen vaihtelua:

1. Vältetään veden nousua tason $N_{\text{hanke}} + 119,35$ m yläpuolelle.
2. Pyritään välttämään liian matalia, tason $N_{\text{hanke}} + 118,90$ m alapuolisia vedenkorkeuksia kesällä.
3. Pyritään kesän tulvahuipun jälkeen alenevaan vedenkorkeuteen.

Tässä tarkastelussa on kiinnitetty huomioita suositusten toteutumisen arvioinnin lisäksi myös vedenkorkeusmittareihin, jotka kuvaavat säännöstelyn vaikutuksia Inarijärven tilaan ja käyttöön. Tarkastelu on ajallinen jatke edellisessä seurantaraportissa (Puro-Tahvanainen ym. 2011) esitetylle tarkastelulle ja menetelmä sekä käytetyt mittarit ovat pääosin samoja, kuitenkin hieman karsittuna ja muokattuna. Tarkastelussa käytettiin yhteensä kahdeksan vedenkorkeusmittaria. Näistä mittareista kaksi oli ns. yleismittareita, joiden kuvaama vaikutus kohdistuu selkeästi useaan eri tekijään. Kolme mittaria kuvasi vedenkorkeuden vaihtelun vaikutusta vesiluontoon. Korkeiden vedenkorkeuksien aiheuttamaa eroosiota kuvasi yksi mittari

ja virkistyskäytölle suotuisien ja epäsuotuisien olosuhteiden esiintymistä kaksi mittaria. Käytetyt mittarit on esitetty taulukossa 5.1. Seuraavassa kappaleessa on esitetty mittareiden taustat, ja niiden laskentakaavat on esitetty liitteessä 1 ja tarkastelussa käytetyt lyhenneet liitteessä 2.

Tarkastelun kohteena on vuosijakso 2010–2017 ja sitä verrataan ennen säännöstelysuosituksia esiintyneeseen jaksoon 1960–1999. Tuloksissa on esitetty myös 2000-luvun aikaisempi jakso 2000–2009.

5.1.2 Mittareiden esittely

Yleismittarit

Yleismittarit ovat sellaisia mittareita, joiden vaikutukset kohdistuvat samanaikaisesti moneen tekijään: esimerkiksi vesiluontoon, virkistyskäyttöön, tulvasuojeluun tai energiantuotantoon.

Talvialeneman suuruus kuvaa jääpeitteisen kauden aikana suoritettavaa vedenkorkeuden laskua. Laskun tavoitteita on kaksi: energian tuottaminen vastaamaan talvisin kohonnuttua sähköntarvetta ja lisäksi varastotilavuuden muodostaminen kevättulvan leikkaamista varten. Talvialenema aiheuttaa kuitenkin haittaa esimerkiksi syyskutuisille kaloille sekä rantavyöhykkeen

Taulukko 5.1. Tarkastelussa käytetyt mittarit.

Muuttuja	Nro	Mittarin nimi
Yleismittarit	1	Talvialeneman suuruus (ajanjakso JP–JLP) (m)
	2	Ajankohdan 1.6.–15.7. ylimmän vedenkorkeuden ja ajankohdan 1.8.–31.8. alimman vedenkorkeuden erotus (m)
Vesiluonto	3	Jäänpainaman rantavyöhykkeen osuus tuottavasta vyöhykkeestä (%)
	4	Jäätyvän vyöhykkeen syvyys (m)
	5	Talvialeneman suuruus jaksolla JP–28.2. (m)
Erosio	6	Päivien määrä vuoden aikana, jolloin vedenkorkeus on yli $N_{\text{hanke}} + 119,35$ m (vrk)
Virkistyskäyttö	7	Päivien osuus, jolloin vedenkorkeus on hyvällä tasolla ($N_{\text{hanke}} + 119,00$ – $119,30$ m) jaksolla JLP–31.10. (%)
	8	Päivien osuus, jolloin vedenkorkeus on alle $N_{\text{hanke}} + 118,90$ m jaksolla JLP–31.10. (%)

eliöstölle. Syyskutuisista lajeista herkimpänä on pidetty suhteellisen matalaan kutevaa riikasiikaa, sillä talvinen vedenpinnan lasku voi lisätä merkittävästi matalaan kudetun siian mädin kuolleisuutta. Lisäksi erittäin suuri talvialenema saattaa heikentää rantojen käytettävyyttä ja aiheuttaa jäidenlähdön aikaan esteettistä haittaa.

Ajankohdan 1.6.–15.7. ylin ja ajankohdan 1.8.–31.8. alin vedenkorkeus kuvaavat vedenkorkeuden rytmiä kevättulvan jälkeen. Inarijärven säännöstelyn suosituksena on, että kevättulvan jälkeen pyrittäisiin alenevaan vedenkorkeuteen. Tämä laajentaisi ilmaversoisen kasvillisuuden esiintymisvyöhykettä ja voisi vaikuttaa myönteisesti myös rantavyöhykkeen muuhun eliöstöön ja eräisiin rantavyöhykkeessä syönöstäviin kalalajeihin (esim. siika). Kevättulvan huippu Inarijärvellä ajoittuu välille 1.6.–15.7. Vertaamalla tämän ajankohdan ylintä vedenkorkeutta myöhemmän ajankohdan alimpaan vedenkorkeuteen nähdään, onko vedenkorkeus alentunut merkittävästi.

Vesiluonto

Pohjalehtiseen kasvillisuuteen vaikuttavat jäätyvän ja jäänpainaman vyöhykkeen osuus tuottavasta vyöhykkeestä. Vedenpinnan laskiessa jää painuu rantavyöhykkeellä, jolloin pohjasedimentti jäätyy ylimmällä rantavyöhykkeellä alimman rannan osan jäädessä sulaksi. Erityisesti suurikokoiset pohjalehtiset kasvit, kuten tummalahnanruoho, eivät kestä pohjan jäätymistä juuri lainkaan. Myös suurikokoiset, kalojen ravintona tärkeät pohjaeläimet ovat herkkiä pohjan jäätymiselle. Vedenkorkeuden talvisen laskun vaikutuksen voimakkuus riippuu erityisesti veden valoilmastosta. Kirkasvetiset järvet, joissa tuottava vyöhyke ulottuu syvälle, kestävät paremmin vedenkorkeuden laskua kuin tummavetiset järvet.

Jäätyvän vyöhykkeen syvyys määräytyy kasvukauden mediaanivedenkorkeuden ja helmikuun 6. päivän vedenkorkeuden erotuksen perusteella (Hellsten 1996). Tämän jälkeen tapahtuva loppupalven vedenkorkeuden alenema vaikuttaa ainoastaan jäänpainamaan vyöhykkeeseen.

Säännöstely vaikuttaa haitallisesti useisiin isokokoisiin ja siten kaloille ravintoeläiminä arvokkaisiin pohjaeläinlajeihin (Tikkanen P. ym.1989). Luonnontilaisessa järvessä pohjaeläimistön biomassassa ja tuotanto pinta-alayksikköä kohti on selvästi suurempi matalassa littoraalivyöhykkeessä kuin syvänteissä. Tämän

vuoksi säännöstelyn vaikutus koko järven pohjaeläimistön tuotantoon on suuri. Talvialenema jaksolla jäätymisestä helmikuun loppuun (JP–28.2.) kuvaa vyöhykettä, jonka laajentuessa haitta ylimmän rantavyöhykkeen eliöstölle, erityisesti pohjan jäätymiselle herkille kasveille ja pohjaeläimille, kasvaa.

Eroosio

Korkeat, tason $N_{\text{hanke}} + 119,35$ m ylittävät, vedenkorkeudet aiheuttavat rantojen vyörymistä ja kulumista Inarijärvellä ja Ivalojoella erityisesti lajittunutta ainesta sisältävillä rannoilla. Niistä aiheutuu paitsi vahinkoa rakennetuille tonteille myös haittaa virkistyskäytölle ja kalastukselle. Lisäksi ne lisäävät merkittävästi ohjuoksutusten riskiä Paatsjoen vesivoimalaitoksilla, koska Inarijärvessä ei ole silloin enää riittävästi varastotilaa mahdollisten runsaiden sateiden aiheuttamalle suurelle tulovesimäärälle. Suuretjuoksutusvesimäärät aiheuttavat puolestaan voimataloudellisten energiamenetysten lisäksi haittaa Paatsjoen ekologiselle tilalle. Mittari kertoo sellaisten vuorokausien lukumäärän, jolloin vedenkorkeus $N_{\text{hanke}} + 119,35$ m on ylittynyt vuoden aikana. Mittarin pienin mahdollinen arvo on siten 0 ja suurin 365.

Virkistyskäyttö

Vesistöön liittyvä virkistyskäyttö voidaan jakaa välittömästi ja välillisesti vesistöön liittyviin käyttömuotoihin. Välittömiä ovat esimerkiksi kalastus, uinti ja veneily ja välillisiä esimerkiksi leirintä ja ulkoilu.

Inarijärven välittömän virkistyskäytön kannalta optimaalisen vedenkorkeustaso on $N_{\text{hanke}} + 119,00$ – $119,30$ m. Inarijärvellä suosituin virkistyskäyttökausi on ajanjaksolla jäänlähdestä lokakuun loppuun (JLP–31.10.). Mittari kertoo sellaisten päivien prosentuaalisen määrän virkistyskäyttökaudella, jolloin vedenkorkeus on ollut edellä mainitulla tasolla. Täten mittarin pienin arvo on 0 % ja suurin 100 %.

Tason $N_{\text{hanke}} + 118,90$ m alittavat vedenkorkeudet vaikuttavat järven rantojen käytettävyyteen ja esteettisyyteen. Toisella virkistyskäyttömittarilla kuvataan, kuinka usein vedenkorkeus on alittanut kyseisen korkeuden ajanjaksolla JLP–31.10.



Inarijärven säännöstelyvyöhyke hahmottuu hyvin isossa kivessä, kun veden pinta oli alimmillaan 22.4.2019 talviverkkojen poistokureissulla. Kuva Erno Salonen.



Tyyneellä säällä Inarijärven vedenkorkeuden ylärajan voi erottaa hyvin rantakalliosta. Kuva Annukka Puro-Tahvanainen.

Taulukko 5.2. Inarijärven mittaritarkastelun tulokset vertailujaksolle 1960–1999 ja sen kymmenen vuoden osajaksoille sekä jaksoille 2000–2009 ja 2010–2017. Mittareiden arvot ovat keskiarvoja kullakin jaksolla.

	1960-1999	1960-1969	1970-1979	1980-1989	1990-1999	2000-2009	2010-2017
Talvialeneman suuruus (ajanjakso JP–JLP) (m)	1,22	1,31	1,14	1,30	1,14	1,21	1,17
Ajankohdan 1.6.–15.7. ylimmän vedenkorkeuden ja ajankohdan 1.8.–31.8. alimman vedenkorkeuden erotus (m)	0,09	0,01	0,11	0,13	0,09	0,10	0,14
Jäänpainaman rantavyöhykkeen osuus tuottavasta vyöhykkeestä (%)	52	53	48	53	53	49	51
Jäätyvän vyöhykkeen syvyys (m)	1,23	1,12	1,13	1,29	1,36	1,12	1,21
Talvialeneman suuruus jaksolla JP–28.2. (m)	0,70	0,66	0,65	0,81	0,68	0,74	0,71
Päivien määrä vuoden aikana, jolloin vedenkorkeus on yli $N_{\text{hanke}} + 119,35$ m (vrk)	27	24	26	42	18	12	22
Päivien osuus, jolloin vedenkorkeus on hyvällä tasolla ($N_{\text{hanke}} + 119,00$ – $119,30$ m) jaksolla JLP–31.10. (%)	33	33	21	40	37	52	45
Päivien osuus, jolloin vedenkorkeus on alle $N_{\text{hanke}} + 118,90$ m jaksolla JLP–31.10. (%)	35	41	54	11	33	26	19

Taulukko 5.3. Inarijärven mittaritarkastelun keskimääräiset arvot vertailujaksolla 1960–1999 sekä jaksolla 2000–2009 ja vuosikohtaiset arvot jaksolla 2010–2017. Yliuotisten mittareiden (merkitty *) kohdalla vuosiluku osoittaa jälkimmäistä vuotta. Esimerkiksi talvialeneman suuruus talvella 2009–2010 on esitetty taulukossa vuoden 2010 kohdalla.

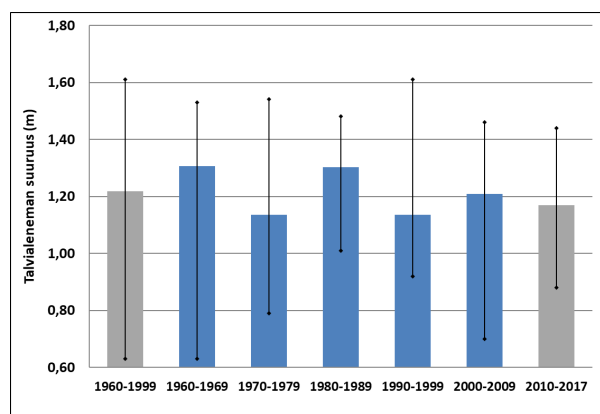
	1960-1999	2000-2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Talvialeneman suuruus (ajanjakso JP–JLP) (m)*	1,22	1,21	1,12	1,17	1,44	1,30	0,88	0,93	1,09	1,42
Ajankohdan 1.6.–15.7. ylimmän vedenkorkeuden ja ajankohdan 1.8.–31.8. alimman vedenkorkeuden erotus (m)	0,09	0,10	0,21	0,08	0,28	0,22	0,02	0,17	0,08	0,05
Jäänpainaman rantavyöhykkeen osuus tuottavasta vyöhykkeestä (%)*	52	49	48	54	48	50	49	45	53	62
Jäätyvän vyöhykkeen syvyys (m)*	1,23	1,12	1,28	1,40	0,82	1,07	1,33	1,16	1,29	1,38
Talvialeneman suuruus jaksolla JP–28.2. (m)*	0,70	0,74	0,80	0,82	0,78	0,74	0,57	0,63	0,61	0,71
Päivien määrä vuoden aikana, jolloin vedenkorkeus on yli $N_{\text{hanke}} + 119,35$ m (vrk)	27	12	20	21	0	0	0	10	89	35
Päivien osuus, jolloin vedenkorkeus on hyvällä tasolla ($N_{\text{hanke}} + 119,00$ – $119,30$ m) jaksolla JLP–31.10. (%)	33	52	69	58	73	15	0	79	23	40
Päivien osuus, jolloin vedenkorkeus on alle $N_{\text{hanke}} + 118,90$ m jaksolla JLP–31.10. (%)	35	26	8	27	14	56	35	3	4	8

5.1.3 Mittaritarkastelujen tulokset

Mittaritarkastelun tulokset on esitetty vertailujaksolla 1960–1999 keskiarvona, kymmenen vuoden jaksojen keskiarvoina ja tarkastelujaksolla 2010–2017 keskiarvona taulukossa 5.2. Vuosikohtaiset arvot tarkastelujaksolla on esitetty taulukossa 5.3.

Talvialeneman suuruus jäätymispäivästä jäänlähöpäivään (m)

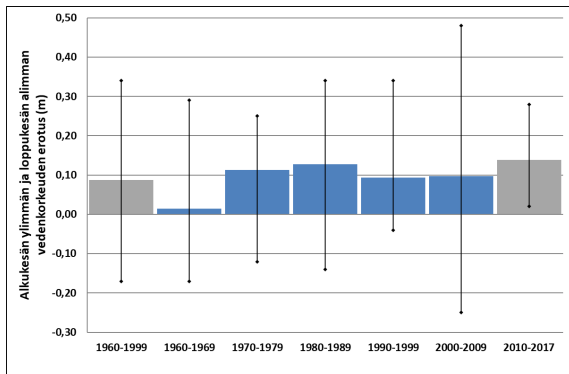
Talvialenema on ollut vertailujaksolla (1960–1999) keskimäärin 1,22 cm ja tarkastelujaksolla (2010–2017) 1,17 m eli talvialenema on vähentynyt 5 cm (kuva 5.1). Kevään alin vedenkorkeus on ollut jaksolla 2010–2017 keskimäärin tasolla $N_{\text{hanke}} + 117,90$ m joka on 14 cm korkeampi kuin vertailujaksolla, mutta myös jäätymispäivän vedenkorkeudet ovat nousseet joten ero talvialenemassa ei ole yhtä suuri. Jakson 2010–2017 suurin talvialenema (1,44 m) vuonna 2012 on pienempi kuin aikaisempien kymmenvuotiskausjaksoiden maksimit.



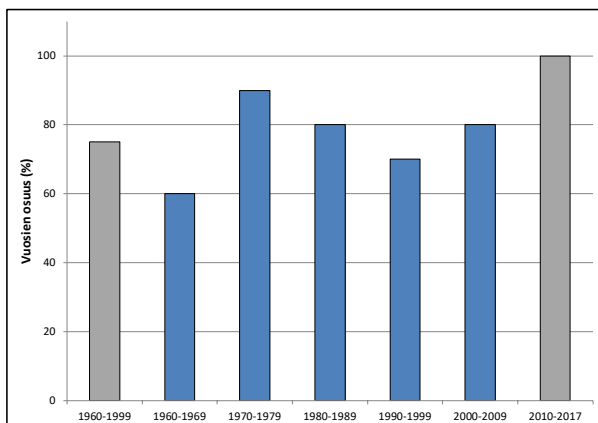
Kuva 5.1. Talvialeneman arvo eri jaksoilla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälin esitetystä jaksosta. Vertailujakso ja viimeisin tarkastelujakso ovat harmaalla.

Ajankohdan 1.6.–15.7. ylimmän vedenkorkeuden ja ajankohdan 1.8.–31.8. alimman vedenkorkeuden erotus (m)

Alkukesän ja loppukesän vedenkorkeuden erotus on ollut jaksolla 2010–2017 keskimäärin 0,14 m, kun se vertailujaksolla (1960–1999) oli 0,09 m (kuva 5.2). 2010-luvun keskiarvo on suurempi kuin minkään aikaisemman tarkastellun vuosikymmenen. Tarkastelujaksolla 2010–2017 vedenkorkeuden suunta on ollut mittarin mukaan kaikkina vuosina laskeva (kuva 5.3). Osana vuosista vedenkorkeus on kuitenkin lähtenyt lievän laskun jälkeen uudestaan nousuun.



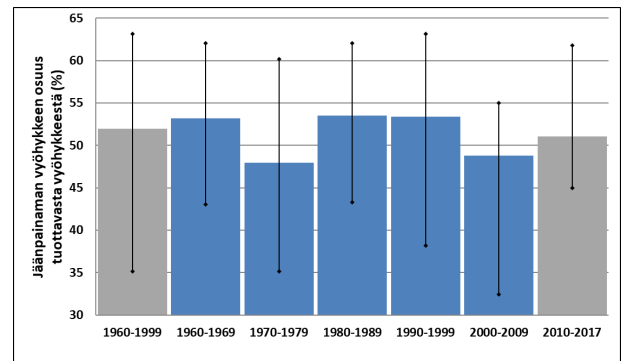
Kuva 5.2. Alkukesän (1.6.–15.7.) ylimmän vedenkorkeuden ja loppukesän (1.8.–31.8.) alimman vedenkorkeuden erotus eri jaksoilla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälin esitetyltä jaksolta. Vertailujakso ja viimeisin tarkastelujakso ovat harmaalla.



Kuva 5.3. Sellaisten vuosien prosentuaalinen osuus kullakin jaksolla, jolloin alkukesän (1.6.–15.7.) ylin vedenkorkeus on ollut suurempi kuin loppukesän (1.8.–31.8.) alin vedenkorkeus. Vertailujakso ja viimeisin tarkastelujakso ovat harmaalla.

Jäänpainaman vyöhykkeen osuus tuottavasta vyöhykkeestä (%)

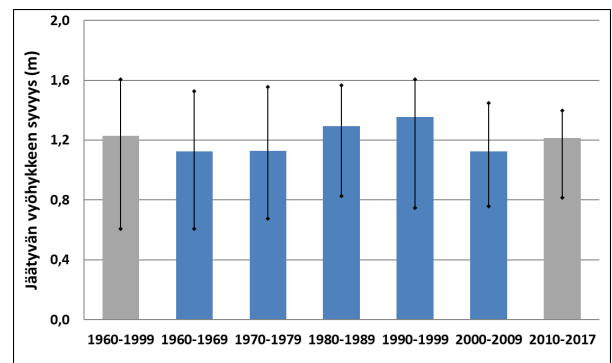
Jäänpainaman vyöhykkeen osuus tuottavasta vyöhykkeestä ei ole jaksolla 2010–2017 juurikaan muuttunut vertailujaksoon 1960–1999 nähden (kuva 5.4). Tarkastelujaksolla mittarin arvo oli 51 % ja vertailujaksolla 52 %.



Kuva 5.4. Jäänpainaman vyöhykkeen osuus tuottavasta vyöhykkeestä eri jaksoilla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälin tarkastelujaksolta. Vertailujakso ja viimeisten kahdeksan vuoden tarkastelujakso ovat harmaalla.

Jäätyvän vyöhykkeen syvyys (m)

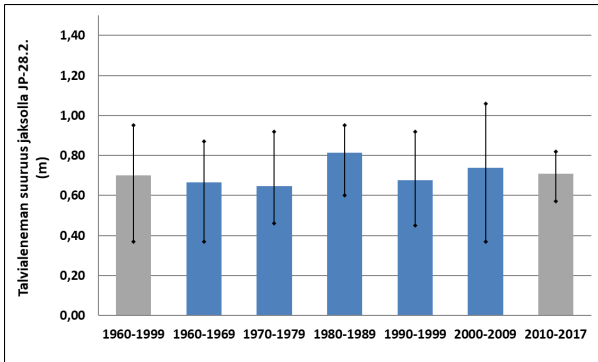
Jäätyvän vyöhykkeen syvyys on ollut tarkastelujaksolla 2010–2017 keskimäärin 1,21 m eli 2 cm vähemmän kuin vertailujaksolla 1960–1999 (kuva 5.5). On huomattava, että 2000-luvun tarkastelujaksojen suurimmat mittarin arvot ovat pienempiä kuin suurimmat arvot edellisen vuosituhannen tarkastelluilla kymmenvuotisjaksoilla.



Kuva 5.5. Jäätyvän vyöhykkeen syvyys eri jaksoilla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälin tarkastelujaksolta. Vertailujakso ja viimeisten kahdeksan vuoden tarkastelujakso ovat harmaalla.

Talvialeneman suuruus jaksolla JP-28.2. (m)

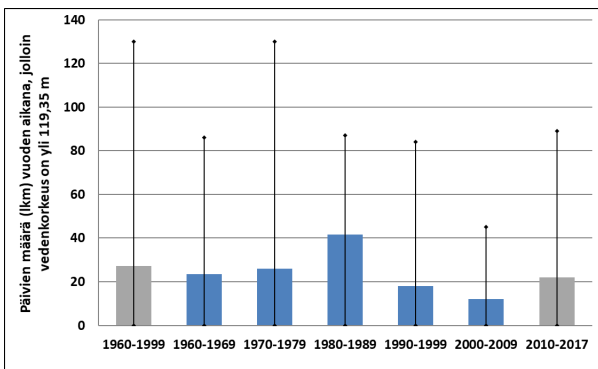
Talvialeneman suuruus jäätymisestä helmikuun loppuun on ollut tarkastelujaksolla 2010–2017 keskimäärin 0,71 m eli likimain saman verran kuin vertailujaksolla 1960–1999 (0,70 m). Mittarin suurimmat vuosiarvot ovat kuitenkin olleet tarkastelujaksolla pienempiä kuin aikaisemmillä kymmenvuotisjaksoilla (kuva 5.6).



Kuva 5.6. Talvialeneman suuruus jaksolla JP-28.2. eri tarkastelujaksoilla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälin tarkastelujaksolta. Vertailujakso ja viimeisten kahdeksan vuoden tarkastelujakso ovat harmaalla.

Päivien määrä vuoden aikana, jolloin vedenkorkeus on yli $N_{\text{hanke}} + 119,35$ m (vrk)

Vedenkorkeus on ylittänyt tason $N_{\text{hanke}} + 119,35$ m vähän harvemmin tarkastelujaksolla 2010–2017 (keskimäärin 22 päivää vuodessa) kuin vertailujaksolla 1960–1999 (keskimäärin 27 päivää vuodessa) (kuva 5.7). 2000-luvun ensimmäiseen tarkastelujaksoon verrattuna ylitysten määrä on kasvanut. Tarkastelujaksolla 2010–2017 on esiintynyt viisi sellaista vuotta jolloin vedenkorkeus on ylittänyt tarkasteltavan vedenkorkeustason. Eniten jakson vuosista tarkastelutason



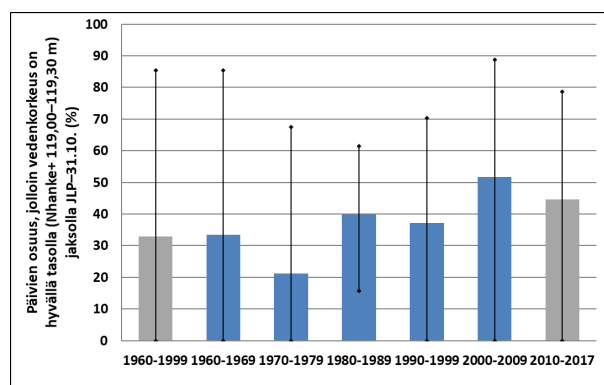
Kuva 5.7. Päivien määrä vuoden aikana, jolloin vedenkorkeus on ollut yli $N_{\text{hanke}} + 119,35$ m. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälin esitetyltä jaksolta. Vertailujakso ja viimeisten kahdeksan vuoden tarkastelujakso ovat harmaalla.

ylittäviä päiviä, 89 päivää, oli vuonna 2016. Kyseisenä vuonna Inarijärven tulovesimäärä oli selvästi keskimääräistä suurempi. Muina jakson vuosina ylitysten määrä oli selvästi vähäisempi.

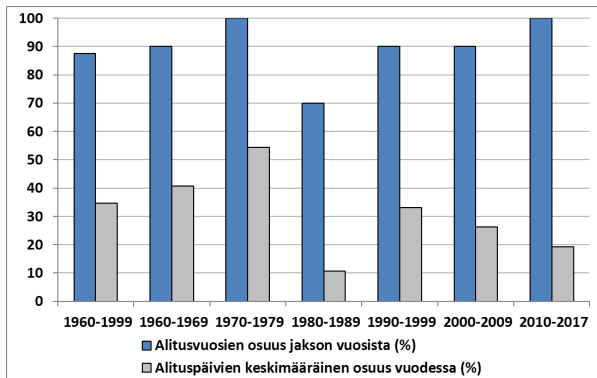
Päivien osuus, jolloin vedenkorkeus on hyvällä tasolla ($N_{\text{hanke}} + 119,00$ – $119,30$ m) jaksolla JLP-31.10. (%) ja päivien osuus, jolloin vedenkorkeus on alle $N_{\text{hanke}} + 118,90$ m jaksolla JLP-31.10. (%)

Jaksolla 2010–2017 vedenkorkeus on ollut virkistyskäytölle hyvällä tasolla ($N_{\text{hanke}} + 119,00$ – $119,30$ m) keskimäärin 45 % virkistyskäyttökauden päivistä (kuva 5.8). Vertailujaksolla 1960–1999 vastaava osuus oli 33 % joten tilanne on parantunut. Tarkastelujakson huonoin vuosi oli 2014, jolloin vedenkorkeus ei ollut lainkaan hyvällä virkistyskäyttötasolla vaan sen alapuolella. Tuolloin Inarijärven kuukausitulovirtaamat olivat koko kesän ja syksyn tavanomaista pienempiä. Paras vuosi taas oli 2015, jolloin 79 % päivistä vedenkorkeus oli hyvällä vyöhykkeellä.

Virkistyskäytön kannalta liian matalien (alle $N_{\text{hanke}} + 118,90$ m) vedenkorkeuksien osuus on vähentynyt vertailujaksoon nähden. Tarkastelujaksolla 2010–2017 tällaisia päiviä oli virkistyskäyttökaudella 19 % ja vertailujaksolla 1960–1999 35 % (kuva 5.9). Alituksia tapahtui kuitenkin tarkastelujakson 2010–2017 kaikkina vuosina. Parhaita olivat vuodet 2015 ja 2016, jolloin kyseisen tason alitti 3 % ja 4 % virkistyskäyttökauden päivistä.



Kuva 5.8. Päivien osuus ajanjaksolla JLP-31.10, jolloin vedenkorkeus on virkistyskäytön kannalta hyvällä tasolla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälin esitetyltä jaksolta. Vertailujakso ja viimeisten kahdeksan vuoden tarkastelujakso ovat harmaalla.



Kuva 5.9. Niiden vuosien osuus esitetyllä jaksolla, jolloin vedenkorkeus on alittanut tason $N_{\text{hanke}} + 118,90$ m ajanjaksolla JLP-31.10. (%) sekä sellaisten päivien osuus, jolloin vedenkorkeus on alittanut kyseisen tason kyseisellä ajanjaksolla (%). Jälkimmäisen mittarin keskiarvon laskennassa on otettu huomioon myös sellaiset vuodet jolloin alituksia ei ole esiintynyt. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon.

5.1.4 Yhteenveto

Tarkastelujen perusteella Inarijärven vedenkorkeuksissa on vain vähäisiä muutoksia tarkastelujaksolla 2010–2017 verrattuna vuosiin 1960–1999. Muutokset ovat olleet suunnaltaan vesiluonnon ja virkistyskäytön kannalta myönteisiä, kuten aikaisemmin tarkastellulla 2000-luvun jaksolla 2000–2009 (Puro-Tahvanainen ym. 2011).

