

Inarijärven tilan kehittyminen vuosina 1960–2009

**Annukka Puro-Tahvanainen, Jukka Aroviita,
Erkki A. Järvinen, Minna Kuoppala, Mika Marttunen,
Teemu Nurmi, Juha Riihimäki ja Erno Salonen**



Inarijärven tilan kehittyminen vuosina 1960–2009

**Annukka Puro-Tahvanainen, Jukka Aroviita,
Erkki A. Järvinen, Minna Kuoppala, Mika Marttunen,
Teemu Nurmi, Juha Riihimäki ja Erno Salonen**

Rovaniemi 2011

Suomen ympäristökeskus
Lapin elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus



SUOMEN YMPÄRISTÖ 19 | 2011
Suomen ympäristökeskus
Lapin elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

Taitto: Ritva-Liisa Hakala
Kuvien käsittely: Hannu Lehtomaa ja Riku Elo

Kansikuva: Inarijärvi, Moosinaselkä; Annukka Puro-Tahvanainen

Julkaisu on saatavana myös internetistä:
www.ymparisto.fi/julkaisut

Juvenes Print, Tampereen yliopistopaino Oy, Tampere 2011

ISBN 978-952-11-3913-0 (nid.)
ISBN 978-952-11-3914-7 (PDF)
ISSN 1238-7312 (pain.)
ISSN 1796-1637 (verkköj.)

SISÄLLYS

1 Johdanto	5
2 Mittaritarkastelun lähtökohdat, menetelmät ja toteutus	7
3 Säännöstely ja sen kehittäminen	9
3.1 Säännöstelyn toteutuksen historiaa.....	9
3.2 Inarijärven vedenkorkeuden vaihtelusta eri tarkastelujaksoilla	11
4 Hydrologiset olosuhteet	17
4.1 Aineisto ja menetelmät.....	17
4.2 Lumen vesiarvo ja sadanta.....	17
4.3 Veden lämpötila.....	19
4.4 Jäättilanne ja avovesikauden pituus	21
4.5 Inarijärven tulovesimäärät	22
4.6 Yhteenveto.....	23
5 Säännöstelyä kuvaavat mittarit	25
5.1 Vedenkorkeuteen perustuvat mittarit.....	25
5.1.1 Lähtökohdat.....	25
5.1.2 Mittareiden esittely	26
5.1.3 Mittaritarkastelujen tulokset	27
5.1.4 Hydrologisten olosuhteiden vaikutus kesän vedenkorkeuksiin	31
5.1.5 Inarin vedenkorkeuden vaihtelun vertailu muihin suomalaisiin järviin	33
5.1.6 Yhteenveto	34
5.2 Muut säännöstelyyn liittyvät mittarit.....	36
5.2.1 Rantavyörymät ja rantasuojaukset	36
6 Kuormitus ja veden laatu	39
6.1 Aineisto ja menetelmät.....	39
6.2 Kuormitus	40
6.3 Veden laatu	41
6.4 Yhteenveto.....	44
7 Vesikasvillisuus	47
7.1 Aineisto ja menetelmät.....	47
7.2 Tulokset	48
7.3 Tulosten tarkastelu	51

8 Pohjaeläimistö	55
8.1 Johdanto	55
8.2 Aineisto ja menetelmät	56
8.3 Tulokset	57
8.4 Tulosten tarkastelu	62
8.5 Johtopäätökset	64
9 Kalakannat ja kalastus	67
9.1 Aineisto ja menetelmät	67
9.2 Kalansaaliit ja kalastajamäärät	68
9.3 Kalaistutukset	70
9.4 Verkkoyksikkösaaliit	71
9.5 Keskipainot	72
9.6 Yhteenveto	73
10 Kokonaistilan arviointi	77
10.1 Muutokset tilassa ja käytössä vuosina 2000–2009 vertailujaksoon verrattuna	77
10.2 Ekologinen tila 2000-luvulla	79
10.3 Syy- ja seuraussuhteiden tarkastelu	79
11 Yhteenveto	83
Liitteet	84
Liite 1 Mittareiden selitykset ja laskentakaavat	84
Liite 2 Tarkastelussa käytetyt lyhenteet	86
Kuvailulehti	87
Presentationblad	88
Documentation page	89

1 Johdanto

Annukka Puro-Tahvanainen ja Mika Marttunen

Inarijärven tilaa sekä käytön ja hoidon kehittämistä on tarkasteltu edellisen kerran laaja-alaisesti Inarijärvi-tutkimuksen yhteenvetoraportissa yli 10 vuotta sitten (Marttunen ym. 1997). Tutkimuksen tulosten perusteella annettiin suosituksia Inarijärven tilan ja seurannan, säännöstelyn, rantavyörymien ja niiden estämisen, kalakantojen hoidon ja kalastuksen sekä tiedotuksen kehittämiseksi. Inarijärven seurantaryhmä perustettiin vuonna 1998 ohjaamaan ja edistämään Inarijärvi-tutkimuksen tuloksiin pohjautuvien suositusten toimeenpanoa. Se toimii myös paikallisten asukkaiden, eri hallinnonalojen ja tutkimuslaitosten välisenä yhteistyöelimenä. Suositusten toteutumista on tarkasteltu vuosittain seurantaryhmän kokouksissa.

Säännöstelyn vaikutuksia Inarijärven tilaan, vesiluontoon, eroosioon ja virkistyskäyttöön on tarkasteltu vuosittain vedenkorkeuteen perustuvien mittareiden avulla. Käytetyt mittarit perustuvat useissa eri järvisäännöstelytutkimuksissa tunnistettuihin riippuvuussuhteisiin. Aikaisempien mittaritarkastelujen ongelmana voidaan pitää sitä, että ne ovat keskittyneet vedenkorkeuden vaihtelun kuvaamiseen ja siksi ne ovat antaneet liian suppean kuvan Inarijärven tilaan ja käyttöön vaikuttavista tekijöistä. Järven tilaan vaikuttavat kuitenkin vedenkorkeuden vaihtelun lisäksi monet muut tekijät.

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 seuranta-tietoa usean vuosikymmenen ajalta. Toiseksi Inarijärvi on valtakunnallisesti merkittävä järvi, jonka käytön ja tilan kehittyminen kiinnostaa Inarin kunnan asukkaiden lisäksi myös valtakunnallisesti. Kolmanneksi luonnontilaisen ja erämaisen järven maineesta huolimatta ihmistoiminta vaikuttaa voimakkaasti Inarijärveen. Vedenpinnan

säännöstely on melko voimakasta ja kalaistutukset ovat Suomen oloissa poikkeuksellisen mittavat.

Vuonna 2008 käynnistettiin työ, jonka tavoitteena on Inarijärven tilaa ja käyttöä kuvaavien mittareiden kehittäminen. Hankkeessa pyritään löytämään mittareita, jotka kuvaavat mm. yleisiä hydrologisia ja meteorologisia olosuhteita (ilmastonmuutos), järveen tulevaa kuormitusta ja veden laatua, virkistyskäyttöä, rantavyöhykkeen tilaa, kalakantoja ja kalastusta, säännöstelykäytäntöä. Yksi tämän työn keskeinen tavoite on tuoda piirteitä systeemiajattelulähestymistavasta Inarijärven tilan ja käytön seurantaan ja arviointiin. Tavoitteena on siis kuvata eri tekijöiden välisiä vuorovaikutuksia ja näiden vaikutusta kokonaisuuteen.

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 löytämään syytä Inarijärven tilan kehityssuunnille.

LÄHTEET (luvut 1–2)

Keto, A., Sutela, T., Aroviita, J., Tarvainen, A., Hämäläinen, H., Hellsten, S., Vehanen, T. ja Marttunen, M. 2008. Säännöstelyjen järvein ekologisen tilan arviointi. Suomen ympäristö 41/2008. 105 s.

Marttunen, M., Hellsten, S., Puro, A., Huttula, E., Nenonen, M.-L., Järvinen, E., Salonen, E., Palomäki, R., Huru, H. ja Bergman, T. 1997. Inarijärven tila, käyttö ja niihin vaikuttavat tekijät. Suomen ympäristö 58. 197 s.

Marttunen, M. ja Järvinen, E.,A. 1999. Päijänteen säännöstelyn kehittäminen. Suomen ympäristö 357. 168 s.

Marttunen, M., Nieminen, H. Keto, A. Suomalainen, M. Tarvainen, A., Moilanen, S., Järvinen, E., A. 2004. Pirkanmaan keskeisten järvien säännöstelyjen kehittäminen. Yhteenveto ja suositukset. 192 s.



Inarijärven tyypillistä rantamaisemaa (kuva Annukka Puro-Tahvanainen).

2 Mittaritarkastelun lähtökohdat, menetelmät ja toteutus

Mika Marttunen, Jukka Aroviita ja Annukka Puro-Tahvanainen

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 ilmastonmuutoksesta?

Kaikkiaan työssä on määritetty yli 60 mittaria, jotka liittyvät seuraaviin aihepiireihin:

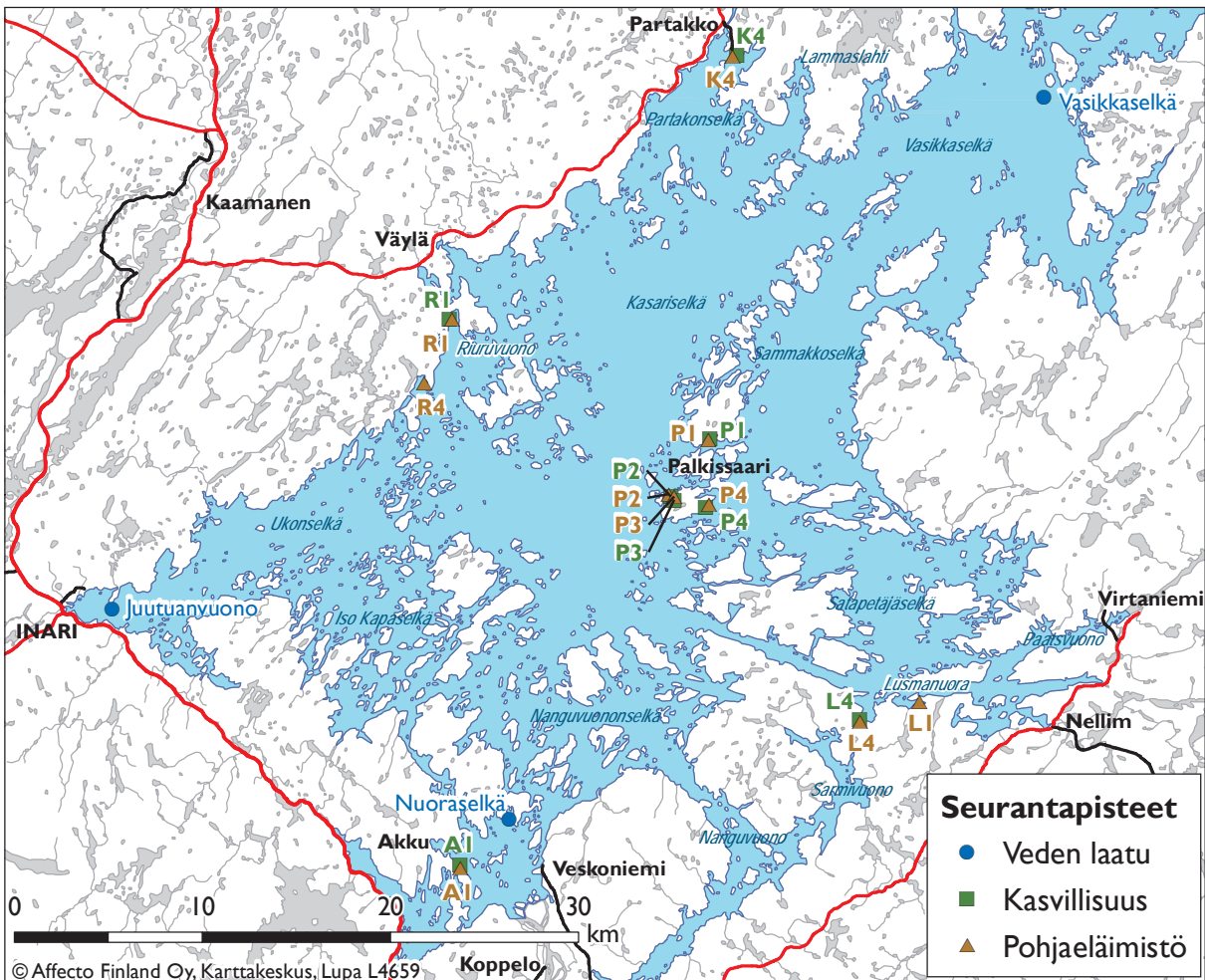
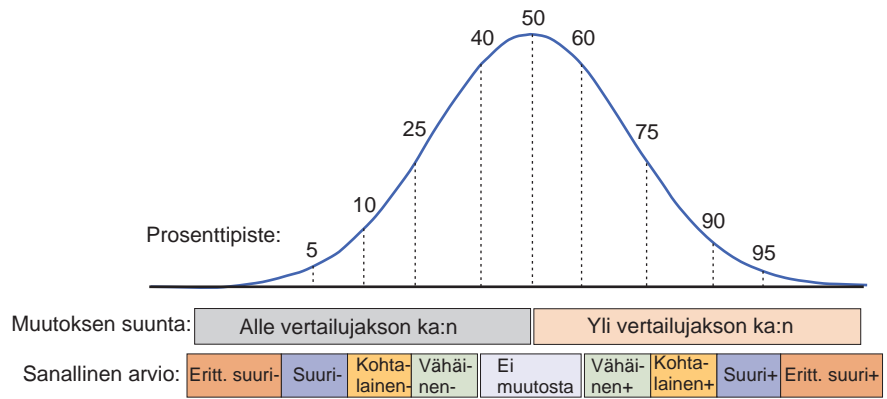
- Hydrologiset olosuhteet
- Kuormitus
- Inarijärven tila: veden laatu, kasvillisuus, pohjaeläimet, kalasto
- Inarijärven säännöstelyn toteutus
- Inarijärven säännöstelyn haittojen vähentäminen: kalaistutukset ja kunnostustoimenpiteet
- Inarijärven käyttö: kalastus, virkistyskäyttö

Mittaritarkastelut pohjautuvat pitkäaikaiseen kehitystyöhön ja aineistojen keräämiseen SYKEssä, RKTL:ssä ja Lapin ELY-keskuksessa (entinen Lapin ympäristökeskus). Säännöstelyn vaikutuksia kuvaavia mittareita on kehitetty ja sovellettu lukuisten säännöstelyn kehittämishankkeiden yhteydessä (esim. Marttunen ym. 1999, 2003). CENOREG-hankkeessa (Keto et al. 2008) vertailtiin säännösteltyjen ja säännöstelemättömien järvien rantavyöhykkeen eliöstöä, arvioitiin biologisten laatutekijöiden vastetta säännöstelyn voimakkuuteen ja kehitettiin menetelmiä rantavyöhykkeen ekologisen tilan arviointiin.

Tarkastelujakso mittaritarkastelussa on pääsääntöisesti 1960–2009. Mittaritarkastelun tulokset on esitetty keskiarvoina 10-vuotisjaksoittain. Kunkin mittarin kohdalla on vertailtu 2000-luvun keskiarvoa jakson 1960–1999 jakaumaan (kuva 2.1), ja sen perusteella on määritetty muutoksen suuruus ja suunta. Lisäksi on tarkasteltu erikseen jakson 2005–2009 keskiarvoa sen havainnollistamiseksi, että joidenkin mittareiden kohdalla muutoksia on tapahtunut erityisesti tarkastelujakson lopussa. 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 myös muihin suomalaisiin säännösteltyihin järviin ja luonnontilaisiin vertailujärviin.

Tarkastelussa on hyödynnetty Inarijärveltä eri menetelmillä kerättyä kasvillisuus-, pohjaeläin- ja kala-aineistoa (kuva 2.2). Kalakantoja koskevat tiedot on kerätty velvoitetarkkailulla. Kasvillisuus- ja pohjaeläinaineistoa on kerätty 1990-luvulla tehdyssä Inarijärvi-tutkimuksessa ja sen jälkeen osana säännöstelysuositusten vaikutusten arviointia. Pohjaeläimistön osalta on hyödynnetty myös 1960-luvulla tehtyjä säännöstelyhaittojen arviointiin liittyviä tutkimustuloksia.

Kuva 2.1. 2000-luvun keskiarvoa on verrattu vertailujakson 1960–1999 havaintojen jakaumaan, minkä perusteella on arvioitu mahdollisen muutoksen suunta ja suuruus.



Kuva 2.2. Kartta veden laadun, kasvillisuuden ja pohjaeläimistön seuranta- paikoista.

3 Säännöstely ja sen kehittäminen

Erkki A. Järvinen

3.1

Säännöstelyn toteutuksen historiaa

Vanhojen asiakirjojen mukaan rakennettiin Paatsjokeen vuosina 1938–1942 Jäniskosken vesivoimalaitos palvelemaan alunperin suomalaisen Petsamon Nikkeli Oy:n kaivosyrittäjästä ja sulattamoa. Voimalaitoksen rakentaminen saatiin päätökseen vuonna 1942. Vesivoiman käyttömahdollisuuksien lisäämiseksi Inarijärveä säännöstelemällä alettiin maaliskuussa 1941 rakentamaan noin 15,5 km Jäniskosken voimalaitoksen yläpuolelle Paatsjoen ylimpään koskeen – Niskakoskeen – säännöstelypatoa. Pääasiallisena tavoitteena oli kaivosyrittäjän voimantuotannon turvaaminen vähävetisinä kausina. Pato valmistui maaliskuussa 1942.

Ensimmäiset Inarijärven säännöstelyä koskevat ohjeet laadittiin vuonna 1943. Niiden mukaan yläraja oli $N_{\text{hanke}} + 119,50$ m ja alaraja $N_{\text{hanke}} + 117,30$ m. Vettä oli pääsääntöisesti pyrittävä juoksuttamaan $152 \text{ m}^3/\text{s}$. Juoksutus sai olla enintään $500 \text{ m}^3/\text{s}$.

Niskakosken pato ja Jäniskosken voimalaitos tuhoutuivat lokakuussa 1944 sotatoimien yhteydessä, joten Inarijärven säännöstely keskeytyi. Vaikka Petsamon Nikkeli Oy:n toiminta päättyikin, esitti kauppa- ja teollisuusministeriö (KTM) kesällä 1945, että Inarin säännöstelyhanke olisi tutkittava loppuun asti siltä varalta, että sen toteuttaminen tulisi uudelleen kysymykseen. Myös tie- ja vesirakennushallitus (TVH) esitti, että laaja katselmustoimitus saatettaisiin loppuun ja Suomen valtiolle hankittaisiin alkuperäisen suunnitelman ja hakemuksen mukainen lupa Inarijärven säännöstelemiseksi.

Säännöstely alkoi uudelleen Niskakosken padon korjaamisen jälkeen maaliskuussa 1948 ja se perustui vesistötoimikunnan 7.6.1946 myöntämään säännöstelylupaan. Säännöstelyn ylärajana oli edelleen $N_{\text{hanke}} + 119,50$ m mutta alarajaa oli alennettu $0,16$ m eli korkeuteen $N_{\text{hanke}} + 117,14$ m. Vettä tuli pyrkiä juoksuttamaan tasaisesti $152 \text{ m}^3/\text{s}$

ja vedenpinta tuli alentaa toukokuun alkuun mennessä korkeudelle $N_{\text{hanke}} + 118,30$ m. Säännöstelyä koskeva sopimus Suomen ja Sosialististen Neuvostotasavaltaan Liiton hallitusten kesken tehtiin keväällä 1947. Sopimuksen erottamattomaksi osaksi liitettiin säännöstelyä koskevat uudistetut ohjeet.

Säännöstelyn lupaehtoja muutettiin uudelleen vuonna 1953 (vesistötoimikunnan päätös 10.12.1953), jolloin juoksutuksen osalta lupaa muutettiin mm. siten, että vettä on jatkuvasti juoksutettava $120\text{--}180 \text{ m}^3/\text{s}$, mikäli se ylä- ja alarajaa rikkomatta on mahdollista. Muutokset sisällytettiin 29.4.1954 Suomen ja Venäjän osapuolten allekirjoittamaan, säännöstelyohjeita koskevaan pöytäkirjaan. Näin saatiin säännöstely vastaamaan paremmin sen aikaisia tarpeita.

Vuonna 1956 tuli Norja mukaan Inarijärven säännöstelysopimukseen Oslolla kolmen valtion kesken allekirjoitetulla pöytäkirjalla. Samalla muutettiin säännöstelyä koskevia ohjeita. Olenaisiin muutoksiin kuului tavoitteellista kevätalennusta, joka uusituissa ohjeissa määrättiin 30 cm entistä alemmaksi eli korkeudelle $N_{\text{hanke}} + 118,00$ m. Lisäksi juoksutuksen tuli normaaleissa olosuhteissa olla $120\text{--}240 \text{ m}^3/\text{s}$. Ennen kevätalennusta juoksutus sai uusitun ohjeen mukaan olla enintään $280 \text{ m}^3/\text{s}$.

Vuonna 1958 (vesistötoimikunnan päätös 27.1.1958) lupaehtoja muutettiin vuonna 1956 sovitujen ohjeitten mukaisiksi. Lupamuutokset tulivat kuitenkin voimaan vasta seuraavana vuonna (29.4.1959) tehtäessä uusi säännöstelyä koskeva valtiosopimus Suomen, Norjan ja silloisen SNTL:n hallitusten kesken. Säännöstelyä koskevien ohjeitten osalta ainoa muutos koski alkuvuoden maksimijuoksutusta. Uuden ohjeen mukaan juoksutus Inarijärvestä ei saa tammi-huhtikuussa ylittää määrää $280 \text{ m}^3/\text{s}$.

Vuonna 1975 tehtiin säännöstelyvaltuutettujen päätöksellä joitakin teknisiä muutoksia säännöstelyä koskeviin ohjeisiin (Täydennys 1). Säännöstelyn toteuttamiseen liittyvä muutos koski juoksutusten pienentämistä Paatsjoen vesivoimalaitosten

koneistojen tarkastusten ajaksi. Kun aiemmissa ohjeissa oli esitetty, että "Vedenjuoksutus järvestä saadaan supistaa 85 kuutiometrin määrään sekunnissa silloin, kun jokin Paatsjoen vesivoimalaitosten koneistoista on tarkastettava, ei kuitenkaan pidemmäksi ajaksi kuin 15 vuorokaudeksi vuodessa", niin uudistetun ohjeen mukaan juoksutussupistus voidaan toteuttaa 20 vuorokauden ajan.

Vuosina 1992–1997 tehdyn laajan Inarijärvitutkimuksen seurauksena säännöstelyvaltuutetut nimesivät vuonna 1998 työryhmän valmistelemaan valtiosopimuksen liitteenä olevia säännöstelyohjeita täydentävät ohjeet. Maaliskuussa 1999 Muurmanskissa pidetyssä kokouksessa säännöstelyvaltuutetut hyväksyivät työryhmän esityksen täydennyksi ohjeiksi (Täydennys 2), joihin sisältyi mm. Inarijärven vedenkorkeuden tavoitevyöhyke (kuva 3.1). On huomattava, että tavoitevyöhyke ei ole lopullisesti "sidottu" kalenteriin, vaan se tulee tulkita varsinkin kevään osalta "liukuvaksi" mm. lumen sulamisjakson alkamisajankohdan mukaan.

Oleellisimmat kohdat täydennetyistä ohjeista ovat:

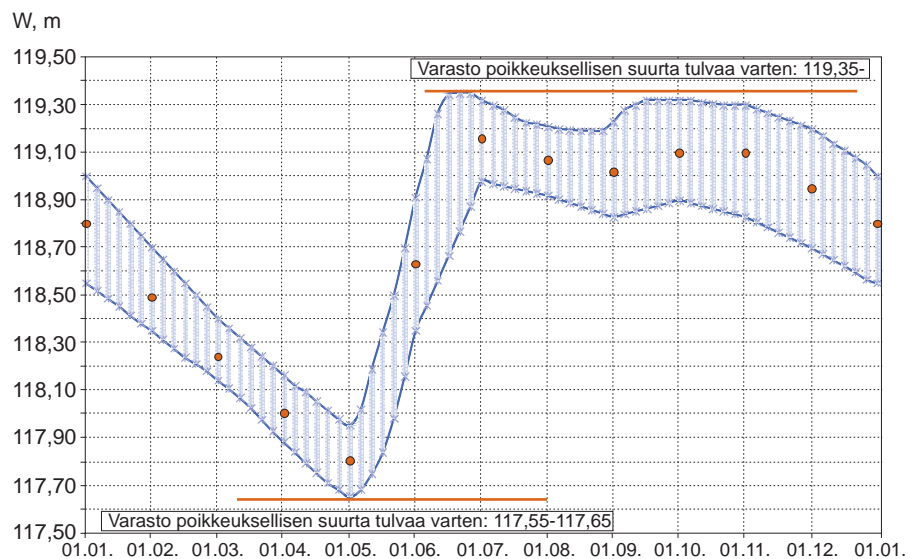
- Pyrkimys välttää korkeuden $N_{\text{hanke}} + 119,35$ m yläpuolisia vedenkorkeuksia.
- Pyrkimys välttää liian alhaisia ($N_{\text{hanke}} + 118,90$ m) vedenkorkeuksia kesäkaudella.

- Kesä-heinäkuun tulvahuipun jälkeisellä kasvukaudella pyritään alenevaan vedenkorkeuteen, mikäli siitä ei aiheudu ohijuoksutuksia Paatsjoen vesivoimalaitoksilla tai vedenpinnan alenemista korkeuden $N_{\text{hanke}} + 119,05$ m alapuolelle. (Vedenpinnan aleneva "rytmi" kasvukaudella).
- Inarijärven vedenpinnan korkeus pyritään ilman tarpeettomia ohijuoksutuksia Paatsjoen vesivoimalaitoksilla pitämään oheisessa liitteessä esitettyjen tavoitekorkeuksien muodostamalla vyöhykkeellä.
- Erityisen suuren kevättulvan uhatessa pyritään vedenpinta alentamaan ennen lumen sulamiskauden alkamista korkeudelle $N_{\text{hanke}} + 117,55$ – $117,65$ m.
- Jos vedenpinta on noussut korkeudelle $N_{\text{hanke}} + 119,35$ m tai sen yläpuolelle, pyritään vedenpinta alentamaan mahdollisimman lyhyessä ajassa, kuitenkin ohijuoksutuksia välttämällä, korkeudelle $N_{\text{hanke}} + 119,20$ m, jotta tulovirtaamien mahdollisesti uudelleen kasvaessa voitaisiin välttää kokonaan tai ainakin osittain ohijuoksutukset Paatsjoen vesivoimalaitoksilla.



Inarijärven vyöryvää rantaa (kuva Annukka Puro-Tahvanainen).

Kuva 3.1. Inarijärven säännöstelyvaltuutettujen 25.3.1999 hyväksymä "ekologinen" tavoitevyöhyke.



Inarijärven vedenkorkeuden vaihtelusta eri tarkastelujaksoilla

Edellä esitetyn perusteella on Inarijärven vedenkorkeuden vaihteluita tarkasteltu vuosijaksoittain seuraavasti:

- Luonnontilainen jakso 1921–1940 (20 v)
- Säännöstelypadon rakentaminen ja
- Sodanaikainen säännöstely 1941–1944 (4 v)
- ”Säännöstelemätön” jakso 1945–1947 (3 v)
- Vuosien 1947 ja 1954 ohjeitten mukainen 1948–1955 (8 v) säännöstelyjakso
- Vuosien 1956 ja 1959 ohjeitten mukainen 1956–1999 (44 v) säännöstelyjakso
- Inarijärvi-tutkimuksen suositusten 2000–2009 (10 v) mukainen säännöstely

Luonnontilainen jakso 1921–1940

Inarijärven vedenkorkeuksien säännöllinen seuranta on alkanut vuonna 1921. Vedenpinta aleni luonnontilaisena normaalisti heinäkuun alusta seuraavan vuoden huhtikuun loppuun ja alenemisen suuruus eli vuotuinen vaihteluväli oli noin 1,25 m. Keskimääräinen vedenkorkeus luonnontilaisena (1921–1940) oli $N_{\text{hanke}} + 118,07$ m eli noin 70 cm nykyisen säännöstelyn (2000–2009) mukaista keskivedenkorkeutta pienempi.

Säännöstelyjakso 1941–1944

Kun Niskakosken padon rakentamistyöt vuonna 1941 aloitettiin, alkoi Inarijärven vedenpinta nousta. Padon valmistuttua maaliskuussa 1942 vedenpinta oli noussut ajankohdan keskimääräiseen (1921–1940) verrattuna noin metrin (kuva 3.2). Tämän säännöstelyjakson oleelliset vaikutukset vedenkorkeuksiin olivat: keskivedenkorkeus nousi noin yhdellä metrillä ja vedenpinnan vaihteluväli pieneni luonnontilaiseen verrattuna noin 30 cm. Kun säännöstelypato tuhottiin Lapin sotatoimien yhteydessä syksyllä 1944, päättyi Inarijärven ensimmäinen säännöstelyvaihe.

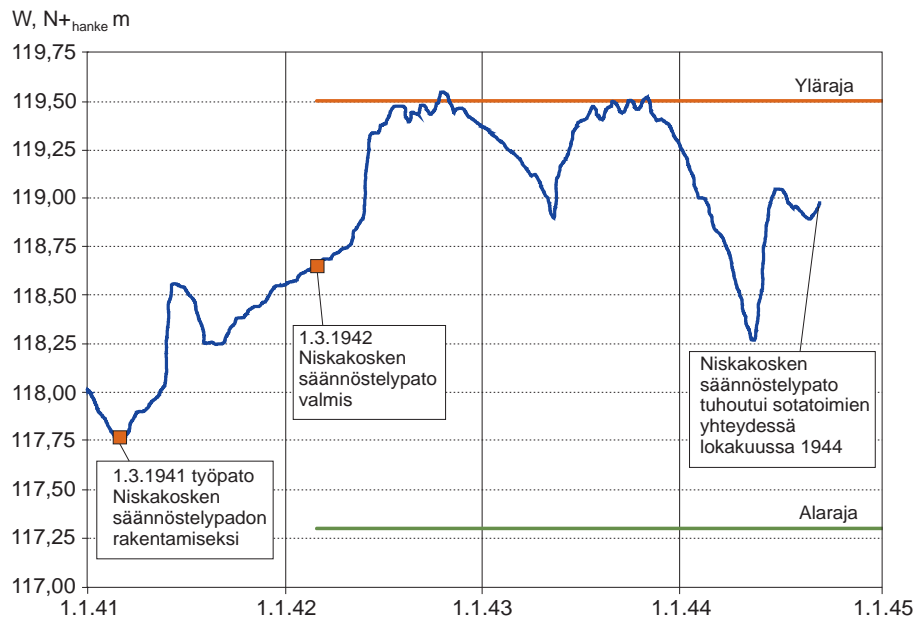
Niskakosken padon valmistumisesta sen tuhoutumiseen oli keskivedenkorkeus $N_{\text{hanke}} + 119,15$ m eli yli metrin vuosijakson 1921–1940 keskivedenkorkeudesta suurempi. Vedenpinta oli korkeuden $N_{\text{hanke}} + 119,35$ m yläpuolella tuona aikana runsaan vuoden ajan (380 vuorokautta). Alimmillaan se oli keväällä 1944, jolloin se oli korkeudella $N_{\text{hanke}} + 119,26$ m.