Jakson 2010–2017 mittariarvojen muutoksen suuntaa ja merkittävyyttä vertailujaksoon 1960–1999 verrattuna arvioitiin yhdeksänportaisella asteikolla. Kunkin mittarin tarkastelujakson keskiarvoa on verrattu vertai-

lujakson vuosi-arvojen jakaumaan, mikäli jakauma on ollut vertailuun soveltuva. Sanallinen yhteenveto mitareiden muutoksista on esitetty taulukossa 5.4. Kuten jaksolla 2000–2009 (Puro-Tahvanainen ym. 2011), viimeisen kahdeksan vuoden seurantajaksonkaan muutoksista ei voida sanoa, että ne johtuisivat pelkästään säännöstelykäytännön muutoksista, vaan myös tarkastelujaksojen hydrologialla on merkitystä.

Merkittävin muutos jaksolla 2010–2017 on vedenkorkeuden pysyvyys virkistyskäytön kannalta hyvällä tasolla jaksoa 1960–1999 enemmän. Vedenkorkeuksia vesiluonnon olosuhteiden kannalta kuvaavat vedenkorkeusmittarit ovat joko pysyneet likimain samoina kuin vertailujaksolla 1960–1999 tai muuttuneet hieman parempaan suuntaan. Muutokset ovat sen verran pieniä, että niiden vaikutus Inarijärven tilaan on oletettavasti vähäinen.

Inarijärvi-hankkeessa esitetyistä vedenkorkeuksiin liittyvistä suosituksista on toteutunut vedenkorkeuden aleneva rytmi tulvahuipun jälkeen. Vedenkorkeuden laskua kuvaavan mittarin mukaan laskusuunta on toteutunut jakson 2010–2017 jokaisena vuonna, joskin osana vuosista lasku on ollut pientä tai vedenkorkeus on noussut pian uudestaan laskun jälkeen. Alle tason $N_{\text{hanke}} + 118,90$ m vedenkorkeuksien määrä kesällä on vähentynyt jaksoon 1960-1999 verrattuna ja myös tason $N_{\text{hanke}} + 119,35$ m ylittävien vedenkorkeuksien määrä on vähentynyt hieman. Kyseisiä tasoja korkeammilta ja matalammilta vedenkorkeuksilta ei ole kuitenkaan kokonaan vältytty.

Taulukko 5.4. Yhteenveto mittaritarkastelun tuloksista. Muutos kuvaa mittarin arvon muutosta jaksolla 2010–2017 vertailujaksoon 1960–1999 verrattuna.

	Mittarin nimi	Muutos vertailujaksoon	Arvio mahdollisista vaikutuksista vesistön tilaan ja käyttöön
1	Talvialeneman suuruus (ajanjakso JP–JLP) (m)	Ei muutosta	Ei vaikutusta
2	Ajankohdan 1.6.–15.7. ylimmän vedenkorkeuden ja ajankohdan 1.8.–31.8. alimman vedenkorkeuden erotus (m)	Kasvanut vähän	Vähäinen positiivinen vaikutus
3	Jäänpainaman rantavyöhykkeen osuus tuottavasta vyöhykkeestä (%)	Ei muutosta	Ei vaikutusta
4	Jäätyvän vyöhykkeen syvyys (m)	Ei muutosta	Ei vaikutusta
5	Talvialeneman suuruus jaksolla JP–28.2. (m)	Ei muutosta	Ei vaikutusta
6	Päivien määrä vuoden aikana, jolloin vedenkorkeus on yli $N_{\text{hanke}} + 119,35$ m (vrk)	Pienentynyt vähän	Vähäinen positiivinen vaikutus
7	Päivien osuus, jolloin vedenkorkeus on hyvällä tasolla ($N_{\text{hanke}} + 119,00$ – $119,30$ m) jaksolla JLP–31.10. (%)	Kasvanut vähän	Vähäinen positiivinen vaikutus
8	Päivien osuus, jolloin vedenkorkeus on alle $N_{\text{hanke}} + 118,90$ m jaksolla JLP–31.10. (%)	Pienentynyt vähän	Vähäinen positiivinen vaikutus



Säännöstelyn ja aallokon aiheuttamaa eroosiorantaa Nellimissä. Kuva Risto Lampela.



Isokokoisesta murskekivestä tehty rantaverhous Partakossa. Kuva Juha-Petri Kämäräinen.

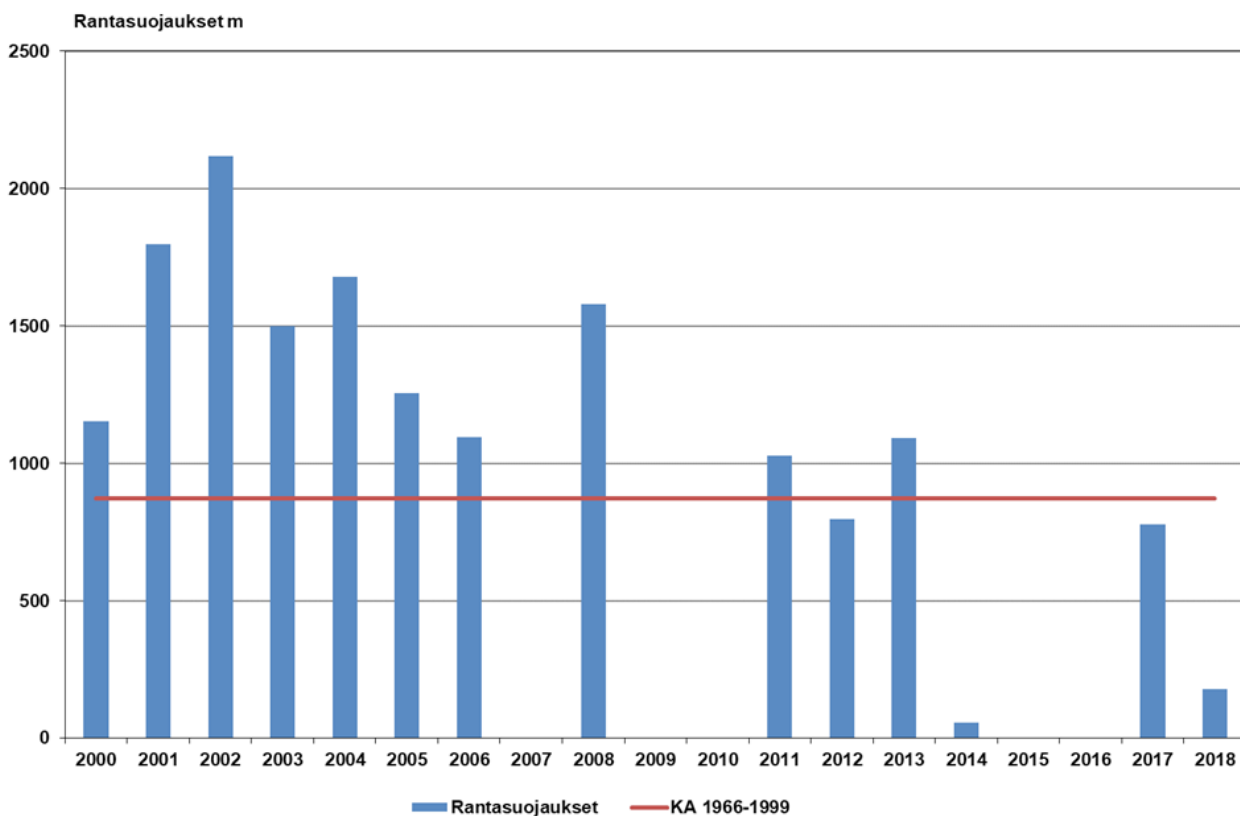
5.2 Rantavyörymät ja rantasuojaukset

JUHA-PETRI KÄMÄRÄINEN, LAPIN ELINKEINO-, LIIKENNE- JA YMPÄRISTÖKESKUS

Vesistötoimikunnan 25.3.1957 antamassa päätöksessä määrättiin muun muassa maksettavaksi korvaukset vuosina 1948–1954 Inarijärven säännöstelystä aiheutuneista vyörymävahingoista sekä suojaamaan Ivalojoen rantaa tarkoituksenmukaisella tavalla neljässä eri kohteessa. Nämä työt suoritti tie- ja vesirakennushallinnon Lapin piiri. Pohjois-Suomen vesioikeuden vuonna 1974 antamassa päätöksessä veloitettiin silloinen vesihallitus vuoden 1966 jälkeen tapahtuneiden ja vastaisuudessa tapahtuvien vyörymävahinkojen selvittämiseksi laatimaan vyöryvien rantojen kohdalta maastossa oleviin kiintopisteisiin sidottu tarkka kartta, johon on merkitty 1966 tehdyn mittauksen tulos, ja jonka avulla vyörymien suuruus voidaan kulloinkin todeta. Päätöksessä todettiin, että vyörymät tulee mitata ensi kerran kahden vuoden sisällä päätöksen voimaantulosta, jonka jälkeen aina viiden vuoden välein niin kauan kuin vyörymiä tapahtuu.

Inarijärven säännöstelyn veloitteeseen liittyen Inarijärvellä ja Ivalojoella on tilastoitu tehtyjä rantasuojauksia vuodesta 1966 lähtien. Rantasuojauksia on tehty vuosina 1966–2018 yhteensä 45 741 m, josta Inarijärvellä 13 914 m ja Ivalojoella 31 383 m. Tähän mennessä tehdyt rantasuojaukset kattavat Inarijärven rantaviivasta (3 310 km) 0,4 % ja Ivalojoen säännöstelyn vaikutuksen alaisesta rantaviivasta (78 km) noin 40 %.

Vuosina 1966–1999 rantasuojauksia on tehty keskimäärin noin 870 m vuodessa (kuva 5.10). 2000-luvulla rantasuojauksia ei ole tehty ollenkaan vuosina 2007, 2009–2010 ja 2015–2016. Muina 2000-luvun vuosina rantasuojauksia on tehty keskimäärin noin 1 150 m vuodessa, mikä on enemmän kuin vuosina 1966–1999. Tehtyjen rantasuojauksien määrään on vaikuttanut erityisesti käytettävissä olevan rahoituksen määrä, ja kustannuksiin vaikuttaa huomattavasti kohteiden sijainti. Aiemmin tehdyt suojaukset sijoit-



Kuva 5.10. Inarijärvellä ja Ivalojoella tehdyt rantasuojaukset keskimäärin vuosina 1966–1999 ja 2000-luvulla.

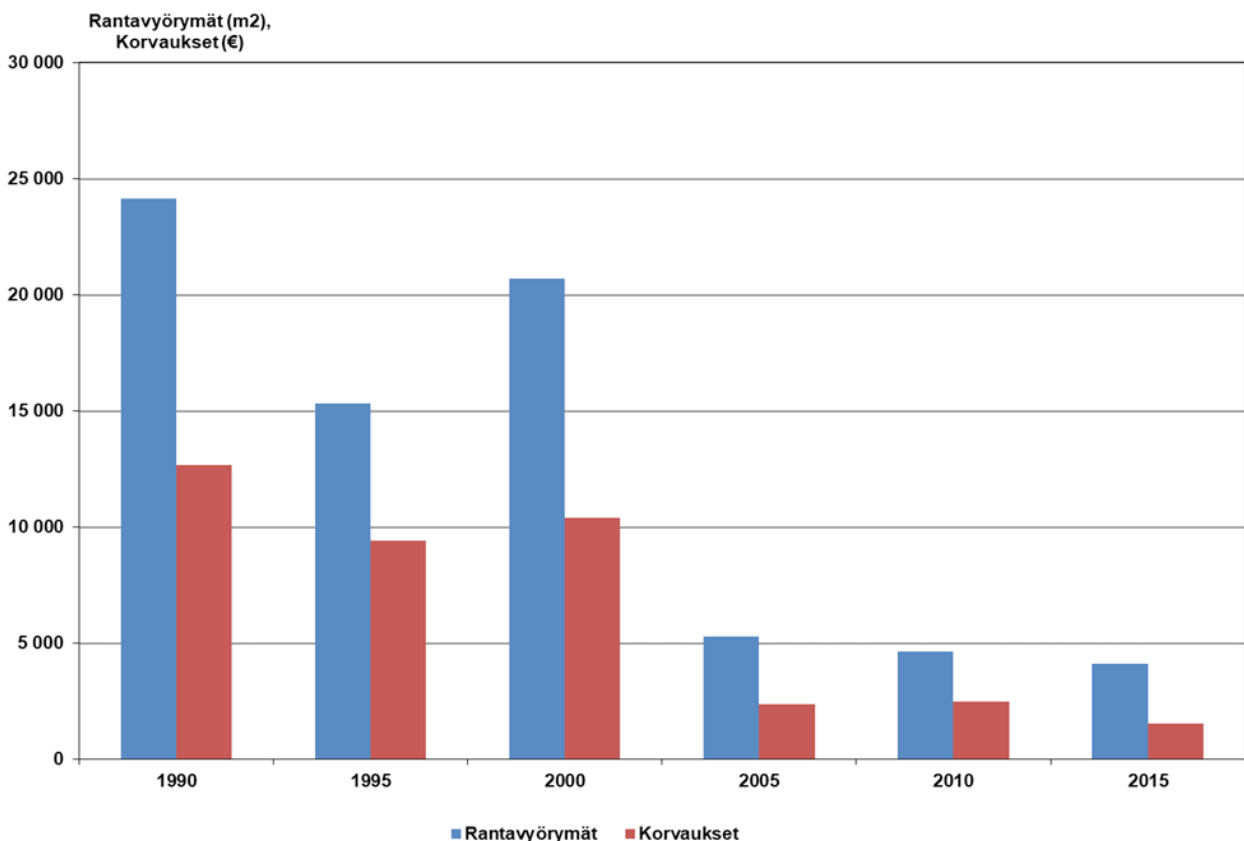
tuivat pääosin Ivalojoen rannoille, jossa törmät ovat korkeita. Tällöin samalla rahamäärällä on saatu tehtyä vähemmän rantametrejä kuin Inarjärven ja Koppelon alueen matalilla rannoilla, mihin suojaukset ovat painottuneet 2000-luvulla. Aloitteita uusien kohteiden rantasuojauksista tulee Lapin ELY-keskukseen vuosittain muutamia, minkä lisäksi vanhimmat suojaukset vaativat mahdollisia korjauskunnostuksia.

Rantavyörymämittauksia on tehty viiden vuoden välein todennäköisesti vuodesta 1975 lähtien. Kuvassa 5.11 on esitetty vuosina 1990–2015 tehtyjen mittausten mukaiset rantavyörymät ja niiden perusteella maksetut korvaukset. Vyöryneiden rantojen ja korvausten määrä näyttää pienentyneen 2000-luvulla, mikä johtunee pääosin siitä, että pahiten vyöryvät rannat on eroosiosuojattu. Osittain kehitykseen on voinut vaikuttaa myös se, että 2000-luvulla on pyritty välttämään eroosion kannalta haitallisia tason $N_{\text{hanke}} + 119,35$ m ylittäviä vedenkorkeuksia.

Säännöstelyyn liittyvistä velvoitetöistä ei ole tähän raporttiin laadittu mittaritarkastelua, koska vertailujaksolta tietoja on ainoastaan muutamalta vuodelta tai tiedossa on vain vertailujakson keskiarvo. Rakennetut rantasuojaukset eivät ole muutenkaan säännöstelyn vaikutuksia kuvaavana mittarina hyvä, joten tarkas-

telua ei ole senkään vuoksi suoritettu. Rantavyörymien vähenemistä voidaan pitää järven tilan ja käytön kannalta positiivisena siinä mielessä, että vyöryvien rantojen väheneminen vakiinnuttaa rantavyöhykettä ja parantaa järven virkistyskäyttömahdollisuuksia. Toisaalta ainakin laaja-alaiset rantasuojaukset voidaan kokea maisemallisesti häiritsevinä erämaisella järvellä.

Rantavyörymämittaukset on suoritettu tähän asti niin sanotusti perinteisin menetelmin maastossa mitanauhaa ja prismaa hyväksi käyttäen. Mittausmenetelmä on erittäin paljon aikaa vievä, ja maksettuihin korvauksiin verrattuna kallis. Rantavyörymien seuranta- ja mittauksissa tulisivat jatkossa selvittää mahdollisuudet esimerkiksi UAV-kartoituksen eli miehittämättömän ilmakuvakartoituksen hyödynnettävyyteen. Esimerkiksi drone-kuvaukseen perustuvan mittauksen soveltuvuutta, jossa saataisiin tarkan kuvan lisäksi tuotettua rantatörmästä 3D-maastomalli, tulee tarkastella vyörymämittausten vaihtoehtona. Vyörymämittausten mittaritarkastelussa voisi jatkoa ajatellen valita muutaman eri rantatyyppiä edustavan linjan, joiden perusteella voitaisiin tarkastella rantaeroosion kehittymistä ja säännöstelyn vaikutuksia.



Kuva 5.11. Vuosina 1990–2015 tehtyjen mittausten mukaiset rantavyörymien määrät (m²) ja niiden perusteella maksetut korvaukset (€).

6 Kuormitus ja veden laatu

JUKKA YLIKÖRKÖ, LAPIN ELINKEINO-, LIIKENNE- JA YMPÄRISTÖKESKUS

6.1 Aineisto ja menetelmät

Tiedot pistekuormituksesta on poimittu Suomen ympäristökeskuksen ylläpitämästä valvonta- ja kuormitustietojärjestelmästä (VAHTI). Pistekuormituksen kehittymistä tarkastellaan vuodesta 1991, mistä lähtien myös kalanviljelylaitosten kuormitus on mukana. Nykyinen pistekuormitus on laskettu vuosien 2010–2016 keskiarvona.

Hajakuormitustiedot on laskettu Suomen ympäristökeskuksen kehittämällä VEMALA-järjestelmällä, jonka avulla voidaan arvioida eri kuormituslähteiden suuruutta. Kuormitusarvot perustuvat eri maankäyttömuotojen pinta-aloihin sekä kullekin toiminnalle ominaisiin keskimääräisiin kuormitusarvoihin ja virtaamaan. Laskeuma on keskiarvo Suomen ympäristökeskuksen Nellimin ja Sodankylän mittausasemien tuloksista. Arvio vesistöalueen tämänhetkisestä hajakuormituksesta on vuosien 2008–2017 keskiarvo.

Inarijärven veden laatua on tarkasteltu kolmen pitkäaikaisessa seurannassa olevan havaintopaikan Juutuanvuonon, Nuoraselän ja Vasikkaselän tulosten perusteella. Vasikkaselän havaintopaikalta on yhtenäisimmät aikasarjat. Juutuanvuonossa ja Nuoraselällä seurannassa on ollut välillä katkoksia ja vuo-

desta 2006 lähtien Juutuanvuono on ollut pelkästään velvoitetarkkailussa, minkä vuoksi joitakin muuttujia on jäänyt pois seurannasta. Tiedot on poimittu ympäristöhallinnon Pintavesien tila -järjestelmästä, ja tarkasteluun valittiin kahdeksan muuttujaa (taulukko 6.1). Tarkastelujaksona käytetään pääasiassa vuosia 1980–2017.

Erona edelliseen mittaritarkasteluun (Puro-Tahvanainen ym. 2011) muuttujat käsiteltiin pääosin koko vesipatsaan keskiarvoina, jotta myös pohjanläheinen vedenlaatu tulisi huomioitua. Hapen ja lämpötilan osalta tarkasteltiin pohjan läheistä vesikerrosta.

Aikasarjoissa koko seurantajaksona havaittavia kehityssuuntia tarkasteltiin tilastollisesti Mann-Kendall-järjestyskorrelaatiolla erikseen kevättalvelle (maaliskuuhuhtikuu), kesäkaudelle (heinä-elokuu) ja syksylle (syys-lokakuu) (taulukko 6.4). Tilastollisessa tarkastelussa aineistona käytettiin muuttujien kausittaisia tai kuukausittaisia keskiarvoja. Mittaritarkastelussa aineistoa käsiteltiin 10-vuotisjaksojen keskiarvoina. 2010-luvulla mahdollisesti tapahtunutta muutosta vertailujaksoon nähden arvioitiin erikseen havaintopaikkoittain.

Taulukko 6.1. Tarkastelussa mukana olevat veden laadun seurantapaikat ja muuttujat.

Havaintopaikka	Aikasarjan pituus	Syvyys (m)	Puuttuvia tuloksia
Inarijärvi Juutuanvuono 3	1980–2017	22	2006, 2007, 2009 alkaliniteetti, 2017 kokonaisfosfori
Inarijärvi Nuoraselkä P14D	1980–2017	30	2000–2003 kaikki, 2004, 2005 klorofylli-a, 2017 kokonaisfosfori
Inarijärvi Vasikkaselkä 151	1980–2017 (1975–2017)	95	Kokonaisfosfori 2017
Muuttuja	Yksikkö	Syvyysvyöhyke	Huom.
Näkösyvyys	m		
Kemiallinen hapenkulutus	mg/l	Vesipatsaan keskiarvo	
Kokonaisfosfori	µg/l	Vesipatsaan keskiarvo	
Kokonaistyyppi	µg/l	Vesipatsaan keskiarvo	
Klorofylli-a	µg/l	0–2 m	
Alkaliniteetti	mmol/l	Vesipatsaan keskiarvo	
Hapen kyllästysaste	%	1 m pohjasta	Vasikkaselkä
Lämpötila	°C	1 m pohjasta	Vasikkaselkä

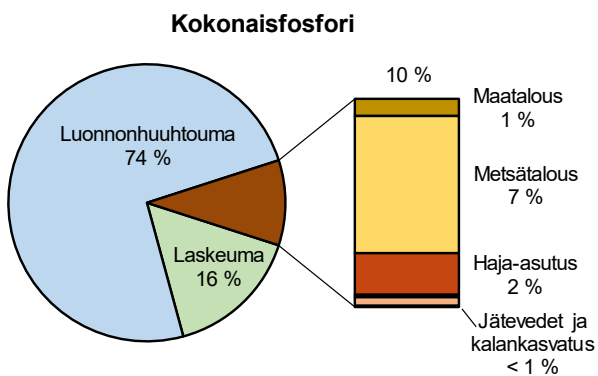
6.2 Kuormitus

Laskennallisista fosforin ja typen ainemääristä huomattava osa on peräisin luonnonhuuhtoumasta ja kaukokulkeutuvana vesistöön tulevasta laskeumasta (kuvat 6.1 ja 6.2). 10 % kokonaisfosforin ja 6 % kokonaistypen kuormituksesta on seurausta paikallisesta ihmistoiminnasta. Suurin osa tästä tulee hajakuormituksena maa- ja metsätaloudesta sekä haja-asutuksesta.

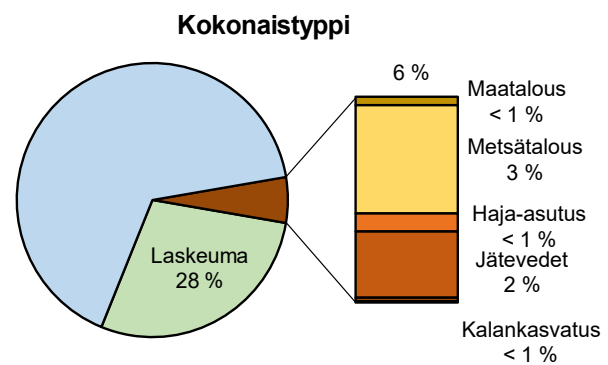
Ilmassa kaukokulkeutuvien typen oksidien vähentyminen on merkittävin kokonaiskuormituksessa tapahtunut muutos. Typen oksidien kuormitus ilmakehään on vähentynyt 1990-luvulta lähtien. Lapin alueen mitausasemien perusteella arvioitu valuma-alueen vesistöihin suoraan kohdistuva kokonaistypen laskeuma on viimeisellä kymmenvuotijaksolla 16 % (n. 89 tonnia) pienempi kuin 2000–2009.

Inarijärveen kohdistuva pistekuormitus muodostuu jätevedenpuhdistamoilta ja kalankasvatustalokselta lähtevästä kuormituksesta. Alueella toimii tällä hetkellä kaksi jätevedenpuhdistamoa: Inarin kirkonkylä ja Mellanaapa Ivalossa, johon johdetaan myös Saariselän alueen jätevedet. Inarin kalanviljelylaitos on ainoa jäljellä oleva kalankasvatamo, kaksi muuta ovat lopettaneet toimintansa: Saamen Lohi Ky vuonna 1996 ja Sarmijärven kalanviljelylaitos vuonna 2010.

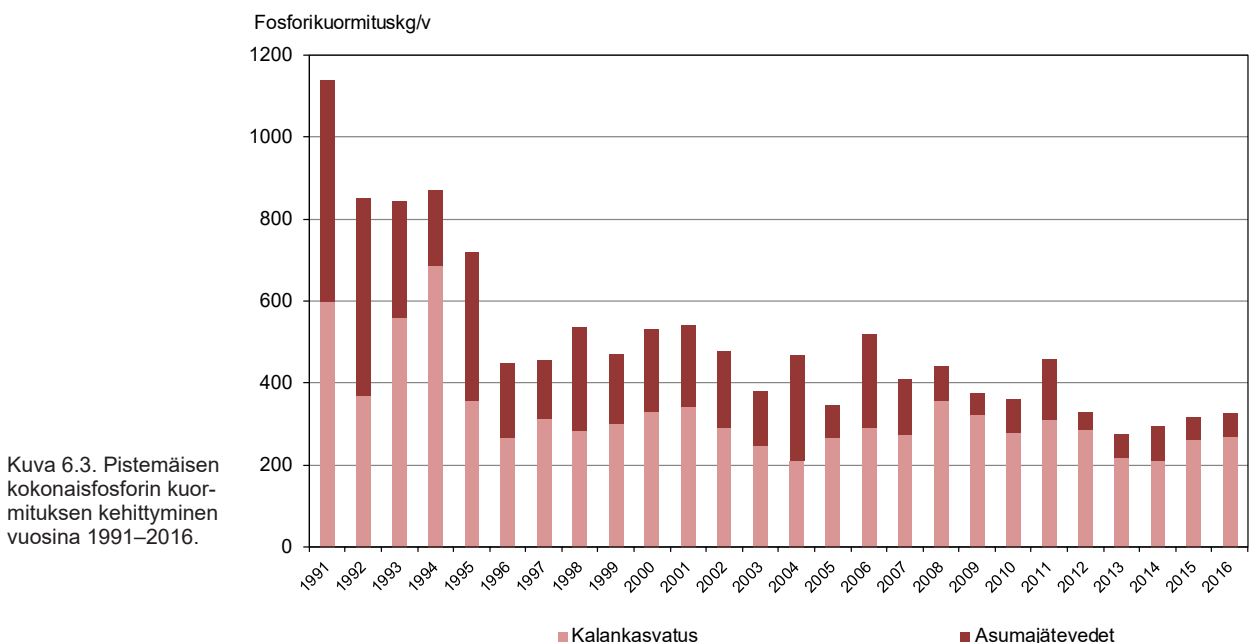
Pistemäinen fosforikuormitus on vähentynyt huomattavasti 1990-luvun puolivälistä lähtien kalanviljelyn supistumisen, tehostuneen rehunkäytön sekä jätevedenpuhdistamoiden uusimisen ja puhdistusmenetelmien tehostumisen johdosta (kuva 6.3). Sen sijaan tyyppikuormitus kasvoi 2000-luvun alkuun saakka lähinnä keskitettyyn jäteveden puhdistukseen liittyneiden asukkaiden määrän ja Saariselän matkailukeskuksen matkailijamäärien kasvun myötä (kuva 6.4).



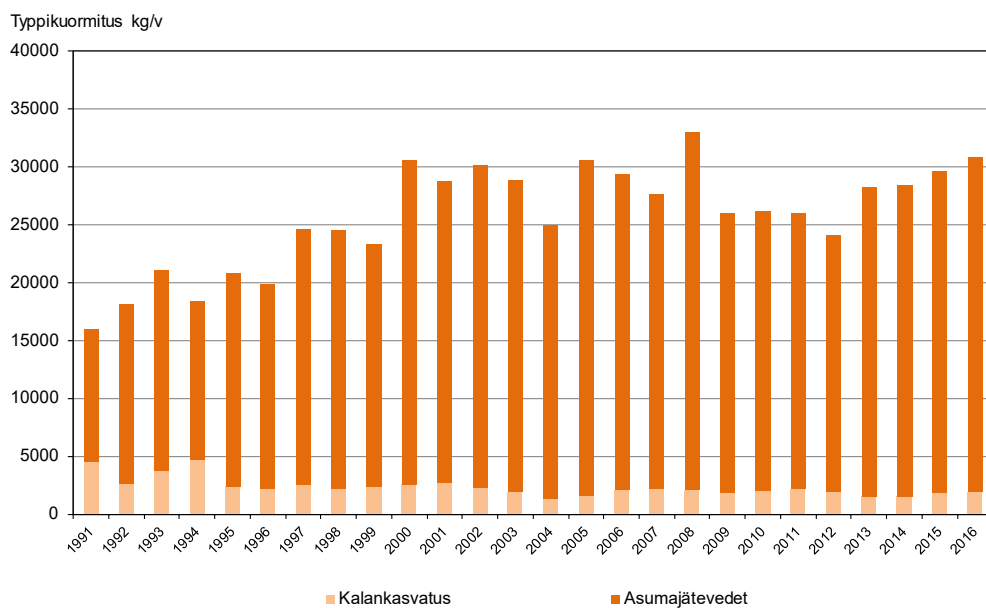
Kuva 6.1. Arvio vesistöihin kohdistuvasta kokonaisfosforin kuormituksen jakaumasta Paatsjoen vesistöalueella 2008–2017.



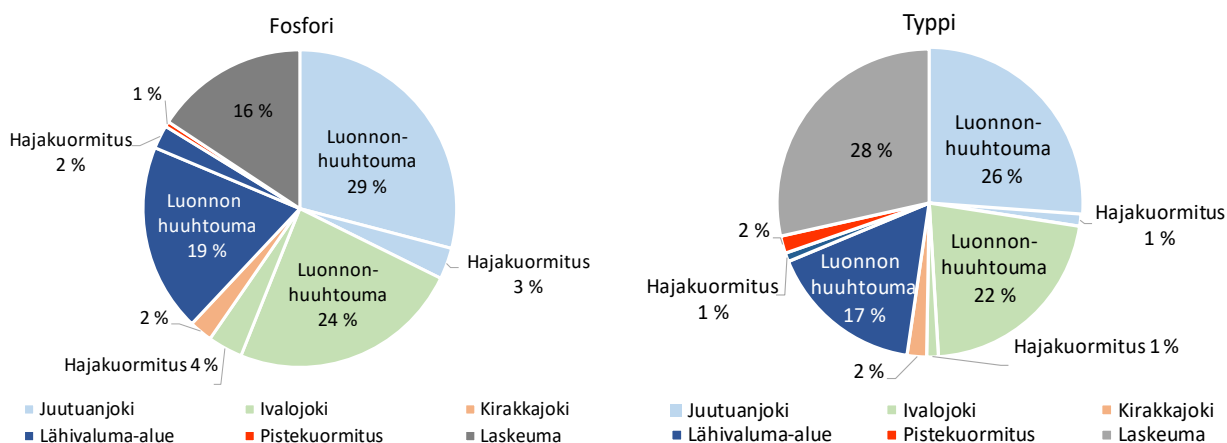
Kuva 6.2. Arvio vesistöihin kohdistuvasta kokonaistypen kuormituksen jakaumasta Paatsjoen vesistöalueella 2008–2017.



Kuva 6.3. Pistemäisen kokonaisfosforin kuormituksen kehittyminen vuosina 1991–2016.



Kuva 6.4. Pistemäisen kokonaistypen kuormituksen kehittyminen vuosina 1991–2016.



Kuva 6.5. Kokonaisravinteiden ainevirtaamien jakautuminen valuma-alueen osa-alueiden ja eri lähteiden kesken vuosien 2008–2017 keskiarvoissa (pistekuormitus 2008–2016).

6.3 Veden laatu

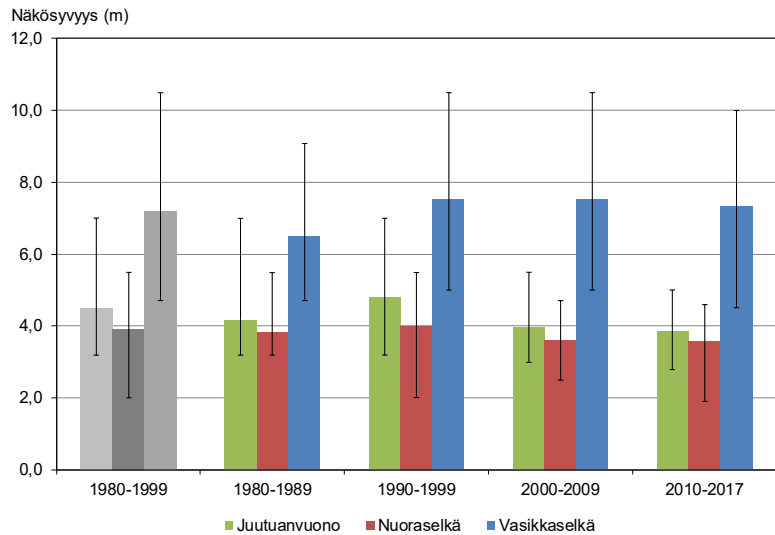
2000-luvulla typen kokonaiskuorma on vaihdellut melko suuresti 22–30 tonnin välillä. Typpeä ei aktiivisesti poisteta jätevedenpuhdistamoilla, minkä vuoksi sen puhdistustehokkuudet ovat huomattavasti fosforin puhdistustehokkuuksia pienempiä.

Keskimääräinen Inarijärven tuleva kokonaiskuorma on ollut noin 122 tonnia fosforia ja 2 852 tonnia typpeä jaksolla 2008–2017. Kolme suurinta jokea, Juutuanjoki, Ivalojoen ja Kirakkajoki, tuovat tästä yli puolet (kuva 6.5). Hajakuormitus jakautuu melko tasaisesti valuma-alueen eri osiin. Pistemäisen kuormituksen on arvioitu kohdistuvan suoraan Inarijärveen, ja sen osuus on 1–2 % kokonaisravinteista.

Avovesikauden keskimääräinen näkösyvyys on Juutuanvuonossa ja Nuoraselällä noin 4 m ja Vasikkaselällä noin 7 m (kuva 6.6 ja taulukko 6.2). Nuoraselällä 2010–2017 keskiarvo on vähän vertailukautta pienempi. Juutuanvuonosta on 2010-luvulla vain kolmelta vuodelta näkösyvyysmittauksia, eikä muutoksen suuruutta voi tämän vuoksi päätellä. Vuosien välisissä näkösyvyysmittauksissa on suuria eroja, eikä muutosta ole tilastollisesti merkitsevää.

Kemiallinen hapenkulutus kuvaa vedessä olevan orgaanisen aineen, mm. eloperäisen kiintoaineen ja humuksen määrää (kuva 6.7). Inarijärven eteläisissä osissa orgaanisen aineen määrä on hieman suurempi kuin Vasikkaselällä. Myös ajalliset muutokset poik-

Kuva 6.6. Avovesikauden näkösyvyys (m) Juutuanvuonon, Nuoraselän ja Vasikkaselän havaintopaikoilla eri tarkastelujaksolla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälin tarkastelujaksolla.



Taulukko 6.2. Veden laatu muuttujien keskimääräiset arvot vertailujaksolla 1980–1999 sekä 10 vuoden osajaksoilla ja viimeisen 5 vuoden aikana eri havaintopaikoilla sekä kolmen havaintopaikan keskiarvo (KA).

Muuttuja	Havaintopaikka	1980–1999	1980–1989	1990–1999	2000–2009	2010–2017
Näkösyvyys (m)	Juutuanvuono	4,5	4,2	4,8	4,0	3,9
	Nuoraselkä	3,9	3,8	4,0	3,6	3,6
	Vasikkaselkä	7,2	6,5	7,5	7,5	7,3
	KA	5,2	4,8	5,4	5,0	4,9
Kemiallinen hapenkulutus (mg/l)	Juutuanvuono	4,0	4,2	3,8	4,0	4,1
	Nuoraselkä	4,7	5,1	4,6	5,0	5,0
	Vasikkaselkä	2,7	2,7	2,7	2,3	2,3
	KA	3,8	4,0	3,7	3,8	3,8
Kokonaisfosfori (µg/l)	Juutuanvuono	6,1	6,9	5,6	6,7	5,8
	Nuoraselkä	7,3	8,4	6,8	6,4	6,4
	Vasikkaselkä	3,5	3,9	3,2	3,3	2,3
	KA	5,7	6,4	5,2	5,5	4,8
Kokonaistyyppi (µg/l)	Juutuanvuono	201	211	194	185	173
	Nuoraselkä	190	209	180	191	192
	Vasikkaselkä	191	197	188	164	154
	KA	194	206	187	180	173
Klorofylli-a (µg/l)	Juutuanvuono	1,9	2,2	1,7	2,0	2,5
	Nuoraselkä	2,2	2,5	2,1	1,9	2,0
	Vasikkaselkä	1,1	1,2	1,0	0,9	0,9
	KA	1,7	2,0	1,6	1,6	1,8
Alkaliniteetti (mmol/l)	Juutuanvuono	0,20	0,19	0,21	0,21	
	Nuoraselkä	0,20	0,18	0,22	0,22	0,22
	Vasikkaselkä	0,16	0,15	0,16	0,17	0,19
	KA	0,19	0,18	0,20	0,20	0,20
Hapen kyllästysaste (%)	Vasikkaselkä					
	maalis-huhtikuu	64,0	67,5	60,5	45,5	52,0
	elokuu	93,8	94,2	93,3	93,8	94,1
Lämpötila (°C)	Vasikkaselkä					
	maalis-huhtikuu	2,3	2,0	2,7	2,8	2,4
	elokuu	6,9	6,7	7,0	6,5	7,1

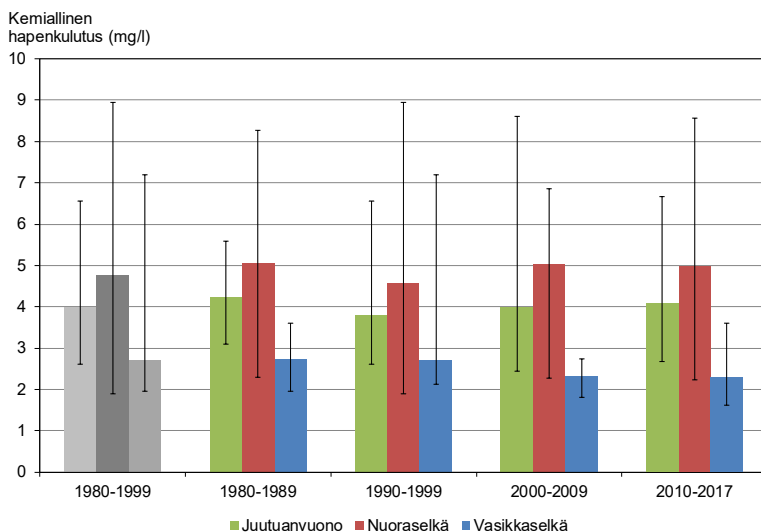
keavat alueittain: Juutuanvuonossa ja Nuoraselällä kemiallinen hapenkulutus on lisääntynyt. Viimeisen tarkastelujakson keskiarvo on Juutuanvuonossa ja Nuoraselällä vähän vertailukautta suurempi. Vasikkaselällä kemiallinen hapenkulutus on laskenut suuresti. Tämä muutossuunta Vasikkaselällä on myös tilastollisesti merkitsevä koko aikasarjalla.

Ravinteet

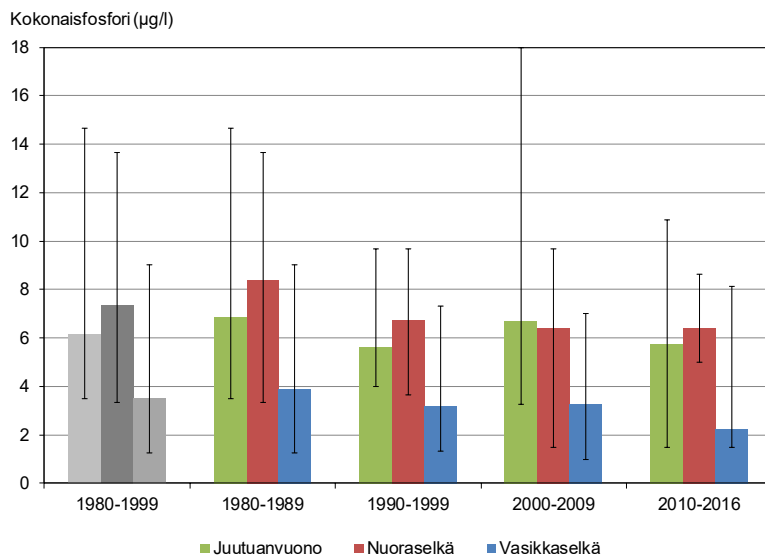
Kokonaisravinteiden määrät ovat Inarijärvellä karulla tasolla, ja alhaisimpia Vasikkaselällä (kuva 6.8 ja 6.10). Fosfori on Inarijärvellä yleensä perustuotantoa rajoittava ravinne. Koko vesipatsaan keskimääräisessä fosforipitoisuudessa on suhteessa vertailukautteen havaittavissa vähäinen lasku Nuoraselällä ja erittäin suuri lasku Vasikkaselällä (kuva 6.9). Vasikkaselällä fosforin vähentyminen on myös tilastollisesti merkitsevää loppukesällä (1980–2016).

Kokonaistypen osalta Juutuanvuonossa ja Vasikkaselällä on erittäin suuri lasku suhteessa vertailukautteen (kuva 6.11). Juutuanvuonossa kehitys johtuu kevättalvisten pohjanläheisten pitoisuusmaksimien laskusta. Vasikkaselällä typpipitoisuudet ovat laskussa koko vesipatsaassa. Juutuanvuonossa typpipitoisuuden vähentyminen koko vesipatsaan keskiarvona on tilastollisesti merkitsevä trendi kevättalven tuloksissa, Vasikkaselällä kaikkina ajankohtina (1980–2017).

Klorofyllipitoisuus noudattaa fosforin kanssa samaa alueellista jakaumaa, jossa Vasikkaselkä erottuu muista alueista selvästi karumpana (kuva 6.12). Klorofyllipitoisuudelle on tyypillistä suuri vaihtelu eri näytteenottoajankohtien välillä, eivätkä pienet erot kausikeskiarvoissa ole merkityksellisiä. Juutuanvuonossa klorofylli-a:n keskiarvo on viimeisellä tarkastelujaksolla kohtalaisesti vertailujaksoa suurempi. Juutuanvuonon klorofyllipitoisuuden kasvu on tapahtunut 2010-luvulla, mutta se näkyy koko aikasarjassa (1980–2017) tilastollisesti merkitsevänä.

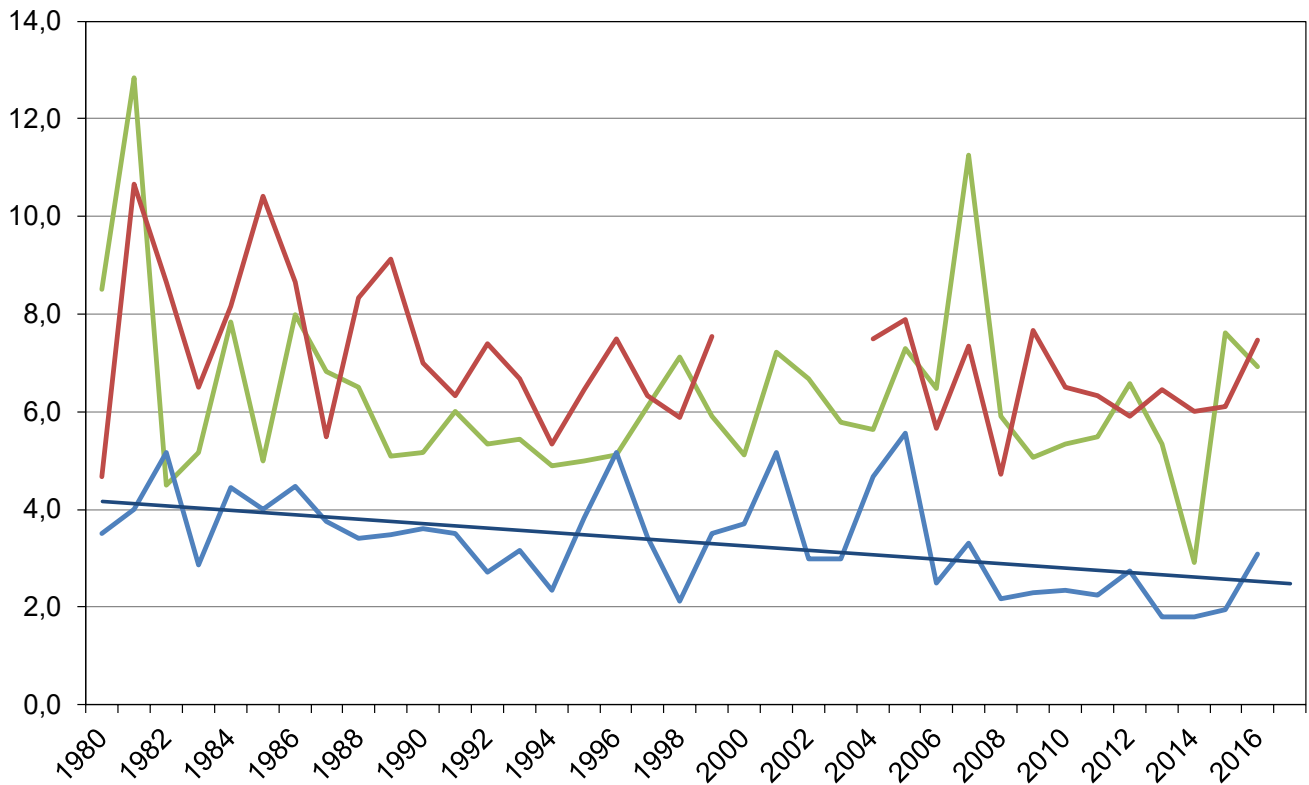


Kuva 6.7. Kemiallinen hapenkulutus Juutuanvuonon, Nuoraselän ja Vasikkaselän havaintopaikoilla eri tarkastelujaksoilla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälin tarkastelujaksolla.



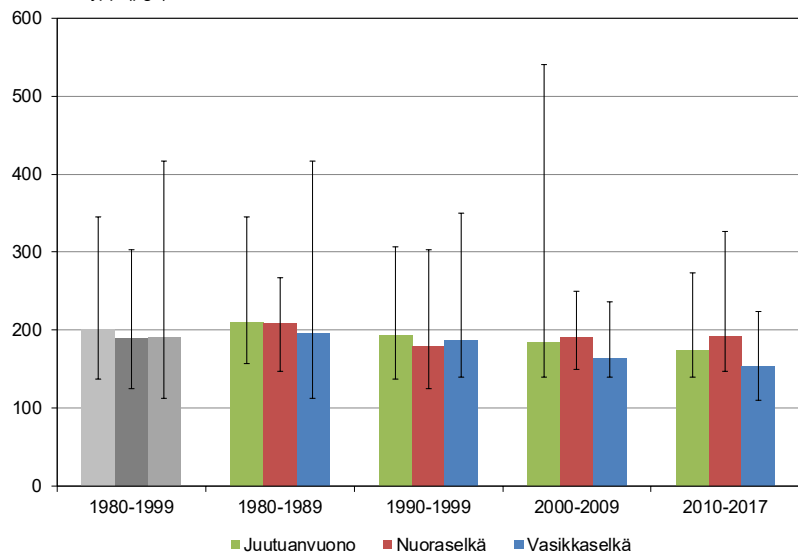
Kuva 6.8. Kokonaisfosforin keskipitoisuus Juutuanvuonon, Nuoraselän ja Vasikkaselän havaintopaikoilla eri tarkastelujaksoilla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälin tarkastelujaksolla.

Kokonaisfosfori (µg/l)



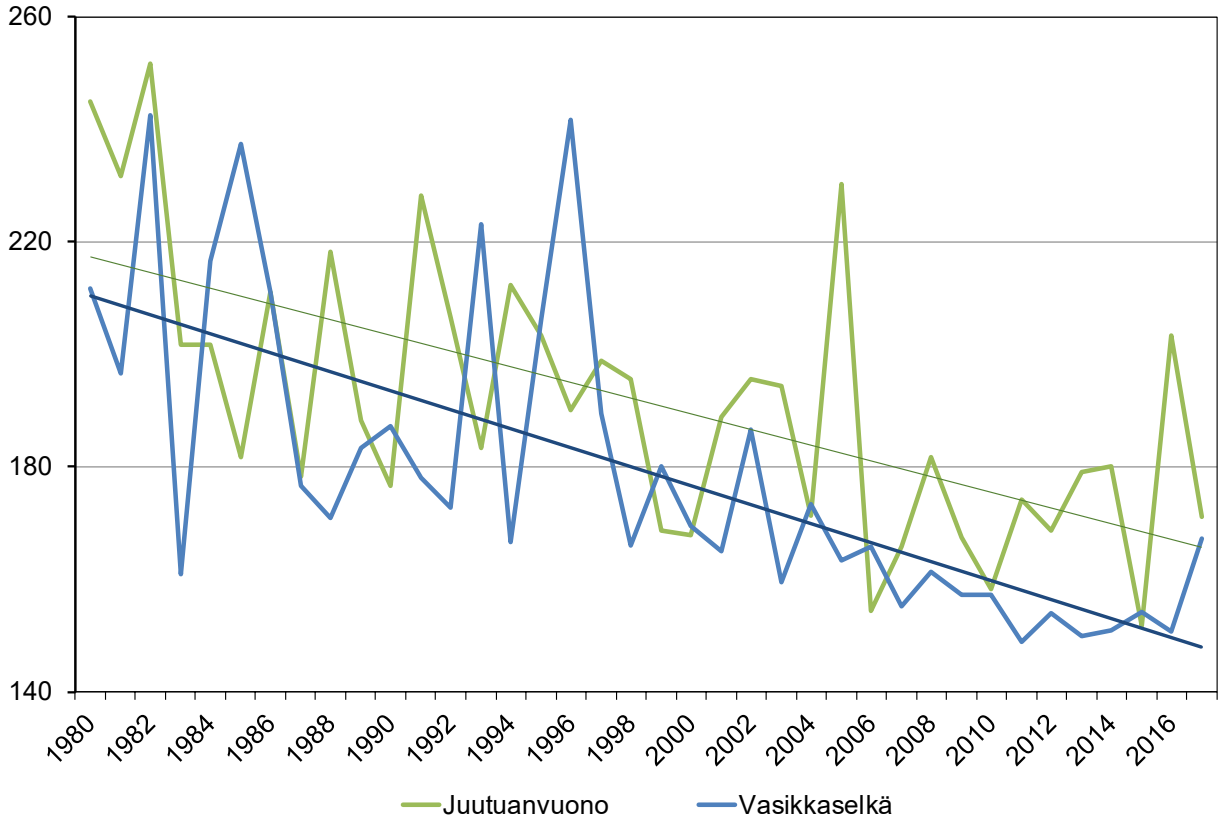
Kuva 6.9. Kokonaisfosforin koko vesipatsaan vuosikeskiarvot. Vasikkaselällä kokonaisfosforissa on laskeva muutossuunta.

Kokonaistyyppi (µg/l)



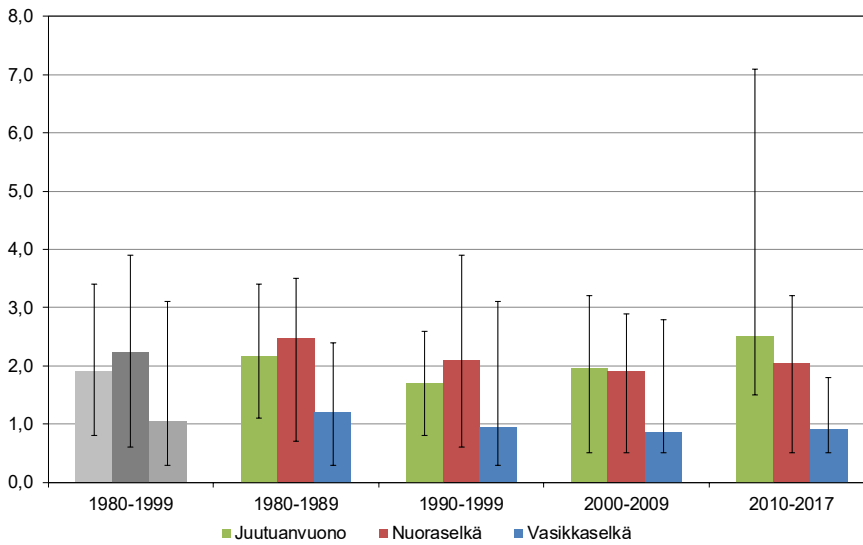
Kuva 6.10. Kokonaistyyppi keskipitoisuus Juutuanvuonoon, Nuoraselän ja Vasikkaselän havaintopaikoilla eri tarkastelujaksolla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälin tarkastelujaksolla.

Kokonaistyyppi ($\mu\text{g/l}$)



Kuva 6.11. Kokonaistyyppien koko vesipatsaan vuosikeskiarvot Juutuanvuonossa ja Vasikkaselällä, joissa on tilastollisesti merkitsevä laskeva suuntaus.

Klorofylli-a ($\mu\text{g/l}$)



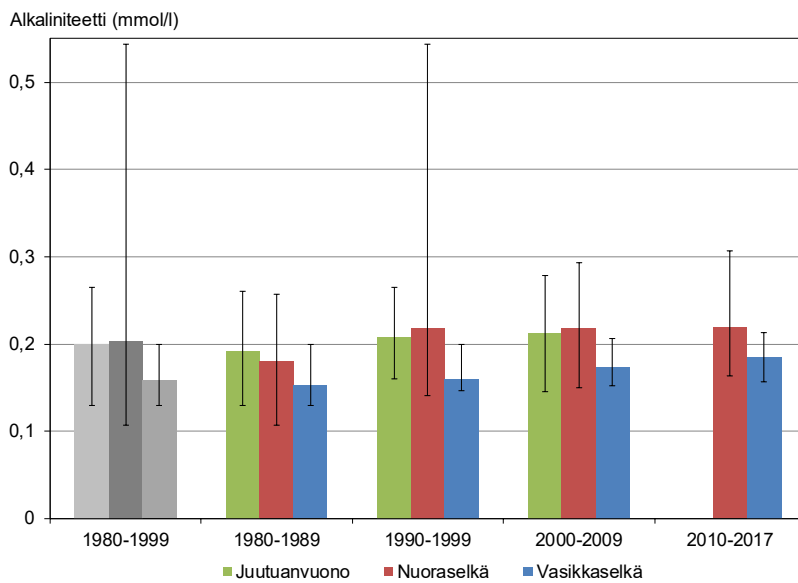
Kuva 6.12. Klorofylli-a:n keskipitoisuus Juutuanvuonon, Nuoraselän ja Vasikkaselän havaintopaikoilla eri tarkastelujaksoilla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälin tarkastelujaksolla.

Veden puskurikykyä kuvaavan alkaliniteetin arvoissa on ollut kasvava kehityssuunta 1980-luvulta lähtien (kuva 6.13). Nuoraselän alkaliniteetti on koko 2000-luvun pysynyt samalla tasolla, joka on kohtalaisesti vertailukautta suurempi. Vasikkaselällä alkaliniteetti on jatkanut hidasta kohoamista ja ollut 2000-luvulla erittäin suuresti vertailukautta suurempi. Vasikkaselän aineistossa (1980–2017) muutos on tilastollisesti merkitsevä (vrt. taulukko 6.2). Juutuanvuonossa ei ole tehty alkaliniteetin määrittystä enää 2010-luvulla.

Pohjan läheisen veden (noin 1 m pohjasta) happi-tilannetta ja lämpötilaa on tarkasteltu keväällä maaliskuussa sekä elokuussa Vasikkaselän syvän-

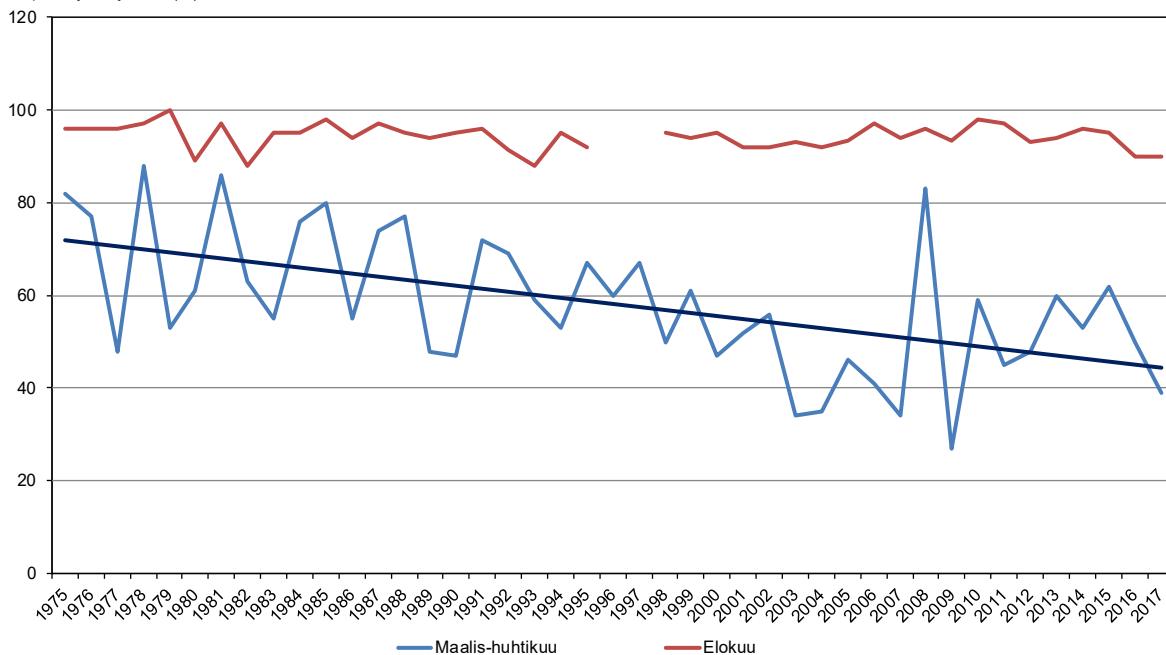
teestä, mistä on yhtenäisin ja pisin aikasarja vuodesta 1975. Kevätaikainen happi-tilanne on heikentynyt syvänteessä (kuva 6.14). Tilanne on hieman korjautunut vuosituhaten alusta, mutta hapen keskimääräinen kyllästysaste on edelleen kohtalaisesti alhaisempi kuin vertailukaudella. Samaan aikaan syvänteessä lämpötila on kohonnut hieman (kuva 6.15). Lämpimämmässä vedessä happea kuluttava pohjasedimentin biologinen hajotus on aktiivisempaa. Muutokset kevään hapen kyllästysasteessa sekä lämpötilassa vuosien 1975 ja 2017 välillä ovat tilastollisesti merkitseviä.

Kuva 6.13. Keskimääräinen alkaliniteetti Juutuanvuonon, Nuoraselän ja Vasikkaselän havaintopaikoilla eri tarkastelujaksolla.