’Säännöstelemätön’ jakso 1945–1947

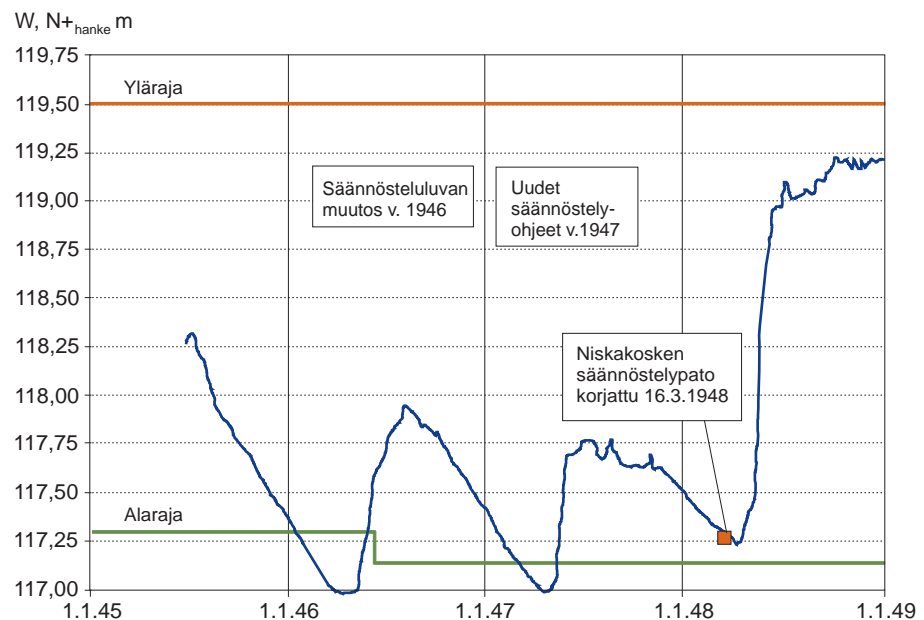
Säännöstelypadon tuhoutumisen seurauksena vedenpinta aleni syksyllä 1945 melko nopeasti lähes 1,50 m (kuva 3.3), koska pato- ja voimalaitostöiden yhteydessä oli Inarijärven lasku-uomaa Niskakoskella ja sen yläpuolella perattu. Vedenpinta aleni

Taulukko 3.1. Inarijärven säännöstelyn toteuttamiseen liittyvät merkittävät tapahtumat eri ajankohtina.

Vuosi	Säännöstelyn toteuttamisen kannalta merkittävät tapahtumat	Vedenkorkeuksia koskevat muutokset	Juoksutuksia koskevat muutokset
1943	Ensimmäiset säännöstelyä koskevat ohjeet	Yläraja $N_{\text{hanke}} + 119,50$ m Alaraja $N_{\text{hanke}} + 117,30$ m	Pääsääntöisesti pyrittävä juoksuttamaan 152 m ³ /s
1944	Niskakosken pato tuhoutui (lokakuussa 1944)		
1947	Uudet säännöstelyohjeet (vuoden 1946 säännöstelyluvan mukainen)	Alaraja $N_{\text{hanke}} + 117,14$ m, alennettava 1.5. mennessä korkeuteen $N_{\text{hanke}} + 118,30$ m	
1948	Niskakosken pato korjattu (16.3.1948)		
1954	Uudet säännöstelyohjeet (vuoden 1953 säännöstelyluvan mukainen)		Juoksutettava jatkuvasti 120–180 m ³ /s.
1956	Säännöstelyohjeen muutos (Norja tuli mukaan)	Alennettava 1.5. mennessä korkeuteen $N_{\text{hanke}} + 118,00$ m	Juoksutettava jatkuvasti 120–240 m ³ /s. Ennen kevätylivettä ei saa juoksuttaa yli 280 m ³ /s.
1959	Säännöstelyohjeen muutos		Tammi-huhtikuun aikana ei saa juoksuttaa yli 280 m ³ /s
1975	Säännöstelyohjeen täydennys	Ei oleellisia muutoksia	Ei oleellisia muutoksia
1999	Säännöstelyohjeen täydennys	Ns. ”ekologinen tavoitevyöhyke”	Yksityiskohtaiset ohjeet juoksutusmuutoksista poikkeuksellisissa vesitilanteissa



Kuva 3.2. Inarijärven vedenkorkeudet vuosina 1941–1944.

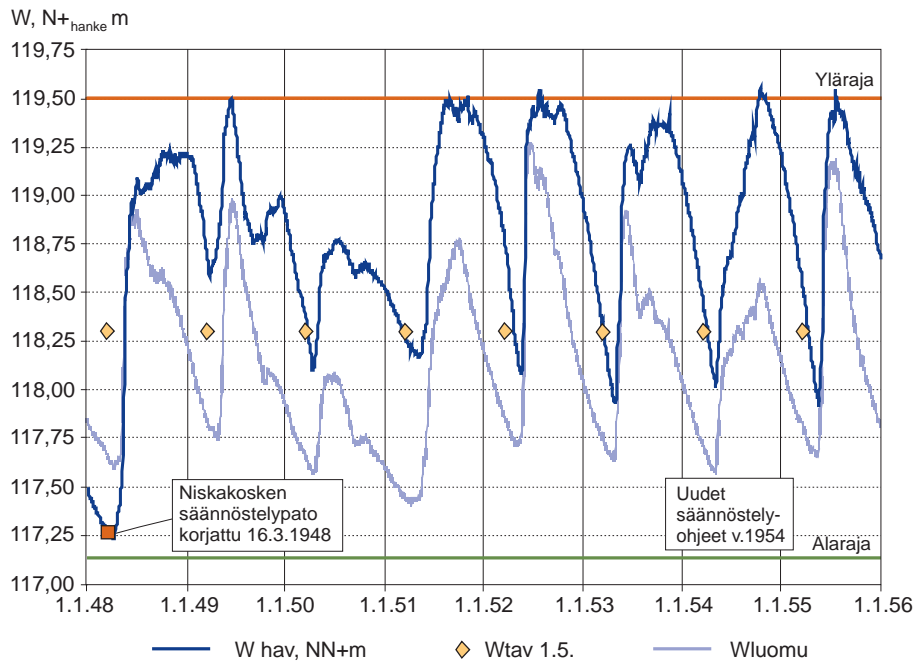


Kuva 3.3. Inarijärven vedenkorkeudet vuosina 1945–1948.

siten selvästi luonnonmukaisten vedenkorkeuksien alapuolelle, ja se oli säännöstelyluvan mukaisen alarajan alapuolella tarkastelujakson (3 v) aikana yhteensä 202 vuorokautta. Vedenpinnan vaihtelu noudatti kuitenkin luonnonmukaista vuosirytmää – joskin noin 50 cm alemmalla korkeustasolla. Myös vedenkorkeuden vuotuinen vaihteluväli pieneni luonnonmukaiseen verrattuna noin 30 cm. Tämän ‘säännöstelemättömän’ jakson aikana ylin vedenkorkeus jäi jopa sitä edeltäneen säännöstelyjakson keskialivedenkorkeutta pienemmäksi. Vedenpinta pysytteli lähes kolmen vuoden ajan korkeudella, jossa se luonnontilaisena oli ollut vain kuivimpina aikoina. Niskakosken padon korjaamisen jälkeen alkoi säännöstely uudelleen maaliskuussa 1948.

Säännöstelyjakso 1948–1955

Vuosina 1948–1955 oli vedenkorkeus keskimäärin 70–75 cm ylempänä, kuin mitä se olisi ollut ilman säännöstelyä. Ylimmät vedenkorkeudet nousivat luonnonmukaiseen tilanteeseen verrattuna 55–60 cm ja alimmat vedenkorkeudet noin 40–50 cm. Vedenkorkeuden vuotuinen vaihteluväli kasvoi säännöstelyn johdosta noin 20 cm. Sen sijaan syksyn ja loppuvuoden vedenkorkeudet nousivat 80–90 cm:llä. Tavoitteellisen kevätalennuksen ($N_{\text{hanke}} + 118,30 \text{ m}$) ”pienuudesta” johtuen vedenpinta nousi lähes joka vuosi (kuva 3.4) kevättulvan jälkeen ylärajalle tai lähelle ylärajaa. Säännöstelykäytäntönä oli tuolloin, että juokсутusta pienennettiin melko nopeasti Paats-



Kuva 3.4. Inarijärven havaitut ja luonnonmukaiset vedenkorkeudet vuosina 1948–1955.

joen ylimpien vesivoimalaitosten rakennusvirtaamia vastaavaksi, kun se ylärajan ylittymisen välttämiseksi oli mahdollista, jolloin vedenpinta pysytteli melko pitkiäkin aikoja korkeuden $N_{\text{hanke}} + 119,40$ m yläpuolella (keskimäärin noin 60 vrk/a).

Säännöstelyjakso 1956–1999

Vuonna 1956 tehty tavoitteellista kevätalennusta koskeva muutos ($N_{\text{hanke}} + 118,30\text{m} \Rightarrow N_{\text{hanke}} + 118,00\text{m}$) säännöstelyohjeisiin merkitsi sitä, että haitallisen korkeiden vedenkorkeuksien määrä väheni.

Inarijärven vedenkorkeus oli tarkastelujakson aikana keskimäärin noin 50 cm luonnonmukaista ylempänä. Myös ylimmät vedenkorkeudet ovat nousseet luonnonmukaiseen verrattuna keskimäärin 50 cm mutta alimmat vedenkorkeudet vain noin 20 cm. Vedenkorkeuden vuotuinen vaihteluväli on ollut keskimäärin noin 1,45 metriä, joten se on ollut noin 30 cm luonnonmukaista suurempi mutta jäänyt kuitenkin noin 90 cm luvamukaista teoreettista säännöstelyväliä (2,36 m) pienemmäksi. Vuosien 1921–1940 luonnontilaiseen vaihteluväliin verrattuna ero on vain 20 cm. Säännöstelykäytännönä oli tarkastelujaksolla edelleen se, että vedenkorkeuden ollessa lähellä ylärajaa juoksutusta pienennettiin mahdollisimman nopeasti Paatsjoen ylimpien vesivoimalaitosten rakennusvirtaamia vastaavaksi, kun se ylärajan ylittymisen välttämiseksi oli mahdollista. Tämän johdosta vedenpinta pysytteli korkeuden $N_{\text{hanke}} + 119,35$ m yläpuolella keskimäärin noin 30 vrk/a.

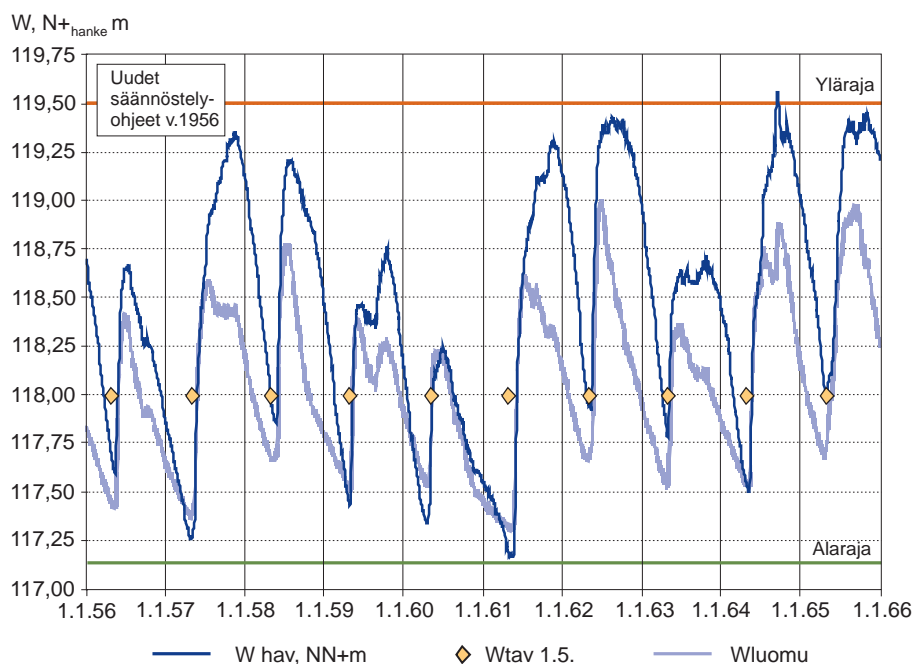
Säännöstelyjakso 2000–2009

Vuonna 1999 säännöstelyvaltuutettujen hyväksymä säännöstelyohjeen täydennys merkitsi erityisesti poikkeuksellisten vedenkorkeuksien osalta selvää muutosta aikaisempaan säännöstelykäytäntöön verrattuna. Inarijärvi-tutkimuksessa haitalliseksi todettujen liian alhaisten kevätvedenkorkeuksien välttäminen on merkinnyt sitä, että Inarijärven vedenkorkeus on ollut keskimäärin noin 60 cm luonnonmukaista ylempänä. Tällöin myös ylimmät vedenkorkeudet ovat nousseet luonnonmukaiseen verrattuna keskimäärin 60 cm ja alimmat vedenkorkeudet noin 30 cm. Vedenkorkeuden vuotuinen vaihteluväli on ollut keskimäärin noin 1,40 metriä, joten se on ollut noin 30 cm luonnonmukaista suurempi. Käytännössä Inarijärven säännöstely on siten tapahtunut noin 10 cm aiempaa ylempällä korkeusvyöhykkeellä. Sen sijaan haitallisen korkeiden vedenkorkeuksien pysyvyys on vähentynyt puoleen. Vedenpinta pysytteli tarkastelujakson aikana korkeuden $N_{\text{hanke}} + 119,35$ m yläpuolella keskimäärin noin 15 vrk/a.

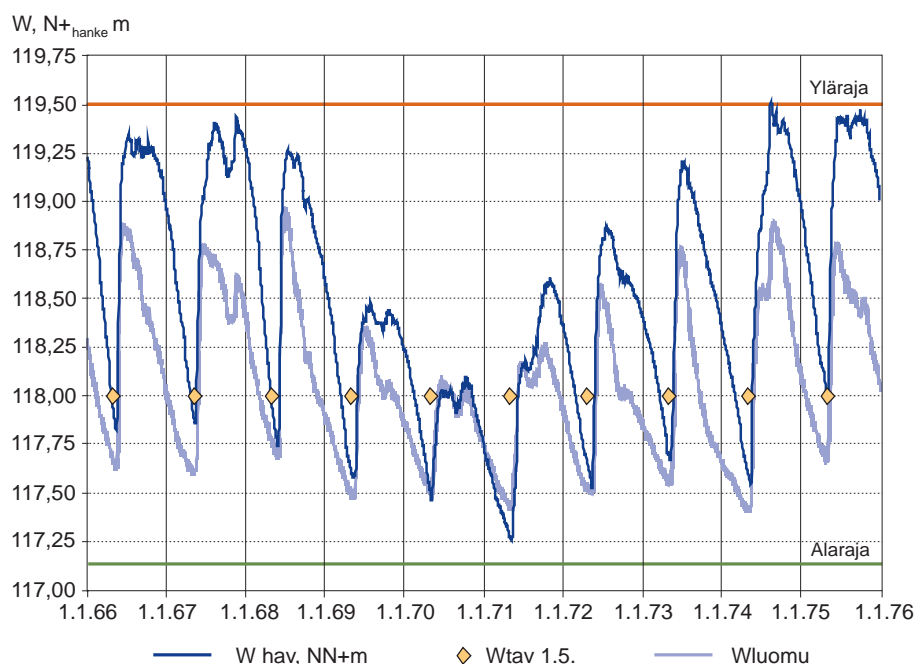
Taulukossa 3.2 on esitetty Inarijärven vedenkorkeuden tunnusomaisia tilastoarvoja eri vuosijaksosilta. Vedenkorkeuksien vaihtelu vuosijaksosilla 1956–2009 on esitetty kuvissa 3.5–3.9.

Taulukko 3.2. Inarijärven keskivedenkorkeudet (MW), keskiylivedenkorkeudet (MHW) ja keskialivedenkorkeudet (MNW) eri vuosijaksoilla.

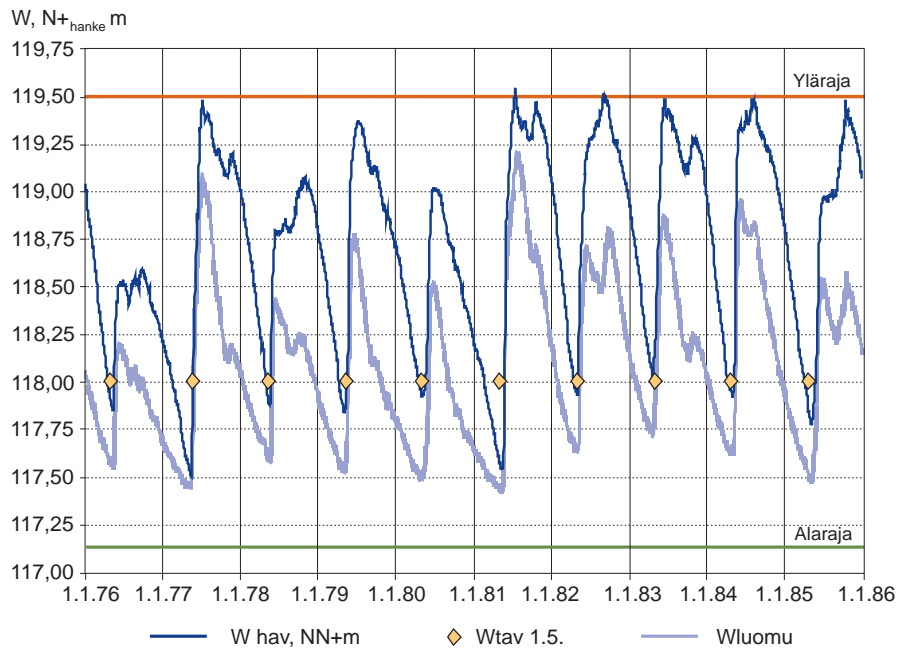
Jakso	NW	MNW	MW	MHW	HW
1921–1940	117,14	117,46	118,07	118,73	119,45
1941–1944	117,14	118,37	118,86	119,23	119,55
1945–1947	116,97	117,10	117,59	118,03	118,36
1948–1955	117,24	118,00	118,87	119,40	119,55
1956–1959	117,26	117,53	118,41	119,00	119,36
1956–1999	117,16	117,74	118,62	119,21	119,67
1960–1969	117,16	117,67	118,59	119,16	119,56
1970–1979	117,26	117,66	118,50	119,09	119,51
1980–1989	117,55	117,89	118,82	119,42	119,59
1990–1999	117,62	117,81	118,67	119,27	119,67
2000–2009	117,75	117,92	118,76	119,31	119,61
1960–2009	117,16	117,79	118,67	119,25	119,67



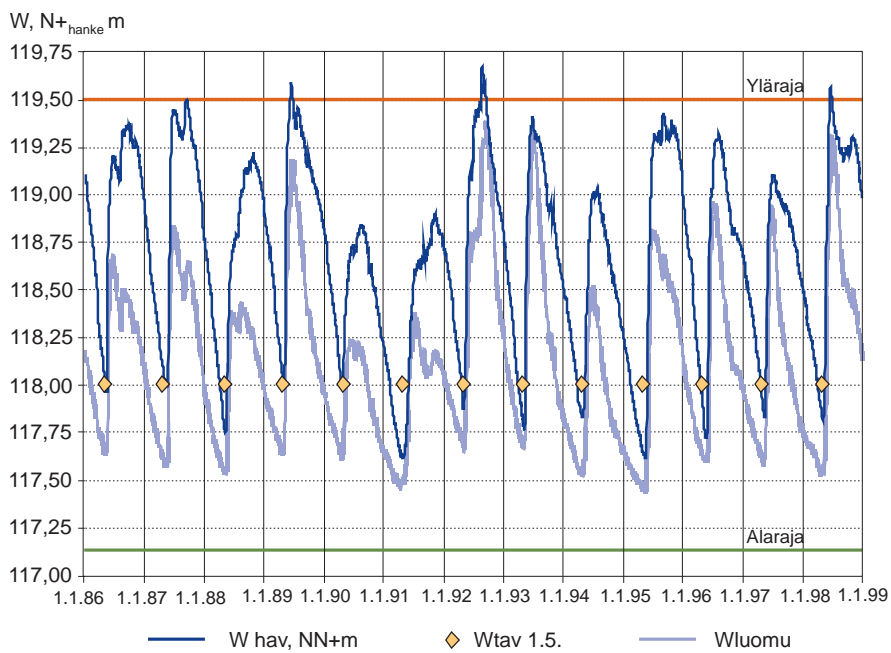
Kuva 3.5. Inarijärven havaitut ja luonnonmukaiset vedenkorkeudet vuosina 1956–1965.



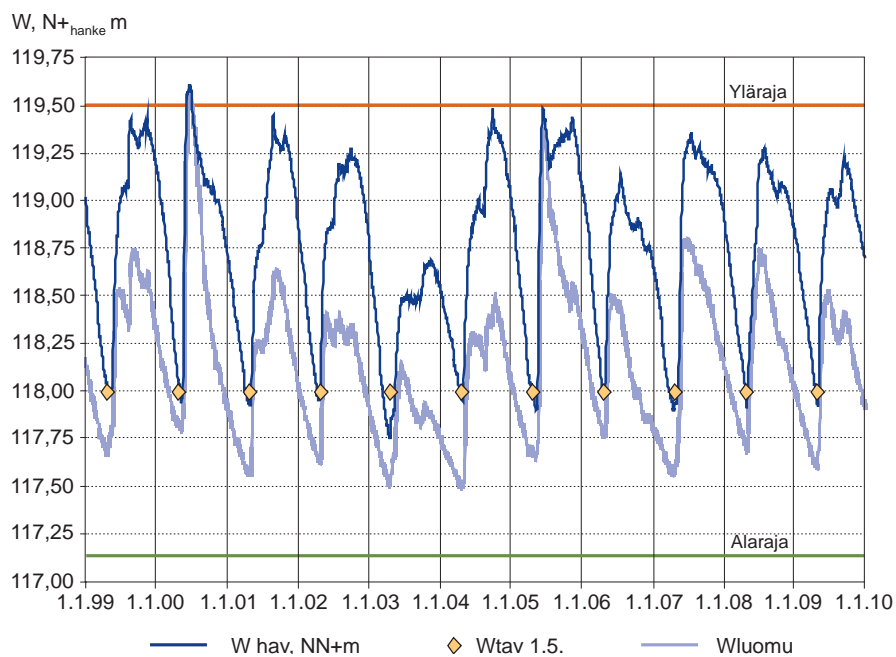
Kuva 3.6. Inarijärven havaitut ja luonnonmukaiset vedenkorkeudet vuosina 1966–1975.



Kuva 3.7. Inarijärven havaitut ja luonnonmukaiset vedenkorkeudet vuosina 1976–1985.



Kuva 3.8. Inarijärven havaitut ja luonnonmukaiset vedenkorkeudet vuosina 1986–1998.



Kuva 3.9. Inarijärven havaitut ja luonnonmukaiset vedenkorkeudet vuosina 1999–2009 sekä tavoitteellinen vedenkorkeusvyöhyke.



Jäänpaksuuden mittausta Inarijärven Nellimin Paksuvuonon ulappahavaintopaikalla (kuva Erno Salonen).



Vedenkorkeuden vertailua Juutuanjoen limnigrafiaseamalla (kuva Tatu Moilanen).

4 Hydrologiset olosuhteet

Annukka Puro-Tahvanainen

4.1

Aineisto ja menetelmät

Inarijärven hydrologiaa, kuten jäätymistä ja jäänlähtöä, sadantaa ja Inarijärveen laskevien jokien virtaamia, on seurattu jo 1920-luvulta alkaen, mutta yhtenäiset aikasarjat kaikista muuttujista ovat pääosin saatavilla 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 1960–2009, ja mittareiden arvot on esitetty 10-vuoden jaksoina sekä osalla mittareista myös vuosittaisina arvoina. Muutoksen tarkastelussa on verrattu tilannetta 2000-luvulla vuosien 1960–1999 vertailujaksoon luvussa 2 esitetyllä tavalla. Lisäksi on tarkasteltu erikseen myös viimeisen viiden vuoden

arvoja. Osalla mittareista havaittuja kehityssuuntia on testattu ei-parametrisella Mann-Kendall -testillä, jolla voidaan testata mahdollista lineaarista muutosta.

4.2

Lumen vesiarvo ja sadanta

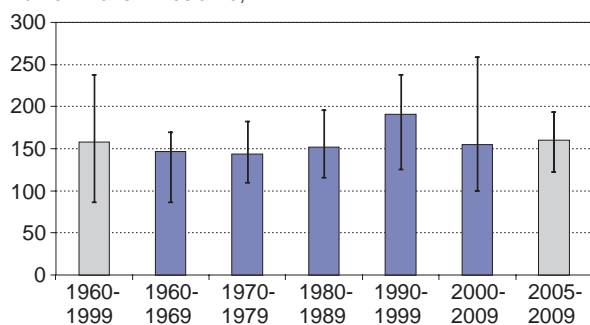
Koko Inarijärven valuma-alueen (Inari-Luusua) lumen aluevesiarvon perusteella on saatu lumen vuosittaiset maksimivesiarvot. Vuosina 1960–2009 lumen maksimivesiarvo on ollut suurimmillaan 259 mm vuonna 2000 ja pienimmillään 87 mm vuonna 1960 keskiarvon ollessa 158 mm vertailujaksolla 1960–1999 (kuva 4.1). 1990-luku on ollut keskimäärin runsaslumisempi kuin muut 10-vuotisjaksot ja vertailujakso, mutta 2000-luvulla lumen maksimivesiarvo on ollut lähellä vertailujakson arvoja (kuva 4.1 ja taulukko 4.2).

Taulukko 4.1. Tarkastelussa käytetyt muuttujat ja mittarit.

Muuttuja	Nro	Mittari	Aikasarjan pituus
Lumen vesiarvo	1	Lumen maksimivesiarvo (mm)	1960–2009
Lumen vesiarvo ja sadanta	2	Lumen vesiarvo 1.4. + huhti-kesäkuun sadesumma (mm)	1960–2009
Sadanta	3	Heinä-lokakuun sadanta (mm)	1960–2009
Veden lämpötila	4	Vesipatsaan keskilämpötila eri kuukausina Nellimin Paksuvuonossa (°C)	1961–2009
	5	Avovesikauden lämpösumma (°C)	1960–2009 (1951–2009)
	6	Päivien määrä, jolloin Nellimin pintavesi on vähintään 18 °C (vrk)	1960–2009
Jäätyminen/Jäänlähtö	7	Jäätyminen päivä selkävessillä (päivän järjestysnumero 1–365)	1960–2009 (1925–2009)
	8	Jäänlähtöpäivä selkävessillä (päivän järjestysnumero 1–365)	1960–2009 (1925–2009)
	9	Avovesikauden pituus (vrk)	1960–2009
Jäänpaksuus	10	Jään paksuus Nellimissä 30.3. (cm)	1961–2009
	11	Jään paksuus Nellimissä 30.12. (cm)	1961–2009
Virtaama	12	Inarijärven tulovirtaama touko-lokakuu (10 ⁶ m ³)	1960–2009
	13	Inarijärven tulovirtaama marras-huhtikuu (10 ⁶ m ³)	1960–2009

Edellistä mittaria paremmin kevään vesitilannetta kuvastaa summamuuttuja, jossa on laskettu yhteen lumen vesiarvo huhtikuun alussa sekä huhti-kesäkuun sadanta. Tämän mittarin arvoissa näkyy lievää syklisyyttä kevään vesimäärän ollessa suurimmillaan 1990-luvulla ja pienimmillään 1970-luvulla (kuva 4.2). 2000-luvun sadanta ei eroa vertailujakson arvoista. Tulva-ajan jälkeistä avovesikauden sadantaa kuvastaa heinä-lokakuun sadanta. Heinä-lokakuun sadannassa on havaittavissa hyvin lievää kasvua 1970-luvulta lähtien (kuva 4.3), mutta koko tarkastelujaksolla (1960–2009) sadannassa ei ole tilastollisesti merkitsevää muutosta. Myöskään 2000-luvulla sadannassa ei ole selvää muutosta vertailujaksoon nähden (taulukko 4.2).

Lumen maksimivesiarvo, mm

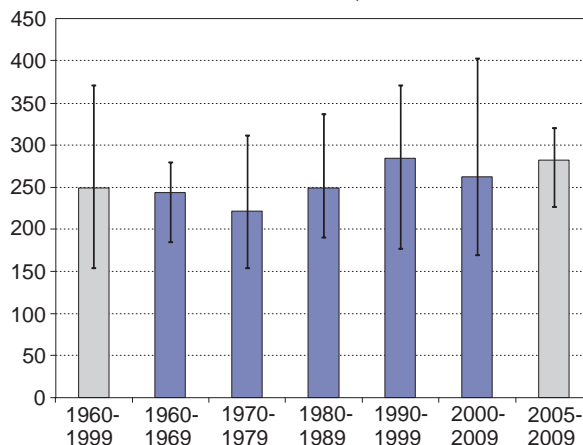


Kuva 4.1. Lumen maksimivesiarvo eri tarkastelujaksoilla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälin tarkastelujaksolla. Vertailujakso ja viimeisen viiden vuoden tarkastelujakso ovat harmaalla.

Taulukko 4.2. Hydrologisten mittareiden keskimääräiset arvot vertailujaksolla 1960–1999 ja 10 vuoden osajaksoilla sekä viimeisen viiden vuoden aikana.