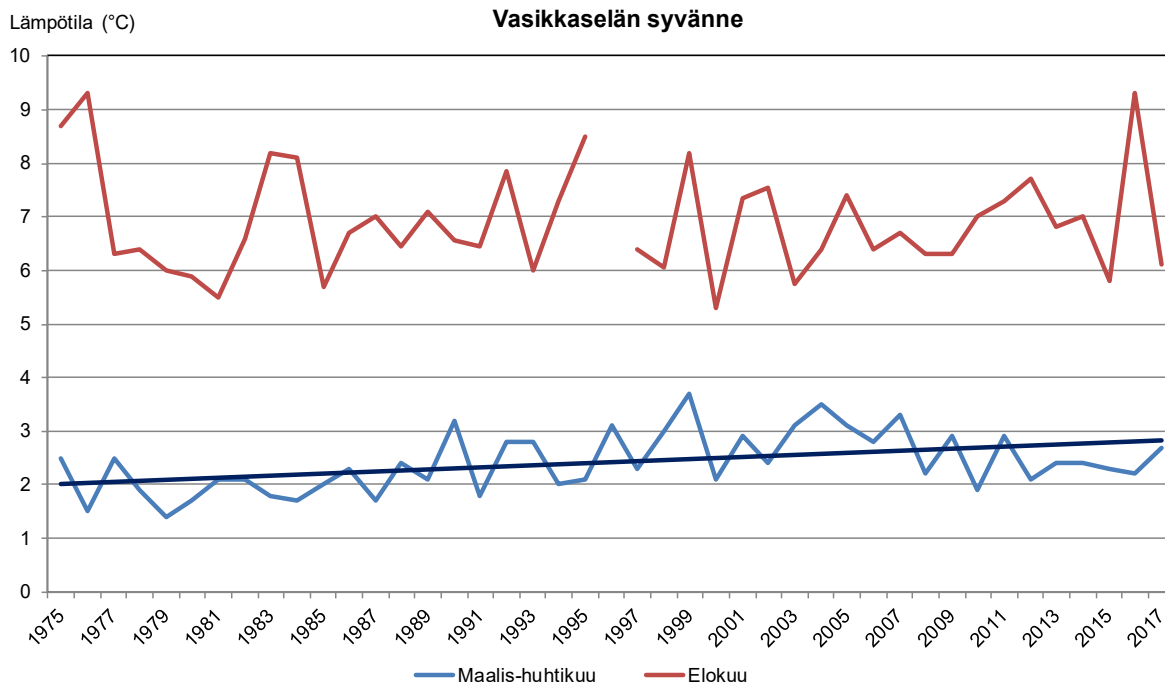


Hapen kyllästysaste (%)

Vasikkaselän syvänte



Kuva 6.14. Hapen kyllästysaste Vasikkaselän syvänteessä (noin 1 m pohjasta) maaliskuussa ja elokuussa vuosina 1975–2009.



Kuva 6.15. Vesinäytteenoton aikaan mitattu Vasikkaselän syvänteen (noin 1 m pohjasta) lämpötilat maalishuhtikuussa ja elokuussa vuosina 1975–2009.

6.4 Yhteenveto

Taulukossa 6.3 on esitetty yhteenveto kuormitus- ja vedenlaatumittareissa havaituista kehityssuunnista ja 2000-luvun tilanteesta suhteessa vertailujaksoon.

Inarijärven vuosittain tulevasta ravinteiden kokonaiskuormasta valtaosa on peräisin jokien mukana tulevasta luonnonhuhoumasta sekä suoraan järveen tulevasta laskeumasta. Noin 10 % kokonaisfosforista ja 6 % kokonaistypestä on peräisin lähivaluma-alueen hajakuormituksesta ja pistemäisistä kuormituslähteistä (asumajätevedet, kalankasvatus). Ravinteiden kaukokulkeutuvassa laskeumassa on pitkällä aikavälillä ollut laskeva suuntaus. Pistemäinen fosforikuormitus on vähentynyt selvästi 2000-luvulla, mutta typen pistekuormitus on nyt suurempaa kuin 1990-luvulla. Typpikuormituksen kasvu johtuu lähinnä keskitettyyn jäteveden puhdistukseen liittyneiden asukkaiden määrän ja Saariselän matkailukeskuksen matkailijamäärien kasvusta. Pistekuormituksen osuus kokonaisuudesta on pieni, joten siinä tapahtuneet muutokset eivät välttämättä suoraan näy seuranta-ajavälillä veden laadussa.

Inarijärven vedenlaadussa tapahtuneet selkeimmät muutokset ovat veden puskurikyvyn nousu, Vasikkaselän kokonaisravinteiden väheneminen ja syvänteen happitilanteen heikentyminen. Puskurikyvyn kasvu ja typpipitoisuuden lasku johtuvat kaukokulkeutuvan,

happamoittavan typpi- ja sulfaattilaskeuman pienentyemisestä. Typen oksidien päästöt Euroopassa alkoivat vähentyä 1990-luvun alussa ja samaan aikaan Kuolan metalliteollisuuden rikkidioksidipäästöt vähenivät. Syvänteen happitilanne on heikentynyt talviaikaisen lämpötilan noustessa, mutta toistaiseksi hapettomuutta ja siitä seuraavaa vedenlaadun heikentymistä ei ole esiintynyt. Syvänte on myös pienialainen, joten siinä havaitulla happitilanteen heikkenemisellä ei ole suurta vaikutusta koko järven mittakaavassa.

Millään seuranta-ajavälillä ei ole havaittu nousevia ravinnepitoisuuksia. Kokonaistypen väheneminen näkyy myös Juutuanvuonossa. Nuoraselällä on vielä 1980-luvulla mitattu suhteellisen korkeita fosforipitoisuuksia, jotka ovat nyt tasaantuneet. Kasviplanktonin biomassaa kuvaava klorofylli-a:n määrä on viimeisellä tarkastelujaksolla kohonnut Juutuanvuonossa. Vuosina 2014–2015 Juutuanvuonossa oli poikkeuksellisen korkeita klorofyllipitoisuuksia. Typpipitoisuuden lasku ei välttämättä suoraan vaikuta kasviplanktonin määrään, koska fosfori on kasviplanktonin kasvua rajoittava ravinne.

Inarijärvi on luonnontilaltaan karu vesistö ja vesistön tilan kannalta on toivottavaa, ettei ihmistoiminnasta seuraa rehevöitymistä. Kalaston ravintovarojen kannalta perustuotannon maltillinen kasvu ja sitä kautta eläinplanktonin lisääntyminen katsotaan myönteiseksi.

Taulukko 6.3. Yhteenveto kuormitus- ja vedenlaatumittareista. Koko seurantajaksolla havaittua kehityssuuntaa on testattu Seasonal Kendall –testillä. Muutos 2000-luvulla kuvaa 2000-luvun tilannetta vertailujakson (1980–1999) jakaumaan verrattuna. Taulukossa on esitetty myös kolmen havaintopaikan muutossuuntien perusteella arvioitu järvessä tapahtunut kokonaismuutos ja sen vaikutus vesistön tilaan ja käyttöön.

Nro	Mittari	Havaintopaikka	Koko seuranta jaksolla havaittu kehityssuunta	Muutos 2000-luvulla (suhteessa vertailukauteen)	Muutos 2010–2017 (suhteessa vertailukauteen)	Arvio mahdollisista vaikutuksista vesistön tilaan ja käyttöön
1	Kokonaisfosforin pistekuormitus (kg/v)		Laskeva kehityssuunta 1991–2016	Vähentynyt erittäin paljon	Vähentynyt erittäin paljon	Vähäinen positiivinen vaikutus
2	Kokonaistypen pistekuormitus (kg/v)		Kasvava kehityssuunta 1991–2016	Kasvanut erittäin paljon	Kasvanut erittäin paljon	Vähäinen negatiivinen vaikutus
3	Näkösyyvyys (m)	Juutuanvuono	Ei muutosta	Pienentynyt vähän	-	Ei vaikutusta
		Nuoraselkä	Ei muutosta	Ei muutosta	Pienentynyt vähän	
		Vasikkaselkä	Ei muutosta	Kasvanut vähän	Ei muutosta.	
4	Kemiallinen hapenkulutus (mg/l)	Juutuanvuono	Ei muutosta	Ei muutosta	Kasvanut vähän	Ei vaikutusta.
		Nuoraselkä	Ei muutosta	Kasvanut kohtalaisesti	Kasvanut vähän	
		Vasikkaselkä	Laskeva 1980–2017	Laskenut erittäin suuresti	Pienentynyt erittäin suuresti	
5	Kokonaisfosfori (µg/l)	Juutuanvuono	Ei muutosta	Kasvanut vähän	Ei muutosta	Vedenlaatu: vähäinen positiivinen vaikutus.
		Nuoraselkä	Ei muutosta	Ei muutosta	Pienentynyt vähän	Kalatuotanto: vähäinen kielteinen vaikutus.
		Vasikkaselkä	Laskeva 1980–2016	Pienentynyt kohtalaisesti	Pienentynyt erittäin suuresti	
6	Kokonaistyyppi (µg/l)	Juutuanvuono	Laskeva 1980–2017	Pienentynyt kohtalaisesti	Pienentynyt erittäin suuresti	Vedenlaatu: vähäinen positiivinen vaikutus.
		Nuoraselkä	Ei muutosta	Ei muutosta	Ei muutosta	Kalatuotanto: vähäinen negatiivinen vaikutus.
		Vasikkaselkä	Laskeva 1980–2017	Pienentynyt erittäin suuresti	Pienentynyt erittäin suuresti	
7	Klorofylli-a (µg/l)	Juutuanvuono	Nouseva 1980–2017	Ei muutosta	Kasvanut kohtalaisesti.	Juutuanvuonossa vähäinen negatiivinen vaikutus vedenlaatuun.
		Nuoraselkä	Ei muutosta	-	Pienentynyt vähän	
		Vasikkaselkä	Ei muutosta	Pienentynyt vähän	Pienentynyt vähän	
8	Alkaliniteetti (mmol/l)	Juutuanvuono	-	Kasvanut kohtalaisesti	-	Kohtalainen positiivinen vaikutus
		Nuoraselkä	Ei muutosta	Kasvanut kohtalaisesti	Kasvanut kohtalaisesti	
		Vasikkaselkä	Kasvava kehityssuunta 1980–2017	Kasvanut erittäin paljon	Kasvanut erittäin paljon	
9	Hapen kyllästysaste (%)	Vasikkaselkä				Vähäinen negatiivinen vaikutus
		maaliskuuhuhtikuu	Laskeva 1975–2017	Pienentynyt erittäin paljon	Pienentynyt kohtalaisesti	
		elokuu	Ei muutosta	Pienentynyt vähän	Pienentynyt vähän	
10	Lämpötila (°C)	Vasikkaselkä				Vähäinen negatiivinen vaikutus
		maaliskuuhuhtikuu	Kasvava 1975–2017	Kasvanut kohtalaisesti	Kasvanut vähän	
		elokuu	Ei muutosta	Ei muutosta	Kasvanut vähän	

Taulukko 6.4. Mann-Kendall -järjestyskorrelaation tilastollisesti merkitsevät tulokset vedenlaatumittareille: mediaanimuutos/vuosi (sen slope), p-arvo, järjestyskorrelaatiokerroin (tau). Merkitsevyystasot: *p < 0,05, ** p<0,01.

Mittari	Paikka	Aikasarja	Ajankohta	Mediaanimuutos/vuosi
Kokonaisfosforin pistekuormitus (kg/v)	Inarijärvi	1991–2016	koko vuosi	-18**
Kokonaistypen pistekuormitus (kg/v)	Inarijärvi	1991–2016	koko vuosi	479**
Kemiallinen hapenkulutus (mg/l)	Vasikkaselkä	1980–2017	maalis-huhti	-0,02**
		1980–2017	heinä-elo	-0,02**
Kokonaisfosfori (µg/l)	Vasikkaselkä	1980–2016	heinä-elo	-0,04**
Kokonaistyyppi (µg/l)	Juutuanvuono	1980–2017	maalis-huhti	-2,04**
		1980–2017	syys-loka	-0,89*
	Vasikkaselkä	1980–2017	maalis-huhti	-0,90*
		1980–2017	heinä-elo	-1,18**
		1980–2017	syys-loka	-1,67**
Klorofylli-a (µg/l)	Juutuanvuono	1980–2017	heinäkuu	0,07**
Alkaliniteetti (mmol/l)	Vasikkaselkä	1980–2017	maalis-huhti	0,001**
		1980–2017	heinä-elo	0,001**
		1980–2017	syys-loka	0,001**
Hapen kyllästysaste (%)	Vasikkaselkä	1975–2017	maalis-huhtikuu	-0,70**
Lämpötila (°C)	Vasikkaselkä	1975–2017	maalis-huhtikuu	0,02**



Vesi on tyypillisesti kirkasta Inarijärven keski- ja pohjoisosissa. Kuva Suovanuoralta. Kuva Jukka Ylikörkkö.

7 Vesikasvillisuus

JUKKA YLIKÖRKKÖ, LAPIN ELINKEINO-, LIIKENNE- JA YMPÄRISTÖKESKUS
JUHA RIIHIMÄKI, SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUS

7.1 Aineisto ja menetelmät

Vesi- ja rantakasvillisuuden seuranta tutkimuksia on tehty Inarijärvellä vuodesta 1998 yhteensä viitenä eri vuonna; Puro ym. 1999, Ahola ym. 2004, Riihimäki ja Kuoppala 2009, Kuoppala ym. 2014, Yliköykkö ym. 2017. Lisäksi Inarin vertailu muihin järviin on tehty käyttäen hyväksi CE-NOREG-projektin aineistoa (Keto ym. 2008). Ensimmäistä saraikkomittausta lukuun ottamatta vesikasvillisuudesta ei ole käytettävissä vertailukelpoista aineistoa vertailukaudelta, eli 2000-lukua edeltävältä ajalta.

Mittaritarkastelun aineisto on kerätty kahdella pääasiallisella menetelmällä: saraikon alinta kasvusyvyvyyttä on mitattu 15 vakioidulla paikalla vuodesta 1998 alkaen ja vesikasvillisuuden esiintymistä päävyöhykelinjamenetelmällä 25 paikalla vuodesta 2008. Aiemmissä linjatutkimuksissa havaintopaikkojen määrä on ollut pienempi ja menetelmät sekä tulosten tarkkuus poikkeava. Tarkemmat menetelmäkuvaukset löytyvät raporteista.

Taulukko 7.1. Kasvillisuusmittarit ja mittarien havaintovuodet.

Nro	Mittarin nimi	Havaintovuosi
1	Sarakasvillisuusvyöhykkeen esiintymissyvyysvyöhyke (m)	1998, 2008, 2012, 2017
3	Isojen pohjalehtisten esiintymissyvyysvyöhyke (m)	(2008) 2012, 2017
4	Muutokselle herkkien lajien runsaus	(1998, 2003) 2012, 2017
5	Isojen pohjalehtisten runsaus	(1998, 2003) 2012, 2017

Sarakasvillisuusvyöhykkeen esiintymissyvyys

Saraikon alinta esiintymissyvyvyyttä on mitattu 15 havaintopaikalla 50 metrin matkalta 5 metrin välein. Havaintopaikan tulos on 10 mittauksen keskiarvo. Seuranta-alueet edustavat suojaisia lahtia, joissa vyöhyke kasvaa pääasiassa saraturpeella.

Isojen pohjalehtisten esiintymissyvyys

Pohjalehtisten esiintymissyvyys on mitattu kerran kultakin päävyöhykelinjalta. Alimman syvyyden löytämiseen on käytetty vedenalaiskameraa ja haraa. Tässä tarkastelussa on käytetty 1999–2017 tulosraporteista poikkeavaa aineistoa. Ylimpänä kasvusyvyvyytenä käytetään kaikkien mittausten keskiarvoa. Tummalahnaruohon osalta alimpana kasvusyvyvyytenä käytetään keskiarvoa vain niiltä linjoilta, joissa kasvin esiintymisen syvyyden vaikutuksesta loppuu ennen vastarantaa. Vuonna 2008 pohjalehtisiä ei eritelty lajeittain, joten lajikohtaista tietoa on vain kahdelta vuodelta.

Säännöstelyllä järvellä talvialenemasta seuraava pohjan jäätyminen rajoittaa etenkin tummalahnaruohon ylintä kasvusyvyvyyttä. Jäätyvän pohjan syvyys riippuu monista paikallisista ympäristötekijöistä, mutta sen voi yleisellä tasolla arvioida soveltamalla Hellstenin (1996) käyttämää kaavaa:

$$D_f = (W_{om} - W_f) + (0,9 * I) \quad (1)$$

missä:

W_{om} = edeltävän kasvukauden (JLP–30.9.) keskimääräinen vedenkorkeus

W_f = vedenkorkeus 6.2.

I = ulapan jäänpaksuus

0,9 = jään ominaispaine.

Muutokselle herkkien lajien ja isojen pohjalehtisten runsaus

Tietyt kasvilajit ovat herkkiä voimakkaan säännöstelyn aiheuttamille muutoksille rantavyöhykkeessä (Hellstenin 2002). Säännöstely lisää rantavyöhykkeen eroosiota ja talviaikainen vedenpinnan lasku saa aikaan pohjan jäätyminen syvemmälle kuin luonnontilassa. Säännöstelylle herkkiä lajeja (Hellsten 2002) Inarijärvessä ovat järvikorte (*Equisetum fluviatile*), tummalahnaruoho (*Isoetes lacustris*), ulpukka (*Nuphar lutea*) ja järviruoko (*Phragmites australis*). Järviruoko on

esiintyminen rajoittuu luonnostaan suurten jokisuistojen läheisyyteen, eikä sitä ole koskaan havaittu tutkimusalueilta. Jäätymiselle herkkiä lajeja ovat isot pohjalehtiset lajit: tummalahnaruoho, vaalealahnaruoho (*Isoetes echinospora*).

Edellä mainittujen lajien runsautta Inarijärvesä verrattiin CENOREG-projektin aineistoon muista säännöstelyjärivistä ja luonnontilaisista järivistä. Laskentaa varten lajien yleisyydet ja runsaudet muutettiin kasvillisuusindeksiksi V (Ilmavirta ja Toivonen 1986):

$$V = 2^{(\text{yleisyys} + \text{runsaus}) - 1} \quad (2)$$

missä:

yleisyys = kuinka monella tutkituista linjoista laji esiintyy (%)

runsaus = lajin keskimääräinen peittävyys linjoilla joilla se esiintyy (%)

Laskentaa varten prosenttiasteikolla olevat yleisyys- ja runsausarvot käännettiin 7-asteikolle:

1. = vähemmän kuin 0.5 %

2. = 0.5–1 %

3. = 1–5 %

4. = 5–25 %

5. = 25–50 %

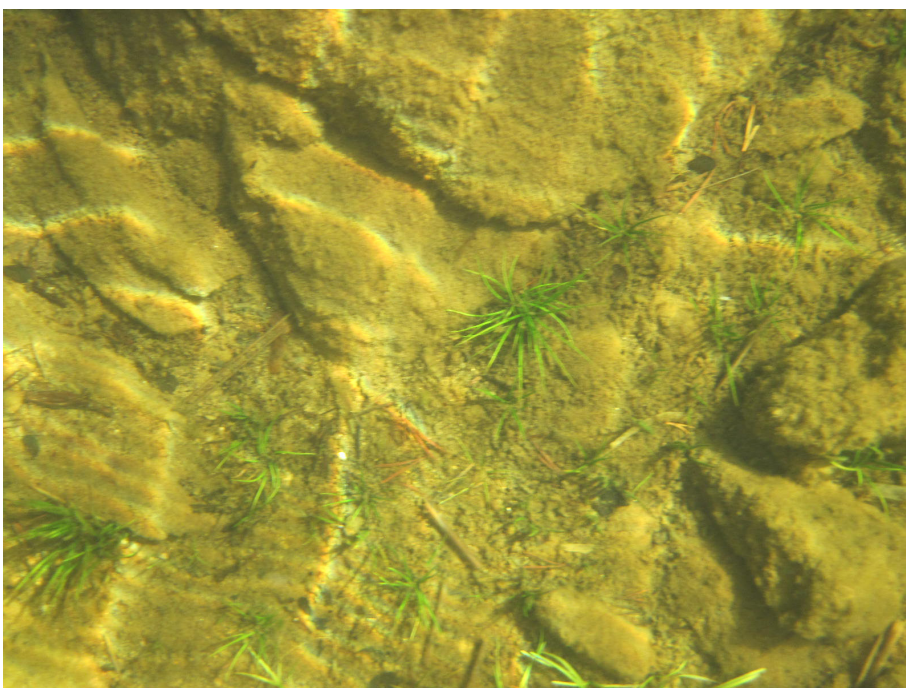
6. = 50–75 %

7. = 75–100 %.

Muutokselle herkille lajeille ja isoille pohjalehtisille laskettiin ekologinen laatusuhde (ELS) CENOREG-projektin raportissa esitetyllä tavalla (Keto ym. 2008).



Saraikkovyöhyke on suojaisten rantojen avainhabitaatti. Kuva Lapin ELY-keskus.



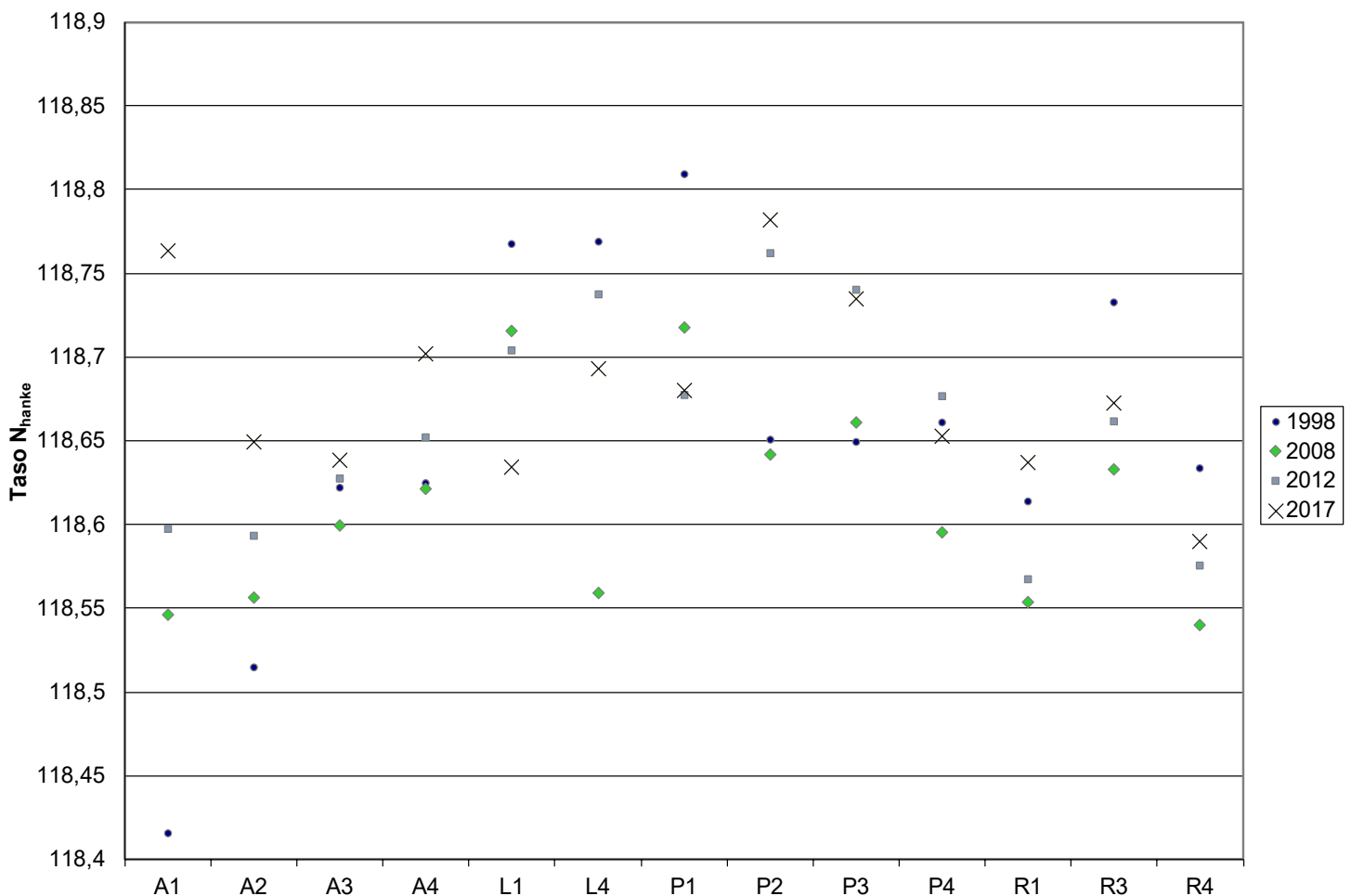
Lahnaruohot muodostavat kasvillisuuden uloimman vyöhykkeen. Kuva Lapin ELY-keskus.

7.2 Tulokset

Sarakasvillisuusvyöhykkeen esiintymissyvyysvyöhyke

Saraikkovyöhyke on tutkimusalueilla ulottunut n. 60–70 cm syvyyteen suhteessa mittauspäivän vedenkorkeuteen. Kuvassa 7.1 on havaintoaluekohtaiset keskiarvotasot kaikkien tutkimusvuosien tuloksista. Saraikon alin kasvussyvyys siirtyi ylöspäin lähes säännönmukaisesti vuosien 2008 ja 2012 välillä ja ero oli tilastollisesti merkitsevä havaintoalueilla Riuruvuonoa lukuun ottamatta, sekä koko järven keskiarvona (kaksisuuntainen parittainen t-testi) (Kuoppala ym.

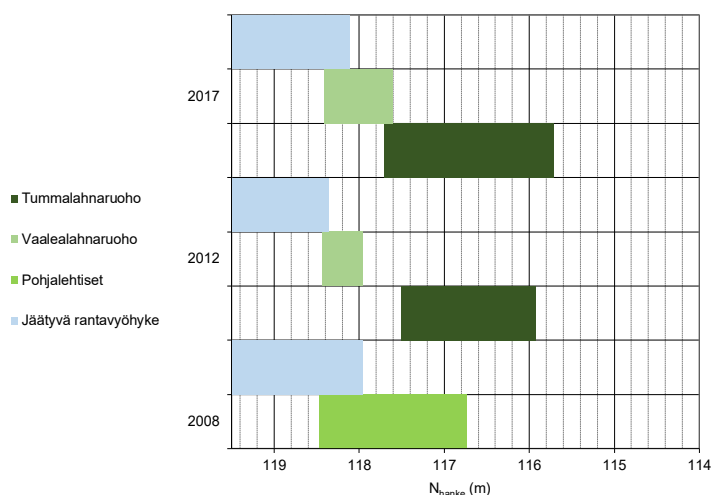
2014). Vuoden 2017 mittaustuloksista ei voi päätellä saraikon alarajassa tapahtuneen yksiselitteisiä muutoksia. Alaraja oli edelliseen mittaukseen verrattuna ylempänä seitsemällä paikalla, mutta muutossuunta on tilastollisesti merkitsevä vain Akkussa (Ylikörkkö ym. 2017). Alaraja oli laskenut Lusmanuorassa, ja osalla Palkissaaren paikoista. Kaikkien alueiden keskiarvo on hieman noussut edellisestä mittauskerrasta, mutta ero ei ole merkitsevä.



Kuva 7.1. Havaintoalueilta (Akku, Lusmanuora, Palkissaari ja Riuruvuono) mitattu saraikon keskimääräinen alin kasvussyvyys 1998–2017. Vuoden 2003 tulokset eivät ole vertailukelpoisia.

Isojen pohjalehtisten esiintymissyvyysvyöhyke

Kuvassa 7.2 on päävyöhykelinjoilta mitattujen kasvusyvyyksien vuosittaiset keskiarvot. Vaalealahnaruohon ylin kasvusyvyys on pysynyt samana kahtena edellisenä tutkimusvuonna, mutta vuonna 2017 sitä havaittiin syvemmältä. Tummalahnaruohon ylin kasvusyvyys on aina ollut edeltävän talven jäätyvän vyöhykkeen alapuolella. Vuonna 2017 lajia esiintyi laajemmalla syvyysvyöhykkeellä. 2008 tuloksissa on mukana kaikki pohjalehtiset (mm. rantaleinikki), joten niistä ei voi eritellä isoja pohjalehtisiä. Syvimmälle ulottuneet kasvit ovat kuitenkin todennäköisimmin tummalahnaruohoja. Jäätyvän rantavyöhykkeen syvyys riippuu mm. vedenpinnan kevättalven tasosta, sekä jään paksuudesta. Inarijärven jäät ovat etenkin 2000- ja 2010-luvuilla olleet suhteellisen ohuita (kuva 4.13), mikä todennäköisesti lieventää talvialeneman haitallisia vaikutuksia.



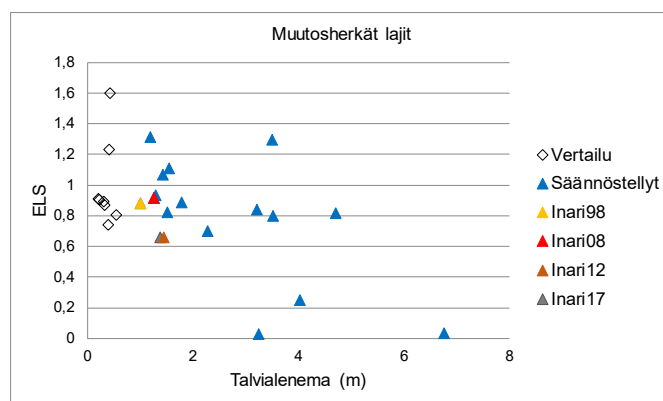
Kuva 7.2. Jäätyvän rantavyöhykkeen syvyys ja isojen pohjalehtisten kasvusyvyydet vuosina 2012 ja 2017 sekä kaikkien pohjalehtisten esiintyminen vuonna 2008.

Muutosherkät lajit ja isot pohjalehtiset

Indeksin laskennassa kaikki käytettävissä oleva aineisto ei ole täysin vertailukelpoista: 1998 käytössä oli kasviruutuihin perustuva linjatutkimus ja 2008 poikkeava linjamenetelmä kahdeksalla paikalla, 2012 alkaen päävyöhykelinjat 25 paikalla, ja 2008 tiedoista pohjalehtislajeja ei voi eritellä.

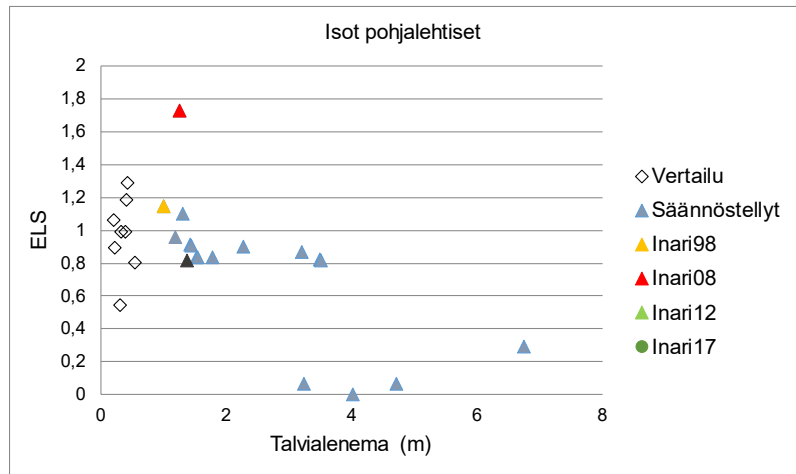
Muutosherkkien lajien tila muodostuu Inarilla käytännössä järvikortteen ja tummalahnaruohon yleisyyden ja runsauden perusteella. Muutosherkkien lajien osalta Inarijärven ekologinen laatusuhde osoittaa erinomaista tilaa vuosina 1998 ja 2008 (0,9–1) ja hyvää tilaa vuosina 2012 ja 2017 (0,6–0,8) (kuva 7.3). Tämä johtuu järvikortteen satunnaisesta ja harvasta esiintymisestä. Aiemmissa linjatutkimuksissa Inarijärven muutosherkät lajit luokittui hyvään tilaan (ELS > 0,6). Uusimpien tulosten sijoittuminen hyvään tilaluokkaan johtuu tummalahnaruohon ja järvikortteen harvinaistumisesta suhteessa aiempiin tuloksiin.

Isojen pohjalehtisten, käytännössä lahnaruohojen, yleisyys ja runsaus vastaavat Inarijärvellä vertailujärviä, ja se luokituu erinomaiseen tilaan (ELS > 0,8) (kuva 7.4). Varhaisemmissa linja-aineistoissa tilaluokka oli sama, mutta ELS-arvot korkeammat.



Kuva 7.3. Muutosherkkien lajien (järvikorte, isoulpukka, tummalahnaruoho) runsaussuhteista lasketut ekologisen laatusuhteen (ELS) arvot Inarijärvessä eri tutkimusvuosina sekä CENOREG aineistossa (Keto ym. 2008) verrattuna vedenkorkeuden talvialenemaan.

Kuva 7.4. Isojen pohjalehtisten (lahnaruohot) runsaussuhteista lasketut ekologisen laatusuhteen (ELS) arvot Inarijärvessä eri tutkimusvuosina sekä CENOREG aineistossa (Keto ym. 2008) verrattuna vedenkorkeuden talviaikaiseen alenemaan.



7.3 Tulosten tarkastelu

Saraikkorannat ovat muutoin moreeni tai kalliorannaisessa Inarijärvessä merkittävä selkärangattomien elinympäristö, ja sitä kautta lukuisten kalojen ja vesilintujen ravintovaraa ylläpitävä vyöhyke. Ne ovat myös mm. piikkikaloiden ja haukien kutualueita. Yhteisiä saraikkoja muodostuu suojaisten lahtien ylemmälle rantavyöhykkeelle. Luonnontilaisen kaltainen, kesäaikaan aleneva vedenpinta ylläpitää vyöhykkeen laajuutta. Inarijärven säännöstelysuositukseksi on ollut kesäaikaan laskeva vedenpinta, mutta sateisina vuosina kuten 2016 ja 2017 alenema on jäänyt hyvin pieneksi, 5–8 cm. Keskimäärin 2010-luvulla kesäajan vedenpinta on laskenut 14 cm, mikä on aiempia vuosikymmeniä enemmän (Säännöstelyä kuvaavat mittarit). Mittausten perusteella, paikkojen välinen vaihtelu huomioiden, saraikon alaraja ei ole koko järven mitta-kaavassa merkittävästi muuttunut.

Lahnaruohot ovat runsaimpia ja syvimmällä kasvavia vesikasveja. Etenkin tummalahnaruoho muodostaa laajoja kasvustoja pehmeille pohjille ja kasvaa aina viiteen metriin saakka. Säännöstelyn aiheuttama

kevättalvinen vedenpinnan aleneminen ja siitä seuraava jäätyminen rajoittaa tummalahnaruohon esiintymistä rantavedessä. Hyvän vesitilanteen vuoksi 2010-luvun talvialenemat ovat olleet suhteellisen pieniä (Säännöstelyä kuvaavat mittarit). Samaan aikaan jääpeite on jäänyt suhteellisen ohueksi, mikä on hieman madaltanut jäätyvää rantavyöhykettä. Tämä taas voi parantaa tummalahnaruohon kasvuedellytyksiä vyöhykkeen ylärajalla. Isojen pohjalehtisten kasvuyöhykkeet ovat hieman laajentuneet edellisestä mitauskerrasta.

Inarijärven tilaluokka säännöstelylle herkkien lajien osalta on hyvä. Vuosien 2012 ja 2017 välillä ei ole eroa. Vertailu aiempiin tuloksiin on vaikeaa, koska erot saattavat johtua menetelmistä.

Säännöstelystä huolimatta lahnaruohot esiintyvät Inarijärvellä runsaina ja isojen pohjalehtisten suhteen Inarijärvi luokituu erinomaiseen tilaan. Vaikka talvialenema rajoittaa tummalahnaruohon ylintä kasvuyvyttä, jäänpainaman rannan osuus koko tuottavasta vyöhykkeestä on kirkasvetisessä järvessä pieni.

Taulukko 7.3. Yhteenveto mittaritarkastelun tuloksista. Muutos kuvaa mittarin arvon muutosta edellisiin vuosiin verrattuna (2012–2008).

Nro.	Mittari	Muutos/tila	Arvioitu mahdollinen vaikutus vesistön tilaan ja käyttöön
1	Sarakasvillisuusvyöhykkeen esiintymissyvyysvyöhyke (m)	Kaventunut osalla paikoista. Ei merkittävää muutosta järven tasolla.	Ei vaikutusta.
2	Isojen pohjalehtisten esiintymissyvyysvyöhyke (m)	Laajentunut vähän vuodesta 2012.	Vähäinen positiivinen vaikutus rantavyöhykkeen eliöstöön.
3	Muutosherkkien lajien runsaus	Hyvä	
4	Isojen pohjalehtisten runsaus	Erinomainen	

8 Pohjaeläimistö

HEIKKI MYKRÄ SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUS
JUKKA AROVIITA, SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUS

8.1 Johdanto

Inarijärvi on monien muiden maamme suurten järvien tapaan otettu vesivoimantuotantoon. Inarijärven säännöstely on aloitettu jo vuonna 1941, minkä jälkeen lyhyen tauon jälkeen järveä on säännöstelty tähän päivään saakka. Säännöstelyn lupaehtoja on vuosien varrella muutettu muutamia kertoja, minkä lisäksi järven säännöstelyä on 1990-luvun loppupuolella pyritty kehittämään ympäristöystävällisemmäksi niin, että ylimmät vedenkorkeudet ovat alhaisempia ja vedenpinnan taso alenee kesän tulvahyipun jälkeen (Marttunen ym. 1997). Muutoksilla on tavoiteltu parempia kasvuolosuhteita vesikasveille, minkä lisäksi muutosten on ajateltu parantavan rantavyöhykkeen eläinplanktonin ja pohjaeläinten elinolosuhteita. Säännöstelyn kehittämiseksi on myös pyritty vähentämään rantojen eroosiota ja parantamaan järven virkistyskäyttämömahdollisuuksia.

Vuonna 1998 aloitettiin säännöstelyn kehittämiseen liittyvä yhdenmukainen biologinen seuranta. Seuranta on tämän jälkeen toistettu neljän tai viiden vuoden välein ja tuloksia on raportoitu vuosiraporteissa (Aroviita & Hämäläinen 2004, Aroviita 2010, Daza Secco & Aroviita 2013). Järven pohjaeläinyhteisöjen ekologisen tilan muutoksia on arvioitu lähinnä Kainuusta kerätyn vertailuaineiston avulla. Inarijärven rantavyöhykkeen pohjaeläinyhteisöjen ekologinen tila on näiden vertailujen perusteella vaihdellut tyydyttävän ja hyvän ekologisen tilan välillä. Näytteistä on puuttunut useita Kainuun säännöstelemättömille järville tyypillisiä lajeja ja pohjaeläinten yksilömäärät ovat olleet alhaisempia verrattu-

na säännöstelemättömien järvien yksilömääriin (Aroviita 2010). Seurantakauden näytteitä on myös vertailtu Inarijärvestä aiempina vuosina kerättyihin näytteisiin, mutta erilaisen näytteenoton ja lajinmäärityksen taksonomisen tarkkuuden vaihtelun vuoksi tulosten tulkinta on ollut hankalaa, joskin tulokset ovat viitanneet siihen, ettei järven pohjaeläimistö ole merkittävästi muuttunut säännöstelykäytännön muutosten seurauksena (Aroviita 2010, 2011, Daza Secco & Aroviita 2013). Inarijärven seuranta perustuu syksyn näytteenottoon. Kesällä aikuistuvien ja säännöstelyä kestävien lajien toukkavaiheet tavoitetaan syksyn näytteenotolla, mutta osa lajistosta jää niiden elinkiertojen vuoksi tavoittamatta. Alkukesällä tehtävä näytteenotto voisi antaa kattavamman kuvan lajistosta ja kevättalvisen vedenpinnan laskun ja rantojen jäätyksen vaikutuksista.

Tässä raportissa esitetään yhteenveto Inarijärven pohjaeläinseurannoista (taulukko 8.1). Raportin pää tavoitteena on Inarijärven säännöstelyn ja sen kehittämisen vaikutusten arviointi Inarijärven rantavyöhykkeen pohjaeläinyhteisöjen ekologiseen tilaan. Järvien rantavyöhykkeen pohjaeläinaineistoja on viime vuosina kerätty ja tallennettu tietojärjestelmiin enenevässä määrin ja aineistojen maantieteellinen kattavuus Pohjois-Lapissa on lisääntynyt merkittävästi. Näytteenotto on tehty standardin mukaan, jota on käytetty myös Inarijärvestä ja lajinmäärityksen taksonominen tarkkuus on aineistoissa niin ikään yhdenmukainen Inarijärven seurantojen kanssa. Raporttia varten koottiin Herta-rekisteristä Pohjois-Lapin alueen järvillä ympäristöhallinnon viime vuosina tekemien näytteenottojen

Taulukko 8.1. Inarin pohjaeläimistön tilan arvioimiseen käytetyt muuttujat ja havaintovuodet.

Nro	Muuttuja	Mittari	Aikasarjan pituus
1	Vertailujärville ominaiset taksonit kivikkorannoilla (TT)	Havaittujen ja odotettujen taksonien suhde (ELS)	2003–2017
2	Vertailujärville ominaiset taksonien runsaussuhteet kivikkorannoilla (PMA)	Havaittujen ja odotettujen runsaussuhteiden suhde (ELS)	2003–2017
3	Pohjaeläinten yksilömäärä kivikkorannoilla	Pohjaeläinten yksilömäärä/ranta-alue	2003–2018
4	Vertailujärville ominaiset runsaussuhteet pehmeillä pohjilla (PMA)	Havaittujen ja odotettujen runsaussuhteiden suhde (ELS)	2003–2017
5	Pohjaeläinten yksilömäärä pehmeillä pohjilla	Pohjaeläinten yksilömäärä/m ²	1966–2018

aineistot, joista muodostettiin vertailuolot Inarijärven kivikkorantojen ekologista luokittelua varten. Pehmeille pohjille näytteitä on Pohjois-Lapin alueelta vain Nitsi- ja Mutusjärvestä, joten varsinaisen ekologisen luokittelun sijaan Inarinjärven pehmeiden pohjien lajikoostumusta verrattiin näihin järviin. Raportissa tarkastellaan lisäksi kivikkorantojen pohjaeläinyhteisöjen vaihtelua alkukesän ja syksyn näytteenottojen välillä.

8.2 Aineisto ja menetelmät

Inarijärven näytteet

Tähän selvitykseen on koottu Inarijärvestä vuosina 2003–2017 säännöstelyn vaikutusten seurantahankkeessa kerätyt pohjaeläinaineistot. Seurantahankkeessa on seurattu kymmenen ranta-alueen ylemmän kivikkorannan ja syvempien pehmeiden pohjien pohjaeläimistöä. Neljä ranta-aluetta sijaitsee Palkissaaren seuranta-alueella (P1, P2, P3, P4), kaksi Lusmanuoran (L1, L2), kaksi Riuruvuonon (R1, R4), yksi Akkun (A1) ja yksi Partakon (K4) alueella (Liite 3). Kunkin ranta-alueen ylemmän rannan näytteet koostuvat kolmesta varsihaavilla noin 0,4 m syvyydeltä otetusta 20 sekunnin rinnakkaisesta potkunäytteestä ja kunkin ranta-alueen syvemmän rannan pohjaeläinnäytteet viidestä Ekman-noutimella noin 2 m syvyydestä otetusta rinnakkaisesta näytteestä. Näytteiden kaikki eläimet on määritetty harvasukamotoja, surviais-sääskiä ja muutamia muita ryhmiä lukuun ottamatta pääosin lajitasolle. Tarkemmat menetelmäkuvaukset löytyvät seurantahankkeen aiemmista vuosiraporteista (Aroviita & Hämäläinen 2004, Aroviita 2010, Daza Secco & Aroviita 2013, Mykrä & Aroviita 2018).

Tilaluokittelun varten (ks. alla) kivikkorantojen aineistosta muodostettiin kolmen ranta-alueen yhdistelmiä (A1-K4-L1, L2-P1-P2 ja P4-R1-R4) ja kultakin ranta-alueelta valittiin kaksi näytettä tarkasteluun, jotta aineistojen olivat vertailukelpoisia tilaluokittelun vertailuaineistoihin (Aroviita ym. 2012). Pehmeiden pohjien tilan luokitteluun valittiin yhdeksän näytettä kolmelta alueelta (K4, L4, P1).

Lisäksi aineistoa käytettiin alkukesällä 2018 toteutetusta kartoituksesta. Kesän ja syksyn näytteenajankohtien vertailua varten otettiin pohjaeläinnäytteet kivikkorannoilta 11.6.–17.6.2018. Näytteet otettiin kolmelta erilliseltä ranta-alueelta Mutus-, Nitsi- ja Inarijärvestä vakiintuneilta näytepisteiltä (Liite 3). Inarijärven näytteet otettiin Palkissaaren (P1, P3) ja Riuruvuonon (R4) näytepisteistä. Näytteitä otettiin kaksi toistoa kultakin ranta-alueelta ympäristöhallinnon standardin mukaisella potkuhaavimenetelmällä. Pehmeiden pohjien yksilömäärien vertailussa käytettiin myös 2 m syvyyden yksilötiheysarvioita kesäkuun 2018 kartoituksesta.

Kivikkorantojen vertailuolot

Kivikkorantojen vertailuolot muodostettiin 10 säännöstelemättömän Pohjois-Lapin järven kivikkorantojen pohjaeläinnäytteistä (taulukko 8.2). Näytteet on otettu vuosina 2008–2014. Jokaisesta järvestä on otettu kuusi 20 s potkuhaavinäytettä, kaksi rinnakaista näytettä kolmelta ranta-alueelta. Vertailujärviä on useista järvityypeistä, mutta aineisto painottuu pienialaisiin järviin (taulukko 8.2). Tarkasteluun sisällytettiin lisäksi aineisto Inarijärveä voimakkaammin säännöstelystä Rahajärvestä (säännöstelyväli 1,75 m) jota verrattiin säännöstelemättömiin järviin.

Taulukko 8.2. Raporttiin koottujen Pohjois-Lapin kivikkorantojen pohjaeläinaineistojen järvien ominaisuuksia.

Järvi	Järvinumero	Tyyppi	Korkeus (m mpy)	Pinta ala (km ²)	klor-a (µg/l)	Kok P (µg/l)	Kok N (µg/l)
Katriinajärvi	69.069.1.004	MVh	114	0,5	0,8	3,5	265
Kilpisjärvi	67.640.1.001	PoLa	473	37,3	1,3	3,0	105
Mutusjärvi	71.241.1.001	SVh	146	50,4	1,5	3,2	168
Nellimöjärvi	71.121.1.003	MVh	121	1,4	1,8	5,0	185
Nitsijärvi	71.171.1.001	SVh	120	42,3	1,3	1,5	150
Pallasjärvi	65.652.1.001	Vh	267	17,3	2,2	4,7	128
Sevettijärvi	69.062.1.001	Vh	96	17,9	0,5	1,5	135
Syysjärvi	71.992.1.001	Mh	202	6,0	3,4	7,0	295
Säytjärvi	71.993.1.001	PoLa	220	5,9	2,7	7,0	350
Vuoskojavri	68.091.1.024	PoLa	143	0,2	0,5	3,0	240
Rahajärvi*	71.610.1.001	Vh	132	22,1	1,0	6,7	110

*Säännöstelty järvi, ei mukana vertailuaineistossa.

8.3 Aineiston tarkastelut

Kivikkorantojen pohjaeläimistöä tarkasteltiin vertailujärville ominaisten taksonien lukumäärän (ns tyyppiominaiset taksonit, TT) ja taksonien suhteellisia runsauksia mittaavan lajien prosenttisen samankaltaisuuden (PMA) avulla. TT ja PMA ovat ekologisessa tilaluokittelussa käytettyjä indeksejä ja niille on määriteltä vertailuarvot järvien kivikkorannoille eteläisempien aineistojen perusteella (Aroviita ym. 2012). Muuttujen ekologinen laatusuhde (ELS) laskettiin havaitun arvon ja vertailuarvon osamääränä, erinomaisen ja hyvän tilan luokan raja asetettiin vertailujärvien arvojen jakauman 25 % -pisteeseen ja arvot skaalattiin niin, että hyvän tilaluokan ELS on 0,8 ja luokat ovat tasavälisiä (0,2 ELS-yksikköä). Pohjoisen Lapin 10 järven perusteella määritetty vertailujärville ominaisten taksonien (esiintymistodennäköisyys $\geq 0,4$ vertailujärvissä) odotettu lukumäärä oli 17,1. Kaikkiaan 26 taksonia arvioitiin vertailujärville ominaisiksi (Liite 4). Tämän perusteella lasketun ELS-suhteen keskihajonta vertailujärvissä oli 0,22.

Pehmeiden pohjien vertailuaineistona käytettiin Nitsi- ja Mutusjärven vuonna 2012 tehtyä kartoitusta (Daza Secco & Aroviita 2013) ja tilaa arvioitiin PMA-indeksin avulla. TT ei ole mielekäs, sillä lajimäärä on pehmeillä pohjilla alhainen ja vertailujärviä vain 2 kpl. Indeksiarvoista laskettiin ELS -suhteet, mutta vertailujärvien vähäisen määrä vuoksi luokittelu jätettiin tekemättä.

Kivikkorantojen pohjaeläinyhteisöjen poikkeamaa vertailujärvistä tarkasteltiin lisäksi indikaattorilajianalyysin avulla. Analyysissä lajeille lasketaan indikaattoriarvot, jotka vaihtelevat välillä 0–1. Laji saa arvon 1, jos se esiintyy yhden ryhmän (tässä tapauksessa vertailujärvet tai Inarijärvi) kaikissa näytteissä, eikä lain-

kaan muissa ryhmissä (Dufrêne & Legendre 1997). Myös lajin runsaudet otetaan analyysissä huomioon, joten analyysi on erittäin hyvä apuväline luokitteluiden rinnalla.

Kivikkorantojen pohjaeläinyhteisöjen vaihtelua alkukesän ja syksyn näytteenottojen välillä analysoitiin lineaarisella sekamallilla. Analyysissä vertailtiin samoilta ranta-alueilta syyskuussa 2017 ja kesäkuussa 2018 otettuja näytteitä. Malliin sisällytettiin kiinteinä tekijöinä näytteenoton ajankohta ja järviyryhmä sekä satunnaistekijänä ranta-alue. Vastemuuttujina analyysissä käytettiin taksonien lukumäärää, eläinten kookonaihteyksiä ja merkittävimpien pohjaeläinryhmien (päivänkorennot, koskikorennot, vesiperhoset, survaissaäsket ja harvasukasmadot) tiheyksiä. Toistoina analyysissä käytettiin rantakohtaisia näytteitä (kahden potkuhaavinäytteen yhdistelmä).

8.4 Tulokset

Pohjaeläinten taksoni- ja yksilölukumäärien vaihtelu Inarijärven sekä Nitsi- ja Mutusjärven välillä

Järvien ranta-alueilla ja niiden edustan syvemmillä pohjilla havaittu keskimääräinen pohjaeläinten taksonilukumäärä on vaihdellut vuosien välillä verrattain vähän (taulukko 8.3). Yksittäisten ranta-alueiden välillä vaihtelua on kuitenkin ollut enemmän. Pohjaeläinten yksilömäärissä vuosien välistä vaihtelua oli jonkin verran enemmän, mutta ranta-alueiden välinen vaihtelu oli myös yksilömäärissä selvästi suurempaa verrattuna vuosien välisiin eroihin, etenkin pehmeiden pohjien näytteissä (taulukko 8.3).

Taulukko 8.3. Keskimääräisten pohjaeläinten taksoni- ja yksilömäärien vaihtelu Nitsi- Mutus, ja Inarijärven kivikkorannoilla (yksittäinen havainto N = 3 näytettä) ja niiden edustojen pehmeillä pohjilla (yks./m²) syyskuisin tehdyissä näytteenotoissa. Suluisa keskiarvojen vaihteluväli.

	Nitsi 2012	Nitsi 2017	Mutus 2012	Mutus 2017	Inari			
					2003	2008	2012	2017
Taksonien lkm								
Kivikkoranta	17	14	18	15	13	17	14	15
	(14–20)	(12–18)	(13–21)	(12–17)	(10–17)	(15–20)	(10–23)	(10–20)
Pehmeä pohja	7	-	9	-	9	8	11	9
	(4–19)	-	(7–12)	-	(4–13)	(4–13)	(6–18)	(5–15)
Yksilömäärä								
Kivikkoranta	159	83	268	167	233	359	231	238
	(107–202)	(107–202)	(208–356)	(126–233)	(67–480)	(110–762)	(98–232)	(55–480)
Pehmeä pohja	870	-	926	-	1 302	847	1 661	951
	(185–2 370)	-	(111–3 037)	-	(74–6 481)	(74–3 222)	(333–4 333)	(74–2 481)

Inarijärven kivikkorantojen ekologinen luokittelu

Inarijärven kivikkorantojen yhdistelmät luokittuivat TT indeksin perusteella aina joko erinomaiseen (8 luokitusta) tai hyvään (4 luokitusta) ekologiseen tilaan (taulukko 8.4). Lusmanuoran ja Palkissaaren kivikkorantojen yhdistelmä (L2-P1-P2) luokittui hyvään tilaan kolmena seurantavuonna ja erinomaiseen tilaan yhtenä vuonna. Vastaavasti Palkissaaren ja Riuruvuonon rantojen yhdistelmä luokittui erinomaiseen tilaan kolmena vuonna ja hyvään tilaan yhtenä vuonna. Säännöstelty Rahajärvi luokittui välttävään ekologiseen tilaan (taulukko 8.4).

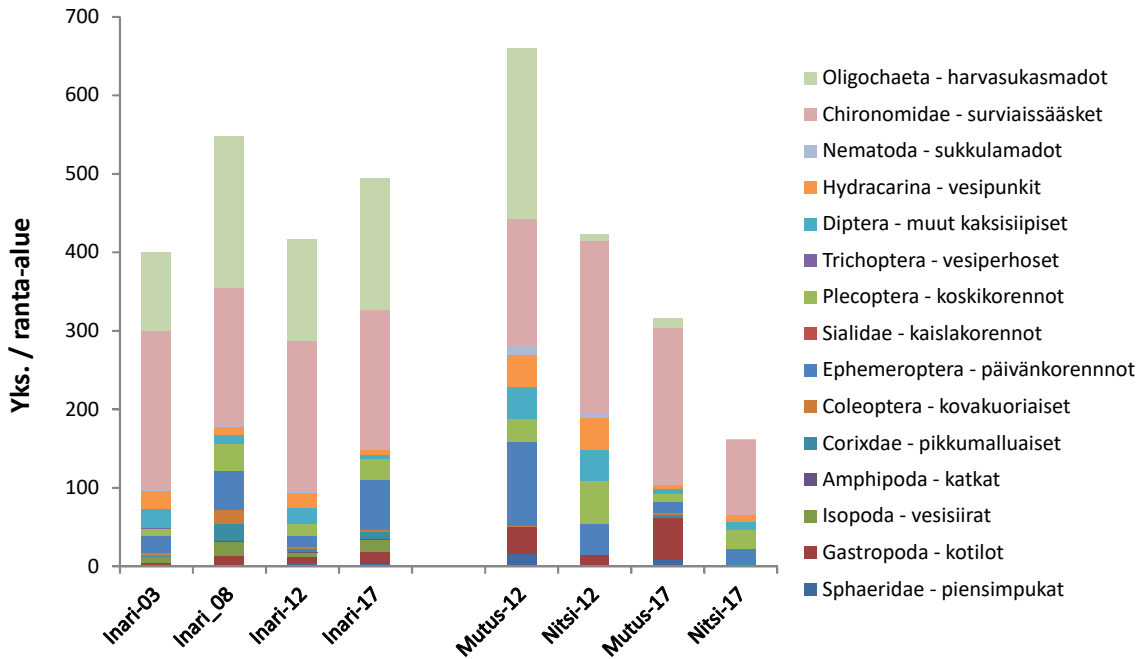
PMA indeksin odotettu arvo oli vertailujärvissä 0,677. PMA indeksin ELS suhteen keskihajonta vertailujärvissä oli 0,07. Inarijärven kivikkorantojen yhdistelmät luokittuivat indeksin mukaan joko erinomaiseen (6 luokitusta), hyvään (3 luokitusta) tai tyydyttävään (3 luokitusta) ekologiseen tilaan (taulukko 8.3). PMA indeksissä oli myös enemmän vaihtelua ja luokitukset

joillain ranta-alueilla (A1-K4-L1 ja L2-P1-P2) vaihtelivat erinomaisesta tyydyttävään (taulukko 8.4). Tyydyttävään tilaan luokiteltujen rantayhdistelmien näytteissä oli korkeita surviaissääskien ja harvasukamatojen suhteellisia osuuksia, mikä johti poikkeamiin näiden ryhmien odotetuista osuuksista ja indeksin kokonaisarvosta. Rahajärvi luokittui PMA-indeksin perusteella tilaluokkaan hyvä (taulukko 8.4).

Surviaissääsket ja harvasukamadot olivat Inarijärven runsaimmat ja vaihtelevimmat pohjaeläinryhmät (kuva 8.1). Muiden lajien ja ryhmien runsaudet ovat olleet pienempiä ja tasaisempia. Harvasukasma-tojen tiheydet Nitsi- ja Mutusjärvessä olivat korkeita ainoastaan 2012 ja tällöinkin vain Mutusjärvessä (kuva 8.1). Muissa ryhmissä vaihtelu oli alhaisten tiheyksien vuoksi huomattavasti pienempää, eikä osuuksissa tapahtunut Inarijärvessä merkittäviä muutoksia (kuva 8.1). Mutus- ja Nitsijärvessä tiheydet olivat korkeampia 2012 kuin 2017 (kuva 8.1). Mutusjärvessä yksilötiheydet vaikuttavat olevan suurempia kuin Nitsijärvessä.

Taulukko 8.4. Pohjois-Lapin vertailujärville ominaisten taksonien (TT) ja suhteellisen mallinkaltaisuuden (PMA) ekologiset laatusuhteet (ELS) ja tilaluokat vertailujärvien ja Inarijärven kivikkorantojen yhdistelmien pohjaeläinnäytteille. Säännösteltyä Rahajärveä verrattiin säännöstelemättömiin järviin.

Järvi	Vuosi	TT _{ELS}	TT _{luokka}	PMA _{ELS}	PMA _{luokka}
Katriinajärvi	2014	1,35	E	1,01	E
Kilpisjärvi	2008	0,99	E	1,06	E
Mutusjärvi	2012	1,05	E	0,79	Hy
Nellimöjärvi	2014	0,79	Hy	0,93	E
Nitsijärvi	2012	0,85	E	0,80	Hy
Pallasjärvi	2013	0,79	Hy	0,76	Hy
Sevettijärvi	2014	0,99	E	0,80	E
Syysjärvi	2014	1,29	E	1,01	E
Säysijärvi	2014	1,17	E	1,16	E
Vuoskojavri	2014	0,62	Hy	1,01	E
Rahajärvi	2014	0,39	V	0,63	Hy
Inarijärvi					
A1K4L1	2003	0,99	E	0,95	E
L2P1P2	2003	0,73	Hy	1,02	E
P4R1R4	2003	0,67	Hy	1,09	E
A1K4L1	2008	0,99	E	0,76	Hy
L2P1P2	2008	0,99	E	0,63	Hy
P4R1R4	2008	0,99	E	0,53	T
A1K4L1	2012	0,85	E	1,03	E
L2P1P2	2012	0,73	Hy	1,04	E
P4R1R4	2012	0,99	E	0,65	Hy
A1K4L1	2017	1,11	E	1,00	E
L2P1P2	2017	0,62	Hy	0,48	T
P4R1R4	2017	0,92	E	0,58	T



Kuva 8.1. Pohjaeläinryhmien yksilömäärien vaihtelu Inarijärvessä 2003–2017 ja Mutus- ja Nitsijärvessä 2012 ja 2017. Inarijärven arvot ovat ranta-alueyhdistelmien keskiarvoja. Jokaiselta ranta-alueelta on mukana kaksi yhdistettyä näytettä kaikissa järvissä.