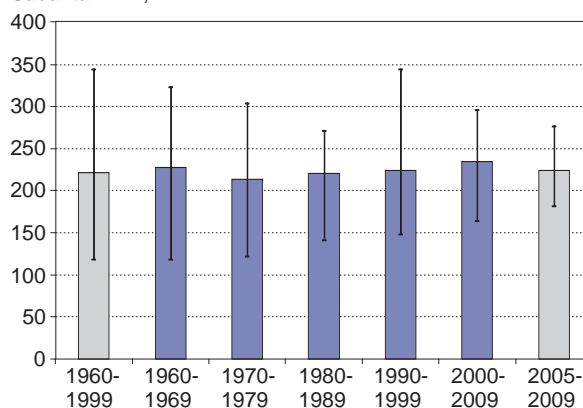
Mittari	Nro	Vertailu-							
		jakso	1960–	1970–	1980–	1990–	2000–	2005–	
		1960–	1969	1979	1989	1999	2009	2009	
Lumen maksimivesiarvo (mm)	1	158	147	144	152	191	155	160	
Lumen vesiarvo 1.4. + huhti-kesäkuun sadesumma (mm)	2	249	243	221	249	284	262	282	
Heinä-lokakuun sadanta (mm)	3	221	227	213	220	223	235	224	
Vesipatsaan keskilämpötila kesäsyyskuussa Nellimin Paksuvuonossa (°C)	4	7,93	7,60	7,97	7,95	8,19	8,61	8,49	
Avovesikauden lämpösomma (°C)	5	1 615	1 622	1 621	1 597	1 618	1 762	1 729	
Päivien määrä, jolloin Nellimin pintavesi vähintään 18 °C (vrk)	6	3,72	1,77	3,60	4,50	5,00	10,20	4,60	
Jäätymispäivä selkävessillä (päivän järjestysnumero 1–365)	7	327,0	331,2	326,4	329,3	321,1	341,3	351,6	
Jäänlähtöpäivä selkävessillä (päivän järjestysnumero 1–365)	8	163,5	167,5	161,3	164,3	160,9	157,5	157,4	
Avovesikauden pituus (vrk)	9	163,7	163,7	165,1	166,8	159,2	182,6	191,8	
Jään paksuus Nellimissä 30.3. (cm)	10	67,9	67,6	70,5	68,8	64,8	65,9	63,0	
Jään paksuus Nellimissä 30.12. (cm)	11	42,6	40,3	42,2	44,5	43,3	37,4	32,4	
Inarijärven tulovirtaama touko-lokakuu (10 ⁶ m ³)	12	3 840	3 833	3 357	4 154	4 015	3 804	4 007	
Inarijärven tulovirtaama marras-huhtikuu (10 ⁶ m ³)	13	1 046	1 102	937	1 062	1 083	1 233	1 286	

Lumen vesiarvo 1.4. + sadanta IV-VI, mm



Kuva 4.2. Lumen vesiarvo 1.4. + huhti-kesäkuun sadanta eri tarkastelujaksoilla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälin tarkastelujaksolla. Vertailujakso ja viimeisen viiden vuoden tarkastelujakso ovat harmaalla.

Sadanta VII-X, mm



Kuva 4.3. Heinä-lokakuun sadanta eri tarkastelujaksoilla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälin tarkastelujaksolla. Vertailujakso ja viimeisen viiden vuoden tarkastelujakso ovat harmaalla.

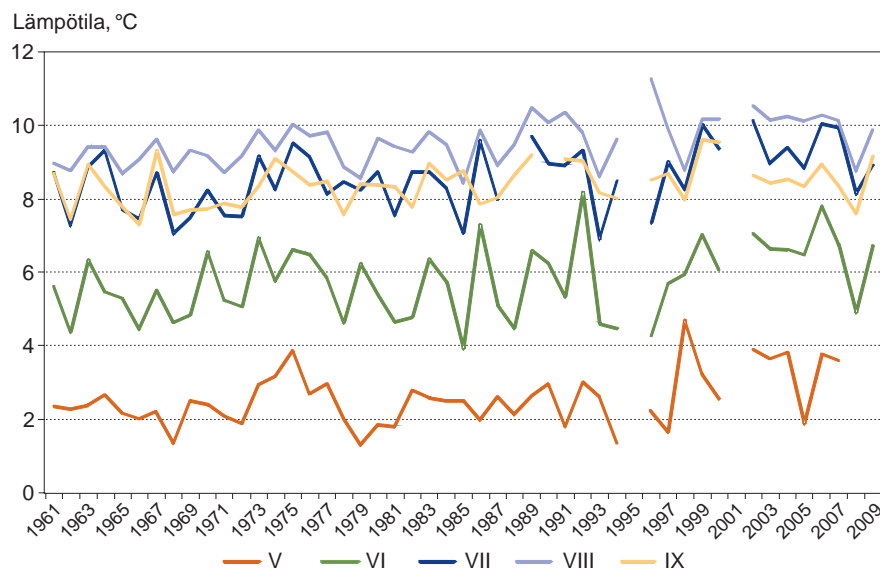
Veden lämpötila

Veden lämpötilaa kuvaavina mittareina käytettiin Nellimin Paksuvuonon lämpötilaluotausaineiston perusteella laskettuja koko vesipatsaan kuukausittaisia keskilämpötiloja vuosilta 1961–2009 sekä kahta Nellimin havaintoaseman päivittäisten pintalämpötilatietojen perusteella laskettua mittaria: avovesikauden lämpösumma (°C) ja päivien määrä, jolloin pintaveden lämpötila on vähintään 18 °C.

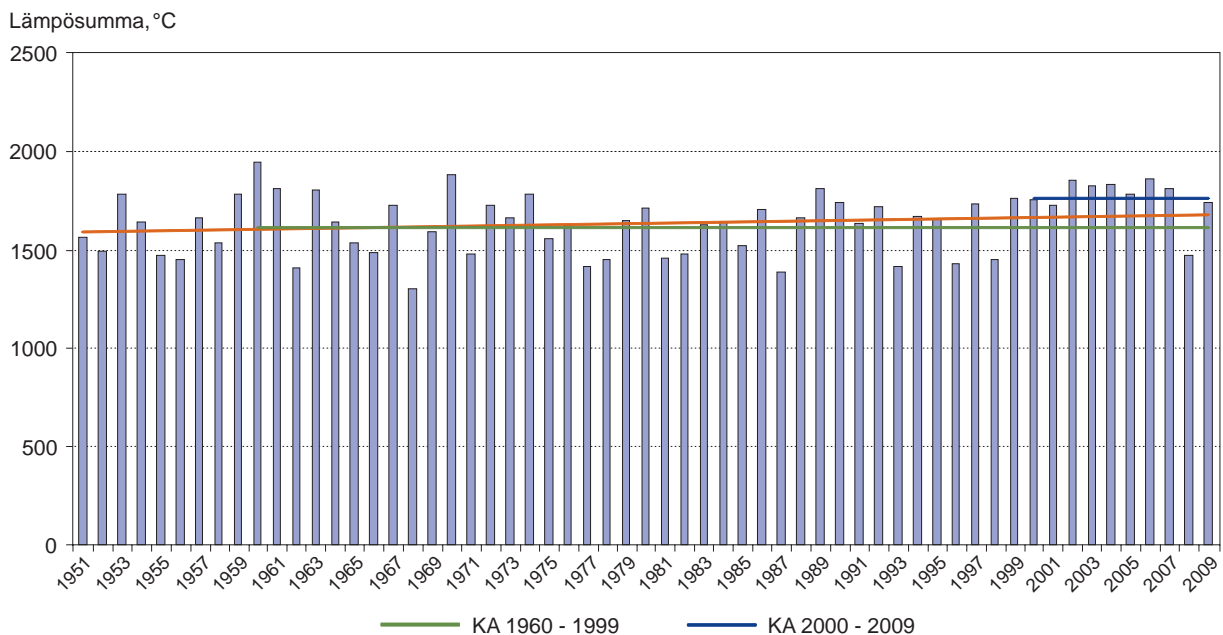
Nellimin Paksuvuonon lämpötilaluotausaineiston perusteella laskettiin koko vesipatsaan (syvyys noin 43 m) kuukausittaiset keskilämpötilat vuosina 1961–2009. Touko-syyskuun keskilämpötiloissa

näyttää olevan nouseva kehityssuunta (kuva 4.4), ja havaitut muutokset ovat tilastollisesti merkitseviä (Mann-Kendall -testi, $p < 0,05$). Lopullisessa tarkastelussa verrattiin 2000-luvun kesä-syyskuun keskilämpötilaa vertailujaksoon. Toukokuu jätettiin tarkastelusta pois, koska mittauksia on tuolloin tehty kelirikon vuoksi epäsäännöllisemmin ja järvi on useimmiten toukokuussa vielä jäässä. Tulosten perusteella havaittiin, että 2000-luvulla Paksuvuonon kesä-syyskuun keskilämpötila on ollut kohtalaisesti vertailujaksoa korkeampi.

Nellimin avovesikauden pintaveden lämpötilaa on mitattu vuodesta 1951 lähtien, ja koko mittausjakson aikana lämpösummassa on havaittavissa tilastollisesti melkein merkitsevää ($p = 0,05$) lievää kasvua (kuva 4.5). Vuotta 2008 lukuun ottamatta



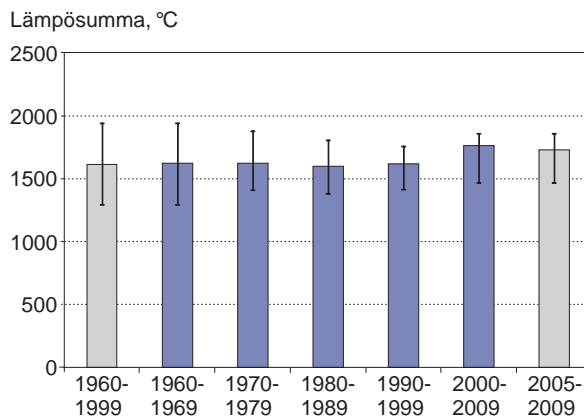
Kuva 4.4 Vesipatsaan kuukausittaiset keskilämpötilat Nellimin Paksuvuonolla vuosina 1961–2009.



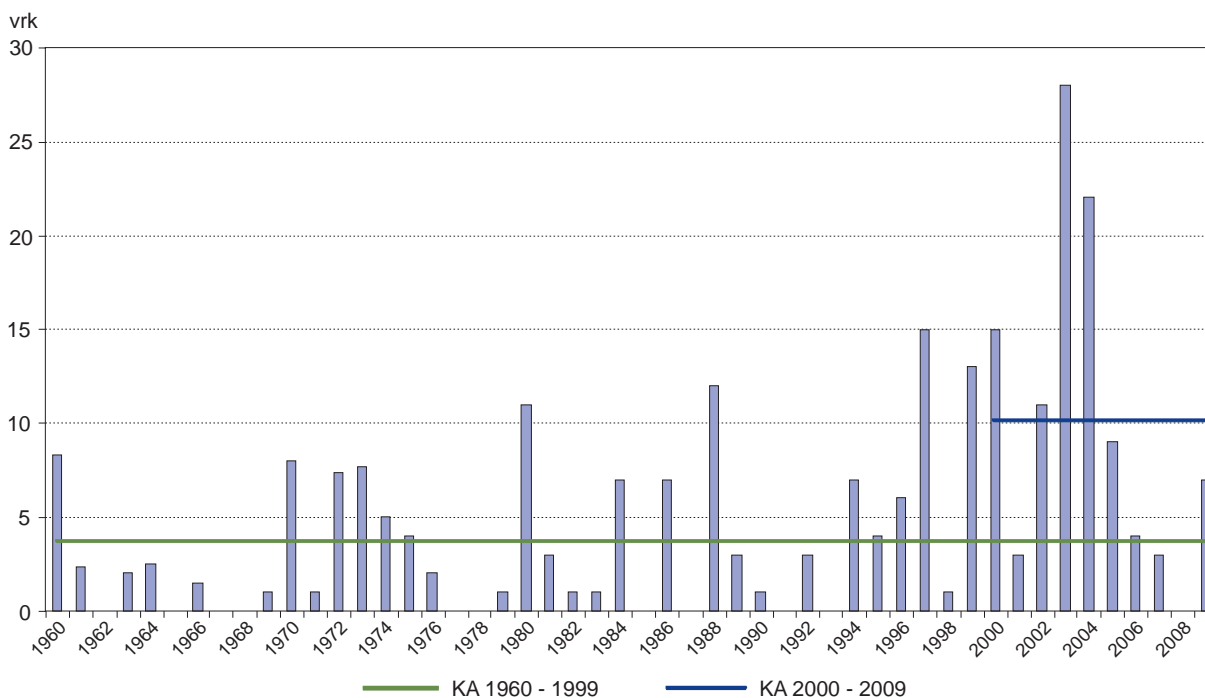
Kuva 4.5. Nellimin pintaveden lämpötilatietojen perusteella laskettu avovesikauden lämpösumma vuosina 1951–2009 sekä vertailujakson 1960–1999 ja 2000-luvun keskiarvot. Punainen viiva on lineaarinen trendiviiva.

avovesikauden lämpösumma on ollut 2000-luvulla vertailujaksoa suurempi, ja 2000-luvulla lämpösumma on ollut keskimäärin kohtalaisesti vertailujaksoa suurempi (kuva 4.6 ja taulukko 4.2). Muilla 10-vuotisjaksoilla lämpösumma on ollut samaa tasoa kuin vertailujaksolla.

Pintaveden lämpötilan ollessa vähintään 18 °C voidaan ajatella veden olevan esimerkiksi uimiseen soveltuvaa. Päivien määrä, jolloin pintaveden lämpötila on vähintään 18 °C vaihtelee huomattavasti eri vuosina: useina vuosina kyseisen kaltaisia päiviä ei ole ollut lainkaan ja enimmillään niitä on ollut 28 vuonna 2003 (kuva 4.7). Tarkasteltuna 10 vuoden jaksoina lämpimien päivien määrä näyttäisi kasvaneen 1960-luvulta alkaen, ja uimiseen soveltuvia päiviä on ollut eniten 2000-luvulla (kuva 4.8). Lämpimien päivien määrä on 2000-luvulla eronnut suuresti vertailujaksosta.

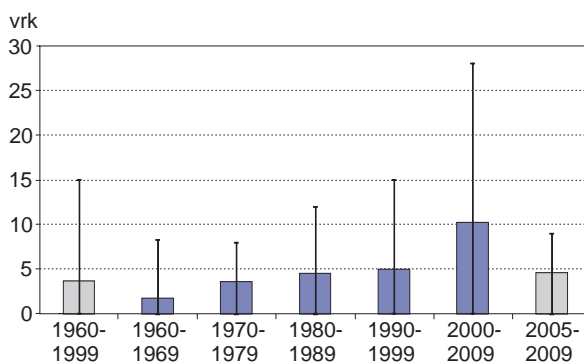


Kuva 4.6. Avovesikauden lämpösumma eri tarkastelujaksoilla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälin tarkastelujaksolla. Vertailujakso ja viimeisen viiden vuoden tarkastelujakso ovat harmaalla.



Kuva 4.7. Niiden päivien määrä (vrk), jolloin pintaveden lämpötila Nellimin havaintoasemalla on vähintään 18 °C vuosina 1960–2009 sekä vertailujakson 1960–1999 keskiarvo.

Kuva 4.8. Päivien määrä (vrk), jolloin pintaveden lämpötila on vähintään 18 °C. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälin tarkastelujaksolla. Vertailujakso ja viimeisen viiden vuoden tarkastelujakso ovat harmaalla.

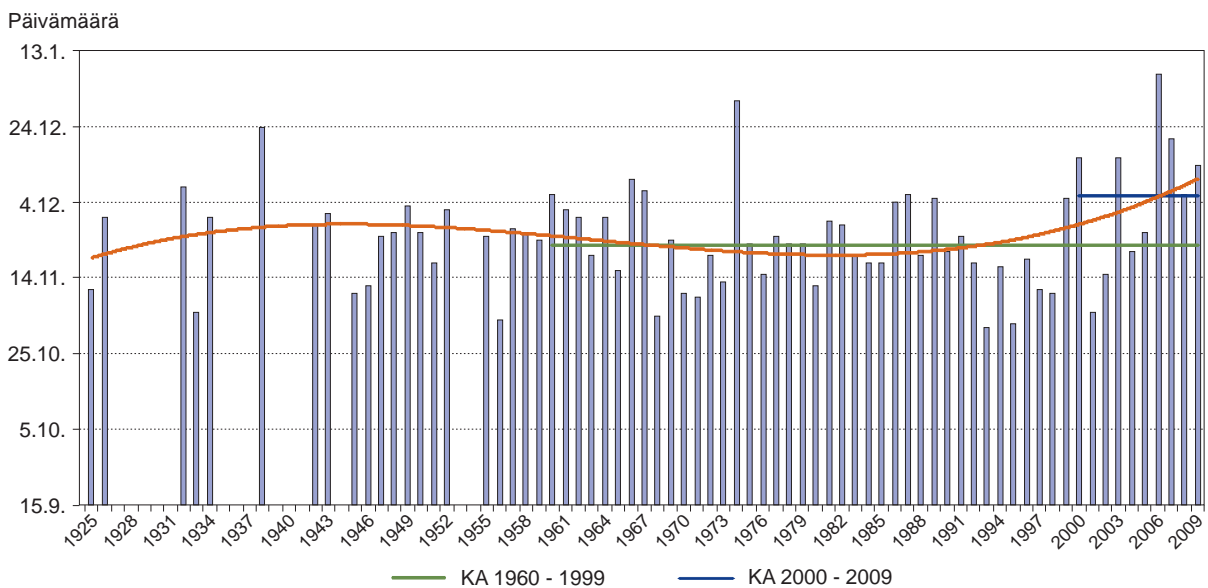


Jäättilanne ja avovesikauden pituus

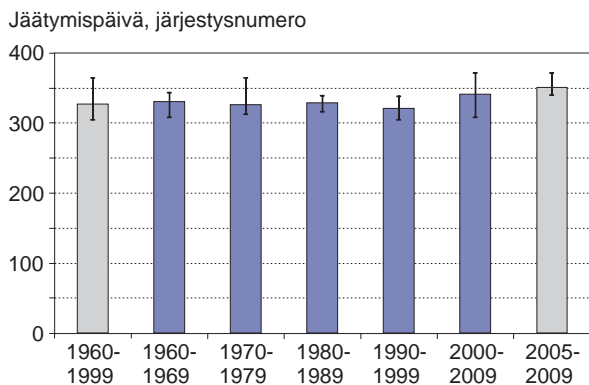
Inarijärven selkävesien jäätymistä ja jäänlähtöä on seurattu vuodesta 1925 alkaen, vaikkakin seurannassa on ollut taukoja aina 1950-luvun alkupuolelle saakka (kuva 4.9). Inarijärven selkävesien jäätymisessä on havaittavissa lievää jaksottaista vaihtelua, ja jäätyminen on myöhentynyt erityisesti 1990-luvun puolivälistä lähtien. 2000-luvulla selkävedet ovat jäätyneet keskimäärin 14 päivää myöhemmin kuin vertailujaksolla 1960–1999

(kuva 4.10), ja muutosta voidaan pitää erittäin suurena. Jäänlähtö on aikaistunut 2000-luvulla keskimäärin 6 päivää jaksoon 1960–1999 verrattuna (kuva 4.11), ja muutosta voidaan pitää kohtalaisena.

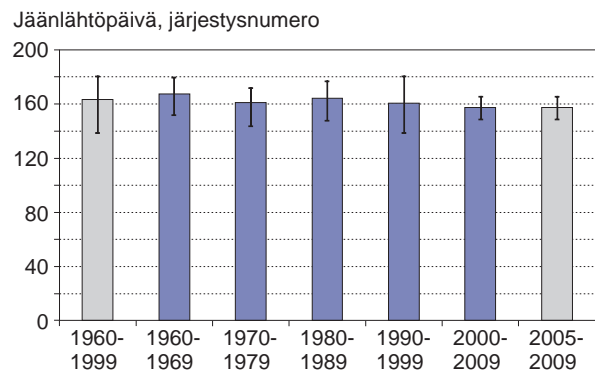
Avovesikauden pituus on ollut 2000-luvulla keskimäärin 19 päivää pidempi kuin vertailujaksolla 1960–1999 (kuva 4.12), ja muutosta voidaan pitää kohtalaisena. Jään paksuudessa on havaittavissa heikko laskeva suuntaus sekä alkutalvella (30.12.) että maaliskuun lopussa (kuva 4.13), mutta muutos ei ole tilastollisesti merkitsevä. 2000-luvulla jäänpaksuus on kuitenkin alkutalvesta ollut kohtalaisesti vertailujaksoa pienempi.



Kuva 4.9. Inarijärven selkävesien jäätyminen vuosina 1925–2009 sekä vertailujakson 1960–1999 ja 2000-luvun keskiarvot. Punainen viiva on polynominen trendiviiva.

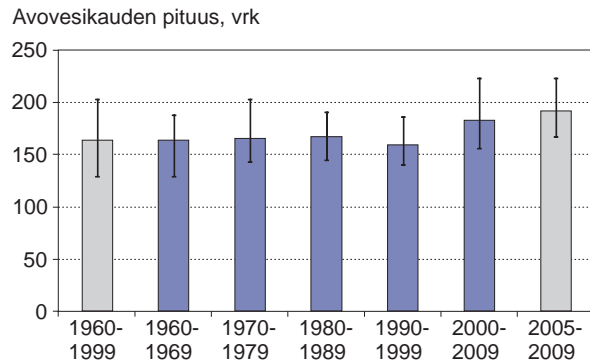


Kuva 4.10. Inarijärven selkävesien jäätyminen eri tarkastelujaksoilla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälin tarkastelujaksolla. Vertailujakso ja viimeisen viiden vuoden tarkastelujakso ovat harmaalla.

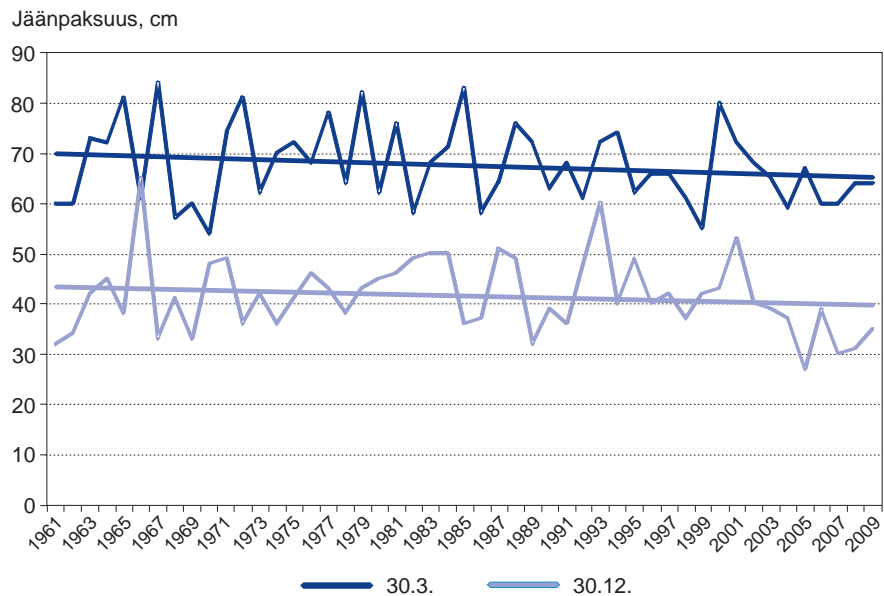


Kuva 4.11. Inarijärven selkävesien jäänlähtö eri tarkastelujaksoilla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälin tarkastelujaksolla. Vertailujakso ja viimeisen viiden vuoden tarkastelujakso ovat harmaalla.

Kuva 4.12. Avovesikauden pituus Inarijärvässä eri tarkastelujaksoilla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälin tarkastelujaksolla. Vertailujakso ja viimeisen viiden vuoden tarkastelujakso ovat harmaalla.



Kuva 4.13. Jään paksuus Nellimin havaintopaikalla 30.3. ja 30.12. vuosina 1961–2009.



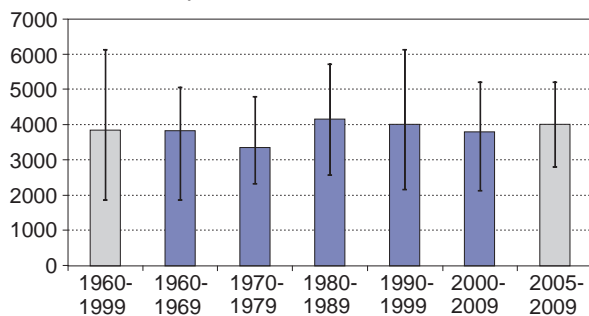
4.5

Inarijärven tulovesimäärät

Inarijärveen eri ajanjaksoina tullut vesimäärä on laskettu järven vedenkorkeuden muutoksen (tilavuus) ja juoksutusmäärien perusteella. Tarkastellut ajanjaksot ovat touko-lokakuu ja talvikausi marras-huhtikuu. Inarijärveen touko-lokakuussa tulevan vesimäärän vaihtelu on ollut samansuuntaista kuin edellä luvussa 4.2 esitetty kevään

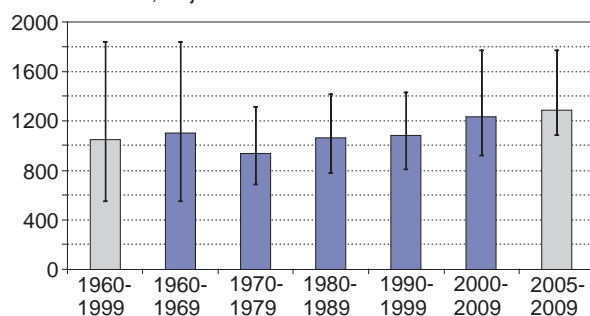
vesimäärää kuvaava lumen vesiaron ja sadannan summamuuttujan vaihtelu (kuva 4.2) sillä poikkeuksella, että maksimi 10-vuotisjakso ajoittuu 1980-luvulle (kuva 4.14). Myöskään touko-lokakuun tulovesimäärässä ei ole havaittavissa muutosta 2000-luvulla. Talvikauden tulovesimäärässä on havaittavissa 1970-luvulta lähtien kasvava suuntaus (kuva 4.15), ja 2000-luvulla talvikauden tulovesimäärä on ollut kohtalaisesti vertailujaksoa suurempi.

Tulovesimäärä, milj. m³



Kuva 4.14. Inarijärveen touko-lokakuussa tullut vesimäärä eri tarkastelujaksoilla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälin tarkastelujaksolla. Vertailujakso ja viimeisen viiden vuoden tarkastelujakso ovat harmaalla.

Tulovesimäärä, milj. m³



Kuva 4.15. Inarijärveen marras-huhtikuussa tullut vesimäärä eri tarkastelujaksoilla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälin tarkastelujaksolla. Vertailujakso ja viimeisen viiden vuoden tarkastelujakso ovat harmaalla.

Yhteenveto

Inarijärven hydrologisia olosuhteita kuvaavissa mittareissa on nähtävissä muutoksia, jotka liittyvät ilmaston lämpenemiseen. Sekä pintaveden että koko vesipatsaan keskilämpötila on kasvanut kesällä koko tarkastelujaksolla 1960–2009 ja 2000-luvun ensimmäisellä vuosikymmenellä. Lämpötilan kasvulla on periaatteessa tuotantoa kohottava vaikutus (taulukko 4.3), mutta Inarijärven kaltaisesa karussa järvessä todennäköisesti ravinteiden niukkuus rajoittaa kuitenkin tehokkaasti perus-

tuotantoa. Sen sijaan esim. kalanpoikasten kasvun kannalta lämpimillä kesillä on havaittu olevan suotuisa vaikutus.

Selkäviesien jäätyminen on myöhentynyt ja jäänlähtö aikaistunut, minkä seurauksena avovesikauden pituus on kasvanut. Lisäksi jään paksuus alkutalvesta on ohentunut. Nämä muutokset ovat mm. vaikeuttaneet talvikalastuksen aloittamista ja siirtäneet sitä myöhempään ajankohtaan. Toisaalta jäänlähtöpäivän aikaistuminen voi lisätä riskiä takatalven esiintymiselle kalanpoikasten kannalta kriittisenä ajanjaksona. Tulovirtaaman talviaikaisen kasvun vaikutuksia vesistön tilaan tai käyttöön on vaikea arvioida.

Taulukko 4.3. Yhteenveto hydrologisista mittareista. Muutos kuvaa 2000-luvun tilannetta vertailujaksoon 1960–1999 verrattuna.

Muuttuja	Nro	Mittari	Muutos vertailujaksoon	Arvio mahdollisista vaikutuksista vesistön tilaan ja käyttöön
Lumen vesiarvo	1	Lumen maksimivesiarvo (mm)	Ei muutosta	Ei vaikutusta
Lumen vesiarvo ja sadanta	2	Lumen vesiarvo 1.4. + huhti-kesäkuun sadesumma (mm)	Ei muutosta	Ei vaikutusta
Sadanta	3	Heinä-lokakuun sadanta (mm)	Ei muutosta	Ei vaikutusta
Veden lämpötila	4	Vesipatsaan keskilämpötila kesä-syyskuussa Nellimin Paksuvuonossa (°C)	Kasvanut kohtalaisesti	Tuotannon kasvu (ei näy klorofyllissä)
	5	Avovesikauden lämpösumma (°C)	Kasvanut kohtalaisesti	Tuotannon kasvu (mm. kalanpoikaset)
	6	Päivien määrä, jolloin Nellimin pintavesi vähintään 18 °C (vrk)	Kasvanut paljon	Uinnille miellyttävämmät olosuhteet
Jäätyminen/ jäänlähtö	7	Jäätyispäivä selkävesillä (päivän järjestysnumero 1–365)	Myöhentynyt erittäin suuresti	Talvikalastuksen aloituksen myöhentyminen, rantojen kulumisen lisääntyminen
	8	Jäänlähtöpäivä selkävesillä (päivän järjestysnumero 1–365)	Aikaistunut kohtalaisesti	Aikainen kevääntulo voi lisätä riskiä takatalven kalanpoikasten kannalta kriittisenä ajanjaksona
	9	Avovesikauden pituus (vrk)	Kasvanut kohtalaisesti	
Jäänpaksuus	10	Jään paksuus Nellimissä 30.3. (cm)	Ei muutosta	Ei vaikutusta
	11	Jään paksuus Nellimissä 30.12. (cm)	Pienentynyt kohtalaisesti	Talvikalastuksen aloituksen myöhentyminen
Virtaama	12	Inarijärven tulovirtaama touko-lokakuu (10 ⁶ m ³)	Ei muutosta	Ei vaikutusta
	13	Inarijärven tulovirtaama marras-huhtikuu (10 ⁶ m ³)	Kasvanut kohtalaisesti	Vaikea arvioida



Inarijärven vedenkorkeuden vaihtelu näkyy mm. rantakivissä (kuva Heidi Salow).

5 Säännöstelyä kuvaavat mittarit

Teemu Nurmi ja Mika Marttunen

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.

Inarijärven tuottava vyöhyke ylittää erittäin syvälle ja sen laskennallinen laajuus on 3,68 m. Täten Inarijärvi-hankkeessa ei esitetty suosituksia liittyen

talvialeneman suuruuteen, sillä säännöstelyllä ei ole todettu olevan merkittäviä haittavaikutuksia tuottavaan vyöhykkeeseen. Kevään alimman vedenkorkeuden nosto olisi lisännyt riskiä liian korkeille vedenkorkeuksille ja virtaamille alkukesästä.

Tässä tarkastelussa on kiinnitetty huomioita suositusten toteutumisen arvioinnin lisäksi myös vedenkorkeusmittareihin, jotka kuvaavat säännöstelyn vaikutuksia Inarijärven tilaan ja käyttöön. Tarkastelussa käytettiin yhteensä 11 vedenkorkeusmittaria. Näistä mittareista kolme oli ns. yleismittareita, joiden kuvaama vaikutus kohdistuu selkeästi useaan eri tekijään. Viisi 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 laskenta-kaavat on esitetty liitteessä 1 ja tarkastelussa käytetyt lyhenteet liitteessä 2.