Inarijärven pehmeiden pohjien lajiston vertailu Nitsi- ja Mutusjärveen

Indikaattorilajianalyysin perusteella neljä kivikko-rantojen taksonia oli ominaisia vertailujärville ja kolme taksonia ominaisia Inarijärvelle (taulukko 8.5). *Polycentrus flavomaculatus* ja *Cymus flavidus* -vesiperhoset, *Capnia* -suvun koskikorennot ja *Sialis lutaria* -kaislakorento indikoivat vertailujärviä. Inarijärven indikaattoreita olivat vesisiira (*Asellus aquaticus*), *Cloeon simile* -päivänkorento ja Corixidae heimon pikkumalluaiset.

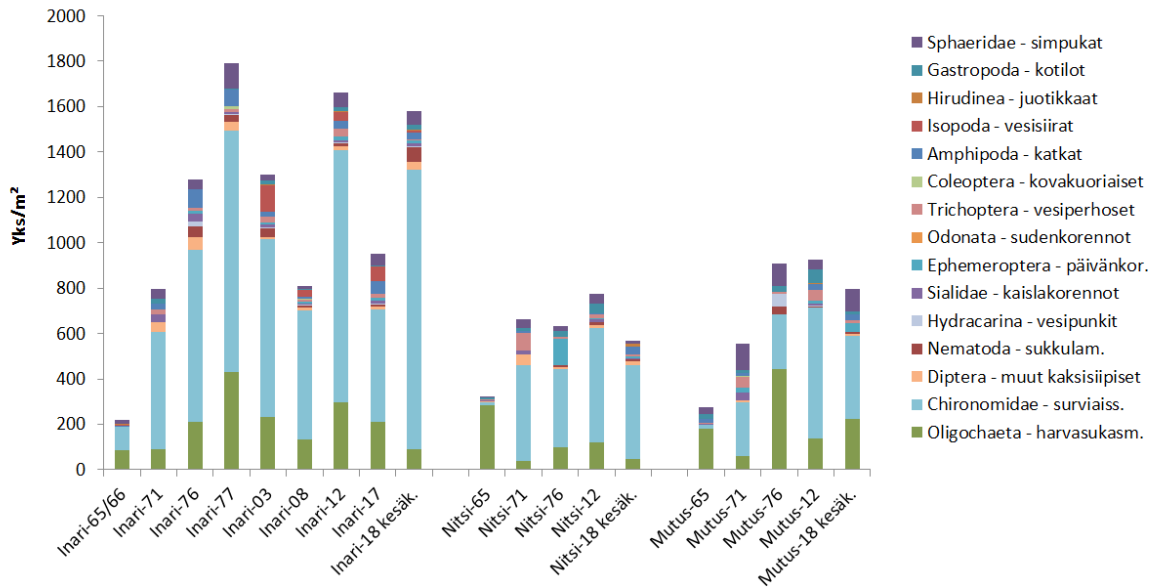
Taulukko 8.5. Vertailujärvien ja Inarijärven kivikkorantojen indikaattorilajit, lajien indikaattoriarvot ja arvojen tilastolliset merkitsevyydet.

Taksoni	Vertailujärvet	
	Indikaattoriarvo	P
<i>Polycentrus flavomaculatus</i>	0,945	0,001
<i>Capnia</i> sp.	0,798	0,003
<i>Cymus flavidus</i>	0,674	0,014
<i>Sialis lutaria</i>	0,603	0,035
Inarijärvi		
	Indikaattoriarvo	P
<i>Asellus aquaticus</i>	0,863	0,002
Corixidae	0,829	0,046
<i>Cloeon simile</i>	0,764	0,008

Inarijärven pehmeiden pohjien lajisto on ollut vuosina 2003–2017 samankaltainen Nitsi- ja Mutusjärvien lajiston kanssa (lajiston samankaltaisuus noin 70 %) (taulukko 8.6). Vuoden 2003 seurannan näytteet poikkesivat vertailujärvistä, mutta näytteissä ei kuitenkaan havaittu selviä poikkeamia minkään yksittäisen lajin runsauksissa suhteessa vertailujärviin tai Inarijärven muihin vuosiin. Myös vertailujärvien lajistot poikkesivat toisistaan, joten indeksi-arvojen vertailtavuus ei ole paras mahdollinen (taulukko 8.6). Runsaimpien lajien (surviaissääsket, harvasukamadot ja hernesimpukat) osuudet olivat hyvin samanlaisia kaikissa järvissä ja näytteissä. Yksittäisistä lajeista voidaan mainita *Valvata sibirica* -kotilo, jota tavattiin molemmista vertailujärvistä, mutta Inarijärven näytteistä laji on puuttunut.

Taulukko 8.6. Inarijärven ja vertailujärvien (Nitsi- ja Mutusjärvi) pehmeiden pohjien pohjaeläinnäytteiden PMA-indeksin arvot ja vertailujärvien indeksi-arvojen perusteella lasketut ekologiset laatusuhteet.

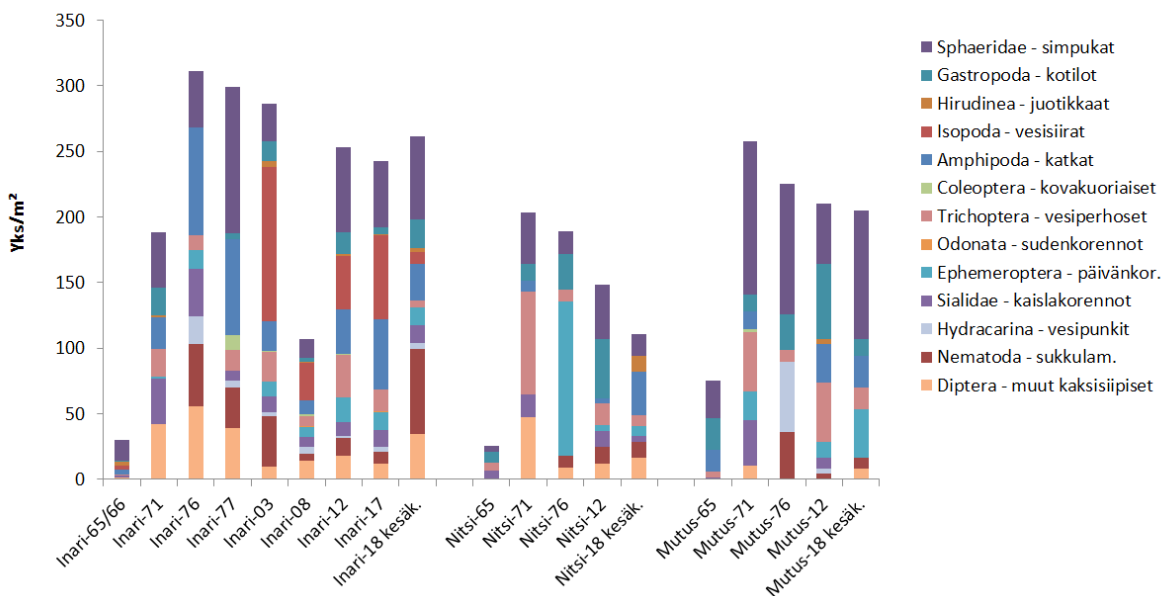
Järvi	Vuosi	PMA	ELS
Nitsijärvi	2012	0,941	1,31
Mutusjärvi	2012	0,500	0,69
Inari	2003	0,507	0,70
	2008	0,731	1,01
	2012	0,672	0,93
	2017	0,695	0,97



Kuva 8.2. Inarijärven, Mutusjärven ja Nitsijärven noin 2 metrin syvyyden pehmeiden pohjien eläimistön yksilötiheysarvioita taksoniryhmittäin eri tutkimusvuosina. Menetelmät ja näytepaikat vaihtelevat etenkin vanhempien aineistojen ja 2000-luvulla tehtyjen seurantojen välillä.

Pohjaeläinten yksilömäärät kahden metrin syvyydyshyökkellä ovat olleet Inarijärven vaihtelevia, eikä niissä erotu selkeitä nousevia tai laskevia trendejä. Toivosen (1966) selvityksen tiheydet ovat kuitenkin huomattavasti alhaisemmat verrattuna muihin näytteenottovuosiin, minkä lisäksi myös vuoden 2008 tiheydet ovat alhaisia (kuva 8.2). Mutus- ja Nitsijärven pohjaeläintiheydet ovat olleet alhaisempia verrattuna Inarijärven, mutta trendejä ei näissäkään havaita (kuva 8.2). Surviaissäsket ja harvasukasmadot ovat olleet runsaimmat ryhmät kaikissa järvissä.

Muiden ryhmien kuin surviaissäskien ja harvasukasmatojen tiheydet vaihtelevat vähemmän järvien välillä, mutta Toivosen (1966) selvityksen alhaiset tiheydet erottuvat kaikissa järvissä (kuva 8.3). Yksittäisten ryhmien tiheydet ovat vaihdelleet niin vuosien kuin järvien välillä. Simpukat ja kotilot ovat olleet runsaimmat ryhmät etenkin Mutus- ja Nitsijärven (kuva 8.3). Inarijärven vesisiirtoja ja katkoja on myös tavattu runsaasti joinakin vuosina, minkä lisäksi erilaisia kaksisiipisiä on esiintynyt näytteissä säännöllisesti (kuva 8.3). Myös vesiperhosia ja päivänkorentoja on tavattu kaikista järvistä, mutta näiden tiheydet ovat olleet hyvin vaihtelevia (kuva 8.3).



Kuva 8.3. Inarijärven, Mutusjärven ja Nitsijärven noin 2 metrin syvyyden pehmeiden pohjien eläimistön yksilötiheysarvioita taksoniryhmittäin eri tutkimusvuosina. Surviaissäsket ja harvasukasmadot on poistettu kuvasta. Menetelmät ja näytepaikat vaihtelevat eri vuosien välillä.

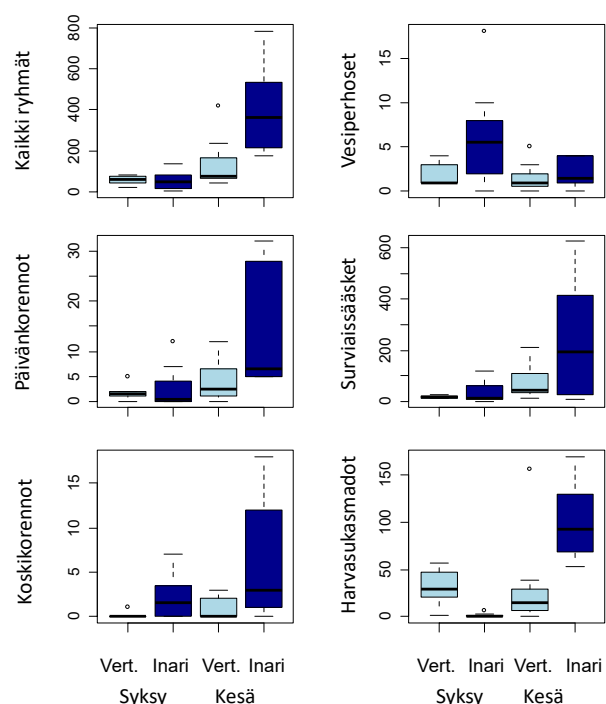
Pohjaeläinten yksilömäärät kivikkorannoilla

Pohjaeläinten yksilömäärä oli korkeampi alkukesän 2018 näytteissä kuin syksyllä 2017 ja kasvua verrattuna syksynäytteisiin oli enemmän Inarijärnessä kuin vertailujärvissä (taulukko 8.7, kuva 8.4). Päivänkorentojen yksilömäärät olivat keskimäärin korkeampia alkukesällä, minkä lisäksi tiheydet olivat myös korkeampia Inarijärnessä kuin vertailujärvissä (taulukko 8.7, kuva 8.4). Koskikorentojen tiheyksien muutos vuodenaikojen välillä oli järviyhmissä erilaista (taulukko 8.7, kuva 8.4). Koskikorentojen yksilömäärät olivat Inarijärnessä merkittävästi alhaisempia syksyn näytteissä verrattuna kevään näytteisiin, minkä lisäksi eroja järviyhmi- en välillä havaittiin vain keväällä (taulukko 8.7, kuva 8.4). Vesiperhosten yksilömäärissä ei havaittu tilastollisesti merkittävää vaihtelua, joskin yhdysvaikutus ajan ja järviyhmi- en välillä oli hyvin lähellä tilastollista merkittävyyttä (taulukko 8.7, kuva 8.4). Surviaissääs- kien tiheydet olivat keväällä huomattavasti korkeampia molemmissa järviyhmissä, mutta tiheyksien kasvu oli voimakkaampaa Inarijärnessä kuin vertailujärvissä. Harvasukasmatojen tiheyksien vaihtelu oli yhdenmu- kaista surviaissääs- kien kanssa, joskin ajallinen muu- tos oli näissä samanlaista järviyhmi- en välillä (taulukko 8.7, kuva 8.4). Yhdysvaikutuksen puuttuminen johtui yhden Mutusjärven ranta-alueen kesän korkeista har- vasukasmatojen tiheyksistä (kuva 8.4).

Pohjaeläinten taksonimäärä oli kesän näytteissä korkeampi syksyyn verrattuna ($F = 5,278$, $P = 0,028$), mutta muutos oli samanlaista järviyhmissä, eikä järviyhmi- en välillä havaittu tilastollisesti merkittäviä eroja ($F < 3,900$, $P > 0,067$). *Siphonurus alternatus* päivänkorentoja tavattiin ainoastaan kesän näytteistä. Joitakin päivänkorentolajeja (*Ameletus inopinatus*, *Centroptilum luteolum*) tavattiin lisäksi huomattavas- ti yleisemmin kesän kuin syksyn näytteistä. *Capnia-* suvun koskikorentoja tavattiin ainoastaan Nitsijärven syksyn näytteistä.

Taulukko 8.7. Lineaarisen sekamallin tulokset pohjaeläinti- heyksien vaihtelusta Inarijärnessä ja vertailujärvissä (Nitsi- ja Mutusjärven yhdistelmä) syksyn 2017 ja kesän 2018 väliä.

Muuttuja	F	P
Kaikki ryhmät		
Aika	26,999	<0,001
Järviyhmä	12,103	0,003
Aika x Järviyhmä	11,731	0,003
Päivänkorennot		
Aika	10,353	<0,001
Järviyhmä	4,081	0,008
Aika x Järviyhmä	2,137	0,155
Koskikorennot		
Aika	4,510	0,045
Järviyhmä	2,145	0,157
Aika x Järviyhmä	9,916	0,005
Vesiperhoset		
Aika	3,712	0,068
Järviyhmä	2,399	0,137
Aika x Järviyhmä	4,317	0,051
Surviaissääsket		
Aika	12,530	0,002
Järviyhmä	4,181	0,056
Aika x Järviyhmä	6,242	0,022
Harvasukasmadot		
Aika	19,646	<0,001
Järviyhmä	22,074	<0,001
Aika x Järviyhmä	4,098	0,058



Kuva 8.4. Kivikkorantojen pohjaeläintiheydet vaihtelu Inarijär- vessä ja vertailujärvissä syksyllä 2017 ja kesällä 2018.

8.5 Tulosten tarkastelu

Järvien vedenkorkeuden säännöstely on merkittävä rantavyöhykkeen ekologista tilaa heikentävä tekijä (Keto ym. 2008). Pohjien jäätyminen kevättalvisen vedenpinnan laskun seurauksena muuttaa merkittävästi rantavyöhykkeen olosuhteita ja muutokset näkyvät usein myös rantavyöhykkeen eliöstössä (Aroviita & Hämäläinen 2008). Inarjärven pohjaeläinyhteisöjä on aiemmin verrattu lähinnä Kainuun säännöstelemättömistä järvistä kerättyyn pohjaeläinaineistoon. Kivikkorantojen ekologinen tila on näissä vertailuissa ollut pääsääntöisesti hyvä tai sitä heikompi. Tässä raportissa esitetyt aikaisempia tarkasteluja edustavammat vertailut pohjoisen Lapin alueelta kerättyyn aineistoon viittaavat siihen, että lajisto on muuttunut jonkin verran vähemmän aiempiin arvioihin verrattuna. Toisaalta tämänkin raportin analyysissä on viitteitä siitä, että säännöstely vaikuttaa Inarjärven kivikkorantojen pohjaeläimistöön. Kivikkorantojen pohjaeläinyhteisöjen koostumus poikkesi selvästi vertailujärvistä ja näytteistä puuttui lajeja, joita tavataan Pohjois-Lapin säännöstelemättömien järvien kivikkorannoilta. Pohjaeläinyhteisöjen koostumus on toisaalta ollut vertailujaksolla suhteellisen vakaa, eikä merkittäviä muutoksia havaittu (taulukko 8.8).

Inarjärven kivikkorannoilta puuttuneet lajit olivat osittain samoja lajeja, joiden on havaittu kärsivän vedenpinnan säännöstelystä myös eteläisemmissä järvissä. *Polycentropus* ja *Cyrnus* -sukujen vesiperhoset olivat yleisiä pohjoisissa vertailujärvissä, mutta puuttuivat lähes kokonaan Inarjärven näytteistä. Näiden lisäksi myös *Capnia* -suvun koskikorennot ja *Sialis lutaria* -kaislakorenon toukat puuttuivat Inarjärven rantavyöhykkeestä. Kaislakorennolla on monivuotinen elinkierto, mikä saattaa liittyä lajin puuttumisen säännöstelyjen järvien rannoilta. *Capnia* -suvun lajeilla otaksutaan olevan yksivuotinen elinkierto (Lillehammer 1988), mutta suvun lajit aikuistuvat varhain

keväällä, joten saattaa olla, että toukkien viimeiset kasvuvaiheet ovat alttiita säännöstelyn aiheuttamille muutoksille jäänalaisissa olosuhteissa. *Capnia* -toukkia ei tavattu Inarjärven näytteistä myöskään alkukesällä 2018 tehdyssä kartoituksessa. Lapin vertailujärvistä toisaalta joko puuttui eteläisemmille säännöstelemättömille järville ominaisia ja säännöstelylle herkkiä lajeja, kuten esimerkiksi Elmidae-heimon kovakuoriaiset (*Oulimnius tuberculatus*, *Limnius volckmari*), tai lajit esiintyivät hyvin satunnaisesti alhaisina tiheyksinä. Lajeja tavataan alueen virtavesistä, joten lajien puuttuminen järvien kivikkorannoilta, ml Inarjärvi, saattaa liittyä pohjoisten järvien luontaisiin jääolosuhteisiin. Voimakkaammin säännöstellyn Rahajärven ristiriitaiset luokittelutulokset (PMA indeksin mukaan tila huomattavasti parempi kuin tyyppille ominaisten taksonien mukaan) viittaavat myös siihen, että vertailujärvien runsaana esiintyvä ydinlajisto muodostuu lajeista, jotka kestävät erilaisia muutoksia rantavyöhykkeessä (PMA), mutta säännöstely karsii useita vähemmän runsaita lajeja. Rahajärvestä havaittiin surviaissääskien ja harvasukasmatojen lisäksi vain viisi vertailujärville tyyppillistä lajia. Rahajärven lajistosta puuttui kuitenkin myös monia vertailujärvissä ja Inarjärvässä yleisiä ja runsaina esiintyviä lajeja tai ryhmiä, joten vaikuttaa siltä, että PMA indeksin vaihtelu on hyvin voimakkaasti sidoksissa nimenomaan surviaissääskien ja harvasukasmatojen tiheyksiin.

Inarjärven näytteistä tavattiin myös lajeja, jotka puuttuivat tai esiintyivät harvalukuisina vertailujärvissä. Näistä vesisiira (*Asellus aquaticus*) ja pikkumalluaiset (*Corixidae*) ovat hyviä uimareita ja pystyvät siten helposti siirtymään olosuhteiden muuttuessa. *A. aquaticus* myös kykenee elämään voimakkaasti muuttuneissa vesistöissä ja usein jopa hyötty elinympäristön muutoksista (esim. Tolkkinen ym. 2013). Inarjärven kolmas indikaattorilaji, *Cloeon simile*, esiintyi

Taulukko 8.8. Yhteenveto pohjaeläinmittareista. Arvioitu muutos kuvaa 2010-luvun tilannetta suhteessa vertailujakson (1965–1998) havaintoihin.

Nro	Mittari	Nykytila	Muutos vertailujaksoon
1	Vertailujärville ominaiset taksonit kivikkorannoilla (TT)	Erinomainen / Hyvä	Ei vertailukelpoista aineistoa
2	Vertailujärville ominaiset taksonien runsaussuhteet kivikkorannoilla (PMA)	Hyvä / tyydyttävä	Ei vertailukelpoista aineistoa
3	Pohjaeläinten yksilömäärä kivikkorannoilla	Hyvä	Ei vertailukelpoista aineistoa
4	Vertailujärville ominaiset taksonien runsaussuhteet pehmeillä pohjilla (PMA)	Hyvä	Ei vertailukelpoista aineistoa
5	Pohjaeläinten yksilömäärä pehmeillä pohjilla	Hyvä	Alkukesän yksilötiheydet suurentuneet

8.6 Johtopäätökset

yksinomaan Inarijärven näytteissä. *Cloeon* -suvun lajin esiintyminen tunnetaan Suomessa puutteellisesti, mutta lajia pidetään suurten järvien syvemmillä ranta-alueilla viihtyvänä, joten säännöstely tuskin vaikuttaa lajin esiintymiseen. Vertailujärvet ovat paljon pienempiä verrattuna Inarijärveen, mikä saattaisi selittää lajin puuttumisen vertailujärvistä. Järven koon vaikutus lajistoon näkyi myös vertailujärviryhmän sisäisenä vaihteluna. Isommat järvet erottuivat pienemmistä ja olivat lajistoltaan yhtenäisempiä. Vertailujärvien välinen vaihtelu vaikutti jonkin verran myös luokittelutuloksiin. Vain viiteen suurimpaan vertailujärveen perustuva luokittelu muuttaisi PMA indeksiin perustuvia Inarijärven luokitteluja niin, että tyydyttäväksi luokiteltu yhdistelmä P4-R1-R4 luokittuisi vuonna 2017 luokkaan hyvä ja aiemmin hyvään tilaan luokittunut yhdistelmä A1-K4-L1 luokittuisi luokkaan erinomainen. Tyypille ominaisten taksonien luokitteluun vertailujärvien kokoonpano ei käytännössä vaikuta.

Inarijärven luokittelutuloksissa on ollut jonkin verran vuosien ja rantayhdistelmien välistä vaihtelua. Aiemmissä selvityksissä on havaittu eroja pohjaeläinten yhteisökoostumuksessa suhteessa näytteenottovuoden kesän vedenpinnan korkeuksiin (Aroviita 2010). Vedenpinnan kesänaikaisissa korkeuksissa oli vain vähän vaihtelua vuosien 2008 ja 2012 välillä, joten vaikuttaa siltä, että lajiston koostumukseen saattaa kesän olosuhteiden lisäksi vaikuttaa myös muut tekijät. Toisaalta vuonna 2017 näytteenoton aikainen vedenpinta oli huomattavan korkealla (N_{60} -tasolla 119,63 m) mikä hankaloitti näytteenottoa. Alkukesän näytteenotto toi vain vähän uutta tietoa säännöstelyn vaikutuksista Inarijärvestä. Kesän näytteistä havaittiin kaikki syksyllä havaitut lajit, minkä lisäksi näytteistä havaittiin enemmän päivänkorentojen toukkia syksyyn verrattuna. Harvasukasmatojen ja surviaissääskien tiheydet olivat alkukesällä jopa korkeammat kuin syksyllä. Tämä viittaa siihen, että ryhmissä on lajeja, jotka hyötyvät säännöstelystä.

Vuosien 2003–2017 seurantatulosten perusteella Inarijärven kivikkorantojen pohjaeläinyhteisöt poikkeavat luonnontilaisten järvien pohjaeläinyhteisöistä. Inarijärven kivikkorannoilta puuttuu säännöstelylle herkkiä lajeja, joista moni on toisaalta harvalukuinen tai jopa puuttuu myös alueen säännöstelemättömien järvien lajistosta. Harvasukasmatojen ja surviaissääskien tiheydet vaikuttaisivat lisäksi olevan korkeampia alkukesällä syksyyn verrattuna. Säännöstelyn vaikutus lajistoon on kuitenkin vähäisempää verrattuna aiempiin arvioihin, jotka ovat perustuneet vertailuun eteläisempiin järviin. Säännöstelemättömien järvien kivikkorantojen lajiston erot suhteessa eteläisiin vesistöihin saattavat johtua voimakkaammasta ja pidempikestoisesta jäävaikutuksesta pohjoisten järvien rantavyöhykkeessä verrattuna eteläisempiin järviin. Pehmeiden pohjien tiheysarviot kahden metrin syvyydessä ovat vaihdelleet suuresti eri seurantavuosien välillä. Selvää trendiä tiheyksissä ei ole kuitenkaan havaittavissa. Kokonaistiheydet ovat myös olleet korkeampia kuin säännöstelemättömillä lähijärvillä, mikä viittaa suotuisiin oloihin Inarilla myös kalaravinnon näkökulmasta.

Vertailukelpoisen aineiston kartuttamisen tulisi olla jatkossa seurannan keskeisiä tavoitteita. Inarijärven seurannan kannalta näytteenottoa tulisi tehdä erityisesti isommissa säännöstelemättömissä järviä ja siihen olisi hyvä sisällyttää mukaan myös pehmeiden pohjien näytteitä. Pohjoiset vertailuaineistot ovat puutteellisia myös muiden biologisten ryhmien osalta, joten seurantaan voisi olla järkevää sisällyttää ainakin vesikasvit ja mahdollisuuksien mukaan myös rantavyöhykkeen kivien päällyksyvät.

muodostavat istutusten tuoton. Tämä arvio ei ole yhtä eksakti kuin vuosiluokkaan perustuva mittaus, mutta sen avulla päästään tarkastelemaan myös nykyhetkeä lähellä olevia vuosia. Istutusten tuloksellisuutta arvioitiin suhteessa tavoiteltuun saaliskompensatioon, koska tämä on istutusten päämäärä.

Kalojen kasvunopeus on tärkeä kalakantoja kuvaava mittari, koska sen avulla voidaan arvioida ravintoresurssien riittävyttä. Kasvunopeus ja kalojen kunto korreloivat negatiivisesti loisintaherkkyyteen (Barber 2007, Gatlin 2002), millä voi olla suuria vaikutuksia esim. kaupalliseen kalastukseen. Kasvun mittareiksi valittiin kustakin lajista ne ikäryhmät, joista oli kattavin aineisto läpi koko tarkastelujakson. Pohjasiiasta oli käytettävissä edustava näytemäärä ns. valikoimattomasta pyynnistä (isorysä, nuotta, trooli), mitä myös käytettiin. Taimenen ja nieriän osalta täytyi käyttää koko aineistoa, joka on pääosin verkkopyynnistä kertyneitä näytteitä.

9.2 Kalansaaliit ja kalastajamäärät

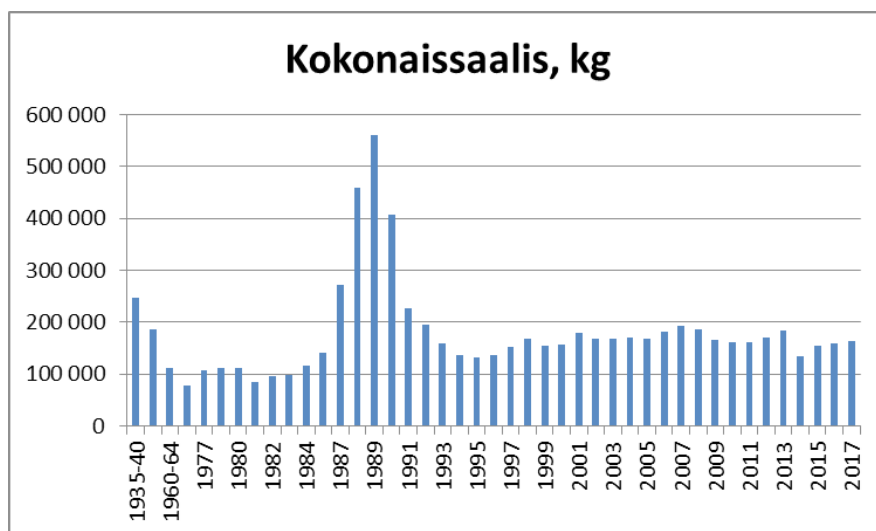
Ennen Inarijärven säännöstelyä kokonaissaalistaso oli arviolta 250 tonnia jaksolla 1935–1940 (Toivonen 1966). Säännöstelyhaittojen johdosta kalansaaliit pienenevät ja kokonaissaalis laski 1960-luvun lopussa alimmillaan alle 80 tonnin. KHO:n velvoitepäätöksen (v.1975) seurauksena istutusten volyyymi suureni voimakkaasti, erityisesti 1980-luvun alkupuolella. Velvoitelajien saaliit alkoivat nousta. Tulokaslaji muikku tuli järveen jo aiemmin (mm. Sergejeff 1985, Mutenia & Salonen 1992), mutta järven saalistilastoihin se alkoi vaikuttaa 1980-luvun puolivälistä lähtien. Huipussaan,

vuonna 1989, muikun yli 300 tonnin saalis nosti myös järven kokonaissaaliin 560 tonniin. Samana vuonna myös tehokas siian kalastus isorysillä sekä punalihasten petokalojen hyvät saaliit nostivat kokonaissaalista (kuva 9.1). Muikkukannan romahdettua Inarijärven kokonaissaalis väheni voimakkaasti 1990-luvulla.

Inarijärven kokonaissaalis 2000-luvulla on vakiintunut 170–180 tonnin tasolle. 2000-luvulla vuosien välinen vaihtelu on ollut huomattavan pientä verrattuna 1980- ja 1990-lukuihin (kuva 9.1).

Ennen säännöstelyä Inarijärven taimenen ja nieriän eli raudun yhteissaaliiksi arvioitiin 47,5 tonnia (Toivonen 1966). Säännöstelyn alettua punalihasten petokalojen saaliit romahtivat 7–8 tonniin 1960-luvulla. Uusien petokalalajien istutukset järveen aloitettiin jo ennen vuoden 1975 velvoitepäätöstä; järvihoitoa istutettiin vuodesta 1971 lähtien ja harmaanierää vuodesta 1972 lähtien (Salonen & Mutenia 2007). Saalistilastoihin nämä kaksi uutta lajia tulivat vuodesta 1977 lähtien, joten siitä lähtien punalihasten petokalojen yhteissaalis sisältää neljä kalalajia (kuva 9.2). Kompensatioistutusten vaikutus saaliisiin alkoi näkyä jo 1970-luvun lopussa, mutta erityisesti 1980-luvulla petokalasaaliit nousivat voimakkaasti sekä hyvän ravintotilanteen että lisääntyneiden istutusten ansiosta.

1990-luvulla muikkukantojen romahdettua myös punalihasten saalistaso aleni huomattavasti. 2000-luvulla tilanne parani nopeasti, ensin reeskan eli kääpiösiian, sitten muikkukannan voimistumisen myötä. Sopeutuvan velvoitehoidon käyttöönotolla, jossa siian istutusmääriä leikattiin ja punalihasten istutusmäärää kasvatettiin, saavutettiin 2000-luvun ensimmäisellä vuosikymmenellä hyviä tuloksia (kuva 9.2).



Kuva 9.1. Inarijärven kokonaiskalansaaliit 1935–2017. Vuosien 1935–1940 saalis on luonnontilaisen Inarijärven saalisarvio.

Istukkaiden massamerkintä käynnistyi vuosittain vaihteessa, ja on siitä lähtien ollut oleellinen osa velvoitetarkkailua. Merkintöjen perusteella istutettujen osuus kaikkien punalihaisten petokalojen saaliista on kalalajista riippuen ollut suuruusluokkaa n. 50 (taimen) –100 % (harmaanieriä) 2000-luvulla. Pohjasiialla istukkaiden osuudeksi on arvioitu merkintöjen perusteella 20–50 % (Niva ym. 2016).

Kaupallisten kalastajien määrä oli suurimmillaan 1980-luvun lopussa. Muikun trooli- ja talvinuottakalastus sekä siian isorysäkalastus alkoivat ja runsaasti uusia kalastajia rekrytoitui järvelle (Mutenia & Ahonen 1990). Muikkukannan romahdus ja siian osalta isorysäkalastuksen laantuminen vähensi ammattimaisesti kalastavien määrää voimakkaasti 1990-luvulla. 2000-luvulla ammattikalastajiksi luokiteltujen kalastajien määrä on vakiintunut 15–20 kalastajan tasolle (kuva 9.3).

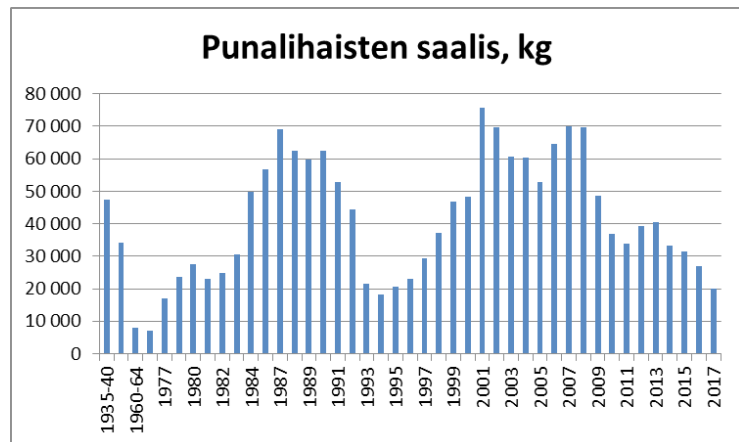
Vuosittain tehtyjen kalastustiedustelujen perusteella paikkakuntalaisten kotitarvekalastajien määrä on pysynyt varsin vakaana koko tarkastelujakson ajan: noin 900 ruokakuntaa (kuva 9.4).

Ulkopaikkakuntalaisten virkistyskalastajien vuosittainen lukumäärä oli 3 000–4 000 1980-luvun lopulla. 1990-luvulla heidän määränsä laski 2 000 kalastajan tasolle. Ulkopaikkakuntalaisten määrä kasvoi 2000-luvulla selvästi, kunnes kääntyi laskuun 2010-luvulla (kuva 9.4). Ulkopaikkakuntalaisten virkistyskalastajien määrä noudattelee punalihaisten petokalojen saaliskehitystä.

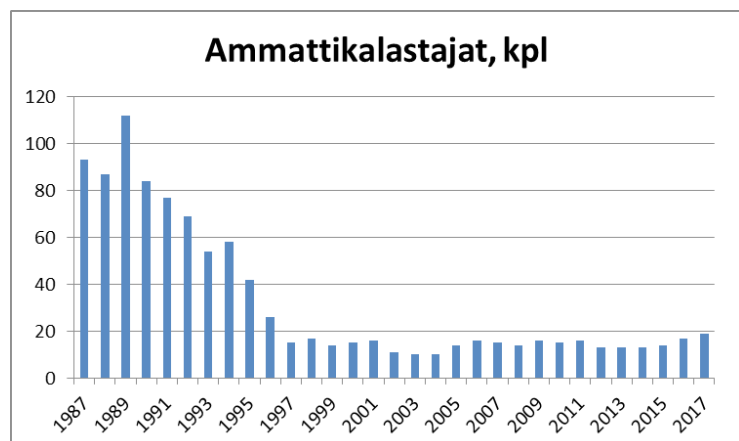
9.3 Istutusten tuloksellisuus

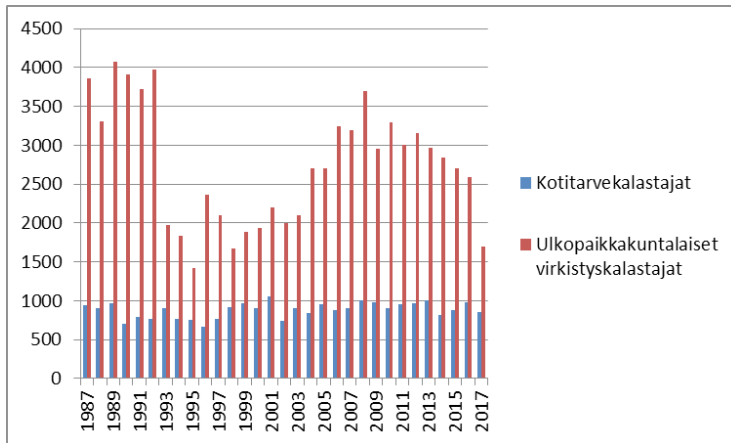
Velvoiteistutusten tavoitteena on ollut säännöstelystä johtuvan saaliin aleneman kompensointi. Yleisellä tasolla tavoite on toteutunut taimenella ja nieriällä keskimäärin, mutta saaliissa on ollut suurta vaihtelua, eli on vuosia, jolloin tavoite ei ole toteutunut ja vuosia, jolloin tavoite on ylitetty jopa selvästi. Pohjasiian osalta kompensoitotavoite ei ole toteutunut koskaan.

Kuva 9.2. Inarijärven punalihaisten petokalojen (taimen, nieriä, järvilohi, harmaanieriä) saaliit 1935–2017. Vuosien 1935–1940 saalis on luonnontilaisen Inarijärven saalisarvio.



Kuva 9.3. Inarijärven ammattimaisten kalastajien lukumäärä 1987–2017.





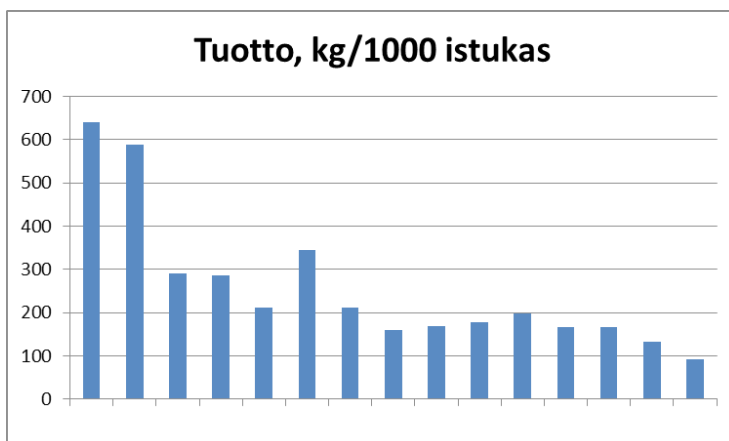
Kuva 9.4. Inarijärvellä kalastaneiden paikkakuntalaisten kotitarvekalastajien lukumäärä (ruokakuntia) ja ulkopaikkakuntalaisten virkistyskalastajien lukumäärä (henkilöitä) 1987–2017.

Merkintöjen perusteella pohjasiian saalistuotto on ollut vuosiluokissa 2000–2009 keskimäärin 20 kg/1 000 istukas (vaihteluväli 13–33), mikä on huono tulos, koska istukkaiden kokonaissaalis on jäänyt alle 20 tonniin vuodessa. Istutuksilla tavoiteltu kompensatio on 80–90 tonnia, johon vaadittaisiin lähes 100 kg tuottoa per 1000 istukas.

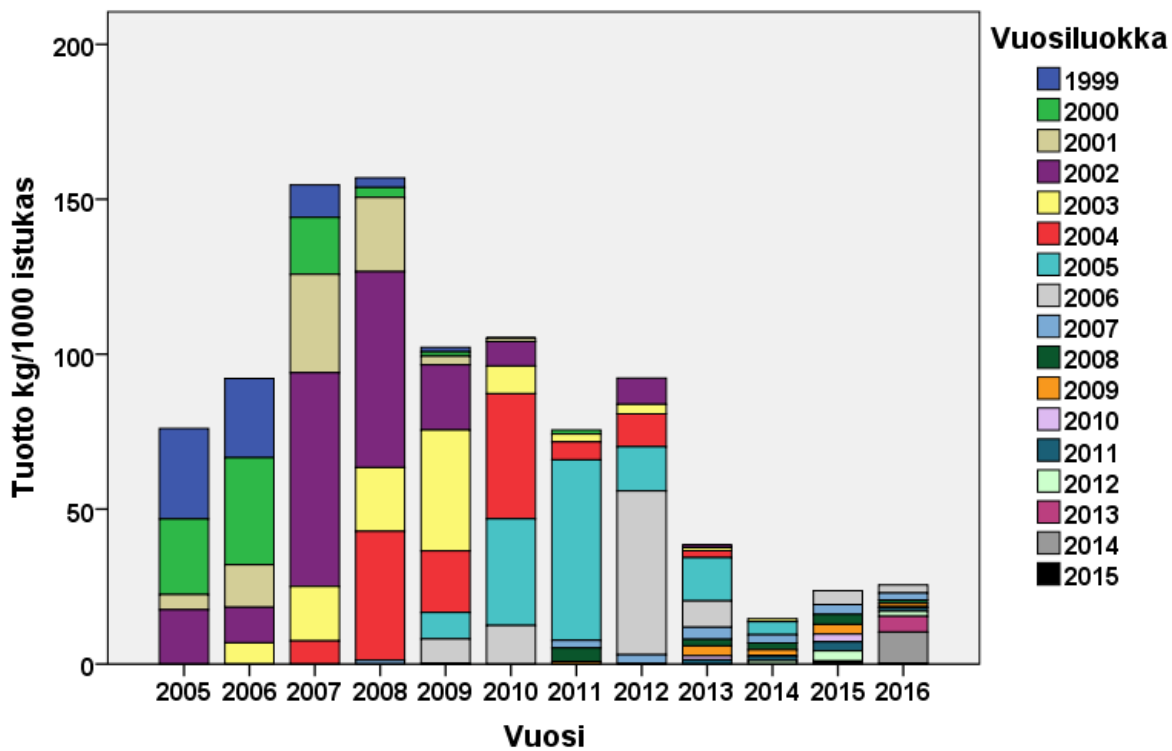
Taimenistutusten hyvänä tuottona pidetään yleisesti yli 100 kg/1 000 istukas. Inarissa on kuitenkin kuonoja alitsariinimerkintöjen perusteella saatu 2001–2008 erittäin korkeita tuottolukuja (400–900 kg/1 000 istukas). Mittaritarkastelua varten taimenistutusten tuotto-odotuksia on nostettu korkeammaksi kuin normaalisti, koska on olemassa näyttöä erittäin korkeista tuotoista. Korkeimmillaan taimensaalis oli 40–50 tonnin tasolla vuodessa, josta istukkaiden osuus oli 50–70 %, eli pelkästään istukkaiden antama saalis on ollut lähellä 27 tonnin kokonaissaalista luonnontilaisessa Inarijärvessä. Taimenen osalta saaliskompensatio on ylittynyt kaikkiaan 17 vuotena sen jälkeen, kun velvoiteistutukset käynnistyivät. Viimeisen 10 vuoden aikana

taimensaalis on laskenut jatkuvasti, minkä takia myös istutusten tuotto on laskenut huomattavasti. Vuosiluokakohtaisia tuottotasoa ei ole mahdollista laskea viimeiseltä 6–7 vuodelta, koska kaikki istukkaat eivät ole olleet kalastuksen kohteena. Sen sijaan laskettiin istutustuottoa kunkin vuoden istukassaaliista siten, että saalis suhteutettiin edellisten 3–4 vuoden istukasmääriin, jolloin tuotto oli useamman istutusvuosiluokan keskiarvo. Näin tarkasteltuna taimenistutukset tuottivat n. 600 kg/1 000 istukas vuosina 2003 ja 2004, jonka jälkeen tuotto laski voimakkaasti (kuva 9.5). Lasku johtui samanaikaisesta istukasmäärän kasvusta ja saaliston laskusta.

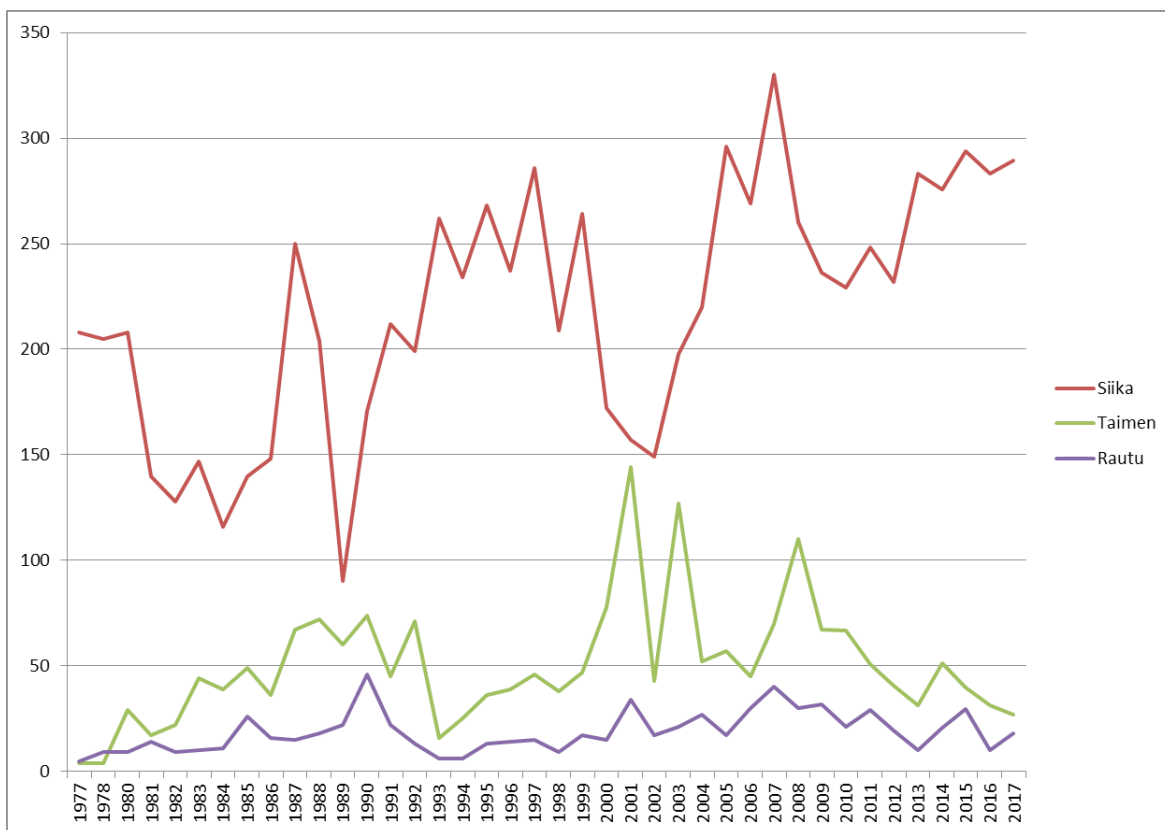
Nieriäistutuksia on tehty pääosin 1-vuotiailla istukkailla, joten nieriän osalta oli mahdollista laskea myös vuosiluokkien osuudet vuosisaaliista. Nieriän saalistuotto oli vuosina 2005–2012 varsin hyvä, erityisesti vuosina 2007 ja 2008, jolloin saavutettiin 150 kg/1 000 istukas saalistuotto. Tämän jälkeen tuotto on laskenut jopa alle 20 kg/1000 istukas (kuva 9.6).



Kuva 9.5. Taimenistutusten tuottoarvio laskettuna kunkin vuoden istukassaaliin ja sitä edeltävien 3–4 vuoden istukasmäärien keskiarvon perusteella vuosina 2003–2017.



Kuva 9.6. 1-vuotiaiden nieriöiden saalistuotto vuosina 2005–2016. Kunkin vuoden tuottoarvio on jaettu eri vuosiluokkien osuuteen saaliista.



Kuva 9.7. Siian, taimenen ja nieriän (raudun) verkkoyksikkösaaliin (g/verkkovrk) kehitys vuosina 1977–2017.



Verkkokalastus on Inarilla tärkeimpiä pyyntimuotoja. Kuva Jukka Ylikörkkö.



Inarijärven haukivaltaista talviverkkosaaalista joulukuulta 2017. Kookkaanpuoleiset siiat näyttävät pieniltä 9,2- ja 7,5-kiloisten haukien alla. kuva Erno Salonen.

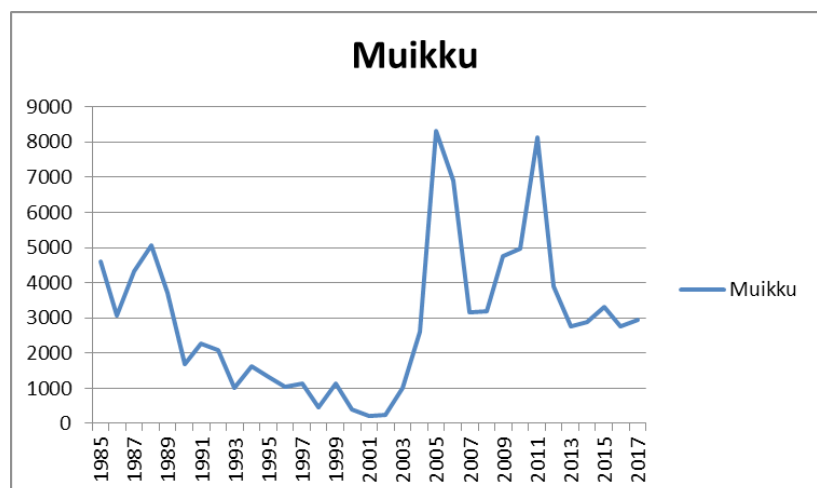
9.4 Yksikkösaaliit

Pohjasiiian verkkoyksikkösaalis on vaihdellut 100–300 g/verkkovuorokausi (kuva 9.7). Alhaisia yksikkösaaliita oli 1980-luvun lopulla ja 2000-luvun alussa. Vuoden 2006 jälkeen yksikkösaaliit ovat olleet korkeita, 250–300 g/verkkovuorokausi.

Taimenella ja nieriällä (raudulla) yksikkösaaliiden taso on paljon alempi kuin siialla. Taimenella korkeita yksikkösaaliita oli 1980/1990-lukujen taitteessa ja 2000-luvulla kolmena vuotena. Vuoden 2008 jälkeen taimenen yksikkösaaliit ovat alentuneet jatkuvasti. Nieriän yksikkösaaliissa on paljon vähemmän vaihtelua kuin taimenella. Yksikkösaaliiden maksimit ja minimiit ajoittuvat samalla tavalla kuin taimenella (kuva 9.7).

Muikun verkkoyksikkösaalis oli 1980-luvun lopulla 3–5 kg/verkkovuorokausi, jonka jälkeen se laski koko 1990-luvun, lopulta lähes nollaan. 2000-luvulla muikun verkkoyksikkösaalis nousi rajusti, jopa kahdeksaan kiloon. 2000-luvulla muikun yksikkösaaliit ovat olleet vähintään kolme kiloa, johon tasoon päästiin ainoastaan viitenä vuotena 1980-luvun lopulla (kuva 9.8).

Kuva 9.8. Muikun yksikkösaalis (g/ verkkovrk) pohjaverkkokalastuksessa vuosina 1985–2017.



9.5 Kasvu

Pohjasiiian kasvu on vaihdellut huomattavasti vuodesta 1980, jolloin näytteiden keruu alkoi. Koko tarkkailuhistorian hitain kasvu oli 1980-luvun lopulla, jolloin 4–5-vuotias pohjasiika painoi n. 95 g. Tehokkaan pyynnin takia kasvu kaksinkertaistui seuraavan viiden vuoden aikana. 2000-luvun alussa siian keskipaino oli lähes 250 g, siis lähes kolme kertaa enemmän kuin minimissään. Tämän jälkeen kasvu hidastui vuoteen 2013 saakka, jolloin keskipaino oli 130 g. Viime vuosina siian kasvu on parantunut 200 g tasolle (kuva 9.9).

Taimenen kasvussa on myös ollut varsin suurta vaihtelua. Kasvun aallonpohjat olivat vuosina 1987 ja 1997, jolloin 5–7-vuotias taimen painoi n. 500 g. Vastaavasti kasvu oli hyvää 1980/90-lukujen taitteessa ja 2000-luvulla, jolloin saman ikäisten taimenten keskipaino oli kolminkertainen minimiin verrattuna (1 500 g). Vuonna 2017 oli 2000-luvun huonoin kasvu, joskin sekin oli huomattavasti parempaa kuin aikaisemmissa aallonpohjissa (kuva 9.10).

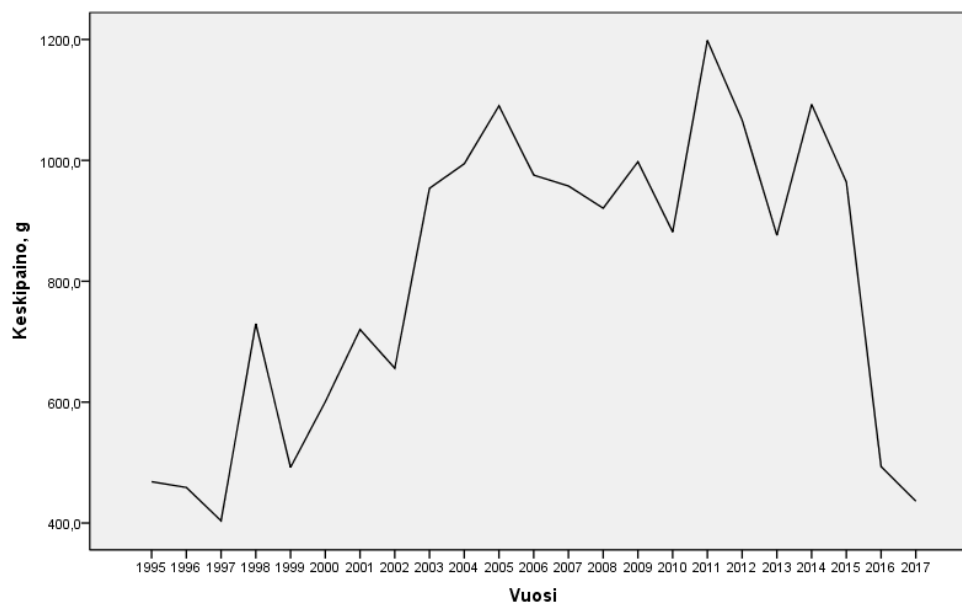
Nieriän kasvu noudattaa samanlaista kaavaa kuin taimenella. 1990-luvun puolivälissä 5–7-vuotiaiden nieriöiden keskipaino oli n. 400 g, kun 2000-luvulla se on ollut n. 1 000 g. Toisin kuin taimenella, nieriän kasvu on heikentynyt voimakkaasti vuosina 2016 ja 2017 (kuva 9.11).



Kuva 9.9. Isorysä, nuotta ja troolinäytteistä laskettu 4–5-vuotiaiden pohjasiikojen keskipaino vuosina 1980–2017.



Kuva 9.10. Inarijärven 5–7-vuotiaiden taimenten keskipainon kehitys vuosina 1984–2017.



Kuva 9.11. Inarijärven 5–7-vuotiaiden nieriöiden keskipainon kehitys vuosina 1995–2017.

9.6 Yhteenveto

Inarijärven kalastuksessa ja kalakannoissa on tapahtunut merkittäviä muutoksia säännöstelyn takia. Säännöstelyn jälkeisinä vuosikymmeninä kaikkien kalalajien saaliit laskivat voimakkaasti. Luultavasti rantojen eroosio vähensi ravintoresursseja sekä siialla että punalihaisilla petokaloilla. Saaliit kääntyivät nousuun 1980-luvun lopulla, mikä johtui kahdesta asiasta: velvoiteistutukset käynnistyivät vuosikymmenen alussa ja muikku alkoi lisääntyä järvessä voimakkaasti. Myös uuden kalastuslain (1983) myötä ammattikalastajille avautui uusia tukimuotoja, joiden avulla kalastukseen käytettävät resurssit kasvoivat. Kalakannoissa on tapahtunut isoja muutoksia myös tämän jälkeen, mikä on vaikuttanut sekä ammattimaisen että virkistyskalastuksen määriin ja saaliisiin. Sekä säännöstelyä että istutustoimintaa on kehitetty koko ajan, millä on myös ollut vaikutusta kalakantoihin ja saaliisiin.

Kalastusta ja kalakantoja kuvaavista mittareista suurimpaan osaan voidaan asettaa kvantitatiivisia rajoja, joiden avulla on mahdollista luokitella mittaristoa kuvaamaan tietyn ajanjakson tilannetta suhteessa pitkän aikavälin kehitykseen (taulukko 9.2).

Taulukko 9.2. Inarijärven kalastuksen ja kalakantojen tilaa kuvaavien mittareiden raja-arvot määriteltynä pitkien aikasarjojen perusteella. Mittareiden raja-arvot kuvaavat onko tilanne huono (-), keskimääräinen (\pm) vai hyvä (+).

Mittari	-	\pm	+
Ammatti-/Kaupallisten kalastajien määrä	<20	20–40	>40
Kotitarvekalastajien määrä			
Virkistyskalastajien määrä (tuhansia)	<2	2–3	>3
Kokonaiskalansaalis (tn)	<150	150–200	>200
Punalihaisten saalis (tn)	<30	30–50	>50
Siikaistutusten tuotto kg/1 000 ist	<30	30–50	>50
Taimenistutusten tuotto kg/1 000 ist	<150	150–300	>300
Nieriäistutusten tuotto kg/1 000 ist	<50	50–100	>100
Siika verkkoyksikkösaalis g/vrk	<200	200–250	>250
Taimen verkkoyksikkösaalis g/vrk	<50	50–100	>100
Nieriä verkkoyksikkösaalis g/vrk	<20	20–30	>30
Muikku verkkoyksikkösaalis kg/vrk	<2	2–3	>4
4–5 v Siian keskipaino (isorysä, nuotta, g)	<120	120–180	>180
5–7 v Taimenen keskipaino (kaikki, kg)	<1	1–1,5	>1,5
5–7 v Nieriän keskipaino (kaikki, kg)	<0,7	0,7–0,9	>0,9

Mittaritarkastelun tässä päivityksessä tarkastellaan ennen kaikkea 2010-luvun tilannetta, siis viimeistä kahdeksan vuotta. Tätä varten on jaettu kahdeksan havaintovuoden frekvenssit kunkin mittarin kolmeen luokkaan (taulukko 9.3).

Mittaritarkastelun perusteella kaupallisen kalastuksen määrä on 2010-luvulla ollut alle pitkän ajan keskiarvon. Saalis on ollut keskimääräisellä tasolla. Myös punalihasten petokalojen saalis on ollut keskiarvoa, lukuun ottamatta vuosia 2016 ja 2017, jolloin saalis luokiteltiin huonoimpaan luokkaan.

Istutusten tuotto on ollut siialla huonoa, taimenella keskinkertaista ja nieriällä vaihtelevaa, joskin viimeisen viiden vuoden aikana huonoa.

Verkkoyksikkösaalis on ollut siialla ja muikulla hyvällä tai keskinkertaisella tasolla. Taimenen ja nieriän yksikkösaaliit ovat laskusuunnassa, mutta jakson alkupuolella keskinkertaisella tai hyvällä tasolla.