Taulukko 5.1. Tarkastelussa käytetyt mittarit.

Muuttuja	Nro	Mittarin nimi
Yleismittarit	1	Talvialeneman suuruus (ajanjakso JP–JLP) (m)
	2	Ajankohdan 1.6.–15.7. ylin vedenkorkeus (m)
	3	Ajankohdan 1.8.–31.8. alin vedenkorkeus (m)
Vesiluonto	4	Jäänpainaman rantavyöhykkeen osuus tuottavasta vyöhykkeestä (%)
	5	Jäätävän vyöhykkeen alaraja (m)
	6	Häiriövyöhykkeen ($W_{\text{max}}-W_{\text{min}}$) osuus tuottavasta vyöhykkeestä (%)
	7	W10 pysyvyys kasvukaudella 1.6.–30.9.
	8	W75 pysyvyys kasvukaudella 1.6.–30.9.
Erosio	9	Päivien määrä vuoden aikana, jolloin vedenkorkeus on yli $N_{\text{hanke}} + 119,35$ m (vrk)
Virkistyskäyttö	10	Päivien osuus, jolloin vedenkorkeus on hyvällä tasolla ($N_{\text{hanke}} + 119,00-119,30$ m) jaksolla 21.6.–31.10. (%)
	11	Päivien määrä, jolloin vedenkorkeus on alle 118,90 m jaksolla 21.6.–31.10. (vrk)

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 kohonnutta sähköntarvetta ja lisäksi varastotilavuuden muodostaminen kevättulvan leikkaamista varten. Talvialenema aiheuttaa kuitenkin haittaa esimerkiksi syyskutuisille kaloille sekä rantavyöhykkeen eliöstölle. Syyskutuisista lajeista herkipänä on pidetty suhteellisen matalaan kutevaa siikaa, sillä talvinen vedenpinnan lasku voi lisätä merkittävästi matalaan kudetun siian mädin kuolleisuutta. Lisäksi erittäin suuri talvialenema saattaa heikentää rantojen käytettävyyttä ja aiheuttaa jäidenlähdon aikaan esteettistä haittaa.

Ajankohdan 1.6.–15.7. ylin ja ajankohdan 1.8.–31.8. alin vedenkorkeus kuvaavat vedenkorkeuden rytmiä talvialeneman jälkeen. Inarijärven säännöstelyn suosituksena on, että kevättulvan jälkeen pyritäisiin alenevaan vedenkorkeuteen. Tämä laajentaisi ilmaversoisen kasvillisuuden esiintymisvyöhykettä ja voisi vaikuttaa myönteisesti myös rantavyöhykkeen muuhun eliöstöön ja eräisiin rantavyöhykkeessä syönnöstäviin 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

Pohjalehtiskasvillisuuteen vaikuttavat jäätyvän ja jäänpainaman vyöhykkeen osuus tuottavasta vyöhykkeestä. Vedenpinnan laskiessa jää painuu rantavyöhykkeellä, jolloin pohjasedimentti jäätyy ylimällä 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 alarajan syvyys määräytyy avovesikauden keskimääräisen vedenkorkeuden ja helmikuun 6. päivän vedenkorkeuden erotuksen perusteella. Tällöin talvialeneman lopullisella syvyydellä (Inarijärvellä toukokuun alussa) ei ole merkitystä.

Säännöstely vaikuttaa haitallisesti useisiin isokokoisiin ja siten kaloille ravintoeläiminä arvokkaiisiin pohjaeläinlajeihin. Luonnontilaisessa järvessä pohjaeläimistön biomassa ja tuotanto pinta-alayksikköä kohti on selvästi suurempi matalassa litoraalivyöhykkeessä kuin syvänteissä. Tämän vuoksi säännöstelyn vaikutus koko järven pohjaeläimistön tuotantoon on suuri. Häiriövyöhyke on se osa rantavyöhykkeestä, mikä on altis vedenkorkeuden vaihtelulle eli vuoden suurimman vedenkorkeuden ja pienimmän vedenkorkeuden väliin jäävä vyöhyke. Tämän vyöhykkeen kasvaessa rantavyöhykkeen pohjaeläimistön biomassa pienenee.

Sarakasvillisuus viihtyy rantavyöhykkeellä, minkä alarajana on kasvukauden aikaisen vedenkorkeuden 75 % pysyvyytaso ja ylärajana 10 % pysyvyytaso. Toisin sanoen saraikkovyöhykkeen alarajan alittaa pienimmät 25 % ja ylärajan ylittää suurimmat 10 % kasvukauden päivittäisistä vedenkorkeuksista. Täten saraikkovyöhykkeellä vedenkorkeus on kasvukaudella 65 % päiväistä.

Eroosio

Korkeat, tason $N_{\text{hanke}} + 119,35$ m ylittävät, vedenkorkeudet aiheuttavat rantojen vyörymistä ja kulumista Inarijärvellä ja Ivalojoella erityisesti lajitunutta 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. Suuret juoksutusvesimäärät 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 täten 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 optimaalisin vedenkorkeustaso on $N_{\text{hanke}} + 119,0 - 119,30$ m. Inarijärvellä suosituin virkistyskäyttökausi on ajanjaksolla 21.6.–31.10. Mittari kertoo sellaisten päivien prosentuaalisen määrän virkistyskäyttökauteen nähden, jolloin vedenkorkeus on ollut edellä mainitulla tasolla. Täten mittarin pienin arvo on 0 % ja suurin 100 %.

Vedenkorkeus $N_{\text{hanke}} + 118,90$ m vaikuttaa järven rantojen käytettävyyteen ja esteettisyyteen. Toisella virkistyskäyttömittarilla kuvataan, kuinka usein vedenkorkeus on alittanut kyseisen korkeuden ajanjaksolla 21.6.–31.10.

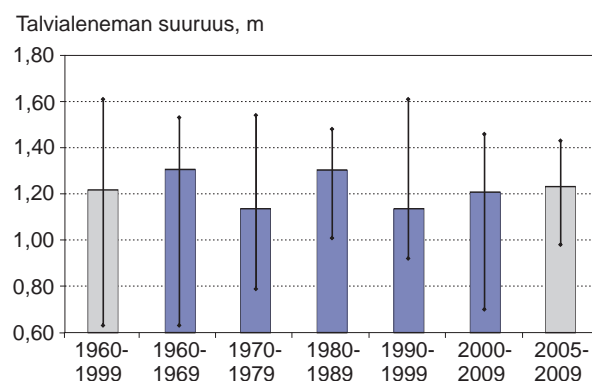
5.1.3

Mittaritarkastelujen tulokset

Mittareiden keskimääräiset arvot eri tarkastelujaksolla on esitetty taulukossa 5.2 ja vuosien 2000–2009 vuosikohtaiset arvot taulukossa 5.3. On hyvä huomioida, että vuoden 2003 alhainen vedenkorkeus jäämispäivän aikaan vaikuttaa suoraan jääpeitteisen kauden vaikutuksia kuvaavien mittareiden arvoihin. Täten vedenkorkeuden talvialenema ja jäänpainaman vyöhykkeen osuus tuottavasta vyöhykkeestä ovat talvella 2003–2004 olleet selvästi muita vuosia pienempiä.

Talvialeneman suuruus jäämispäivästä jäänlähtöpäivään (m)

Talvialeneman keskimääräinen suuruus ei ole 2000-luvulla muuttunut merkittävästi vertailujakssoon (1960–1999) nähden (kuva 5.1). Vertailujaksolla keskimääräinen talvialenema on ollut 1,22 m ja jaksolla 2000–2009 vastaavasti 1,21 m. Kevään alin pinnankorkeus on kuitenkin 2000-luvulla ollut keskimäärin $N_{\text{hanke}} + 117,91$ m, mikä on 0,17 m korkeammalla kuin vertailujaksolla. Talvialeneman suuruuteen tämä ei kuitenkaan ole vaikuttanut, sillä myös jäätymisajankohdan vedenkorkeus on ollut 2000-luvulla korkeampi kuin jaksolla 1969–2000.



Kuva 5.1. Talvialeneman arvo eri tarkastelujaksolla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälin tarkastelujaksolta. Vertailujakso ja viimeisen viiden vuoden tarkastelujakso ovat harmaalla.

Taulukko 5.2. Inarijärven mittaritarkastelun tulokset vertailujaksolle 1960–1999 ja sen kymmenen vuoden osajaksoille sekä jaksolle 2005–2009. Mittarin arvot ovat keskiarvoja tarkastelujaksolta.

	1960–1999	1960–1969	1970–1979	1980–1989	1990–1999	2000–2009	2005–2009
Talvialeneman suuruus (m)	1,22	1,31	1,14	1,30	1,14	1,21	1,23
Ajankohdan 1.6.–15.7. ylin vedenkorkeus (m) ja ajankohdan 1.8.–31.8. alin vedenkorkeus (m) sekä näiden erotus (HW–NW)	119,06/ 118,97/ 0,09	118,94/ 118,92/ 0,02	118,89/ 118,77/ 0,12	119,27/ 119,14/ 0,13	119,14/ 119,05/ 0,09	119,12/ 119,02/ 0,10	119,23/ 119,09/ 0,14
Jäänpainaman vyöhykkeen osuus tuottavasta vyöhykkeestä (%)	52	53	48	53	53	49	50
Jäätyvän vyöhykkeen alaraja (m)	1,25	1,14	1,21	1,31	1,33	1,12	1,15
Häiriövyöhykkeen (Wmax–Wmin) osuus tuottavasta vyöhykkeestä (%)	40	40	39	41	40	38	37
W10 pysyvyydet kasvukaudella (1.6.–30.9.) (m)	119,14	119,05	118,95	119,34	119,20	119,22	119,24
W75 pysyvyydet kasvukaudella (1.6.–30.9.) (m)	118,90	118,77	118,75	119,11	118,98	118,95	119,07
Päivien määrä (lkm) vuoden aikana, jolloin vedenkorkeus on yli $N_{\text{hanke}} + 119,35$ m	27	24	26	42	18	12	8
Päivien osuus (%), jolloin vedenkorkeus on hyvällä tasolla ($N_{\text{hanke}} + 119,00 - 119,30$ m) jaksolla 21.6.–31.10.	34	35	21	41	39	59	74
Päivien määrä (lkm), jolloin vedenkorkeus on alle $N_{\text{hanke}} + 118,90$ m, jaksolla 21.6.–31.10.	42	49	68	12	39	24	12

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

	1960–1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Talvialeneman suuruus (m)*	1,22	1,44	0,96	1,36	1,46	0,70	1,43	1,33	0,98	1,25	1,17
Ajankohdan 1.6.–15.7. ylin vedenkorkeus (m) ja ajankohdan 1.8.–31.8. alin vedenkorkeus (m) sekä näiden erotus (HW–NW)	119,06/ 118,97/ 0,09	119,60/ 119,12/ 0,48	118,89/ 119,14/ -0,25	119,08/ 119,15/ -0,07	118,49/ 118,45/ 0,04	118,96/ 118,90/ 0,06	119,46/ 119,22/ 0,24	119,10/ 118,90/ 0,20	119,33/ 119,21/ 0,12	119,20/ 119,14/ 0,06	119,05/ 118,96/ 0,09
Jäänpainaman vyöhykkeen osuus tuottavasta vyöhykkeestä (%)*	52	49	54	48	55	32	46	53	46	54	51
Jäätävän vyöhykkeen alaraja (m)*	1,25	0,98	1,27	1,22	0,76	1,23	1,26	0,78	1,46	1,15	1,11
Häiriövyöhykkeen (Wmax–Wmin) osuus tuottavasta vyöhykkeestä (%)	40	45	41	35	28	42	42	31	39	37	35
W10 pysyvyydet kasvukaudella (1.6.–30.9.) (m)	119,14	119,58	119,36	119,22	118,49	119,34	119,41	119,09	119,30	119,24	119,18
W75 pysyvyydet kasvukaudella (1.6.–30.9.) (m)	118,90	119,13	118,77	119,89	118,47	118,90	119,24	118,87	119,21	119,03	118,99
Päivien määrä (lkm) vuoden aikana, jolloin vedenkorkeus on yli tason $N_{\text{hanke}} + 119,35$ m	27	45	14	0	0	22	40	0	0	0	0
Päivien osuus (%), jolloin vedenkorkeus on hyvällä tasolla ($N_{\text{hanke}} + 119,00$ – $119,30$ m) jaksolla 21.6.–31.10.	34	74	47	86	0	16	66	32	91	95	86
Päivien määrä (lkm), jolloin vedenkorkeus on alle tason $N_{\text{hanke}} + 118,90$ m jaksolla 21.6.–31.10.	42	0	26	13	133	6	0	59	0	2	0

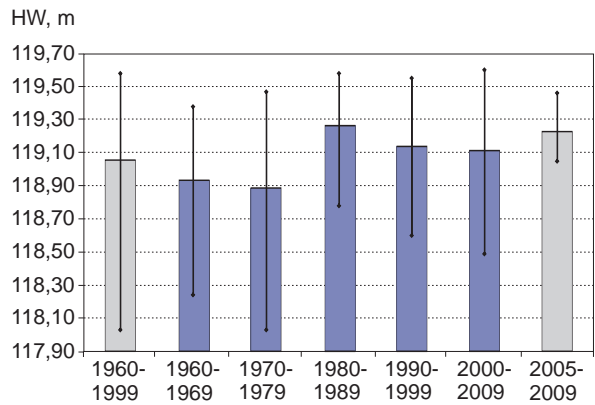
Vaikka talvialeneman suuruus ei ole keskimäärin muuttunut, on sen vaihteluväli kaventunut hieman (kuva 5.1). Jakson 2000–2009 suurin alenema 1,43 m on pienempi kuin muiden kymmenvuotisjaksojen suurimmat alenemat. Jakson 2000–2009 pienin alenema on ollut talvella 2003–2004, jolloin vedenkorkeudet ovat jäätymispäivän aikaan olleet erittäin matalalla. Kevään 2004 alin vedenkorkeus $N_{\text{hanke}} + 117,94$ m ei poikkea merkittävästi 2000-luvun keskimääräisestä kevään vedenkorkeudesta $N_{\text{hanke}} + 117,91$ m.

Ajankohdan 1.6.–15.7. ylin ja 1.8.–31.8. alin vedenkorkeus (m)

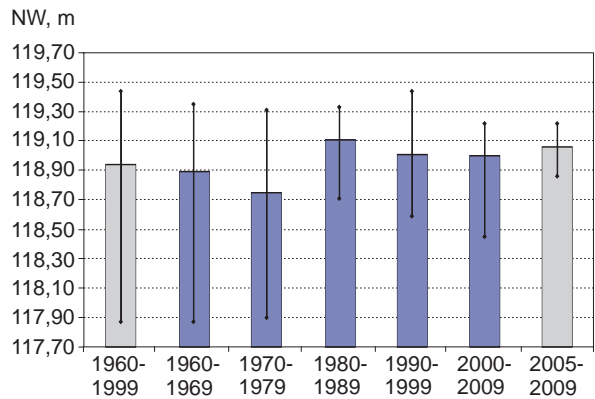
Keskimääräinen ylin vedenkorkeus 2000-luvulla, ajankohtana 1.6.–15.7., ei ole juurikaan poikennut vertailujakson 1960–1999 keskiarvosta; lisäystä on 0,05 m (kuva 5.2).

Korkeimmat keskimääräiset vedenkorkeudet ($N_{\text{hanke}} + 119,27$ m) ovat esiintyneet jaksolla 1980–1989 ja matalimmat ($N_{\text{hanke}} + 118,89$ m) jaksolla 1970–1979. Koko tarkastelujakson yksittäisen vuoden korkein vedenkorkeus kyseisenä ajankohtana, $N_{\text{hanke}} + 119,60$ m, on esiintynyt vuonna 2000.

Myöskään ajankohdan 1.8.–31.8. keskimääräinen alin vedenkorkeus ei 2000-luvulla ole poikennut vuosien 1960–1999 keskimääräisestä arvosta; nousua on 0,05 m (kuva 5.3). Ajankohdan 1.8.–31.8. alin vedenkorkeus on 2000-luvulla ollut keskimäärin 0,10 m pienempi kuin ajankohdan 1.6.–15.7. ylin vedenkorkeus.

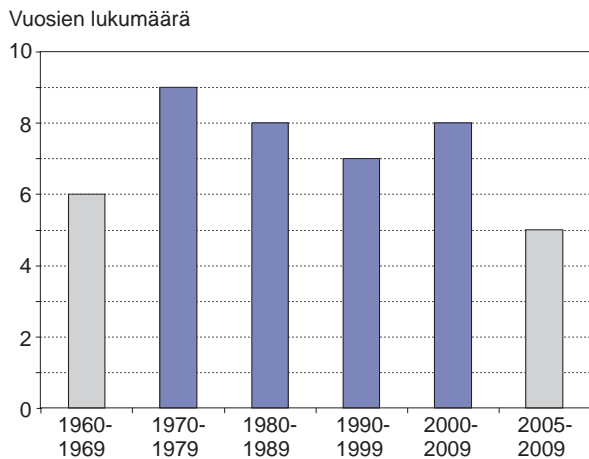


Kuva 5.2. Ajankohdan 1.6.–15.7. ylin vedenkorkeus eri tarkastelujaksolla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälin tarkastelujaksolta. Vertailujakso ja viimeisen viiden vuoden tarkastelujakso ovat harmaalla.



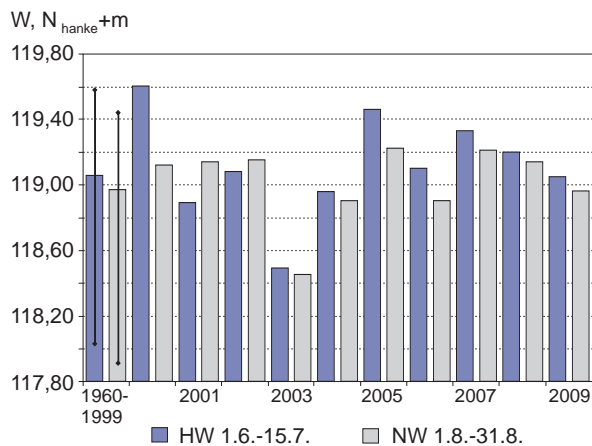
Kuva 5.3. Ajankohdan 1.8.–31.8. alin vedenkorkeus eri tarkastelujaksolla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälin tarkastelujaksolta. Vertailujakso ja viimeisen viiden vuoden tarkastelujakso ovat harmaalla.

Kuvassa 5.4 on verrattu 1.6.–15.7. ylintä vedenkorkeutta ajankohdan 1.8.–31.8. alimpaan vedenkorkeuteen. 2000-luvulla edellisen ajankohdan ylin vedenkorkeus on kahdeksana vuotena ollut korkeammalla kuin jälkimmäisen ajankohdan alin vedenkorkeus. Muina vuosina vedenkorkeus on jatkanut nousuaan 31.8. saakka. Vuosina 2005–2009 ajankohdan 1.6.–15.7. korkein vedenkorkeus on ollut elokuun alinta vedenkorkeutta korkeampi jokaisena vuotena.



Kuva 5.4. Sellaisten vuosien lukumäärät, jolloin HW ajankohdalla 1.6.–30.6. on ollut suurempi kuin NW ajankohdalla 1.8.–31.8. Vertailujakso ja viimeisen viiden vuoden tarkastelujakso ovat harmaalla.

Kuvassa 5.5 on esitetty vedenkorkeuden vuosikohtainen ylin arvo ajankohtana 1.6.–15.7. ja alin arvo ajankohtana 1.8.–31.8. tarkastelun 10-vuotiskauskoilla. Vertailujaksolta on esitetty keskimääräinen arvo sekä pienin ja suurin arvo. Vuonna 2001 ajankohdan 1.8.–31.8. alin vedenkorkeus on ollut 0,25 m korkeampi kuin edellisen ajankohdan ylin vedenkorkeus ja vuonna 2002 vastaavasti 0,07 m korkeampi.



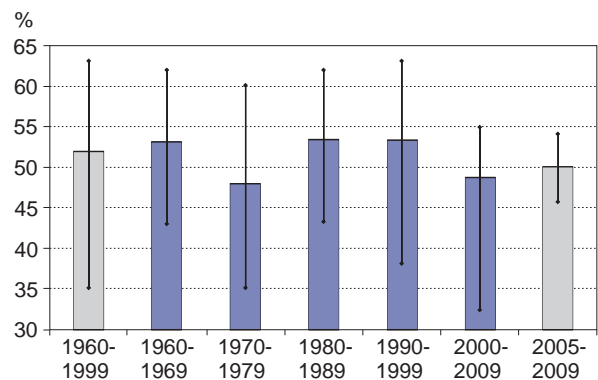
Kuva 5.5. Ajankohdan 1.6.–15.7. ylin vedenkorkeus ja ajankohdan 1.8.–31.8. alin vedenkorkeus vertailujaksolla ja vuosikohtaiset arvot 2000–2009. Pylvään korkeus esittää mittarin arvon ja jana vaihteluvälin tarkastelujaksolta.

Jäänpainaman vyöhykkeen osuus tuottavasta vyöhykkeestä (%)

Jäänpainaman vyöhykkeen osuus tuottavasta vyöhykkeestä ei ole muuttunut 2000-luvulla merkittävästi jaksoon 1960–1999 verrattuna (kuva 5.6). Keskimääräinen osuus on pienentynyt kolme prosenttiyksikköä (52 %:sta 49 %:iin). Talven 2003–2004 poikkeuksellisen pienen arvon (33 %) poistaminen ei vaikuta keskimääräiseen osuuteen.

Vaikka keskimääräinen arvo ei olekaan muuttunut merkittävästi, niin on huomattava, että 2000-luvulla suurin jäänpainaman vyöhykkeen osuus on ollut 55 %, kun muilla 10-vuotiskauskoilla se on ollut vähintään 60 %.

Jäänpainaman vyöhykkeen muutosta arvioitaessa on kuitenkin otettava huomioon Inarijärven tuottavan vyöhykkeen laajuus. Täten keskimääräinen muutos (kolme prosenttiyksikköä) vastaa 0,11 m muutosta vyöhykkeen pystysuuntaisessa laajuudessa ja viisi prosenttiyksikköä vastaavasti 0,18 m muutosta.

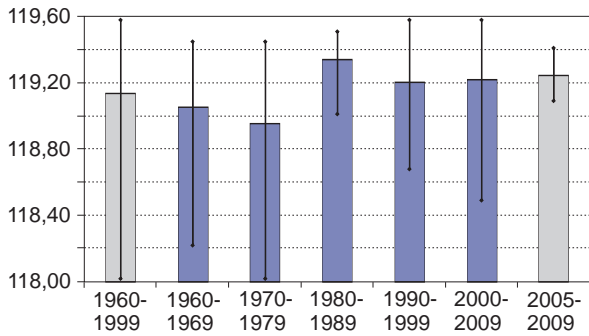


Kuva 5.6. Jäänpainaman vyöhykkeen osuus tuottavasta vyöhykkeestä eri tarkastelujaksoilla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälin tarkastelujaksolta. Vertailujakso ja viimeisen viiden vuoden tarkastelujakso ovat harmaalla.

Vedenkorkeuden 10 % pysyvyystaso määrittää saraikkovyöhykkeen laskennallisen ylärajan. Tarkastelujen perusteella tämä taso on 1980-luvulta lähtien ollut keskimäärin vähintään 0,06 m korkeammalla kuin jakson 1960–1999 keskimääräinen taso (kuva 5.7). Korkein keskimääräinen pysyvyystaso on esiintynyt 1980-luvulla ja korkein vuosikohtainen pysyvyystaso $N_{hanke} + 119,58$ m vuosina 1992 ja 2000.

Pysyvyys on ollut 2000-luvulla keskimäärin 0,08 m korkeammalla kuin jaksolla 1960–1999. On kuitenkin huomattava 2000-luvun kohdalla, että vuonna 2003 vedenkorkeus oli erittäin alhaalla ja sen lisäksi ainastaan vuonna 2006 pysyvyystaso on ollut alle jakson 1960–1999 keskimääräisen pysyvyystason.

W10 pysyvyys kasvukaudella 1.6.-30.9, m



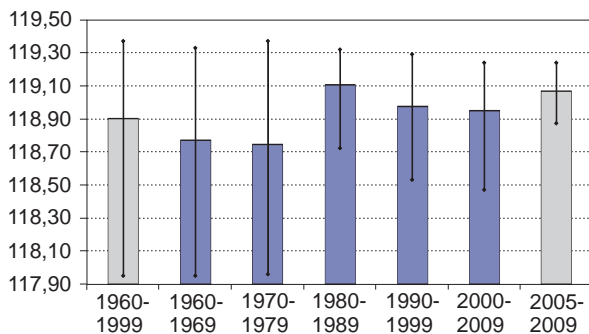
Kuva 5.7. Vedenkorkeuden 10 % pysyvyys tarkastelujaksoilla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälin tarkastelujaksolta. Vertailujakso ja viimeisen viiden vuoden tarkastelujakso ovat harmaalla.

Vedenkorkeuden 75 % pysyvyys kasvukaudella (1.6.-30.9.) (m)

Vedenkorkeuden 75 % pysyvyystaso määrittää saraikkovyöhykkeen laskennallisen alarajan. Tarkastelujen perusteella tämä taso on 10 % pysyvyystason tapaan ollut 1980-luvulta lähtien keskimäärin korkeammalla kuin vertailujakson 1960–1999 keskimääräinen taso (kuva 5.8). Korkein keskimääräinen pysyvyystaso on esiintynyt 1980-luvulla ja korkein vuosikohtainen pysyvyystaso $N_{\text{hanke}} + 119,39$ m vuonna 1992.

Pysyvyys on ollut keskimäärin 0,04 m korkeammalla 2000-luvulla kuin jaksolla 1960–1999. Vertailujaksoon verrattuna 2000-luvulla pysyvyystason vaihteluväli on kuitenkin kaventunut selvästi ja vuosina 2005–2009 pysyvyystason vaihteluväli on ollut vain 0,36 m.

W75 pysyvyys kasvukaudella 1.6.-30.9, m

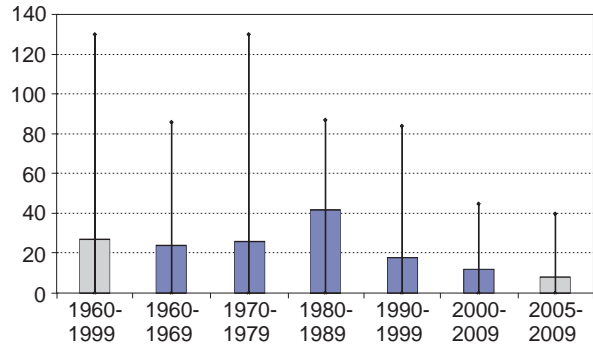


Kuva 5.8. Vedenkorkeuden 75 % pysyvyys tarkastelujaksoilla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälin tarkastelujaksolta. Vertailujakso ja viimeisen viiden vuoden tarkastelujakso ovat harmaalla.

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

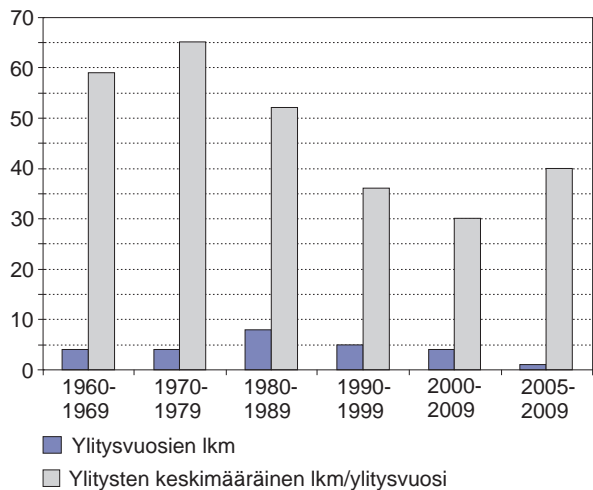
Vedenkorkeus on ylittänyt tason $N_{\text{hanke}} + 119,35$ m 2000-luvulla selvästi harvemmin kuin tarkastelujakson 1960–2009 aikaisempina kymmenvuotijaksoina (kuva 5.9).

Päivien lukumäärä, vrk



Kuva 5.9. Päivien määrä vuoden aikana, jolloin vedenkorkeus on ollut yli $N_{\text{hanke}} + 119,35$ m. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälin tarkastelujaksolta. Vertailujakso ja viimeisen viiden vuoden tarkastelujakso ovat harmaalla.

2000-luvulla on esiintynyt neljä vuotta, jolloin vedenkorkeus on ylittänyt ko. tason. Vastaavasti 1990-luvulla ylityksiä tapahtui viitenä ja 1980-luvulla kahdeksana vuotena. Myös ylitysten sekä suurin että keskimääräinen vuosittainen määrä on ollut jaksolla 2000–2009 selkeästi aikaisempaa pienempi (kuva 5.10).



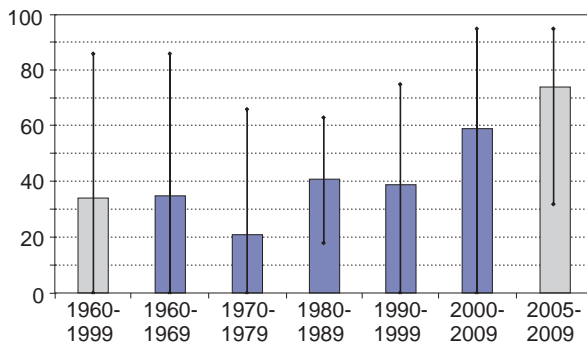
Kuva 5.10. Sellaisten vuosien lukumäärä, jolloin vedenkorkeus on ylittänyt tason $N_{\text{hanke}} + 119,35$ m ja kyseisinä vuosina esiintyneiden ylitysten keskimääräinen esiintymismäärä.

Neljän ylitysvuoden yhteenlaskettu ylitysvuorokausien lukumäärä 2000-luvulla on 121 vuorokautta eli ylityksiä on tapahtunut keskimäärin 30 vuorokautena ylitysvuotta kohden. 1990- ja 1980-luvuilla keskimääräisten ylitysten lukumäärät ylitysvuotta kohden ovat vastaavasti 36 ja 52 vuorokautta. Eniten ylitysvuosia (8 vuotta) esiintyi 1980-luvulla, mutta eniten ylitysvuorokausia ylitysvuotta kohden esiintyi 1970-luvulla: neljänä vuotena keskimäärin 65 vuorokautta vuotta kohden. 1970-luvulla esiintyi myös suurin ylitysten määrä vuodessa: 130 vuorokautta vuonna 1975 (kuva 5.10).

Päivien osuus (%), jolloin vedenkorkeus on virkistyskäytön kannalta hyvällä tasolla $N_{\text{hanke}} + 119,0-119,3$ m ajanjaksolla 21.6.–31.10.

Vedenkorkeuden pysyminen virkistyskäytön kannalta hyvällä tasolla ajanjaksolla 21.6.–31.10. on parantunut 2000-luvulla selvästi (kuva 5.11). Poikkeuksena 2000-luvulla on vuosi 2003, jolloin oli erittäin kuiva kesä, ja Inarijärven vedenkorkeus oli kesäkuusta lokakuuhun alle tason $N_{\text{hanke}} + 118,50$ m eikä täten ollut lainkaan hyvällä virkistyskäyttötasolla. Tästä huolimatta vuosien 2000–2009 keskiarvo 56 % on muita kymmenvuotisjaksoja suurempi. Koko tarkastelujakson 1960–2009 viidestä parhaasta pisyvyydestä neljä on esiintynyt 2000-luvulla ja yksi vuonna 1966.

Päivien osuus, %



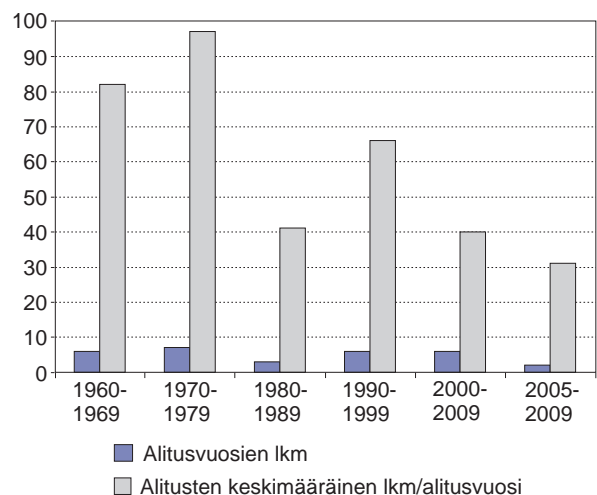
Kuva 5.11. Päivien osuus ajanjaksolla 21.6.–31.10, jolloin vedenkorkeus on virkistyskäytön kannalta hyvällä tasolla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälin tarkastelujaksolta. Vertailujakso ja viimeisen viiden vuoden tarkastelujakso ovat harmaalla.

Päivien määrä, jolloin vedenkorkeus on alle tason $N_{\text{hanke}} + 118,90$ m jaksolla 21.6.–31.10. (vrk)

Sellaisten päivien lukumäärissä, jolloin vedenkorkeus on ollut alle $N_{\text{hanke}} + 118,90$ m, ei ole havaittavissa selkeää trendiä, vaan niiden määrät ovat vaihdelleet runsaasti kaikilla osajaksolla (kuva 5.12). Eni-

ten alituksia on tapahtunut 1970-luvulla, jolloin alitusvuosia esiintyi 7 kpl ja keskimääräisiä alituksia 97 vuorokautta alitusvuotta kohden. Vähiten vastaavia vuosia on esiintynyt 1980-luvulla, jolloin niitä oli kolme ja keskimääräisiä alituksia alitusvuotta kohden 41 kpl.

2000-luvulla on esiintynyt kuusi vuotta, jolloin vedenkorkeus on alittanut ko. tason ja alituksia alitusvuotta kohden on ollut 40 kpl (kuva 5.12). Alituspäivien lukumäärää 2000-luvulla nostaa kuitenkin vuosi 2003, jolloin vedenkorkeus oli jakson 21.6.–31.10. jokaisena päivänä (133 vuorokautta) alle tason $N_{\text{hanke}} + 118,90$ m. Mikäli kyseistä vuotta ei lasketa mukaan, on 2000-luvulla esiintynyt edellä mainitun tason alituksia keskimäärin 21 kpl alitusvuotta kohden. Vertailujaksoon 1960–1999 verrattuna vedenkorkeus on 2000-luvulla kuitenkin kokonaisuudessaan alittanut tason selkeästi harvemmin.



Kuva 5.12. Sellaisten vuosien lukumäärä, jolloin vedenkorkeus on alittanut tason $N_{\text{hanke}} + 118,90$ m ja kyseisinä vuosina esiintyneiden alitusten keskimääräinen esiintymismäärä.

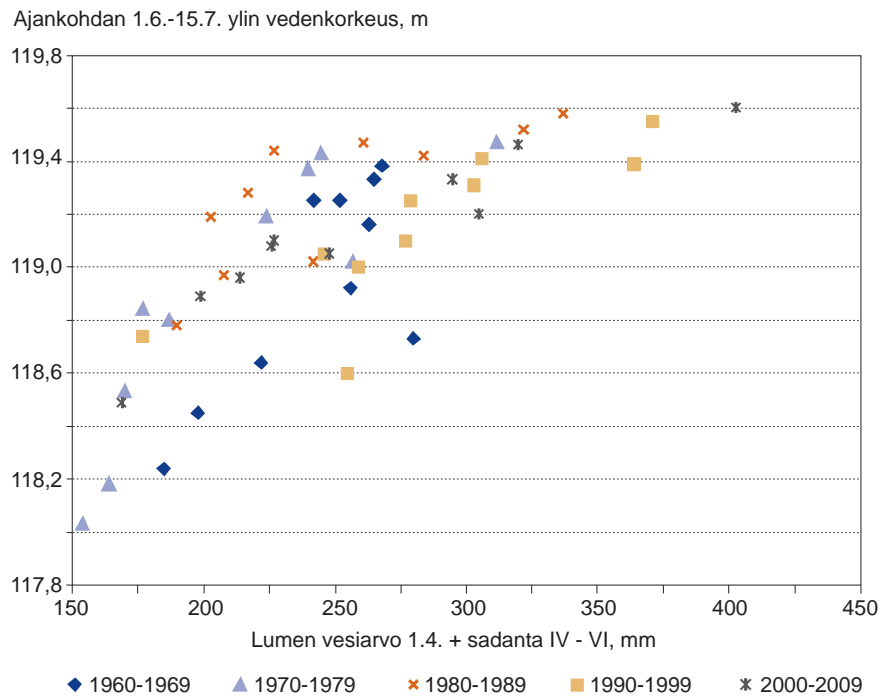
5.1.4

Hydrologisten olosuhteiden vaikutus kesän vedenkorkeuksiin

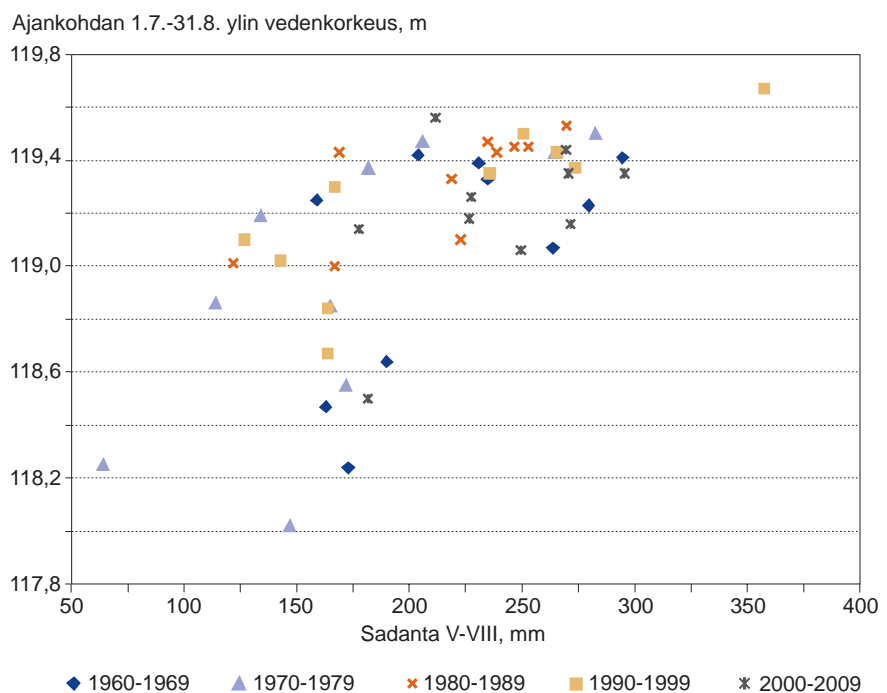
Säännöstelyn lisäksi järven vedenkorkeuksiin vaikuttavat myös hydrologiset olosuhteet valuma-alueella. Vedenkorkeuden nousuun talvialeneman jälkeen vaikuttavat pääasiassa talvella kertyneen lumen vesiarvo ja sadannan määrä lumen sulamiskaudella. Kesällä vaikuttavina tekijöinä ovat sadanta ja haihdunta.

Kuvassa 5.13 on esitetty vertailu ajankohdan 1.6.–15.7. korkeimman vedenkorkeuden ja 1.4. lumen vesiarvon sekä huhti-kesäkuun kokonaissadannan summan välillä. Kuvassa 5.14 on esitetty vastaava vertailu ajankohdan 1.7.–31.8. korkeimman vedenkorkeuden ja touko-elokuun

Kuva 5.13. Ajankohdan 1.6.–15.7. korkeimman vedenkorkeuden riippuvuus summamuuttujasta, jossa on laskettu yhteen lumen vesiarvo huhtikuun alussa sekä huhti-kesäkuun sadanta.



Kuva 5.14. Ajankohdan 1.7.–31.8. korkeimman vedenkorkeuden riippuvuus touko-elokuun sadannasta.

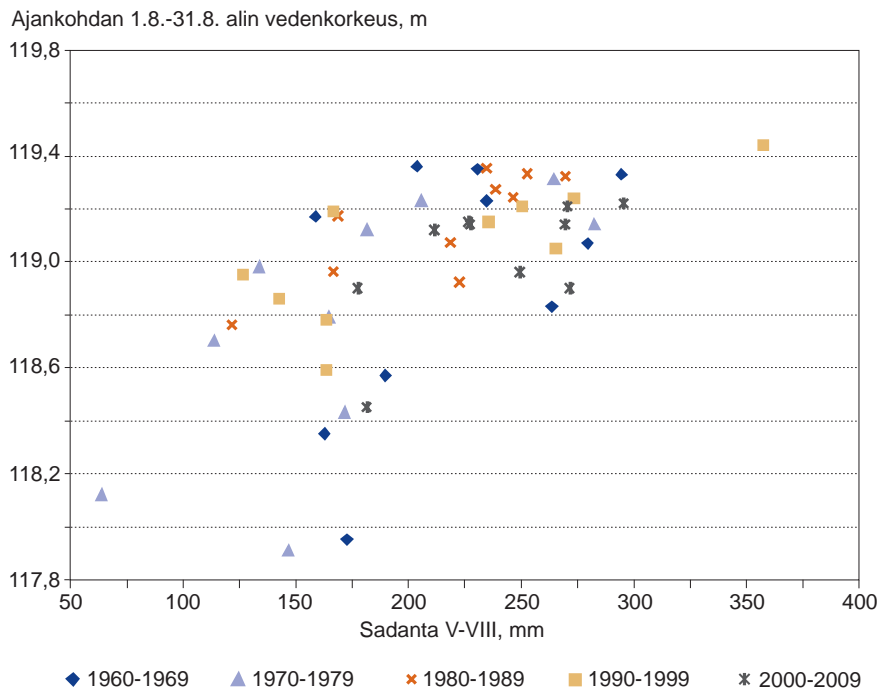


kokonaissadannan välillä. Vertailun tarkoituksena on selvittää, onko ylimmissä vedenkorkeuksissa tapahtunut muutos mahdollisesti seurausta hydrologisten olosuhteiden muutoksesta.

Tarkastelun perusteella 2000-luvulla alkukesän korkein vedenkorkeus on vaihdellut paljon vuosien välillä ja se on selvästi riippuvainen lumen vesiarvon ja alkukesän kokonaissadannan summasta. Verrattaessa 2000-luvun tilannetta edeltäviin vuosiin havaitaan, että aivan ylimmät vedenkorkeudet ovat alentuneet hieman. Tämän voidaan arvioida

olevan pääosin säännöstelykäytännöstä johtuvaa, sillä vesiolosuhteiltaan samankaltaisina vuosina 2000-luvun vuodet ovat yleensä jääneet aikaisempia vuosia alemmalle tasolle. Yhtenä säännöstelysuosituksenahan on välttää yli $N_{\text{hanke}} + 119,35$ m vedenkorkeuksia. Tässä tavoitteessa on siis alkukesästä onnistuttu hyvin.

Kuvassa 5.15 on esitetty vertailu ajankohdan 1.8.–31.8. alimman vedenkorkeuden ja touko-elokuun kokonaissadannan välillä. Inarijärvi-hankkeen suosituksissa säännöstelyn tavoitteiksi



Kuva 5.15. Ajankohdan 1.8.–31.8. alimman vedenkorkeuden riippuvuus touko-elokuun sadannasta.

on esitetty, että vedenkorkeus ei alittaisi tasoa $N_{\text{hanke}} + 118,90$ m ajankohtana 21.6.–31.10. Vertailun tarkoituksena on selvittää, onko kesän alimpien vedenkorkeuksien nousu seurausta hydrologisissa oloissa tapahtuneista muutoksista.

Vedenkorkeus on 2000-luvulla ajankohtana 1.8.–31.8. pyritty pitämään yli tason $N_{\text{hanke}} + 118,90$ m. Vedenkorkeus onkin kyseisenä ajankohtana alimmillaan ollut alle tason $N_{\text{hanke}} + 118,90$ m vain vuonna 2003. Lisäksi lähellä tavoitteellista alarajaa on 2000-luvulla oltu kolmena vuotena. Tältä osin tavoitteessa on siis onnistuttu hyvin. Kuvan perusteella sadanta on 2000-luvun kesinä ollut kuutena vuotena kymmenestä jakson keskimääräistä suurempi, joten se selittää osan myönteisestä muutoksesta.

Kuvan 5.15 perusteella voidaan myös arvioida sadannan vaikutusta siihen, että kesän vedenkorkeuden alentamistavoitteessa ei 2000-luvulla ole onnistuttu kaikkina vuosina: kahtena vuotena vedenkorkeus on ollut nouseva koko kesän ajan. Useat keskimääräistä märemmät kesät 2000-luvulla ovat vaikeuttaneet alenevan vedenkorkeuden tavoitteen saavuttamista.

5.1.5

Inarijärven vedenkorkeuden vaihtelun vertailu muihin suomalaisiin järviin

Inarijärvi on pinta-alaltaan Suomen toiseksi suurin säännöstelty järvi. Kahden mittarin osalta Inarijärven arvoja verrattiin yhdeksään muuhun järveen, jotka ovat pinta-alaltaan Suomen kymmenen suurimman

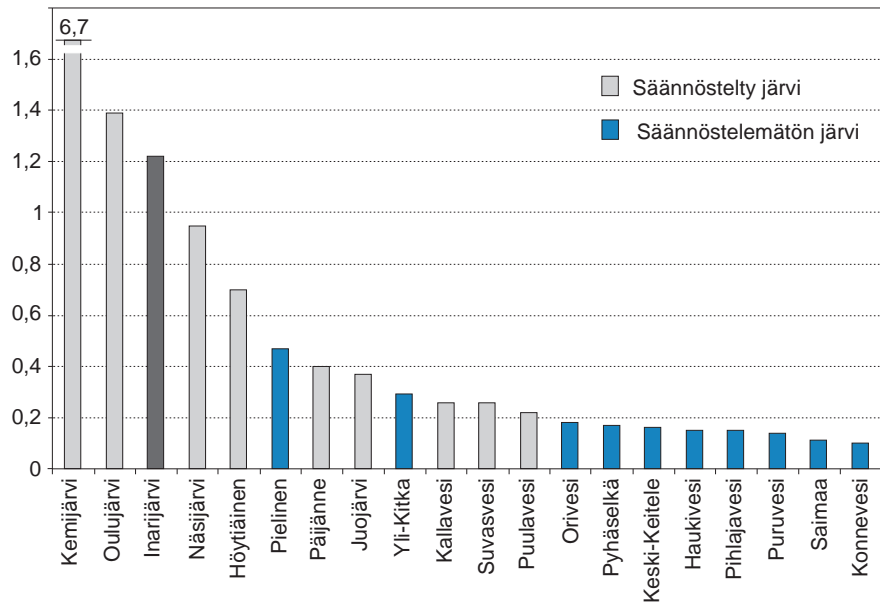
säännöstellyn järven joukossa sekä kymmeneen Suomen suurimpaan säännöstelemättömään järveen.

Tarkasteltavat mittarit olivat talvialeneman suuruus (m) jäätymispäivästä jäänlähtöpäivään sekä kevättulvan suuruus (m) verrattuna avovesikauden keskimääräiseen vedenkorkeuteen. Muiden järvien keskimääräinen arvo on laskettu vuosien 1980–2008 vedenkorkeuksien perusteella. Pielinen ja Saimaa on käsitelty luonnonmukaisina, sillä niissä noudatetaan pääosin luonnonmukaista purkautumiskäyrää ja siitä poikkeavaa säännöstelyä harjoitetaan vain poikkeustapauksissa.

Talvialeneman keskimääräinen suuruus on Inarijärven suurten järvien joukossa kolmanneksi suurin (kuva 5.16). Selvästi suurin talvialenema on Kemijärven ja toiseksi suurin Oulujärven. Luonnonmukaisista järivistä suurin talvialenema esiintyy Pielisessä. Pielistä ja Yli-Kitkaa lukuun ottamatta vertailussa mukana olevissa luonnontilaisissa järvisä talvialeneman suuruus on alle 0,20 m.

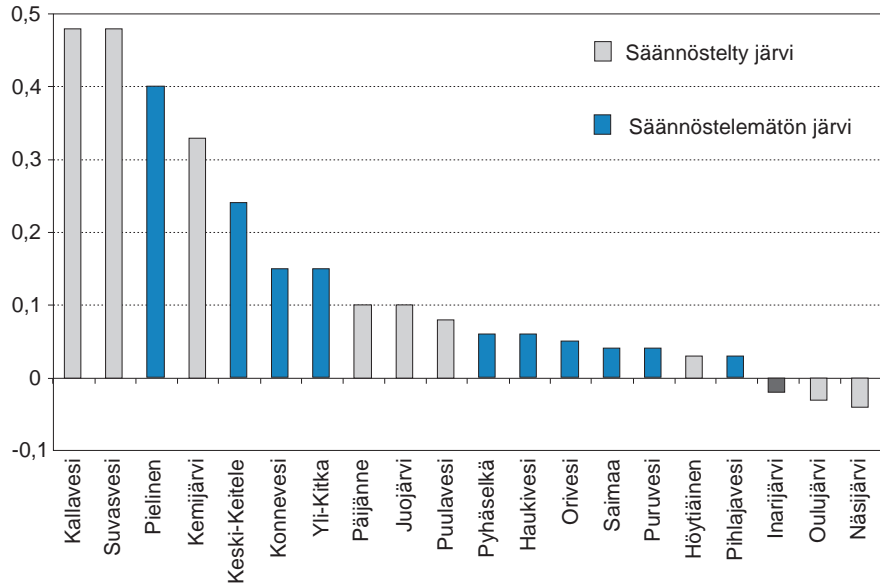
Kevättulvan suuruutta on arvioitu avovesikauden mediaaniin verrattuna (kuva 5.17). Inarijärven vedenkorkeudessa ei jokaisena vuotena ole ollut selkeästi erotettavaa kevätluippua, vaan vedenkorkeus on pysynyt tasaisena tai noussut kesän ajan (ks. kuva 5.5). Järven kevättulvan korkeus avovesikauden mediaaniin nähden onkin pitkällä aikavälillä ollut negatiivinen eli avovesikauden vedenkorkeus on ollut tulva-ajan huippua korkeampi. Myös Oulujärven ja Näsijärven tulvan korkeus on ollut keskimäärin avovesikauden vedenkorkeutta alempi.

Talvialenema jäätymispäivästä jäänlähtöpäivään, m



Kuva 5.16. Talvialeneman keskimääräinen suuruus (m) pinta-alaltaan Suomen kymmenessä suurimmassa säännöstellyssä ja säännöstelemättömässä järvestä. Inarijärvi on merkitty mustalla.

Kevättulvan suuruus, m



Kuva 5.17. Kevättulvan keskimääräinen suuruus (m) verrattuna avovesikauden mediaaniin pinta-alaltaan Suomen kymmenessä suurimmassa säännöstellyssä ja säännöstelemättömässä järvestä. Inarijärvi on merkitty mustalla.

Inarijärven säännöstely on siis suomalaisiin suurjärviin verrattuna varsin voimakasta. Talvisen vedenpinnan laskun vaikutukset rantavyöhykkeessä riippuvat myös tuottavan vyöhykkeen laajuudesta, joka suuressa osassa Inarijärveä on suurempi kuin muilla vertailujärvillä. Toisaalta järven pohjoisen sijainnin ja karuuden vuoksi säännöstelyn rantavyöhykettä karuunnuttava vaikutus voi olla vesiekosysteemin kannalta haitallisempi kuin perustuotannoltaan suuremmissa eteläisissä järvissä.

5.1.6

Yhteenveto

Tarkastelujen perusteella Inarijärven vedenkorkeuksissa on tapahtunut vain vähäisiä muutoksia 2000-luvulla verrattuna vuosiin 1960–1999. Muutokset ovat olleet vesiluonnon ja virkistyskäytön kannalta myönteisiä.

2000-luvun mittariarvojen muutoksen suuntaa ja merkittävyyttä vertailujaksoon nähden arvioitiin yhdeksänportaisella asteikolla. Yhteenveto

Taulukko 5.4. Yhteenveto mittaritarkastelun tuloksista. Muutos kuvaa mittarin arvon muutosta jaksolla 2000–2009 vertailujaksoon 1960–1999 verrattuna.

Muuttuja	Nro	Mittarin nimi	Muutos vertailujaksoon	Arvio mahdollisista vaikutuksista vesistön tilaan ja käyttöön
Ylesimittarit	1	Talvialeneman suuruus (ajanjakso JP–JLP)(m)	Ei muutosta	Ei vaikutusta
	2	Ajankohdan 1.6–15.7. ylin vedenkorkeus (m)	Ei muutosta	Ei vaikutusta
	3	Ajankohdan 1.8–31.8. alin vedenkorkeus (m)	Ei muutosta	Ei vaikutusta
Vesiluonto	4	Jäänpainaman rantavyöhykkeen osuus tuottavasta vyöhykkeestä (%)	Pienentynyt vähän	Vähäinen positiivinen vaikutus
	5	Jäätävän vyöhykkeen alaraja (m)	Pienentynyt vähän	Vähäinen positiivinen vaikutus
	6	Häiriövyöhykkeen ($W_{max}-W_{min}$)osuus tuottavasta vyöhykkeestä (%)	Pienentynyt vähän	Vähäinen positiivinen vaikutus
	7	W10 pysyvyys kasvukaudella 1.6.–30.9.	Ei muutosta	Ei vaikutusta
	8	W75 pysyvyys kasvukaudella 1.6.–30.9.	Ei muutosta	Ei vaikutusta
Eroosio	9	Päivien määrä (lkm) vuoden aikana, jolloin vedenkorkeus on yli $N_{hanke} + 119,35$ m	Pienentynyt vähän	Vähäinen positiivinen vaikutus
Virkistyskäyttö	10	Päivien osuus, jolloin vedenkorkeus on hyvällä tasolla ($N_{hanke} + 119,00-119,30$ m) jaksolla 21.6.–31.10. (%)	Kasvanut vähän	Vähäinen positiivinen vaikutus
	11	Päivien määrä (lkm) vuoden aikana, jolloin vedenkorkeus on alle $N_{hanke} + 118,90$ m jaksolla 21.6.–31.10.	Pienentynyt vähän	Vähäinen positiivinen vaikutus

mittareiden laadullisista muutoksista on esitetty taulukossa 5.4. Mittareiden arvoissa on eroja eri vuosikymmenten välillä, mutta valtaosassa niistä ei kuitenkaan ole nähtävissä selkeää trendiä. Täten muutoksista ei voi sanoa, että ne johtuisivat ainoastaan säännöstelykäytännöstä, vaan myös tarkastelujaksojen hydrologialla on merkitystä.

Merkittävin myönteinen vaikutus on kesävedenkorkeuden pysyminen virkistyskäytön kannalta hyvällä tasolla aikaisempaa enemmän. Toisaalta vedenkorkeuden vaihtelun vähenemisellä on pitkällä aikavälillä ilmaversoiskasvillisuutta kaventava vaikutus. Tältä osin siis virkistyskäytön ja vesiluonnon tilatavoitteet ovat keskenään ristiriidassa.

Inarijärvi-hankkeessa esitettyihin vedenkorkeuksiin liittyvät suositukset eivät ole sellaisenaan täysin toteutuneet. Yli tason $N_{hanke} + 119,35$ m ja alle tason $N_{hanke} + 118,90$ m vedenkorkeuksien lukumäärät ovat vähentyneet jonkin verran, mutta vedenkorkeuden rytmi kesän tulvahuipun jälkeen ei kuitenkaan ole 2000-luvulla ollut selkeästi aleneva, vaan vedenpinnan nousu on useana vuonna jatkunut elo-syyskuulle asti. 2000-luvun useat keskimääräistä märemmät kesät ovat vaikeuttaneet alenevan vedenkorkeuden tavoitteen saavuttamista.

Tulosten perusteella eri vuosien välillä ei esiinny niin merkittäviä eroja keskenään, että vuotuiset tarkastelut olisivat jatkossa perusteltuja. Tämän sijasta esimerkiksi viiden vuoden välein suoritettavat tarkastelut riittävät.

LÄHTEET

Marttunen, M., Hellsten, S., Puro, A., Huttula, E., Nenonen, M.-L., Järvinen, E., Salonen, E., Palomäki, R., Huru, H. ja Bergman, T. 1997. Inarijärven tila, käyttö ja niihin vaikuttavat tekijät. Suomen ympäristö 58. 197 s.

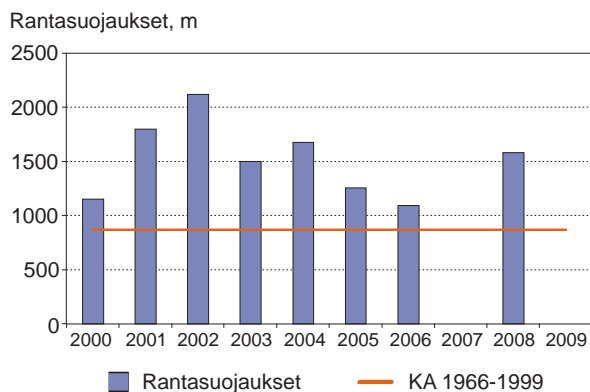
Muut säännöstelyyn liittyvät mittarit

Rantavyörymät ja rantasuojaukset

Annukka Puro-Tahvanainen, Juha-Petri Kämäräinen, Risto Lampela

Vesistötoimikunnan 25.3.1957 antamassa päätöksessä määrättiin muun muassa maksettavaksi korvaukset vuosina 1948–1954 Inarijärven säännöstelyä 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 1966–2009 yhteensä 41 809 m, josta Inarijärvellä 11 583 m ja Ivalojoella 30 226 m. Tähän mennessä tehdyt rantasuojaukset kattavat Inarijärven rantaviivasta (3 310 km) 1,25 % ja Ivalojoen säännöstelyn vaikutuksen alaisesta rantaviivasta (78 km) noin 38 %.

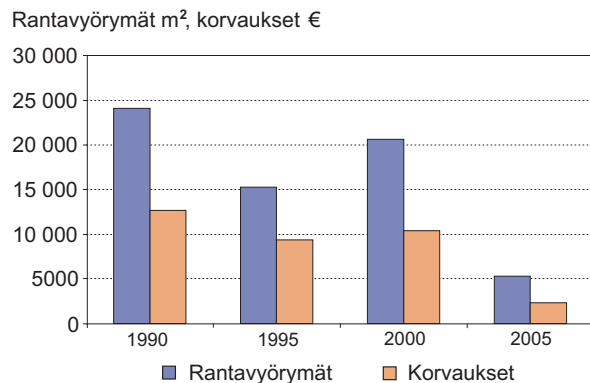


Kuva 5.18. Inarijärvellä ja Ivalojoella tehdyt rantasuojaukset keskimäärin vuosina 1966–1999 ja 2000-luvulla.

Vuosina 1966–1999 rantasuojauksia on tehty keskimäärin noin 870 m vuodessa (kuva 5.18). Rantasuojauksia ei ole tehty 2000-luvulla ollenkaan vuosina 2007 ja 2009, jolloin velvoiterahat on käytetty Inarijärven kalanviljelylaitoksen saneeraukseen. Muina 2000-luvun vuosina rantasuojauksia on tehty keskimäärin noin 1 520 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 sijoittuivat pääosin Ivalojoen rannoille, jossa törmät ovat korkeita. Tällöin samalla rahamäärällä on saatu tehtyä vähemmän rantametrejä kuin Inarijärven ja Koppelon alueen matalilla rannoilla, mihin suojaukset ovat painotuneet 2000-luvulla. Suunnitelmien mukaan kaikki rantasuojauskohteet saadaan pääosin toteutettua vuoteen 2015 mennessä, mikäli rahoitus pysyy nykytasolla. 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 5.19 on esitetty vuosina 1990–2005 tehtyjen mittausten mukaiset rantavyörymät ja niiden perusteella maksetut korvaukset. Vyöryneiden rantojen ja korvausten määrä näyttää pienentyneen 2000-luvulla, mikä johtuneen 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 liittyviä veloitteita koskevista mittareista ei ole voitu tehdä vertailujakson hajontaan pohjautuvaa tarkastelua, koska vertailujaksolta tietoja on ainoastaan muutamalta vuodelta tai



Kuva 5.19. Vuosina 1990–2005 tehtyjen mittausten mukaiset rantavyörymien määrät (m²) ja niiden perusteella maksetut korvaukset (€).

tiedossa on vain vertailujakson keskiarvo. Tämän vuoksi velvoitetöitä koskevien mittareiden muutosta 2000-luvulla on tarkasteltu prosentuaalisena muutoksena vertailujaksoon nähden (taulukko 5.5). Tarkastelun perusteella rantasuojauksen määrä suojatun rantaviivan pituuden mukaan on kasvanut 2000-luvulla huomattavasti, kun taas rantavyörymien ja maksettujen korvausten määrä on vähen-

tynyt. 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 maise- mallisesti häiritsevinä erämaisella järvellä.

Taulukko 5.5. Yhteenveto rantavyörymiä ja rantasuojauksia koskevista mittareista. Muutos kuvaa mittarin arvon muutosta 2000-luvulla vertailujaksoon 1960–1999 nähden.

Nro	Mittari	Muutos vertailujaksoon	Arvio mahdollisista vaikutuksista vesistön tilaan ja käyttöön
1	Rantasuojaukset (m)	Kasvanut erittäin suuresti	Vyörymien määrä: Kohtalainen positiivinen Maisema: Vähäinen negatiivinen
2	Rantavyörymät (m ²)	Vähentynyt suuresti	Kohtalainen positiivinen
3	Korvaukset (€)	Vähentynyt suuresti	Ei vaikutusta



Ivalojoen Tullinrannan vyöryvää rantaa ennen kunnostusta (kuva Risto Lampela).