Pohjasiaan kasvu on ollut keskinkertaista, taimenella hyvää tai keskinkertaista ja nieriällä vaihtelevaa.

Mittariston perusteella selvästi positiivisia tuloksia on saatu siian ja muikun yksikkösaaliin kehityksestä ja punalihaisten petokalojen kasvusta. Selkeitä negatiivisia vaikutuksia on kaupallisen kalastuksen määrässä, siika- ja nieriäistutusten tuotossa ja taimenen yksikkösaaliissa. Muiden mittareiden osalta tilanne 2010-luvulla on keskimääräistä tai suuresti vaihtelevaa.

Taulukko 9.3. Vuosina 2010–2017 laskettujen mittariarvojen jakautuminen kunkin mittarin kolmeen luokkaan.

Mittari	-	\pm	+
Ammatti-/Kaupallisten kalastajien määrä	8	0	0
Kotitarvekalastajien määrä			
Virkistyskalastajien määrä	1	6	1
Kokonaiskalansaalis (tn)	1	7	0
Punalihaisten saalis (tn)	2	6	0
Siikaistutusten tuotto kg/1 000 ist	7	1	0
Taimenistutusten tuotto kg/1 000 ist	2	6	0
Nieriäistutusten tuotto kg/1 000 ist	5	2	1
Siika verkkoyksikkösaalis g/vrk	0	3	5
Taimen verkkoyksikkösaalis g/vrk	5	3	0
Nieriä verkkoyksikkösaalis g/vrk	2	3	3
Muikku verkkoyksikkösaalis kg/vrk	0	5	3
4–5 v Siian keskipaino (isorysä, nuotta, g)	0	7	1
5–7 v Taimenen keskipaino (kaikki, kg)	0	4	4
5–7 v Nieriän keskipaino (kaikki, kg)	2	2	4

10 Yhteenveto

ANNUKKA PURO-TAHVANAINEN, LAPIN ELINKEINO-, LIIKENNE- JA YMPÄRISTÖKESKUS
MIKA MARTTUNEN, SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUS

Tässä raportissa on arvioitu Inarijärven tilan kehitystä vuosijaksolla 2010–2017 Inarijärvelle kehitettyjen 57 mittarin perusteella. Edellisessä ja ensimmäisessä vastaavassa selvityksessä tarkastelujaksona oli 2000–2009 (Puro-Tahvanainen 2011). Kyse on Suomessa ainutlaatuisen kattavasta yhtä järveä koskevasta analyysistä; mittarit kattavat hydro-meteorologian, veden laadun ja vesistökuormituksen, vesistön säännöstelyn ja siihen liittyvät rantojen kunnostusta koskevat velvoitteet, vesikasvillisuuden, pohjaeläimistön ja kalakannat. Tavoitteena on ollut kokonaiskuvan muodostaminen Inarijärven tilasta ja siihen vaikuttavista tekijöistä sekä niiden välisistä kytköksistä. Keskeisiä kysymyksiä ovat olleet, minkälaisia muutoksia Inarijärven vedenkorkeuksissa ja vesiekosysteemissä on tapahtunut viimeisen vajaan 10–20 vuoden aikana ja jos muutoksia on tapahtunut, niin mitkä tekijät voivat olla niiden taustalla. Selvitys on tuottanut myös tietoa, jonka perusteella voidaan tehdä päätelmiä siitä, kuinka ilmaston lämpeneminen näkyy Inarijärvellä. Mittaritarkastelut perustuvat osin Ilmatieteenlaitoksen havaintoihin, osin vedenkorkeusaineistoihin ja osin maastossa tehtyihin kasvillisuutta ja pohjaeläimiä koskeviin seurantoihin ja tutkimuksiin. Kalakantoja koskeva tieto on peräisin mm. kalastajakyselyistä, merkintätutkimuksista, koekalastuksista ja kalastajilta kerätyistä saalisnäytteistä.

1990-luvun lopulla valmistuneessa Inarijärvi-tutkimuksessa määritettiin vedenkorkeuksille tavoitteellisia tasoja (Marttunen M. ym.1997). Tavoitteena oli ylimpien vedenkorkeuksien (yli $N_{\text{hanke}} + 119,35$ m) alentaminen ja kesän aikana laskeva vedenkorkeus ylimmän rantavyöhykkeen kulumisen vähentämiseksi sekä kasvillisuuden vyöhykkeisyyden lisäämiseksi. Lisäksi tavoitteena oli virkistyskäyttöä haittaavien matalien vedenkorkeuksien (alle $N_{\text{hanke}} + 118,90$ m) välttäminen kesällä. Vedenkorkeuksissa on mittaritarkastelun perusteella tapahtunut asetettujen tavoitteiden suuntaisia muutoksia. Esimerkiksi vedenkorkeuden laskua kuvaavan mittarin mukaan laskusuunta on toteutunut jakson 2010–2017 jokaisena vuonna, joskin osana vuosista lasku on ollut pientä tai vedenkorke-

us on noussut pian uudestaan laskun jälkeen. Vaikka muutokset eivät ole suuria, ne ovat olleet vesiluonnon ja virkistyskäytön kannalta myönteisen suuntaan. Vedenkorkeustavoitteiden saavuttamiseen vaikuttaa merkittävästi kunkin vuoden sääolosuhteet, erityisesti sadanta. Kahden viime vuosikymmenen aikana on ollut viitteitä kesän sademäärien kasvusta, mikä on vaikeuttanut sekä ylimpien vedenkorkeuksien alentamista, että kesän vedenkorkeuden laskua koskevien tavoitteiden saavuttamista.

Ivalon lentoaseman ilman lämpötilan mittaustulosten mukaan sekä kevään (huhti-toukokuu) että alkutalven (marras-joulukuu) lämpötilat ovat nousseet selvästi 2000-luvulla. Myöhentynyt syksy ja aikaistunut kevät heijastuvat sekä Inarijärven veden lämpötilaan että jääolosuhteisiin. Lämpötilan nousu näkyy sekä Nellimin Paksuvuonon koko vesipatsaan keskilämpötilan nousuna kesä-syyskuussa että Nellimin avovesikauden pintaveden lämpösunnan kasvuna koko mittausjaksolla (1960–2017) ja 2000-luvulla. Lämpötilojen kasvu on heijastunut Inarin selkävesien jääty-misen myöhentymiseen sekä jäänlähdon aikaistumiseen. Näiden muutosten seurauksena avovesikauden pituus on ollut 2010-luvulla jo 23 päivää pidempi kuin vertailujaksolla (1960–1999). Lisäksi jään paksuus on ohentunut sekä alku- että loppupalvella. Talvien lämpeneminen on lisännyt myös Inarijärven talviaikaista tulovirtaamaa.

Inarijärveen tulevasta fosforista ja typestä huomattava osa on peräisin valuma-alueelta tulevasta luonnonhuuhtoumasta ja kaukokulkeumana suoraan vesistöihin tulevasta laskeumasta. Ainoastaan 10 % kokonaisfosforin ja 6 % kokonaistypen kuormituksesta on peräisin paikallisesta ihmistoiminnasta. Suurin osa tästä tulee hajakuormituksena maa- ja metsätaloudesta sekä haja-asutuksesta. Ilman kautta laskeumana tulevan typpikuormituksen väheneminen on merkittävin kokonaiskuormituksessa tapahtunut muutos. Inarijärven veden laadussa tapahtuneet selvimmät muutokset ovat veden puskurikyvyn nousu, Vasikkaselän kokonaisravinteiden pitoisuuksien aleneminen ja Vasikkaselän syvänteen happitilanteen heikenty-

minen. Puskurikyvyn kasvu ja typpipitoisuuden lasku johtuvat kaukokulkeutuvan, happamoittavan typpi- ja sulfaattilaskeuman pienentymisestä. Syvänteen hap- pitilanne on heikentynyt talviaikaisen lämpötilan nous- tessa, mutta toistaiseksi hapettomuutta ja siitä seu- raavaa veden laadun heikentymistä ei ole esiintynyt. Millään seurantapaikoista ei ole havaittu kasvavia ravinnepitoisuuksia. Kasviplanktonin määrää kuvaava klorofyllipitoisuus on kohonnut 2010-luvulla Juutu- anvuonossa johtuen vuosina 2014–2015 havaituista poikkeuksellisen korkeista klorofyllipitoisuuksista.

Vuonna 1998 aloitettiin säännöstelyn kehittämi- seen liittyvä yhdenmukainen biologinen seuranta. Vesikasvillisuus- ja pohjaeläinseuranta on tämän jäl- keen toistettu neljän tai viiden vuoden välein. Saraikko on Inarijärvellä merkittävä selkärangattomien elinym- päristö, ja sitä kautta lukuisten kalojen ja vesilintujen ravintovaraa ylläpitävä vyöhyke. Viimeisimpien mitta- ustien perusteella saraikon alaraja ei ole koko järven mittakaavassa merkittävästi muuttunut. Sen sijaan isojen pohjalehtisten (lahnaruohojen) esiintymissy- vyyvyöhyke on hieman laajentunut 2010-luvulla. Tähän on vaikuttanut talvialenemien pienentyminen sekä jääpeitteen oheneminen, mikä on parantanut tummalahnaruohon kasvuedellytyksiä vyöhykkeen ylärajalla. Jäätymiselle herkkä tummalahnaruoho muodostaa Inarijärvessä laajoja kasvustoja pehmeille pohjille ja kasvaa aina viiteen metriin saakka. Isojen pohjalehtisten laajuudella ja runsaudella on positiivi- nen vaikutus rantavyöhykkeen eliöstöön kuten pohja- eläimiin ja kalanpoikasiin.

Pohjaeläinseurannassa on ollut kymmenen ranta- alueen ylemmän kivikkorannan ja syvempien peh- meiden pohjien pohjaeläimistö. Seurannan näytteet otettiin syksyllä 2017. Kesällä 2018 tehdyn pohja- eläintutkimuksen tavoitteena oli selvittää (i) poikkeaa- ko Inarijärven alkukesän pohjaeläimistö syksyn pohja- eläimistöstä, jolloin näytteitä on seurannassa kerätty ja (ii) onko vaihtelu Inarijärven pohjaeläimistössä sa- manlaista verrattuna säännöstelemättömien Mutus- ja Nitsijärven pohjaeläimistöön. Tutkimuksella selvitettiin kevään alhaisen vedenpinnan vaikutusta Inarijärven pohjaeläimistöön. Jääpeite ja pohjan jäätyminen vai- kuttaa säännöstelyssä Inarijärvessä laajemmin ranta- vyöhykkeellä kuin ennen säännöstelyä ja tällä voi olla kielteisiä vaikutuksia pohjaeläimistöön.

Tulosten perusteella Inarijärven pohjaeläinten yk- silömäärä kivikkorannoilla oli korkeampi alkukesän 2018 näytteissä kuin syksyllä 2017 ja kasvua verrat- tuna syksynäytteisiin oli enemmän Inarijärvessä kuin vertailujärvissä. Inarijärven kivikkorannoilta puuttuu säännöstelylle herkkiä lajeja, joista moni on toisaalta harvalukuinen tai jopa puuttuu myös alueen säännös- telemättömien järvien lajistosta. Harvasukasmatojen ja surviaissääskien tiheydet vaikuttavat lisäksi olevan korkeampia alkukesällä syksyyn verrattuna. Sään- nöstelyn vaikutus lajistoon on kuitenkin vähäisempää verrattuna aiempiin arvioihin, jotka ovat perustuneet vertailuun eteläisempiin järviin. Säännöstelemättömi- en pohjoisten järvien kivikkorantojen lajiston erot suh- teessa eteläisiin vesistöihin saattavat johtua voimak- kaammasta ja pidempikestoisesta jäävaikutuksesta pohjoisten järvien rantavyöhykkeessä verrattuna ete- läisempiin järviin. Pehmeiden pohjien tiheysarviot 2 metrin syvyydessä ovat vaihdelleet suuresti eri seu- rantavuosien välillä. Selvää trendiä tiheyksissä ei ole havaittavissa. Kokonaistiheydet ovat myös olleet kor- keampia kuin säännöstelemättömillä lähijärvillä, mikä viittaa suotuisiin oloihin Inarilla myös kalaravinnon nä- kökulmasta.

Inarijärven kokonaiskalansaalis on vakiintunut 2000-luvulla 170–180 tonnin tasolle. 2000-luvulla vuosien välinen vaihtelu on ollut huomattavan pien- tä verrattuna 1980– ja 1990-lukuihin. Sen sijaan pu- nalahaisten petokalojen saalismäärissä vaihtelu on ollut voimakkaampaa, ja viimeisellä tarkastelujaksol- la (2010–2017) punalihaisten saalismäärässä on ol- lut havaittavissa laskeva suuntaus. Osin tämä johtuu harmaanierian istutusten lopettamisesta, mutta myös taimensaalis ja taimen istutusten tuotto on laskenut viime vuosina 2010-luvun alkupuolen hyvältä tasol- ta. Myös nieriäistutusten tuotto on ollut huono viimei- sen viiden vuoden aikana. Pohjasiiän kasvu on ollut 2010-luvulla keskinkertaista, taimenella hyvää ja nie- riällä vaihtelevaa. Verkkoyksikkösaalis on ollut siialla ja muikulla hyvällä tai keskinkertaisella tasolla. Inari- järven ammattimaisten kalastajien lukumäärä on va- kiintunut 2000-luvulla 15–20 kalastajan tasolle. Myös paikkakuntalaisten kotitarvekalastajien määrä on py- synyt varsin vakaana koko tarkastelujakson ajan ollen noin 900 ruokakuntaa. Sen sijaan ulkopaikkakunta- laisten virkistyskalastajien määrä on vaihdellut enem- män noudatellen punalihaisten petokalojen saaliske- hitystä.

Lähteet

- Ahola, M., Kerätär, K., Riihimäki, J. & Hellsten, S. (2004): Inarijärven säännöstelyn ja sen muuttamisen vaikutukset rantavyöhykkeen monimuotoisuuteen – koealojen seurantatutkimus vuonna 2003. Suomen ympäristökeskus, Vesialueiden integroitu tutkimusohjelma, Vesi- ja ekotekniikan ryhmä. Moniste 30 s.
- Aroviita, J. 2010. Säännöstelyn kehittämisen vaikutukset Inarijärven rantavyöhykkeen pohjaeläimistöön: vuoden 2008 seurannan tulokset. Suomen ympäristökeskus. 27 s.
- Aroviita, J. 2011. Pohjaeläimistö. Teoksessa: Puro-Tahvanainen A., Aroviita, J., Järvinen, E., Kuoppala, M., Marttunen, M., Nurmi, T., Riihimäki, J. & Salonen, E. 2011. Inarijärven tilan kehittyminen vuosina 1960–2009. Suomen ympäristökeskus. 10 s.
- Aroviita, J., Hellsten, S., Jyväsjärvi, J., Järvenpää, L., Järvinen, M., Karjalainen, S.M., Kauppila, P., Keto, A., Kuoppala, M., Manni, K., Mannio, J., Mitikka, S., Olin, M., Perus, J., Pilke, A., Rask, M., Riihimäki, J., Ruuskanen, A., Siimes, K., Sutela, T., Vehanen, T. & Vuori, K.-M. 2012. Ohje pintavesien ekologisen ja kemiallisen tilan luokitteluun vuosille 2012–2013 – päivitetty arviointiperusteet ja niiden soveltaminen. Ympäristöhallinnon ohjeita 7/2012: 1–144. <http://hdl.handle.net/10138/41788>
- Aroviita, J. & Hämäläinen, H. 2004. Inarijärven säännöstelyn kehittämisen vaikutukset rantavyöhykkeen monimuotoisuuteen ja tuottokykyyn – vuosien 1998 ja 2003 pohjaeläinseurannan tulokset. Jyväskylän yliopisto. 23 s.
- Aroviita, J. & Hämäläinen, H. 2008. The impact of water level regulation on littoral macroinvertebrate assemblages in boreal lakes. *Hydrobiologia* 613: 45–56.
- Barber, I. 2007. Parasites, behaviour and welfare in fish. *Applied Animal Behaviour Science*. Volume 104, p. 251–264
- Daza Secco, & E Aroviita, J. 2013. Effects of water level regulation on Lake Inari macroinvertebrate fauna: Development of regional reference conditions and results from 2012 survey. Report for EU ENPI -project Trilateral cooperation on Environmental Challenges in the Joint Border Area
- Gatlin III, D.M., 2002. Nutrition and fish health. Teoksessa: Halver, J.E., Hardy, R.W. (Toim.), *Fish Nutrition*. third ed. Academic Press Inc., San Diego, CA, USA, pp. 671–702
- Dufrêne, M. & Legendre, P. 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs* 67: 345–366.
- Hellsten, S. K. 1996. Environmental factors related to water level regulation — a comparative study in northern Finland. *Boreal Env. Res.* 2: 345–367.
- Hellsten, S. 2002: Aquatic macrophytes as indicators of water level regulation in northern Finland. - *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 28: 601–606.
- Ilmavirta, V. & Toivonen, H. 1986: Comparative studies on macrophytes and phytoplankton in ten small, brown-water lakes of different trophic status. *Aqua Fennica* 16: 125–142.
- Keto, A., Sutela, T., Aroviita, J., Tarvainen, A., Hämäläinen, H., Hellsten, S., Vehanen, T. & Marttunen, M. 2008. Säännöstelyjen järvien ekologisen tilan arviointi. Suomen ympäristö 41/2008.
- Kuoppala, M., Riihimäki, J., Hellsten, S. 2014. Inarijärven säännöstelyn ja sen muuttamisen vaikutukset rantavyöhykkeen monimuotoisuuteen - koealojen seurantatutkimus vuonna 2012. Suomen ympäristökeskus. Moniste 27 s.
- Marttunen M. ja Järvinen E.A. 1999. Päijänteen säännöstelyn kehittäminen. Suomen ympäristö 357. 168 s. :
- Mutenia, A. & Ahonen, M. 1990: Recent changes in the fishery on Lake Inari, Finland. - - - In: W.L.T. van Densen, B. Steinmetz & R.H. Hughes. (eds.). *Management of freshwater fisheries*. 101- -111. Pudoc. Wageningen.
- Mutenia, A. & Salonen, E. 1992: The vendace (*Coregonus albula* L.), a new species in the fish community and fisheries of Lake Inari. - - - *Pol. Arch. Hydrobiol.* 39: 583- -591.
- Mykrä, H. & Aroviita, J. 2018. Inarijärven säännöstelyn vaikutusten seuranta: vuoden 2017 pohjaeläinseurannan tulokset. Raportti 19 s.
- Niva, T., Salonen, E., Raineva, S., Savikko, A., Vaajala, M. & Jutila, H. 2016. Inarijärven ja sen sivuvesistöjen kalataloudellinen velvoitetarkkailu. Luonnonvarakeskus. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus, 60/2016.
- Puro, A., Kerätär, K., Palomäki, R., Visuri, M. & Hellsten, S. 1999: Inarijärven säännöstelyn ja sen muuttamisen vaikutukset rantavyöhykkeen monimuotoisuuteen ja tuottokykyyn – koealojen perustaminen ja perushavainnot 1998. Moniste 33 s.
- Puro-Tahvanainen, A., Aroviita, J., Järvinen, Erkki.A., Kuoppala, M., Marttunen, M., Nurmi, T., Riihimäki, J. & Salonen, E. 2011. Inarijärven tilan kehittyminen vuosina 1960–2009. Suomen ympäristö 19/2011. 89 s.
- Riihimäki, J. & Kuoppala, M. 2009: Inarijärven säännöstelyn ja sen muuttamisen vaikutukset rantavyöhykkeen monimuotoisuuteen - koealojen seurantatutkimus vuonna 2008. Suomen ympäristökeskus. Moniste 37 s.
- Salonen, E. & Mutenia, A. 2007. Alien fish species in northernmost Finland. riista- ja kalatalous. Tutkimuksia 2. 16 S.
- Sergejeff, K. 1985: Muikku Inarijärvestä. - - - Suomen kalastuslehti 92: 50- -51.
- Tarvainen A., Marttunen M., Tykkyläinen M, Keto A. ja Pehkonen K. Iso-Pyhäntäjärven säännöstelyn kehittäminen. Kajaani: Kainuun ympäristökeskus, 2003. - 93 s. : kuv. + taul. (Kainuun ympäristökeskuksen moniste, ISSN 1456-9507 ; 13)
- Tikkanen P., Kantola L., Niva T., Hellsten S. & Alasaarela E. 1989. Ekologiset näkökohdat joidenkin Pohjois-Suomen järvien säännöstelyssä. Osa 3. Järvien pohjaeläimistö ja aikuisten kalojen ravinto. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Tiedotteita 987:1-105.
- Toivonen, J. 1966. Lausunto vedensäännöstelyn vaikutuksista Inarijärven kalakantoihin ja kalastukseen. Helsinki. RKTL, kalantutkimusosasto. 72 s. (Moniste).
- Tolkinen, M., Mykrä, H., Markkola, AM., Aisala, H., Vuori K.-M., Lumme, J., Pirttilä, A.-M. & Muotka, T. 2013. Decomposer communities in impacted streams: species evenness rather than richness affects leaf decomposition. *Journal of Applied Ecology* 50:1142-1151.
- Ylikörkkö, J., Riihimäki, J. & Kuoppala, M. 2017. Inarijärven säännöstelyn kehittämisen vaikutukset vesikasvillisuuteen. Seurantatutkimus 2017. Lapin elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Raportti 22 s.

Liitteet

Liite 1. Säännöstelyä kuvaavien mittareiden selitykset ja laskentakaavat

1. Talvialeneman suuruus

Laskentakaava: $W(JP) - NW(JP \rightarrow JLP)$

Selitys: Jäätymispäivän vedenkorkeuden ja jääpeitteisen ajan alimman vedenkorkeuden välinen erotus.

2. Ajankohdan 1.6.–15.7. korkeimman vedenkorkeuden ja ajankohdan 1.8.–31.8. matalimman vedenkorkeuden erotus

Laskentakaava: $W(1.6.-15.7.) - W(1.8.-31.8.)$

Selitys: Alkukesän ylimmän ja loppukesän alimman vedenkorkeuden erotus (m).

3. Jäänpainaman vyöhykkeen osuus tuottavasta vyöhykkeestä (%)

Laskentakaava: $D_p = (W_{om} - W_{il} + 0,9 * I_s) / v_{Dr} * 100$, missä

W_{om} = kasvukauden (JLP–30.9.) mediaanivedenkorkeus

W_{il} = alin vedenkorkeus jääpeitteisenä kautena

0,9 = jään ominaispaine

I_s = jään paksuus rantavyöhykkeellä (Tässä tarkastelussa käytetty arvoa 0,74 m)

Tuottavan vyöhykkeen alaraja:

$v_{Dr} = -\ln(0,045) / E_r$,

Punaisen valon vaimenemiskerroin laskettuna veden värin avulla:

$E_r = 0,25 * C^{0,42}$

C = veden väri (mgPt/l)

Selitys: Kasvukauden mediaanivedenkorkeudesta vähennetään jääpeitteisen kauden alin vedenkorkeus. Tähän lisätään jään ominaispaine (0,9) kerrottuna jään maksimipaksuudella, jolloin saadaan jäänpainaman vyöhykkeen alaraja. Tulos jaetaan tuottavan kerroksen syvyydellä ja muutetaan prosenteiksi.

Tuottavan kerroksen syvyys lasketaan veden väriluvun perusteella käyttäen hyödyksi punaisen valon vaimenemiskerrointa. Tuottavan vyöhykkeen alaraja on se syvyys, jonka saavuttaa 4,5 % punaisesta valosta.

4. Jäätävän vyöhykkeen syvyys

Laskentakaava: $D_f = (W_{om} - W_f + 0,9 * I_s)$, missä

W_{om} = kasvukauden (JLP–30.9.) mediaanivedenkorkeus

W_f = vedenkorkeus 6. helmikuuta

0,9 = jään ominaispaine

I_s = jään paksuus rantavyöhykkeellä (Tässä tarkastelussa käytetty arvoa 0,74 m)

Selitys: Kasvukauden mediaanivedenkorkeudesta vähennetään vedenkorkeus 6. helmikuuta. Tähän lisätään jään ominaispaine (0,9) kerrottuna jään maksimipaksuudella, jolloin saadaan jäätävän vyöhykkeen alaraja.

5. Talvialeneman suuruus jaksolla JP-28.2. (m)

Laskentakaava: $W(JP)-NW(JP \rightarrow 28.2.)$

Selitys: Jäätymispäivän vedenkorkeuden ja helmikuun loppuun mennessä esiintyvän alimman vedenkorkeuden erotus.

6. Päivien määrä vuoden aikana, jolloin vedenkorkeus on yli tason $N_{\text{hanke}} + 119,35$ m (lkm)

Laskentakaava: $\sum \text{pvm_lkm} (W > 119,35 \text{ m})$

Selitys: Sellaisten päivien yhteenlaskettu lukumäärä vuoden aikana, jolloin vedenkorkeus ylittää tason $N_{\text{hanke}} + 119,35$ m.

7. Päivien osuus (%), jolloin vedenkorkeus on virkistyskäytön kannalta hyvällä tasolla $N_{\text{hanke}} + 119,0-119,3$ m ajanjaksolla JLP-31.10.

Laskentakaava: $\sum \text{pvm_lkmJLP-31.10.} (119,0 \leq W \leq 119,3 \text{ m}) / \text{pvm_lkmJLP-31.10} * 100$

Selitys: Virkistyskäytön kannalta Inarijärvellä optimaalinen taso on $N_{\text{hanke}} + 119,0-119,3$ m. Mittari kuvaa kevät-tulvan huipusta talvi-aleneman alkamiseen välisenä ajankohtana (21.6.-31.10.) optimaalisella tasolla olevien vuorokausien prosentuaalista osuutta suhteessa koko ajankohdan pituuteen.

8. Päivien osuus (%) jaksolla JLP-31.10., jolloin vedenkorkeus on alle tason $N_{\text{hanke}} + 118,90$ m

Laskentakaava: $\sum \text{pvm_lkmJLP-31.10.} (W < 118,90 \text{ m}) / \text{pvm_lkmJLP-31.10} * 100$

Selitys: Aikavälillä JLP-31.10. sellaisten päivien prosentuaalinen osuus, jolloin vedenkorkeus alittaa tason $N_{\text{hanke}} + 118,90$ m.

Liite 2. Tarkastelussa käytetyt lyhenteet

JP	=	Jäätymispäivä
JLP	=	Jäidenlähtöpäivä
NW	=	Alin vedenkorkeus
vDr	=	Tuottavan vyöhykkeen laajuus
W	=	Vedenkorkeus

Liite 3. Pohjaeläinnäytteiden näytteenottoapaikat ja niiden koordinaatit.

Järvi	Paikan nimi	Poh ETRS-TM35FIN	Itä ETRS-TM35FIN
Inarijärvi	Akku A1	7630493	521780
Inarijärvi	Lusmanuora L1,	7639355	546017
Inarijärvi	Lusmanuora L4	7638225	542903
Inarijärvi	Palkissaari P1	7653231	534992
Inarijärvi	Palkissaari P2	7650262	532870
Inarijärvi	Palkissaari P3	7649939	533228
Inarijärvi	Palkissaari P4	7649624	534858
Inarijärvi	Partakko K4	7673382	536238
Inarijärvi	Riuruvuono R1	7659647	521149
Inarijärvi	Riuruvuono R4	7656308	519805
Mutusjärvi	Keisiniemi	7648777	493645
Mutusjärvi	Seitavaaranuopaja	7653083	493441
Mutusjärvi	Ailiniemi	7658667	494902
Nitisjärvi	Siltasaari	7685686	541731
Nitisjärvi	Colacuoppa	7677556	542030
Nitisjärvi	Ulkupetäjänniemi	7679572	541046

Liite 4. Pohjaaeläintaksonin esiintymistodennäköisyydet (tyypille ominaiset taksonit, esiintymistoden-näköisyys > 0,4) ja keskimääräiset prosenttiosuudet Pohjois-Lapin vertailujärvissä.

Taksoni	Esiintymistodennäköisyys	Keskimääräinen % - osuus vertailujärvissä
Chironomidae	1	48,9
Leptophlebiidae	1	4,0
Oligochaeta	1	10,8
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	0,9	2,7
Ceratopogonidae	0,9	8,8
<i>Diura spp.</i>	0,8	0,6
Limnephilidae	0,9	0,6
<i>Nemoura spp.</i>	0,7	0,8
<i>Radix peregra</i>	0,7	0,9
<i>Caenis horaria</i>	0,7	2,6
<i>Capnia spp.</i>	0,7	3,7
<i>Gyraulus spp.</i>	0,6	0,4
<i>Heptagenia dalecarlica</i>	0,7	0,3
Nematomorpha	0,7	0,6
<i>Gammaarus lacustris</i>	0,6	0,5
<i>Kageronia fuscogrisea</i>	0,6	0,7
Dystiscidae	0,5	0,3
Corixidae	0,5	0,2
<i>Cyrmus flavidus</i>	0,5	0,7
Empididae	0,5	0,5
Hydrachnidae	0,4	0,6
<i>Mystacides spp.</i>	0,5	0,6
<i>Pisidium spp.</i>	0,5	1,9
Agrypnia spp.	0,4	1,3
Limonidae	0,4	0,8
<i>Sialis lutaria</i>	0,4	0,1

RAPORTTEJA 27 | 2019
INARIJÄRVEN TILAN KEHITTYMINEN VUOSINA 1960–2017

Lapin elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

ISBN 978-952-314-790-4 (painettu)

ISBN 978-952-314-791-1 (PDF)

ISSN-L 2242-2846

ISSN 2242-2846 (painettu)

ISSN 2242-2854 (verkkojulkaisu)

URN:ISBN:978-952-314-791-1

www.doria.fi/ely-keskus | www.ely-keskus.fi