Ivalojoen Tullinranta rantasuojauksen jälkeen (kuva Tuomo Salakka).



Vesinäytteenottoa Ukonselällä (kuva Annukka Puro-Tahvanainen).

6 Kuormitus ja veden laatu

Annukka Puro-Tahvanainen

6.1

Aineisto ja menetelmät

Pistekuormitusta koskevat vesistökuormitustiedot on poimittu Suomen ympäristökeskuksen ylläpitämästä valvonta- ja kuormitustietojärjestelmästä (VAHTI). Inarijärven valuma-alueen jätevedenpuhdistamoiden osalta tiedot on saatavissa järjestelmästä vuodesta 1988 lähtien ja kalanviljelylaitosten osalta vuodesta 1991 alkaen, minkä vuoksi pistekuormituksen kehittymistä tarkastellaan vuodesta 1991 lähtien. Nykyinen pistekuormitus on laskettu vuosien 2000–2009 keskiarvona.

Hajakuormitusta koskevat tiedot on laskettu Suomen ympäristökeskuksen kehittämällä VEPS-järjestelmällä, jonka avulla voidaan arvioida eri kuormituslähteiden suuruutta koko vesistöalueella tai pienemmällä osa-alueella. Järjestelmä arvioi erikseen maatalouden, metsätalouden, luonnonhuuhtouman, laskeuman ja haja-asutuksen aiheuttaman kuormituksen. Kuormitusarviot perustuvat eri maankäyttömuotojen pinta-aloihin sekä kulkekin toiminnalle mallinnettuihin tai mitattuihin ominaiskuormitusarvoihin. Arvio koko Paatsjoen vesistöalueen tämänhetkisestä hajakuormituksesta on laskettu vuosien 2000–2007 tulosten keski-

arvona. Inarijärven 2000-luvulla tuleva keskimääräinen vuosittainen ravinnekuorma laskettiin edellä esitettyjen pistekuormituksen, lähivaluma-alueen hajakuormituksen ja Inarijärven laskevien jokien (Ivalojohti, Juutuanjoki, Kirakkajoki) vuosien 2000–2008 ainevirtaamien perusteella.

Inarijärven veden laatua on tarkasteltu kolmen pitkäaikaisessa seurannassa olevan havaintopaikan, Juutuanvuonon, Nuoraselän ja Vasikkaselän havaintopaikkojen tulosten perusteella. Yhtenäisimmät aikasarjat ovat Vasikkaselän havaintopaikalta, sillä Juutuanvuonossa ja Nuoraselällä seurannassa on ollut välillä katkoksia ja vuodesta 2006 lähtien Juutuanvuonon havaintopaikka on ollut pelkästään velvoitetarkkailussa, minkä vuoksi joitakin muuttujia on jäänyt pois seurannasta. Tiedot on poimittu ympäristöhallinnon Pintavesien tilan tietojärjestelmästä (Pivet). Tarkasteluun valittiin yhteensä kuusi veden laatu muuttujaa sekä Vasikkaselän havaintopaikan osalta myös pohjan läheinen hapen kyllästysaste (%) ja lämpötila (taulukko 6.1). Analyysimenetelmien muutoksista johtuen vertailukelpoiset aikasarjat ovat pääsääntöisesti 1970-luvun puolivälistä lähtien, mutta yhtenäisyyden vuoksi tarkastelujaksoksi valittiin vuodet 1980–2009.

Taulukko 6.1. Tarkastelussa mukana olevat veden laadun seuranta- ja muuttujat.

Havaintopaikka	Seurannan alkup	Syvyys (m)	Puuttuvia seurantatuloksia
Inarijärvi Juutuanvuono 3	1974	22	2006, 2007, 2009 (väriluku, alkaliniteetti)
Inarijärvi Nuoraselkä P14D	1979	30	2000–2003 (kaikki), 2004, 2005 (klorofylli-a)
Inarijärvi Vasikkaselkä I5I	1965	95	
Muuttuja	Yksikkö	Syvyysvyöhyke	Huom.
Näkösyvyys	m		
Väriluku	mgPt/l	1–5 m	
Kokonaisfosfori	µg/l	1–5 m	
Kokonaistyyppi	µg/l	1–5 m	
Klorofylli-a	µg/l	0–5 m	
Alkaliniteetti	mmol/l	1–5 m	
Hapen kyllästysaste	%	1 m pohjasta	Vasikkaselkä
Lämpötila	°C	1 m pohjasta	Vasikkaselkä

Aikasarjoissa mahdollisesti havaittavia kehityssuuntia tarkasteltiin havaintopaikoittain ja muuttujittain Seasonal Kendall –testillä, joka ottaa huomioon veden laadussa tyypillisesti esiintyvän vuodenaikaisvaihtelun. Tilastollista testausta varten aineistosta laskettiin vuosittaiset kuukausikeskiarvot kullekin muuttujalle. Lopullisessa mittaritarkastelussa aineistoa yksinkertaistettiin laskemalla kullekin havaintopaikalle muuttujien vuosikeskiarvot sekä 10-vuotisjaksoittain kullekin havaintopaikalle ja muuttujalle lasketut keskiarvot ja vaihteluvälit. 2000-luvulla mahdollisesti tapahtunutta muutosta vertailujaksoon nähden arvioitiin erikseen kullakin havaintopaikalla.

6.2

Kuormitus

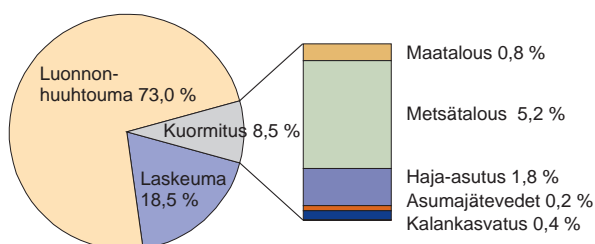
Paatsjoen vesistöalueella vesistöihin tulevasta laskennallisesta fosforin ja typen ainemäärästä huomattava osa on peräisin luonnonhuuhtoumasta ja suoraan vesistöihin tulevasta laskeumasta (kuvat 6.1 ja 6.2). Ainoastaan 8,5 % kokonaisfosforin ja 4,5 % kokonaistypen kuormituksesta johtuu suoraan ihmistoiminnasta. Suurin osa ihmistoiminnasta

aiheutuvasta kuormituksesta tulee hajakuormituksen maa- ja metsätaloudesta sekä haja-asutuksesta. Pistemäisiä kuormituslähteitä ovat asumajätevedet sekä kalankasvatuksen aiheuttama kuormitus.

Inarijärveen kohdistuva pistemäinen kuormitus muodostuu jätevedenpuhdistamoiden ja kalankasvatuslaitosten aiheuttamasta kuormituksesta. Alueella on toiminut vuosina 1991–2009 kolme jätevedenpuhdistamoa: Inarin kirkonkylän, Mellanaavan ja Saariselän jätevedenpuhdistamot, joista Saariselän puhdistamon toiminta on päättynyt ja jätevedet on johdettu Mellanaavan puhdistamolle vuodesta 2005 alkaen. Alueella on toiminut myös kolme kalanviljelylaitosta, joista yksi (Saamen Lohi Ky) on lopettanut toimintansa kesällä 1996. Sarmijärven laitoksen toiminta päättyy vuoden 2010 loppuun mennessä.

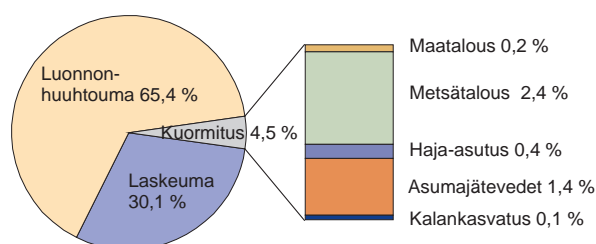
Pistemäinen fosforikuormitus on vähentynyt huomattavasti 1990-luvun puolivälistä lähtien kalanviljelyn supistumisen ja tehostuneen rehunkäytön sekä jätevedenpuhdistamoiden uusimisen ja puhdistusmenetelmien tehostumisen johdosta (kuva 6.3). Sen sijaan tyyppikuormituksen määrä on kasvanut lähinnä keskitettyyn jäteveden puhdistukseen liittyneiden asukkaiden määrän ja

Kokonaisfosforin kuormitus



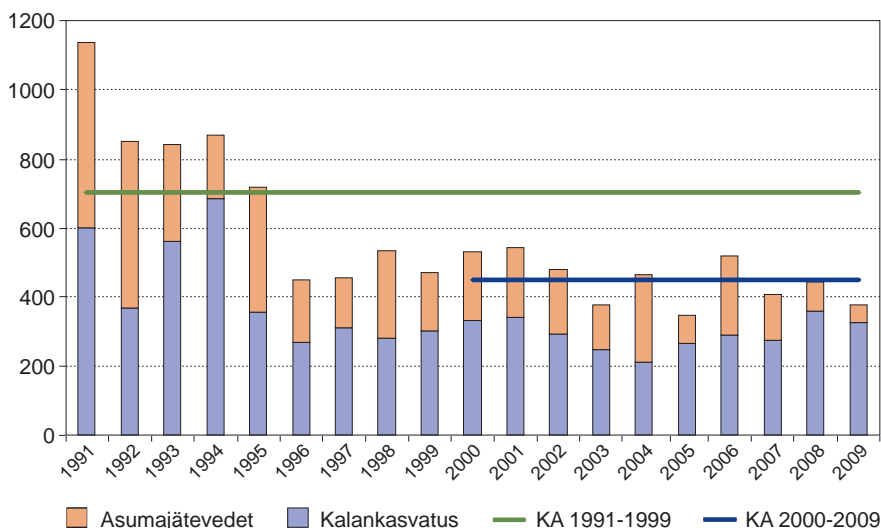
Kuva 6.1. Arvio vesistöihin kohdistuvasta kokonaisfosforin kuormituksen jakaumasta Paatsjoen vesistöalueella.

Kokonaistypen kuormitus

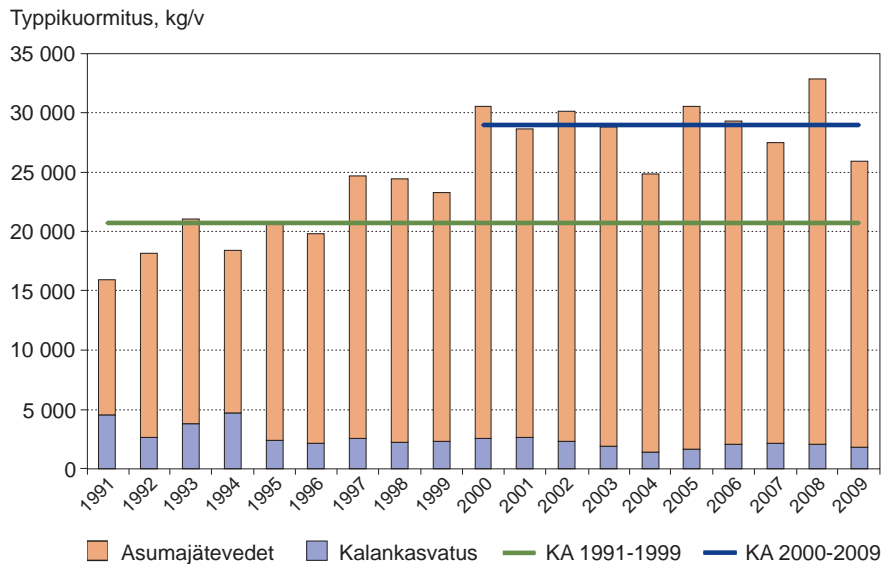


Kuva 6.2. Arvio vesistöihin kohdistuvasta kokonaistypen kuormituksen jakaumasta Paatsjoen vesistöalueella.

Fosforikuormitus, kg/v



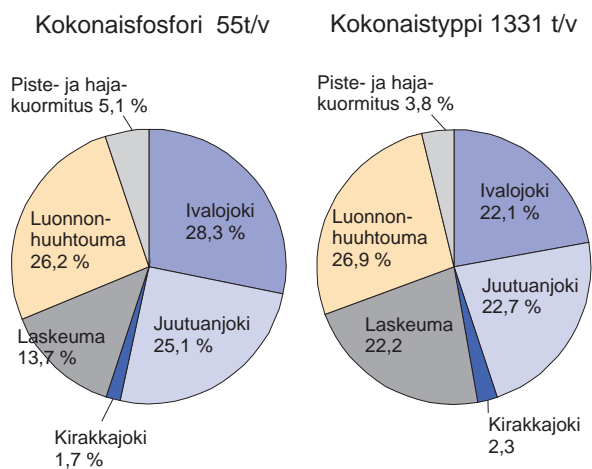
Kuva 6.3. Pistemäisen kokonaisfosforin kuormituksen kehittyminen vuosina 1991–2009.



Kuva 6.4. Pistemäisen kokonaistyy-
pen kuormituksen kehittyminen vuosina 1991–2009.

Saariselän matkailukeskuksen matkailijamäärien kasvun myötä (kuva 6.4). Typpikuormituksen kasvu johtuu siitä, että typpeä ei aktiivisesti poisteta kyseisillä jätevedenpuhdistamoilla, minkä vuoksi puhdistustehokkuudet ovat huomattavasti fosforin puhdistustehokkuuksia pienempiä.

Inarijärven tulevista kokonaisravinteista huomattava osa tulee Ivalojoen ja Juutuanjoen kuljettamien ainemäärien mukana, lähivaluma-alueelta tapahtuvana luonnonhuuhtoumana ja suoraan järveen kohdistuvana laskeumana (kuva 6.5). Pistekuormitus ja lähivaluma-alueen hajakuormitus muodostavat yhteensä 5,1 % kokonaisfosforin ja 3,8 % kokonaistyy-
pen kuormasta. Laskelmassa on arvioitu pistemäisen kuormituksen tulevan kokonaisuudessaan suoraan järveen. Keskimäärin Inarijärven on tullut 2000-luvulla noin 55 tonnia fosforia ja 1 331 tonnia typpeä vuodessa.



Kuva 6.5. Inarijärven tuleva kokonaisfosforin ja kokonaistyy-
pen keskimääräinen vuosikuorma ja sen jakautuminen 2000-luvulla.

6.3

Veden laatu

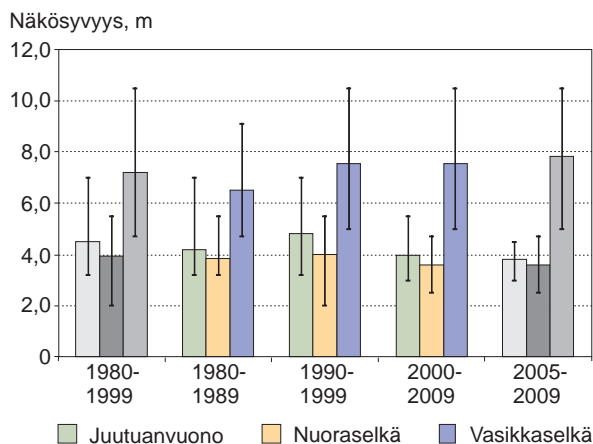
Avovesikauden keskimääräinen näkösyvyys on ollut Juutuanvuonossa 4,5 m, Nuoraselällä 3,9 m ja Vasikkaselällä 7,2 m vuosina 1980–1999 (kuva 6.6 ja taulukko 6.2). Avovesikauden näkösyvyudessa ei ole havaittavissa tilastollisesti merkitsevää kehityssuuntaa millään havaintopaikalla koko tarkastelujaksolla (1980–2009). Juutuanvuonossa näkösyvyys on ollut 2000-luvulla vähän vertailujaksoa pienempi ja Vasikkaselällä vähän vertailujaksoa suurempi (taulukko 6.3).

Väri-luku on Nuoraselällä ollut 2000-luvulla kohtalaisesti suurempi kuin vertailujaksolla 1980–1999 (kuva 6.7), mutta millään havaintopaikalla väri-luvussa ei ole havaittavissa tilastollisesti merkitsevää kehityssuuntaa koko tarkastelujaksolla (taulukko 6.3).

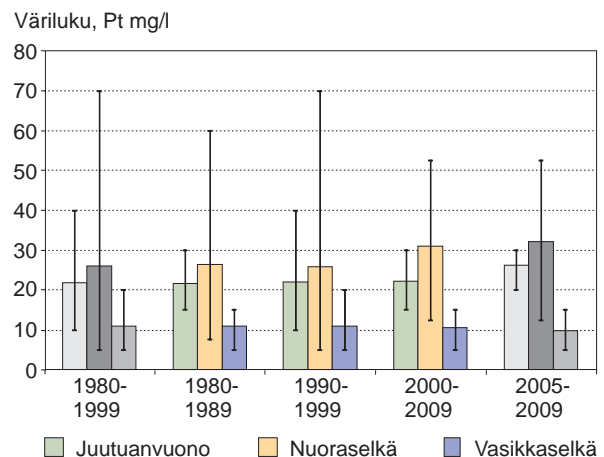
Kokonaisfosforin (kuva 6.8), kokonaistyy-
pen ja klorofylli-a:n pitoisuuksissa on Vasikkaselän havaintopaikalla laskeva kehityssuunta (Seasonal Kendal -testi, $p \leq 0,05$), mutta Juutuanvuonossa ja Nuoraselällä kokonaisravinteiden tai klorofylli-a:n pitoisuudessa ei ole selvää kehityssuuntaa koko tarkastelujaksolla. 2000-luvulla Juutuanvuonon ja Nuoraselän havaintopaikoilla on havaittavissa vähäistä kokonaisfosforipitoisuuden kasvua vertailujaksoon nähden, kun taas Vasikkaselällä kokonaisfosforipitoisuus on pienentynyt kohtalaisesti (kuva 6.9 ja taulukko 6.3). Kokonaistyy-
pen osalta Nuoraselällä on 2000-luvulla havaittavissa vähäistä kasvua, kun taas Vasikkaselällä kokonaistyy-
pen pitoisuus on pienentynyt suuresti (kuva 6.10). Klorofylli-a:n pitoisuus on 2000-luvulla ollut vertailujaksoa pienempi sekä Nuoraselällä että Vasikkaselällä (kuva 6.11).

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

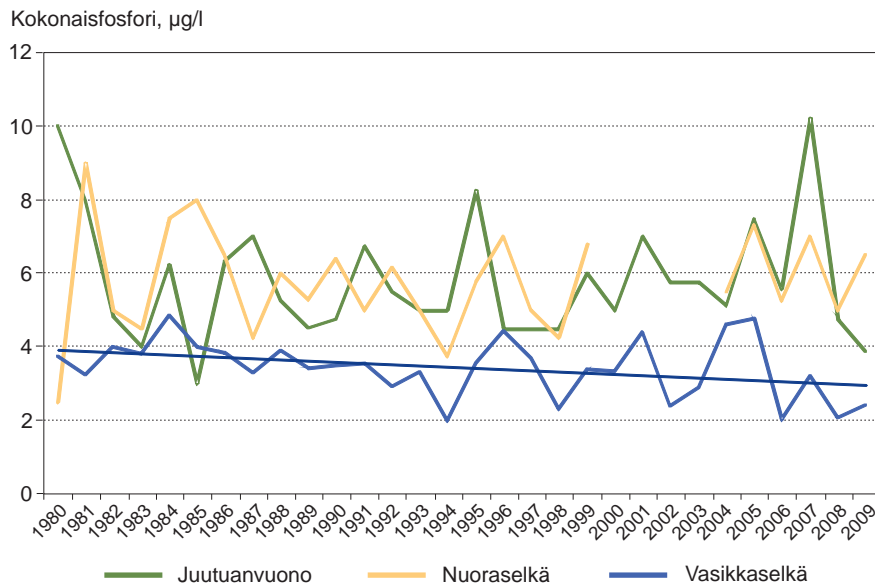
Muuttuja	Havaintopaikka	1980–1999	1980–1989	1990–1999	2000–2009	2005–2009
Näkösyyvyys (m)	Juutuanvuono	4,5	4,2	4,8	4,0	3,8
	Nuoraselkä	3,9	3,8	4,0	3,6	3,6
	Vasikkaselkä	7,2	6,5	7,5	7,5	7,8
	KA	5,2	4,8	5,4	5,0	5,1
Väriluku (PTmg/l)	Juutuanvuono	22	22	22	22	26
	Nuoraselkä	26	26	26	31	32
	Vasikkaselkä	11	11	11	10	10
	KA	20	20	20	21	23
Kokonaisfosfori (µg/l)	Juutuanvuono	5,6	5,7	5,5	6,4	6,9
	Nuoraselkä	6,0	6,2	5,8	6,1	6,1
	Vasikkaselkä	3,3	3,3	2,9	2,9	2,7
	KA	4,9	5,1	4,7	5,1	5,3
Kokonaistyyppi (µg/l)	Juutuanvuono	168	174	161	168	167
	Nuoraselkä	167	173	162	178	180
	Vasikkaselkä	176	184	171	156	154
	KA	170	177	165	167	167
Klorofylli-a (µg/l)	Juutuanvuono	1,9	2,2	1,7	2,0	1,8
	Nuoraselkä	2,2	2,5	2,1	1,9	1,9
	Vasikkaselkä	1,1	1,2	1,0	0,9	0,8
	KA	1,7	2,0	1,6	1,6	1,5
Alkaliniteetti (mmol/l)	Juutuanvuono	0,20	0,19	0,21	0,21	0,18
	Nuoraselkä	0,21	0,19	0,22	0,23	0,22
	Vasikkaselkä	0,16	0,15	0,16	0,18	0,18
	KA	0,19	0,18	0,20	0,20	0,20
Hapen kyllästysaste (%)	Vasikkaselkä					
	maalis-huhtikuu	64,0	67,5	60,5	45,5	46,2
	elokuu	93,8	94,2	93,3	93,8	94,8
Lämpötila (°C)	Vasikkaselkä					
	maalis-huhtikuu	2,3	2,0	2,7	2,8	2,9
	elokuu	6,9	6,7	7,0	6,5	6,6



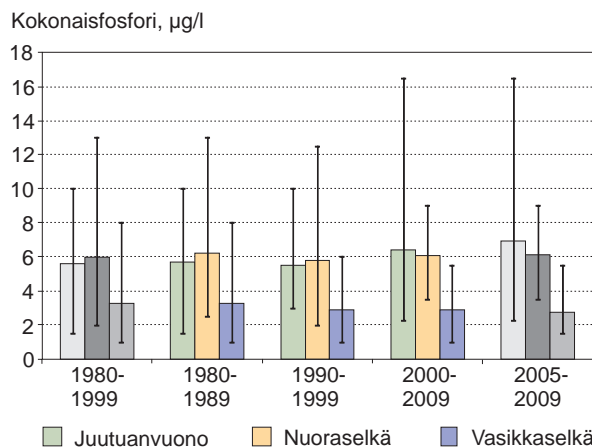
Kuva 6.6. Avovesikauden näkösyyvyys (m) Juutuanvuonon, Nuoraselän ja Vasikkaselän havaintopaikoilla eri tarkastelujaksolla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälin tarkastelujaksolla. Vertailujakso ja viimeisen viiden vuoden tarkastelujakso ovat harmaalla.



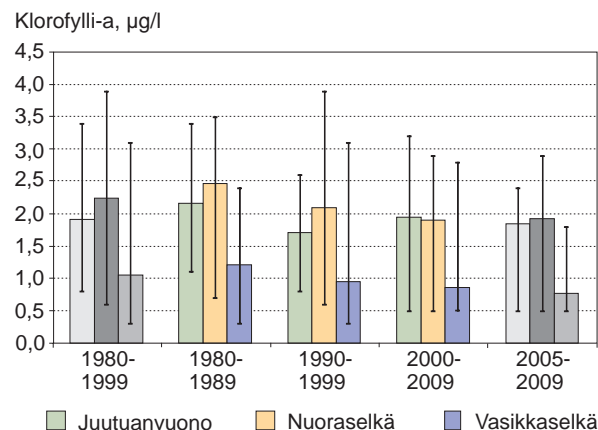
Kuva 6.7. Veden keskimääräinen väriluku Juutuanvuonon, Nuoraselän ja Vasikkaselän havaintopaikoilla eri tarkastelujaksolla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälin tarkastelujaksolla. Vertailujakso ja viimeisen viiden vuoden tarkastelujakso ovat harmaalla.



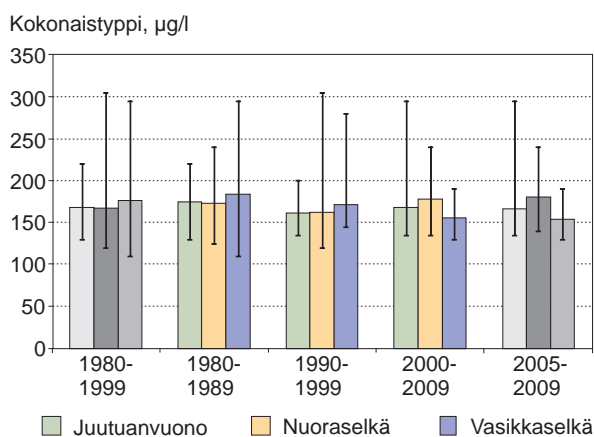
Kuva 6.8. Pintaveden kokonaisfosforin pitoisuus Juutuanvuonon, Nuoraselän ja Vasikkaselän havaintopaikoilla vuosina 1980–2009. Vasikkaselän havaintopaikalla pitoisuus on laskenut keskimäärin 0,04 µg/l vuodessa (Seasonal Kendal –testi, $p = 0,05$).



Kuva 6.9. Kokonaisfosforin keskipitoisuus Juutuanvuonon, Nuoraselän ja Vasikkaselän havaintopaikoilla eri tarkastelujaksoilla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälin tarkastelujaksolla. Vertailujakso ja viimeisen viiden vuoden tarkastelujakso ovat harmaalla.



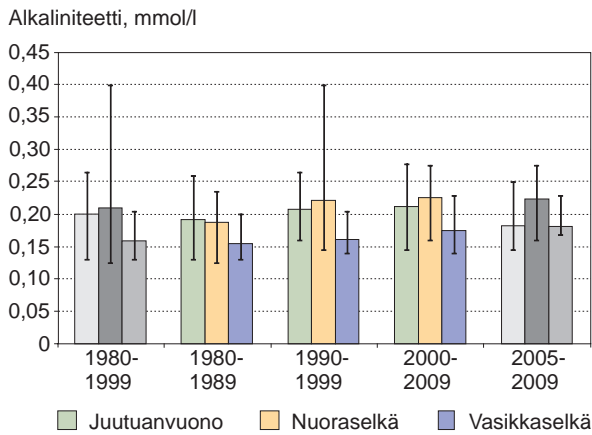
Kuva 6.11. Klorofylli-a:n keskipitoisuus Juutuanvuonon, Nuoraselän ja Vasikkaselän havaintopaikoilla eri tarkastelujaksoilla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälin tarkastelujaksolla. Vertailujakso ja viimeisen viiden vuoden tarkastelujakso ovat harmaalla.



Kuva 6.10. Kokonaistyyppien keskipitoisuus Juutuanvuonon, Nuoraselän ja Vasikkaselän havaintopaikoilla eri tarkastelujaksoilla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälin tarkastelujaksolla. Vertailujakso ja viimeisen viiden vuoden tarkastelujakso ovat harmaalla.

Veden puskurikykyä kuvaavan alkaliniteetin arvoissa on kasvava kehityssuunta kaikilla kolmella havaintopaikalla, ja sama muutos näkyy myös 10-vuotijaksoissa (kuva 6.12). Juutuanvuonon havaintopaikalla on viimeisen viiden vuoden aikana nähtävissä selvä tason lasku, mikä johtuu todennäköisesti siitä, että havaintoja on ainoastaan vuosilta 2005 ja 2008. Kevään 2005 jälkeen kaikki näytteet on otettu kesällä, jolloin alkaliniteetin arvot ovat pienimmillään. Kaikilla kolmella havaintopaikalla alkaliniteetin arvot ovat kasvaneet 2000-luvulla vertailujaksoon nähden (taulukko 6.3).

Juutuanvuonon ja Nuoraselän havaintopaikkojen pohjan läheistä happipitoisuutta koskeva aineisto on sen verran epäyhtenäinen ja harva, että tuloksia ei voida tarkastella luotettavasti. Tämän vuoksi pohjan läheisen veden (noin 1 m pohjasta) happitilannetta ja lämpötilaa on tarkasteltu Vasikka-



Kuva 6.12. Keskimääräinen alkaliniteetti Juutuanvuonon, Nuoraselän ja Vasikkaselän havaintopaikoilla eri tarkastelujaksoilla.

selän syvänehavaintopaikan tulosten perusteella vuodesta 1975 lähtien. Vasikkaselän syvänteen pohjan läheisen veden happitilanne on kevättalvella heikentynyt (kuva 6.13). Hapen kyllästysaste on laskenut keskimäärin 1,11 % vuodessa (Seasonal Kendall -testi, $p = 0,0004$). Samanaikaisesti pohjan läheisen veden lämpötila on noussut 0,04 °C vuodessa (Seasonal Kendal -testi, $p = 0,0003$).

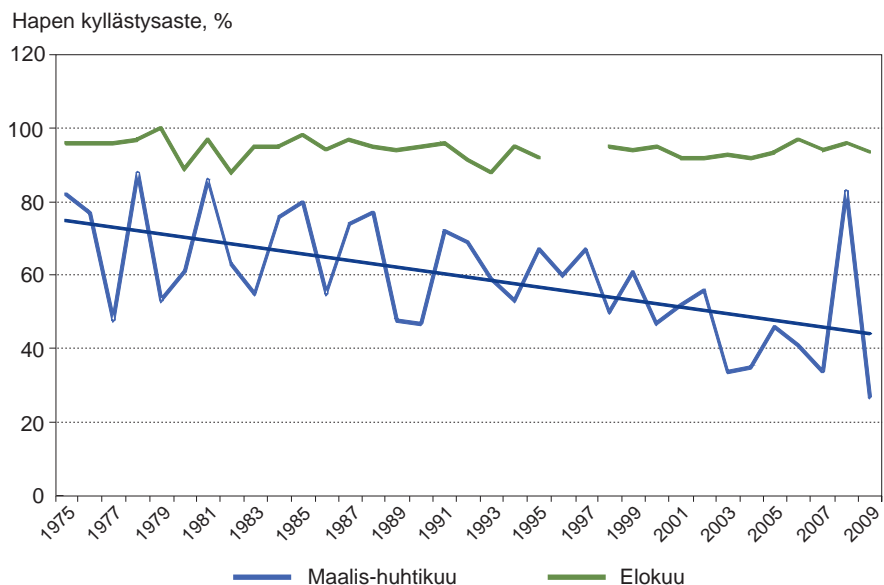
6.4

Yhteenveto

Inarijärveen vuosittain tulevasta ravinteiden kokonaiskuormasta valtaosa on peräisin jokien mukana tulevasta luonnonhuuhtoumasta sekä suoraan järveen tulevasta laskeumasta. Ainoastaan noin 5 % kokonaisfosforista ja 3,8 % kokonaistypestä on peräisin lähivaluma-alueen hajakuormituksesta ja pistemäisistä kuormituslähteistä (asumajätevedet, kalankasvatus). Pistemäinen fosforikuormitus on

vähentynyt selvästi 2000-luvulla, kun taas typpi-kuormitus on kasvanut. Typpikuormituksen kasvu johtuu lähinnä keskitettyyn jäteveden puhdistukseen liittyneiden asukkaiden määrän ja Saariselän matkailukeskuksen matkailijamäärien kasvusta.

Inarijärven veden laadussa havaitut selkeimmät muutokset viimeisen 30 vuoden aikana ovat alkaliniteetin arvoissa havaittu nouseva kehityssuunta ja klorofylli-a:n pitoisuuden lievä lasku. Lisäksi merkittävä muutos on Vasikkaselän syvänteen happitilanteen heikentyminen kevättalvella, mikä johtuu todennäköisesti alusveden talviaikaisesta lämpenemisestä. Alusveden lämpenemisestä johtuen alusvedessä tapahtuva hajotustoiminta on ollut nopeampaa. Vasikkaselällä myös ravinteiden kokonaispitoisuudet ovat laskeneet, mutta Juutuanvuonossa tai Nuoraselällä ei näy selvää muutosta koko tarkastelujaksolla. Sen sijaan 2000-luvulla kokonaisfosforin pitoisuus on kasvanut vähän Nuoraselällä ja Juutuanvuonossa sekä kokonaistypen pitoisuus ja veden väriluku ovat nousseet Nuoraselällä vertailujaksoon nähden. Taulukossa 6.3. on esitetty yhteenveto kuormitus- ja vedenlaatumittareissa havaituista kehityssuunnista ja 2000-luvulla tapahtuneista muutoksista. Kolmella eri havaintopaikalla mahdollisesti tapahtuneiden erisuuntaisten muutosten lisäksi taulukossa on pyritty arvioimaan järvessä mahdollisesti tapahtunutta kokonaismuutosta sekä muutoksen vaikutusta järven tilaan ja käyttöön. Pistekuormituksessa 2000-luvulla tapahtuneet suuret muutokset eivät ole juurikaan vaikuttaneet järven tilaan, sillä pistekuormituksen osuus kokonaiskuormituksesta on hyvin pieni. Järven rehevyystasossa (klorofylli-a) näkyy pikemminkin järven vähäistä karuuntumista, mikä voi olla järven kalatuotannon kannalta negatiivista. Vasikkaselän syvänteen on hyvin pienialainen, joten syvänteessä kevättalvella havaitulla happitilanteen heikkenemisellä ei ole suurta vaikutusta koko järven tilan kannalta.



Kuva 6.13. Hapen kyllästysaste Vasikkaselän syvänteessä (noin 1 m pohjasta) maalis-huhtikuussa ja elokuussa vuosina 1975–2009.

Taulukko 6.3. Yhteenveto kuormitus- ja vedenlaatumittareista. Koko tarkastelujaksolla (1980–2009) havaittu kehitys-suunta 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 järvestä tapahtunut kokonaisuutos ja sen vaikutus vesistön tilaan ja käyttöön.

Nro	Muuttuja	Havainto- paikka	Koko tarkastelu- jaksolla havaittu kehityssuunta	Muutos 2000-luvulla	Muutos 2000-luvulla koko Inarijärvellä keskimäärin	Arvio mahdollisista vaikutuksista vesistön tilaan ja käyttöön
1	Kokonaisfosforin pistekuormitus (kg/v)		Laskeva kehityssuunta	Vähentynyt erittäin paljon	Vähentynyt erittäin paljon	Vähäinen positiivinen vaikutus
2	Kokonaistypen pistekuormitus (kg/v)		Kasvava kehityssuunta	Kasvanut erittäin paljon	Kasvanut erittäin paljon	Vähäinen negatiivinen vaikutus
3	Näkösyyvyys (m)	Juutuanvuono	Ei muutosta	Pienentynyt vähän		
		Nuoraselkä	Ei muutosta	Ei muutosta	Ei muutosta	Ei vaikutusta
		Vasikkaselkä	Ei muutosta	Kasvanut vähän		
4	Väriluku (PTmg/l)	Juutuanvuono	Ei muutosta	Ei muutosta		
		Nuoraselkä	Ei muutosta	Kasvanut kohtalaisesti	Ei muutosta	Ei vaikutusta
		Vasikkaselkä	Ei muutosta	Ei muutosta		
5	Kokonaisfosfori (µg/l)	Juutuanvuono	Ei muutosta	Kasvanut vähän		
		Nuoraselkä	Ei muutosta	Kasvanut vähän	Ei muutosta	Ei vaikutusta
		Vasikkaselkä	Laskeva kehityssuunta	Pienentynyt kohtalaisesti		
6	Kokonaistyyppi (µg/l)	Juutuanvuono	Ei muutosta	Ei muutosta		
		Nuoraselkä	Ei muutosta	Kasvanut vähän	Ei muutosta	Ei vaikutusta
		Vasikkaselkä	Laskeva kehityssuunta	Pienentynyt paljon		
7	Klorofylli-a (µg/l)	Juutuanvuono	Ei muutosta	Ei muutosta		
		Nuoraselkä	Ei muutosta	Pienentynyt kohtalaisesti	Pienentynyt vähän	Veden laatu: Vähäinen positiivinen vaikutus; Kalatuotanto: Vähäinen kielteinen vaikutus
		Vasikkaselkä	Laskeva kehityssuunta	Pienentynyt vähän		
8	Alkaliniteetti (mmol/l)	Juutuanvuono	Kasvava kehityssuunta	Kasvanut kohtalaisesti		
		Nuoraselkä	Kasvava kehityssuunta	Kasvanut kohtalaisesti	Kasvanut kohtalaisesti	Kohtalainen positiivinen vaikutus
		Vasikkaselkä	Kasvava kehityssuunta	Kasvanut erittäin paljon		
9	Hapen kyllästysaste (%)	Vasikkaselkä				
		maalis- huhtikuu	Laskeva kehityssuunta	Pienentynyt erittäin paljon	Pienentynyt erittäin paljon	Vähäinen negatiivinen vaikutus
		elokuu	Ei muutosta	Pienentynyt vähän		
10	Lämpötila (°C)	Vasikkaselkä				
		maalis- huhtikuu	Kasvava kehityssuunta	Kasvanut kohtalaisesti	Kasvanut kohtalaisesti	Vähäinen negatiivinen vaikutus
		elokuu	Ei muutosta	Ei muutosta		



Kasvillisuuden seurannassa käytetään päävyöhykelinjoja, joiden avulla saadaan tietoa kasvillisuusvyöhykkeiden esiintymisyyksistä. Kuva Palkissaaren seuranta-alueelta (kuva Mika Visuri).

7 Vesikasvillisuus

Juha Riihimäki ja Minna Kuoppala

7.1

Aineisto ja menetelmät

Vesi- ja rantakasvillisuuden käyttö Inarijärven rantavyöhykkeen tilan kuvaamiseen perustuu pääosin Inarijärven seurantatutkimuksen yhteydessä vuosina 1998, 2003 ja 2008 kerättyihin ja raportoituihin aineistoihin (Puro ym. 1999, Ahola ym. 2004 sekä Riihimäki ja Kuoppala 2009). Lisäksi Inarijärven vertailu muihin järviin on tehty käyttäen hyväksi CENOREG-projektin aineistoa (Keto ym. 2008).

Seurantatutkimuksen aloittamisen yhteydessä Inarijärvelle perustettiin viisi kasvillisuuden seuranta-alueita, joilla kasvillisuutta tutkittiin (Puro ym. 1999). Vuonna 2003 tutkimusta jatkettiin ensimmäisellä varsinaisella seurantatutkimuksella.

Kasvilajistoa ja vyöhykkeitä tutkittiin vuonna 2008 päävyöhykelinjamenetelmän (Leka ym. 2003, Kuoppala ym. 2008) avulla. Tältä osin menetelmä muuttui verrattuna aikaisempiin vuosiin, sillä vuonna 1998 perustetuilla kahdeksalla linjalla (A1, L4, R1, K4, P1, P2, P3 ja P4) oli käytössä linjamenetelmä, jossa kasvillisuuden peittävyys tutkittiin joka ruudulta metrin välein, ja vuonna 2003 vyöhykelinjamenetelmä, jossa tutkittiin vain kasvillisuuden päätyyppien esiintymisrajat. Päävyöhykelinjoja tutkittiin Inarijärvellä vuonna 2008 yhteensä 25 kappaletta, joista kahdeksan sijaitsee samoilla pai-

koilla aiemmin tutkittujen seurantalinjojen kanssa (Tarkemmat kuvaukset menetelmistä ja tutkimuskohteista löytyvät aiemmista raporteista: Puro ym. 1999, Ahola ym. 2004, Riihimäki ja Kuoppala 2009). Seuranta-aineistona otettiin mukaan vain alkuperäisiltä kahdeksalta havaintopaikalta kerättyä aineistoa (ks. kuva 2.2).

Inarijärven tilaa kuvaaviksi kasvillisuusmittareiksi valittiin taulukossa 7.1 luetellut mittarit.

Sarakasvillisuus, korte- ja pohjalehtisvyöhykkeen esiintymissyvyys

Mittarina käytettävien kasvilajien ja ryhmien esiintymissyvyydet määritettiin havaintopaikoilta kerättyjen linja-aineistojen perusteella (ruutulinja/vyöhykelinja/päävyöhykelinja) kokoamalla kaikkien tutkittavan lajin tai ryhmän esiintymien ylä- ja alarajat kunakin tarkasteluvuonna ja laskeamalla näiden rajojen keskiarvo. Laskennallinen saravyöhyke on määritetty tutkimusvuotta edeltävän viiden vuoden kasvukausien (1.6.–30.9.) vedenkorkeuksien 75 % ja 10 % pysyvyytasojen keskiarvojen väliin jäävän alueena. Laskennallinen kortevyöhyke on määritetty tutkimusvuotta edeltävän viiden vuoden vedenkorkeuksista siten, että vyöhykkeen ylärajana on kasvukauden vedenkorkeuksien 75 % pysyvyytaso ja alarajana avovesikauden mediaani miinus yksi metri (Suoraniemi ym. 2000).

Taulukko 7.1. Kasvillisuusmittarit ja mittarien havaintovuodet.

Nro	Mittarin nimi	Havaintovuosi
1	Sarakasvillisuusvyöhykkeen esiintymissyvyys (m)	1998, 2003, 2008
2	Kortevyöhykkeen esiintymissyvyys (m)	1998, 2003, 2008
3	Pohjalehtisvyöhykkeen esiintymissyvyys (m)	1998, 2003, 2008
4	Muutokselle herkät lajit (ELS)	1998, 2008
5	Isot pohjalehtiset (ELS)	1998, 2008
6	Strategia-analyysi	1998, 2008

Elinympäristöjen kasvittumisasteen seurantaan varten mitattiin lisäksi kultakin havaintopaikalta saravyöhykkeen leveys viiden metrin välein vyöhykkeen ylärajalta saravyöhykkeen alarajalle asti 50 metrin matkalla sekä saravyöhykkeen loppusyvyyttä.

Muutokselle herkkät lajit ja isot pohjalehtiset

Hellstenin (2002) mukaan jotkin kasvilajit ovat herkkiä voimakkaan säännöstelyn aiheuttamille muutoksille rantavyöhykkeessä. Säännöstely lisää rantavyöhykkeen eroosiota ja talviaikainen vedenpinnan lasku saa aikaan pohjan jäätyminen syvemmälle kuin luonnontilaisella vedenkorkeusvaihtelulla. Säännöstelylle herkkiä lajeja ovat Hellstenin (2002) mukaan: rantaluikka (*Eleocharis palustris*), järvikorte (*Equisetum fluviatile*), tummalahnanruoho (*Isoetes lacustris*), nuottaruoho (*Lobelia dortmanna*), ulpukka (*Nuphar lutea*) ja järviruoko (*Phragmites australis*). Jäätymiselle herkkiä lajeja ovat erityisesti isot pohjalehtiset lajit: tummalahnanruoho, vaalealahnanruoho (*Isoetes echinospora*) ja nuottaruoho.

Edellä mainittujen ryhmien lajien runsautta Inarijärvässä vuosien 1998 ja 2008 linja-aineistossa verrattiin CENOREG-projektin aineistoon muista säännöstelyjärivistä ja luonnontilaisista järivistä.

Tätä varten kyseisiin ryhmiin kuuluvien lajien yleisyydet ja runsaudet järvässä muutettiin kasvillisuusindeksiksi V (Ilmavirta ja Toivonen 1986) (kaava 7.1).

Kaava 7.1. Kasvillisuusindeksiksi V.

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

missä:

yleisyys = kuinka monella tutkituista linjoista laji esiintyy (%)

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

Laskentaa varten prosenttasteikolla 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 esitettyllä tavalla (Keto ym. 2008).

Strategia-analyysi

Strategia-analyysi on menetelmä, jossa muodostetaan kohteen kasvillisuuden primaaristrategioita (S eli stressi, R eli ruderaali- ja C eli kilpailustrategia) kuvaavat strategiaindeksit paikan kasvilajiston ja lajien runsauksien perusteella (ks. Murphy ym. 1990, Alasaarela ym. 1993, Hellsten ym. 1997). Menetelmä perustuu Grimen (1974, 1977) esittämään kasvillisuuden strategialuokitteluun.

Inarijärven kasvillisuuden seuranta-aineiston strategia-analyysi tehtiin Alasaarelan ym. (1993) esittämien kasvilajien strategiapiirteiden perusteella lukuunottamatta lajeja, joita Alasaarela ym. (1993) ei mainitse. Nämä lajit jouduttiin jättämään analyysistä pois.

Havaintopaikkojen strategiaindeksejä laskettaessa verrattiin vuoden 1998 ruutulinja-aineistoa vuoden 2008 päävyöhykelinja-aineistoon, sillä nämä aineistot oli menetelmäeroista huolimatta mahdollista muuttaa vertailukelpoisiksi. Muunnos tehtiin laskemalla linjan kasvilajeille kasvillisuusindeksi (kaava 7.1). Strategiaindeksien laskenta tehtiin painottaen strategiapiirteiden osuuksia kasvilajin kasvillisuusindeksillä.

Vuoden 1998 aineistosta indeksit muodostettiin laskemalla linjalta tavatuille kasvilajeille suhteellinen frekvenssi (yleisyys) sen mukaan, kuinka monella tutkitusta ruutulinjan ruudusta lajia tavattiin ja peittävyysnä käytettiin lajin peittävyyskeskiarvoa niillä ruuduilla (runsaus), joilla sitä tavattiin. Vuoden 2008 aineistossa kasvilajin päävyöhykelinjalla saamaa frekvenssi- ja peittävyysarvoa käytettiin indeksin laskennassa.

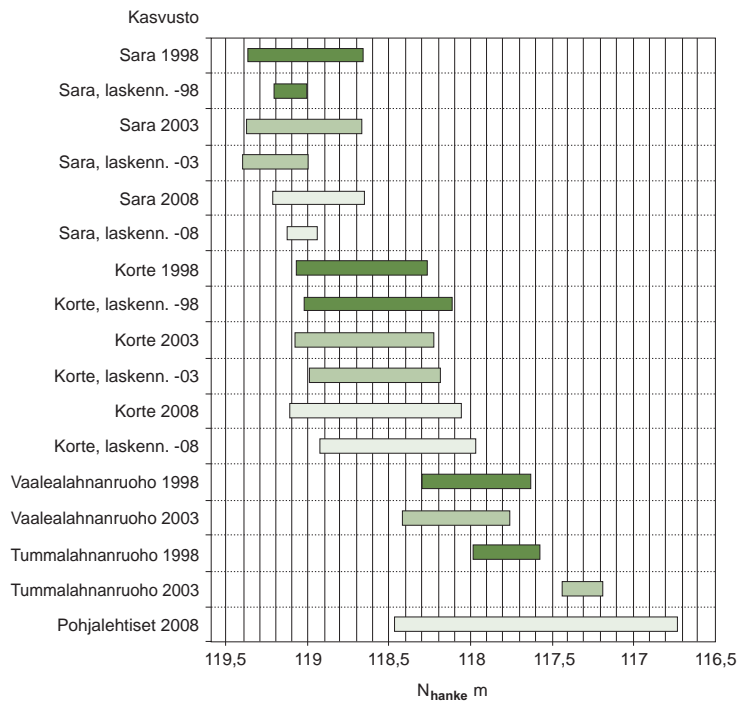
7.2

Tulokset

Kasvillisuusvyöhykkeiden esiintymisrajat

Kasvillisuusvyöhykkeiden esiintymissyvyyttä vuonna 2008 verrattiin aiempina vuosina havaittuihin kasvillisuusvyöhykkeiden esiintymisvyöhykkeisiin. Vuoden 2008 aineistossa pohjalehtisten esiintyminen käsiteltiin yhtenä vyöhykkeenä eikä lahanruoholajien vyöhykkeitä voinut erottaa.

Sarakasvillisuuden alaraja näyttää linjahavainnoissa pysyneen tutkimusvuosina melko vakaasti lähellä tasoa $N_{\text{hänke}} + 118,66$ m (kuva 7.1) ja vuoden 2008 havainnoissa saravyöhyke näyttää hiukan kaventuneen vyöhykkeen ylärajan siirtyessä syvemmälle. Laskennallisen saravyöhykkeen laajuus tutkituilla jaksoilla on vaihdellut selvästi. Kapeimmillaan se on ollut vuoden 2008 jaksolla



Kuva 7.1. Kasvillisuusvyöhykkeiden keskimääräiset esiintymisrajat vuosien 1998, 2003 ja 2008 tutkimuksissa.

ja laajimmillaan vuoden 2003 jaksolla. Kaikkina tutkimusvuosina on laskennallinen saravyöhykkeen laajuus jäänyt huomattavasti kapeammaksi kuin havaittu laajuus. Järvikortteen alaraja näyttää siirtyneen vuoden 2008 havainnoissa selvästi aiempaa syvemmälle tasolle ja samanlainen siirtymä on havaittavissa myös korttevyöhykkeen laskennallisessa alarajassa. Pohjalehtisten vyöhyke jatkuu vuoden 2008 havainnoissa selkeästi syvemmällä tasolle kuin aiempien havaintojen lahanruohojen esiintymisvyöhykkeet.

Kasvittumisasteen seurantavyöhykkeet

Saravyöhykkeiden keskimääräinen alaraja kunkin havaintopaikan seurantavyöhykkeillä on esitetty kuvassa 7.2. Vuoden 2003 havaintoja ei voitu käyttää maastomittauksissa tapahtuneen virheen vuoksi.

Kuvan perusteella saraikkojen alaraja seurantavyöhykkeillä näyttää siirtyneen jonkin verran alemmas vuosien 1998 ja 2008 välisenä aikana. Eroa testattiin tilastollisesti alkuperäisillä havaintopaikoilla viiden metrin välein tehdyillä saraikon alarajan syvyysmittauksilla. Kaikista mittauksista laskettuna saraikon keskimääräinen alaraja oli siirtynyt hiukan alemmaksi, tasolta $N_{\text{hanke}} + 118,65$ m tasolle $N_{\text{hanke}} + 118,61$ m (yksisuuntainen parittainen t-testi, $p = 0,012$, $df = 135$). Seuranta-alueittain alarajan muutos vaihteli: seuranta-alueella Akku (A) muutos ei ollut tilastollisesti merkitsevä ($p = 0,122$, $df = 40$), Lusmanuoran alueella (L) keskimääräinen saraikon alaraja oli siirtynyt tasolta $N_{\text{hanke}} + 118,77$ m tasolle $N_{\text{hanke}} + 118,65$ m ($p < 0,001$, $df = 21$), Palkissaaren alueella (P) muutos ei ollut

tilastollisesti merkitsevä ($p = 0,154$, $df = 43$) ja Riu-ruvuonolla (R) saraikon keskimääräinen alaraja oli siirtynyt tasolta $N_{\text{hanke}} + 118,65$ m tasolle $N_{\text{hanke}} + 118,57$ m ($p = 0,003$, $df = 28$).

Muutosherkät lajit ja isot pohjalehtiset

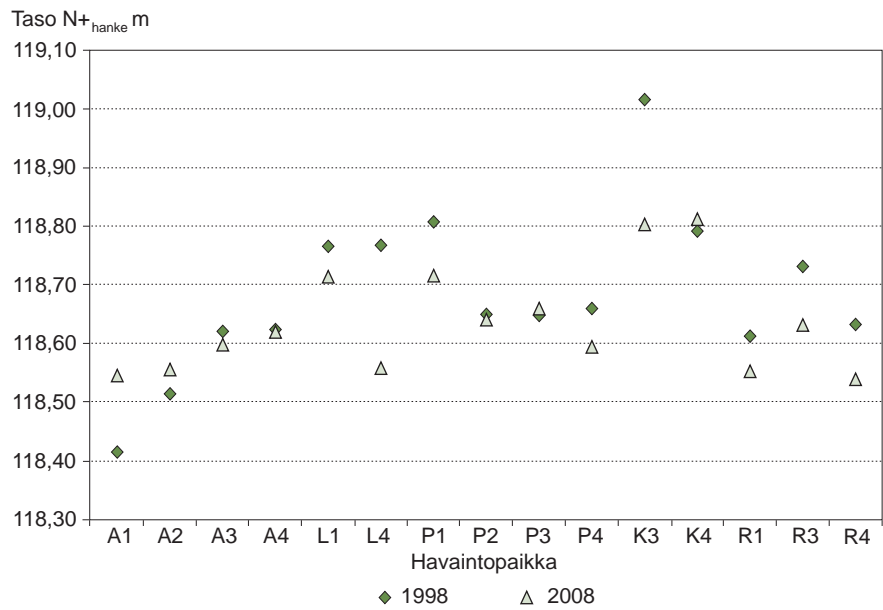
Muutosherkkien lajien runsauden perusteella lasketut ELS arvot Inarijärven sekä CENOREG-projektin luonnontilaisissa ja säännöstellyissä järvissä on esitetty kuvassa 7.3. Inarijärven vuoden 1998 havainnoista laskettu ELS on 0,68 ja mittarilla arvioituna järvi luokituu hyvään luokkaan (erinomaisen ja hyvän raja 0,80). Vuoden 2008 aineistolla ELS on 0,80 eli järvi luokituu niukasti hyvään luokkaan. Muihin suhteellisen lievästi säännöstelyihin järviin verrattaessa Inarijärven ELS arvot ovat melko pieniä.

Inarijärven isojen pohjalehtisten runsauden perusteella lasketut ELS arvot (1,06 vuonna 1998 ja 1,50 vuonna 2008) ovat korkeita verrattuna muihin säännöstelyihin järviin ja vuoden 2008 arvo on korkein jopa koko aineistossa (kuva 7.4). Molemmilla aineistolla järvi luokituu selkeästi erinomaiseen ekologiseen luokkaan (hyvän ja erinomaisen luokan raja-arvo on 0,8).

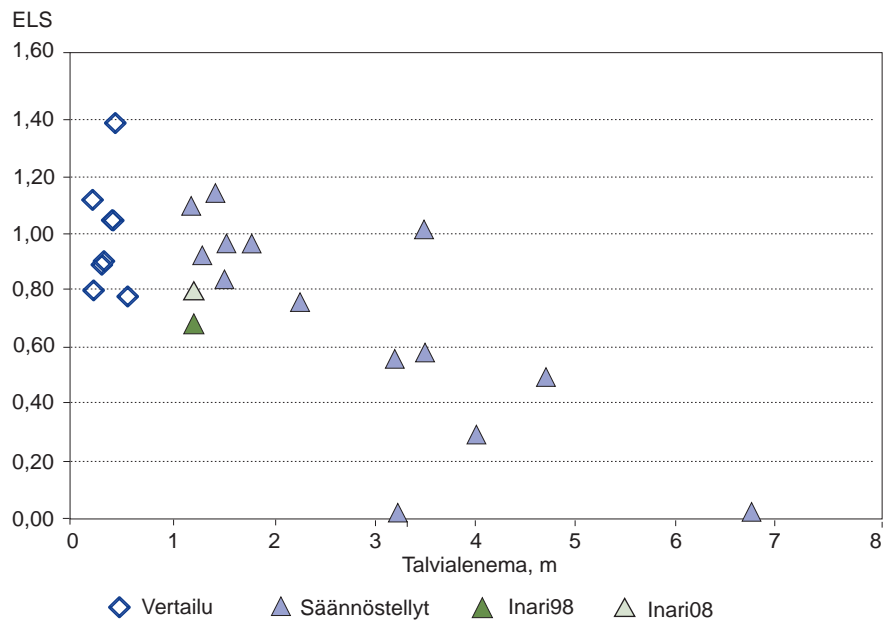
Strategiaindeksit

Strategiaelementtien suhteelliset osuudet vertailuvuosien välillä on esitetty kuvassa 7.5 ja taulukossa 7.2. Strategiaindeksin laskentaan käytettyjen lajien määrä on säännöllisesti suurempi vuoden 2008 aineistossa. Tällä ei kuitenkaan näytä olleen suurta vaikutusta strategiaelementtien suhteellisiin osuuksiin.

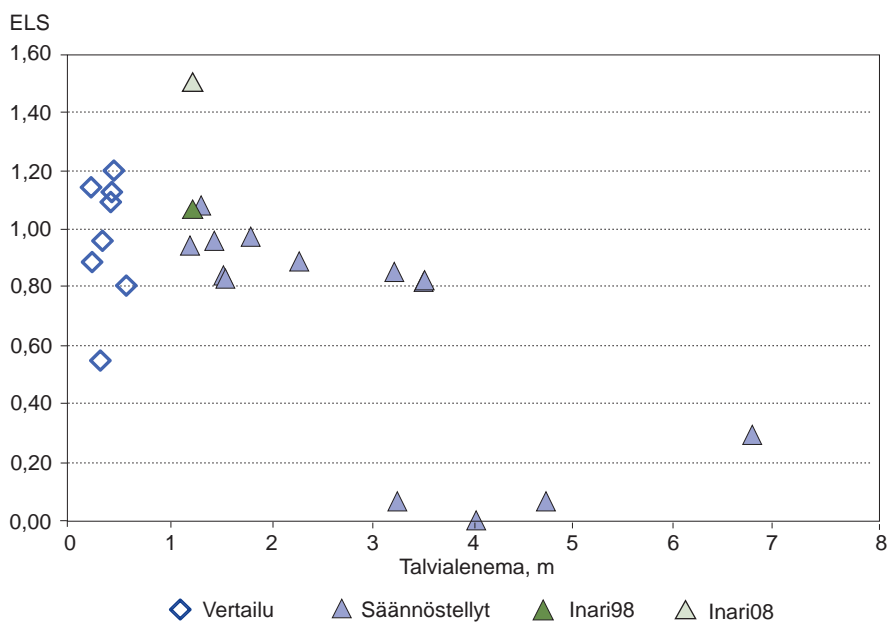
Kuva 7.2. Saravyöhykkeiden alarajat seurantavyöhykkeillä tehtyjen mittausten keskiarvoina.

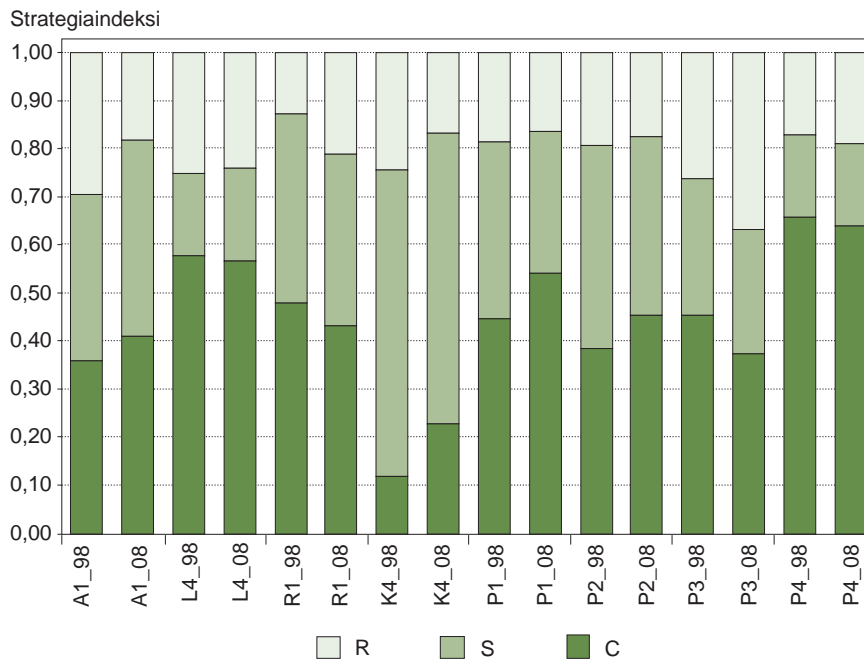


Kuva 7.3. Muutosherkkien lajien runsaussuhteista lasketut ELS arvot Inarijärven tutkimusvuosina 1998 ja 2008 sekä CENOREG aineistissa (Keto ym. 2008) verrattuna vedenkorkeuden talviaikaiseen alenemaan.



Kuva 7.4. Isojen pohjalehtisten runsaussuhteista lasketut ELS arvot Inarijärven tutkimusvuosina 1998 ja 2008 sekä CENOREG aineistissa (Keto ym. 2008) verrattuna vedenkorkeuden talviaikaiseen alenemaan.





Kuva 7.5. Havaintopaikkojen strategiaindeksit vuosina 1999 ja 2008.

Taulukko 7.2. Havaintopaikkojen strategiaindeksit vuosina 1998 ja 2008. C = kilpailutekijä, S = stressitekijä ja R = häiriötekijä.

	1998				2008			
	C	S	R	lajimäärä	C	S	R	lajimäärä
AI	0,36	0,35	0,29	16	0,41	0,41	0,18	25
L4	0,58	0,17	0,25	11	0,57	0,20	0,24	17
R1	0,48	0,39	0,13	8	0,43	0,36	0,21	12
K4	0,12	0,64	0,24	10	0,23	0,60	0,17	12
P2	0,45	0,37	0,19	11	0,54	0,29	0,16	16
P2	0,38	0,42	0,19	8	0,45	0,37	0,18	10
P3	0,45	0,29	0,26	13	0,37	0,26	0,37	11
P4	0,66	0,17	0,17	6	0,64	0,17	0,19	10

7.3

Tulosten tarkastelu

Sarakasvillisuusvyöhykkeen esiintymissyvyys on linja-aineiston perusteella ollut tutkimusvuosina melko vakaata. Saravyöhykkeen alaraja on vaihdellut hyvin vähän ja yläraja on viimeisellä tutkimusjaksolla siirtynyt alemmas kaventaen saravyöhykettä. Säännöstelyllä on pyritty kesäaikaisen vedenkorkeuden alenemiseen, jolloin luotaisiin mahdollisuus sarakasvillisuusvyöhykkeen levenemiseen. Kesäaikaisen tasaisesti laskevaan vedenkorkeuteen ei kuitenkaan aina ole päästy. Seurantavyöhykkeiden avulla tehty saraikon alarajan tarkempi mittaus kuitenkin paljastaa saraikon alarajan siirtyneen vuoden 2008 havainnoissa neljä senttiä syvemmälle kuin vuoden 1998 havainnoissa. Päijänteen oloihin kehitetty (Suoraniemi ym. 2000) saravyöhykkeen laskennallisen laajuuden määrittäminen näyttää kuvaavan huonosti Inarijärven tilannetta.

Linja-aineistoissa havaittu kortevyöhykkeen selkeä laajeneminen alaspäin voi olla yhteydessä vedenkorkeusvaihtelussa tapahtuneisiin muutoksiin ja laskennallinen kortevyöhyke näyttää melko hyvin kuvaavan myös Inarijärven havaittua tilannetta.

Pohjalehtisyöhykkeessä tapahtuneet muutokset näyttävät voimakkailta. Muutos vaalealahnanruohon esiintymisyöhykkeessä vuosien 1998 ja 2003 välillä on melko pieni mutta tummalahnanruohon selkeältä näyttävä siirtyminen syvemmälle jää vaille selkeää syytä. Maastotyössä tapahtuneet erot voivat toki selittää eroa. Vuoden 2008 aineistossa pohjalehtisiä käsiteltiin yhtenä vyöhykkeenä ja alueen laajeneminen huomattavan syvälle johtunee myös maastotöiden eroista. Vuonna 2008 käytössä oli vedenalainen videokamera, jonka avulla linjojen syvän pään tutkiminen helpottui ja tarkentui.

Muutosherkkien lajien perusteella laskettujen ELS arvojen ero tutkimusvuosina 1998 ja 2008 on melko pieni. Muutokset näiden lajien suhteellisissa runsauksissa ovat siis olleet vähäisiä. Muihin lievästi säännöstelyihin järviin verrattessa Inarijärven suhteellisen matalat ELS arvot johtunevat ainakin osittain Inarijärven suhteellisesta karuudesta verrattuna muihin järviin.

Isojen pohjalehtisten ELS arvojen perusteella Inarijärven tilanne on erinomainen. Huomattavan korkeat arvot voivat osaltaan johtua Inarijärven kirkkaasta vedestä. Pohjalehtiset suosivat kirkasvetisiä järviä ja laaja valaistu pohjavyyhyke luo pohjalehtisille hyvät elinolosuhteet. Vuosien 1998 ja 2008 suurta eroa selittänee osaltaan myös jälkimmäisenä vuonna käytössä ollut vedenalainen videokamera, joka lienee lisännyt pohjalehtisten havainnoinnin tarkkuutta.

Strategiaindeksien suhteelliset osuudet kuvaavat kasvupaikan sopeutumista paikalla vallitseviin oloihin: häiriöön, kilpailuun ja stressiin. Epävakaalla (häiriöllä) kasvupaikalla pärjäävät kasvilajit, jotka ovat nopeita leviämään ja valtaamaan vapaita kasvupaikkoja. Tällöin R-strategiaelementistä tulee kasvillisuudessa vallitseva piirre. Ravinteiden, veden, valon tai muun vastaavan tekijän vähyys taas saa aikaan sen että lajistossa runsastuvat vähillä resursseilla toimeentulevat lajit ja S-strategiaelementin osuus lajistossa kasvaa. Mikäli häiriö tai resurssien saatavuus ei rajoita kasvilajistoa, muodostuu lajien välinen kilpailu merkittäväksi tekijäksi, jolloin runsastuvat kilpailua hyvin sietävät lajit ja C-strategiaelementin suhteellinen osuus kasvaa.

Säännöstelykäytännöllä pyritään laajentamaan kasvillisuudelle sopivaa vyöhykettä. Suojaisessa ja suhteellisen ravinteikkaassa rantavyöhykkeessä tämä tarkoittaisi alkuvaiheessa R-strategian osuuden lisääntymistä ja suksession edetessä C-strategian muuttumista tärkeimmäksi kunnes lopulta kilpailun karsittua lajeja jäljelle jäisivät niukoilla resursseilla pärjäävät lajit ja S-strategian suhteel-

linen osuus lisääntyisi. Vastaavasti karuilla, vähätuottoisilla rannoilla C-strategiaelementin runsastuminen jää pois ja R-strategiaelementin kasvua seuraa suoraan S-strategian osuuden lisääntyminen. Strategiaindeksissä havaittu vaihtelu tutkimusvuosien välillä on kuitenkin pientä verrattuna tutkimuslinjojen väliseen vaihteluun. Linja-aineiston strategia-analyysin perusteella näyttääkin siltä, ettei kymmenen vuoden aikana toteutettu säännöstelykäytäntö ole muuttanut tutkimuslinjojen olosuhteita niin runsaasti, että selkeitä muutoksia strategiaelementtien suhteellisissa osuuksissa olisi havaittavissa.

Mittaritarkastelun oletuksena on, että mittareissa tapahtuneet muutokset (taulukko 7.3) johtuvat vedenkorkeuden vaihtelussa ja siten säännöstelykäytännössä tapahtuneista muutoksista. Inarijärven rantavyöhykkeen kasvillisuuden kehittymiselle otolliset kasvukauden aikana alenevat vedenpinnan korkeudet ovat kymmenen vuoden tutkimusjakson aikana olleet suhteellisen yleisiä. Säännöstelykäytännön kehittyminen rantavyöhykkeen tilan kannalta parempaan suuntaan on mahdollistanut kasvillisuusvyöhykkeiden laajenemisen ja siirtymisen syvemmälle. Ilmiö on havaittavissa sekä seurantavyöhykkeiden kasvillisuudessa että erillisten kasvilajien esiintymisvyöhykkeissä.

Lajistossa tapahtuneiden muutosten arviointi on ollut vaikeaa menetelmässä tehtyjen muutosten vuoksi. Seurannan jatkuessa seuraavan kerran kannattaakin palata takaisin alkuperäisten kesto-ruutujen seurantaan ja jatkaa sitä päävyöhykelinjaseurannan ja elinympäristöjen kasvillisuusasteen seurantavyöhykkeiden seurannan rinnalla. Päävyöhykelinjojen seurannassa tulee muistaa huolellisesti kirjata ylös kaikkien aiemmin seurattujen kasvilajien (järvikorte, vaalealahnanruoho, tummalahnanruoho) esiintymisen ylä- ja alatasot. Tämä helpottaa jatkossa esiintymisvyöhykkeiden seurantaa.

Taulukko 7.3. Yhteenveto mittaritarkastelun tuloksista. Muutos kuvaa mittarin arvon muutosta vuoden 2008 havainnoissa vuoteen 1998 verrattuna.

Nro	Mittarin nimi	Muutos vertailujaksoon	Arvioitu mahdollinen vaikutus vesistön tilaan ja käyttöön
1	Sarakasvillisuusvyöhykkeen esiintymissyvyys (m)	Kaventunut vähän	Vähäinen kielteinen vaikutus rantavyöhykkeen eliöstöön
2	Kortevyöhykkeen esiintymissyvyys (m)	Laajentunut vähän	Vähäinen positiivinen vaikutus rantavyöhykkeen eliöstöön
3	Pohjalehtisyöhykkeen esiintymissyvyys (m)	Laajentunut vähän	Vähäinen positiivinen vaikutus rantavyöhykkeen eliöstöön
4	Muutosherkkien lajien runsaus (ELS)	Kasvanut vähän	Vähäinen positiivinen vaikutus rantavyöhykkeen eliöstöön
5	Isojen pohjalehtisten runsaus (ELS)	Kasvanut vähän	Vähäinen positiivinen vaikutus rantavyöhykkeen eliöstöön
6	Strategia-analyysistä laskettu suhdeluku	Ei muutosta	Ei vaikutusta

LÄHTEET

- Alasaarela, E. Hellsten, S. Keränen, R., Kurttila, T. & Riihimäki, J. 1993. Säännösteltyjen järvien rantojen kunnostuksen ja hoidon periaatteet – esimerkkinä Oulujoen vesistö. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja, A 145. 91 s.
- Ahola, M., Kerätär, K., Riihimäki, J. & Hellsten, S. (2004): Inarijärven säännöstelyn ja sen muuttamisen vaikutukset rantavyöhykkeen monimuotoisuuteen – koealojen seuranta tutkimus vuonna 2003. Suomen ympäristökeskus, Vesialueiden integroitua tutkimusohjelma, Vesi- ja ekotekniikan ryhmä. Moniste 30 s.
- Grime J.P. 1974. Vegetation classification by reference to strategies. *Nature* 250: 26–31.
- Grime, J.P. 1977. Evidence for existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *Am. Nat.* 111, p. 1 169–1 194.
- Hellsten, S., Palomäki, R., Järvinen, E. 1997: Inarijärven vedenkorkeuden säännöstelystä ja sen vaikutuksista rantavyöhykkeellä. Lapin ympäristökeskuksen moniste nro. 2. 77s.
- Hellsten, S. 2002: Aquatic macrophytes as indicators of water level regulation in northern Finland. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 28: 601–606.
- Ilmavirta, V. ja 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. ja Marttunen, M. 2008: Säännösteltyjen järvien ekologisen tilan arviointi. *Suomen ympäristö* 41. 105 s.
- Kuoppala, M., Hellsten, S. & Kanninen, A. 2008: Sisävesien vesikasviseurantojen laadunvarmennus. *Suomen ympäristö* 36. 93 s.
- Leka, J., Valta-Hulkkonen, K., Kanninen, A., Partanen, S., Hellsten, S., Ustinov, A., Ilvonen, R. & Airaksinen, O. 2003. Vesimäkkörovytyt järvien ekologisen tilan arvioinnissa ja seurannassa. Maastomenetelmien ja ilmakuvatulkinnan käyttökelpoisuuden arviointi Life Vuoksi -projektissa. Alueelliset ympäristöjulkaisut 312. 96 s.
- Murphy, K. J., Rørslett, B. & Springuel, I. 1990. Strategy analysis of submerged lake macrophyte communities: an International example. *Aquatic botany* 36: 303–323.
- Puro, A., Kerätär, K., Palomäki, R., Visuri, M. ja Hellsten, S. 1999: Inarijärven säännöstelyn ja sen muuttamisen vaikutukset rantavyöhykkeen monimuotoisuuteen ja tuottokykyyn – koealojen perustaminen ja perushavainnot 1998. Moniste 33 s.
- Riihimäki, J. ja Kuoppala, M. 2009: Inarijärven säännöstelyn ja sen muuttamisen vaikutukset rantavyöhykkeen monimuotoisuuteen – koealojen seuranta tutkimus vuonna 2008. Suomen ympäristökeskus. Moniste 37 s.
- Suoraniemi, M., Hellsten, S., Huovinen, J., Palomäki, R., Keto, A., Aronen, J., Saarnio, R. ja Keto, S. 2000. Rantavyöhykkeen tila. Teoksessa: Hellsten, S. (toim.) Päijänteen säännöstelyn kehittäminen – rantavyöhykkeen tila ja siihen vaikuttavat tekijät. *Suomen ympäristö* 394.



Kivikkorannan pohjaeläinten näytteenottoa varsihaavilla Inarilla syksyllä 2008 (kuva Petri Liljaniemi).



Varsihaavinäytteitä
(kuva Jukka Aroviita).

8 Pohjaeläimistö

Jukka Aroviita

8.1

Johdanto

Järvien vedenkorkeuden säännöstely on merkittävä rantavyöhykkeen ekologista tilaa alentava tekijä (esim. Grimås 1961, Hynes & Yadav 1985, Palomäki 1994, Keto ym. 2008). Etenkin pohjien jäätyminen kevättalvisen vedenpinnan laskun seurauksena vaikeuttaa eläimistön ja kasviston elinolosuhteita. Pohjaeläimistön koostumuksen on havaittu poikkeavan säännöstelemättömistä järvistä jo lievästi säännöstellyillä Kainuun järvillä (Aroviita & Hämäläinen 2008a). Eläimistön köyhtyminen on selkeintä matalassa vedessä. Säännöstelystä näytävät kärsivän erityisesti kaksivuotisen toukkavaiheen omaavat hyönteiset, joita ovat mm. monet päivänkorento, kovakuoriais- ja kaislakorentolajit (Aroviita & Hämäläinen 2008b). Pitkäikäisten lajien ”herkkyys” on ymmärrettävää, sillä ne eivät voi paeta säännöstelyä ”ajassa”, vaan altistuvat pohjan jäätymiselle jo elinkiertonsa ensimmäisenä vuotenaan ja joka vuosi, jolloin niiden voidaan olettaakin puuttuvan säännöstelyjärvistä. Tämä pohjaeläimistön köyhtyminen alentaa biologista monimuotoisuutta ja on jo sellaisenaan huolestuttavaa, mutta sillä on mitä ilmeisimmin myös toiminnallisia vaikutuksia järven muuhun ravintoverkkoon. Tähän viittaavat havainnot rantavyöhykkeen selkärankaisravintoa syövien kalojen vähäisestä määrästä Kainuun säännöstellyissä järvissä (Sutela & Vehanen 2008).

Inarijärven pohjien eläimistöstä ei ole tiedossa kirjallisia havaintoja vedenkorkeuden säännöstelyä edeltävältä ajalta, mutta sitä on tutkittu useaan otteeseen 1960-luvulta lähtien. Eniten on tutkittu rantavyöhykkeen eläimistöä, mutta myös Inarijärven syvimmän Vasikkaselän syvänteen eläimistöä on seurattu (Nurmi 1998). Ensimmäisessä tutkimuksessa parikymmentä vuotta säännöstelyn aloittamisen jälkeen Toivonen (1966) havaitsi Inarijärven rannoilta pohjaeläimiä selkeästi vähemmän kuin läheisistä säännöstelemättömistä Muddus- ja Nitsijärvistä. Toivonen

(1966) totesi, että ”matalanveden pohjaeläinten vähyyttä Inarijärveissä, jonka otaksutaan johtuvan vedenkorkeuden nopeista, luonnontilasta poikkeavista vaihteluista, vaikuttaa kalojen ravinnonsaantiin ja siten kalojen kasvunopeuteen ja runsauteen. Ranta-alue on tärkeä varsinkin sioille, harjukselle ja taimenelle. Matalasta vedestä näytävät vähentyneen erikoisesti hernesimpukat (*Pisidium*-lajit), kiekkokotilot (*Planorbis*-lajit), *Lymnea*-kotilot ja vesiperhosten (*Trichoptera*) toukat.” Nämä havainnot ja päätelmät olivat sittemmin keskeisessä osassa kun säännöstelyn aiheuttamien haittojen korvaamiseksi kalataloudellisia velvoiteistutuksia määrättiin Inarijärvelle (Toivonen 1966, Toivonen 1972).

Inarijärven vedenkorkeuden säännöstelyä on pyritty kehittämään ekologisempaan suuntaan vuosina 1993–1996 toteutetun ”Inarijärvi-tutkimuksen” (Hellsten ym. 1997, Marttunen ym. 1997) suosituksen mukaisesti. Säännöstelyä on pyritty muuttamaan siten, että ylimpiä vedenkorkeuksia alennetaan ja kesän tulvahuipun jälkeen vedenpinnan taso olisi laskeva. Menettelyllä pyritään vähentämään rantojen vyörymistä ja lisäämään ilmaversoiskasvillisuuden kasvualuetta. Näiden rantavyöhykkeen rakenteellisten muutosten toivotaan parantavan rantaeläinplanktonin ja pohjaeläinten elinolosuhteita, mikä puolestaan mahdollistaisi entistä suuremman kalantuotantopotentiaalin ja vakaamman perustan kalataloudelliselle toiminnalle Inarijärven alueella. Säännöstelyn kehittämisestä on katsottu olevan hyötyä myös virkistyskäytölle ja Paatsjoen vesivoimatuotannolle. Vuonna 1998 aloitettiin Inarijärven säännöstelyn kehittämishankkeen suosituksen mukaisten toimenpiteiden vaikutusten seuranta rantavyöhykkeessä (Puro ym. 1999), joka on yhtenäistänyt järven biologisen tilan seuranta. Seuranta on sittemmin jatkettu vuosina 2003 ja 2008.

Raportin tässä osassa tarkastellaan Inarijärven rantavyöhykkeen pohjaeläimistön tilaa. Työn tavoitteena on arvioida erityisesti Inarijärven vedenkorkeuden säännöstelyn ja sen muuttamisen mahdollisia vaikutuksia rantavyöhykkeen eläimistöön ja järviökosysteemin toimintaan.

Aineisto ja menetelmät

Aineistot

Tämä selvitys perustuu olemassa oleviin ja julkaisuihin aineistoihin Inarijärven rantavyöhykkeen pohjaeläimistöä (taulukko 8.1). Pääosa aineistoista on kerätty säännöstelyn kehittämisen seuranta-hankkeessa, jossa syksyinä 1998, 2003 ja 2008 on seurattu kymmenen ranta-alueen eläimistöä kahdessa syvyydessä: syvemmän rannan pehmeillä pohjilla kaikkina vuosina ja ylempään rannan kivikossa vuosina 2003 ja 2008. Neljä ranta-alueita sijaitsee Palkissaaren seuranta-alueella (P1, P2, P3, P4), kaksi Lusmanuoran (L1, L4), kaksi Riuruvuonon (R1, R4), yksi Akkun (A1) ja yksi Partakon (K4) alueella (ks. kuva 2.2). Kunkin ranta-alueen syvemmän rannan pohjaeläinnäytteet koostuvat viidestä Ekman-noutimella noin 2 m syvyydestä nostetusta rinnakkaisesta näytteestä ja kunkin ranta-alueen ylempään rannan näytteet kolmesta varsihaavilla noin 0,4 m syvyydeltä otetusta 20 sekunnin rinnakkaisesta potkunäytteestä. Näytteiden kaikki eläimet on määritetty vuonna 1998 ryhmitasolle ja muina vuosina surviaissäskiä ja harvasukasma-toja lukuun ottamatta pääosin lajitasolle.

Tarkemmat menetelmäkuvaukset löytyvät seurantahankkeen vuosiraporteista (Lapin ympäristökeskus 1999, Puro ym. 1999, Aroviita & Hämäläinen 2004, Aroviita 2010). Seurantahankkeen havaintoja vertailtiin Inarijärven ja säännöstelemättömien lähijärvien vanhempien pohjaeläintutkimusten havaintoihin (taulukko 8.1) sekä eteläisempiin

säännöstelemättömiin järviin aineistojen vertailukelpoisuuden niin salliessa. Inarijärven vanhempien tutkimusten näytealueet eivät ole olleet samoja ja käytetyt menetelmät ovat vaihdelleet, mikä on vaikeuttanut mahdollisten biologisten yhteisömuutosten havaitsemista.

Muuttujat

Rantojen pohjaeläimistöä tarkasteltiin sen eri ominaisuuksia kuvaavien ”mittarien” eli muuttujien kuten taksonien eli lajien tai lajiryhmien kuten sukujen tai heimojen lukumäärän, niiden runsauden ja runsaussuhteiden perusteella (Muuttujat 1–2; taulukko 8.2). Runsautta mitattiin yksilömääränä tai biomassarvioina.

Erityisesti tarkasteltiin rantavyöhykkeen pohjaeläimistön ”tilaa” kuvaavia muuttujia Euroopan Unionin vesipuitteidirektiivin (VPD; Euroopan Parlamentti ja Neuvosto 2000) edellyttämän lainsäädännön mukaisesti. Tätä tarkoitusta varten arvioinnissa käytettiin lähinnä Kainuun säännöstelemättömistä järvistä kerättyjä vertailujärvien aineistoja ja niillä aiemmin kehitettyjä menetelmiä (Aroviita & Hämäläinen 2008a), sillä tilan arviointia varten ei ole Suomessa vielä perustettu kansallisia vertailuololoja rantavyöhykkeen pohjaeläimistöille. Aineistojen vertailukelpoisuuden säilyttämiseksi käytettiin Inarijärveltä kolmen satunnaisesti valitun ranta-alueen tuloksia (P1, K4 ja L4). Pohjaeläimistön tilaa mitattiin viiden muuttujan perusteella (Muuttujat 3–7; taulukko 8.2), joista jokaisen ajateltiin kuvaavan kutakin VPD:n Liitteessä 8.5 kuvattua luokittelutekijää *taksonikoostumus*, *runsaussuhteet*, *tärkeät taksoniset ryhmät*, *muutosherkkien ja*

Taulukko 8.1. Tietoja Inarijärven rantojen pohjaeläintutkimuksissa käytetyistä menetelmistä. Vuosina 1998, 2003 ja 2008 näyteenottoalueet ovat olleet samat, mutta aiemmissa tutkimuksissa ne vaihtelevat.

Kk:t ja vuodet	Ki ^a	2m ^b	Seula (mm)	Määrittä- taso	Yksilö- tiheydet	Bio- massa ^g	Kirjallisuusviite
VI–IX 1965, 1966	-	X	?	Ryhmä	X	-	Toivonen (1966)
VI–IX 1972	-	X	0,6	Ryhmä	X	MP	Toivonen (1972)
VII–VIII 1976	-	X ^c	0,4/0,6	Laji ^{e, f}	X	MP	Honkasalo & Hiisivuori (1977)
VI ja VIII 1977	-	X	0,4	Laji	X	MP	Palomäki (1981)
VIII 1993	-	X ^d	0,5	Ryhmä	-	MP	Palomäki & Hellsten (1996)
VIII 1998	-	X	1,0	Ryhmä	-	OKP	Puro ym. (1999)
IX 2003	X	X	0,5	Laji ^e	X	OKP	Aroviita & Hämäläinen (2003)
IX 2008	X	X	0,5	Laji ^e	X	OKP	Aroviita (2010)

a) Varsihaavi ylempi ranta 0,4 m syvyys (kivikkopohja).

b) Ekman-noudin syvempi ranta 2 m syvyys (pehmeä pohja). Vuotta 1998 vanhemmissa aineistoissa usein myös muita näyte-syvyyksiä.

c) Yleensä putkinoudin.

d) Myös pumppu.

e) Pääsääntöisesti lajitaso lukuun ottamatta harvasukasmatoja, kotiloita ja polttiaissäskiä.

f) Vesiperhosia ei määritetty.

g) BM = Biomassa-arvio; MP = Punnittu märkäpaino, OKP = Orgaanisen kuivapainon arvio.

Taulukko 8.2. Inarin pohjaeläimistön ”tilan” arvioimiseen käytetyt muuttujat ja havaintovuodet joina muuttujaa voitiin tarkastella vertailukelpoisuus likimain säilyttäen.

Nro	Muuttuja	Vuosi
1	Yksilömäärä (kpl/m ²) ^b	1966, 1971, 1976, 1977, 2003, 2008
2	Orgaaninen kuivapaino (mg/m ²) ^b	1998, 2003, 2008
3	Vertailujärville ominaisten taksonien esiintyminen (TT _{0,4}) ^d	2003 ^a , 2008 ^a
4	Suhteellinen mallinkaltaisuus (PMA) ^e	2003 ^a , 2008 ^a
5	Vert. omin. taksonomisten ryhmien esiintyminen (TTR _{0,4}) ^f	1966, 1971, 1976, 1977, 1998, 2003 ^a , 2008 ^a
6	Muutosherkkien ja epäherkkien taksonien suhde (EPTM) ^f	2003 ^a , 2008 ^a
7	Taksonien lukumäärä (TaksL)	2003 ^a , 2008 ^a
8	Muuttujien 3.–7. keskiarvo (ELSka) ^c	2003 ^a , 2008 ^a

a) Kivikko 0,4 m ja pehmeä pohja 2 m.

b) Vain pehmeä pohja 2 m.

c) Muuttujien 3.–7. yhteismitallistettujen Ekologisten LaatuSuhteiden keskiarvo (Aroviita & Hämäläinen 2008a).

d) Aroviita & Hämäläinen (2008c),

e) Novak & Bode (1992),

f) (Hämäläinen ym. 2007), EPTM = päivänkorento-, koskikorento- ja vesiperhostaksonien lukumäärän ja muiden kuin näiden EPT-taksonien lukumäärän suhde.

epäherkkien taksonien suhde ja monimuotoisuus; tässä järjestyksessä (Aroviita & Hämäläinen 2008a). Tämä lähestymistapa ja luokittelumuuttujat ovat suurelta osin yhteneviä jokien pohjaeläimistön arviointimenetelmien kanssa (Hämäläinen ym. 2007, Vuori ym. 2009). Kunkin muuttujan VPD:n edellyttämä ekologinen laatusuhde (ELS) laskettiin havaitun arvon ja vertailuarvon osamääränä (ks. Aroviita & Hämäläinen 2008a). Mitatun poikkeaman suuruus vertailuarvosta vastaa ihmistoiminnan aiheuttamaa biologisen tilan heikkenemisen astetta, joka ELS-asteikolla vaihtelee välillä 1–0. Kun ELS = 1, eläimistö on täysin samankaltainen vertailujärvien eläimistön kanssa eli sen tila asettuu laatuluokan ”erinomainen” ylärajalle. Kun ELS = 0, eläimistö eroaa täysin vertailujärvien eläimistöstä ja sen tila asettuu luokan ”huono” alarajalle. ELS-arvot yhteismitallistettiin jatkuvalla uudelleenskaalauksella (ks. Aroviita ja Hämäläinen 2008a) ja niistä laskettiin pohjaeläimistön tilan kokonaisarvio keskiarvona (ELSka) molemmille syvyysvyöhykkeille.

8.3

Tulokset

Kivikkorantojen eläimistö

Vuonna 2003 Inarijärven kivikkorannoilta tavattiin kaikkiaan 37 taksonia ja vuonna 2008 40 taksonia. Kivikkorantojen eläimistö koostui suurelta osin harvasukasmadoista ja surviaissäaskien toukista, jotka muodostavat yli ¾ yksilömäärästä (kuva 8.1). Lisäksi rantojen eläimistöön kuuluvat oleellisena osana myös simpukat, kotilot, Corixidae-luteet, päivänkorennot, koskikorennot, vesiperhoset ja kovakuoriaiset. Vuonna 2003 harvasukasmatojen

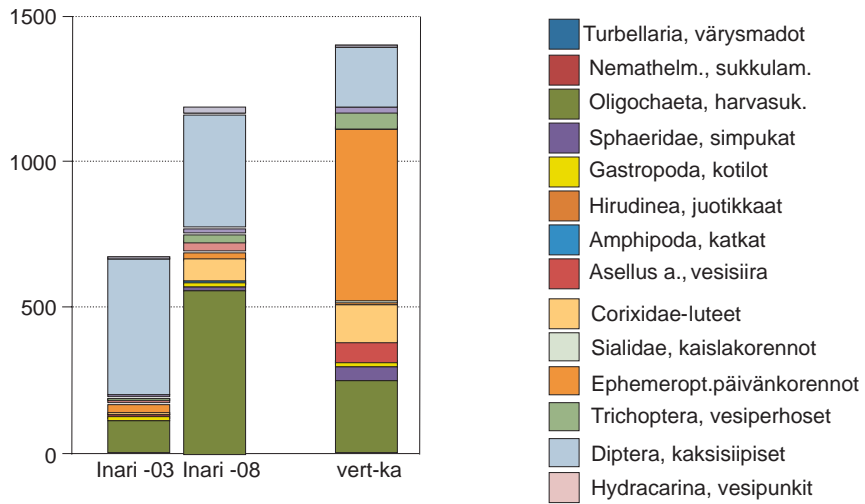
määrä oli selkeästi alhaisempi kuin vuonna 2008. Kivikkorantojen yksilömäärät ovat alhaisemmat kuin säännöstelemättömillä Kainuun järvillä. Etenkin päivänkorentojen ja vesiperhosten toukkien määrä on Inarijärvellä vähäinen (kuva 8.1).

Kivikkorantojen pohjaeläimistön tila luokitui vuonna 2008 keskimäärin ”hyväksi” ja vuonna 2003 ”tydyttäväksi” (taulukko 8.3). Vuonna 2008 tila oli alhaisin (eli poikkesi vertailujärvistä eniten) koostumusta ja runsaussuhteita mittaavien indeksien (TT ja PMA) perusteella, jotka sijoittuivat tyydyttävään tilaluokkaan (taulukko 8.3). Vertailujärville ominaisista taksonista puuttui tässä tarkastelluilta paikoilta (P1, K4 ja L4) noin kolmasosa; mm. useita kovakuoriais-, päivänkorento- ja vesiperhostoukkia (*Oulimnius tuberculatus*, *Caenis horaria*, *Polycentropus flavomaculatus*, *Centroptilum luteolum*, *Cyrrnus flavoidus*, *Cyrrnus trimaculatus*, *Ephemera vulgata* ja *Hydroptila* spp.). Nämä kaikki esiintyivät vähintään viidellä kuudesta vertailujärvistä ja *Polycentropusta* ja *Caenista* lukuun ottamatta nämä lajit eivät esiintyneet Inarijärvellä myöskään vuonna 2003. Muiden muuttujien perusteella vuoden 2008 pohjaeläimistö luokitui hyvään tilaan.

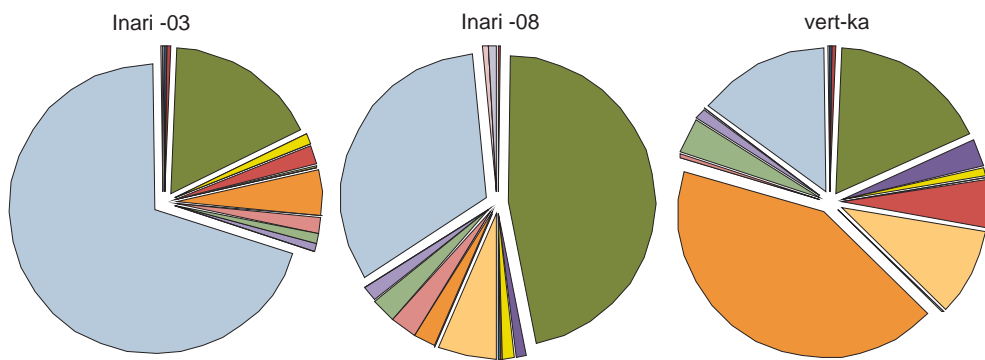
Pehmeiden pohjien eläimistö

Inarijärven rantojen pehmeiden pohjien (noin 2 m syvyys) eläimistön yksilötiheysarviot ovat vaihdelleet moninkertaisesti eri tutkimuksissa (kuva 8.2). Yksilömääräarviot olivat alhaisimmat vuonna 1965–1966 (Toivonen 1966) ja korkeimmat vuonna 1977 (Palomäki 1981). Vuosien väliset vaihtelet tiheyksissä eivät liene todellisuudessa olleet näin suuria, vaan erot johtuvat myös vaihtelevista tutkimusmenetelmistä. Toivonen ilmeisesti käytti harvaa seulaa (ehkä 1 mm), mikä aliarvioi tiheyksiä. Palomäki taas käytti tiheää seulaa ja laski useat hyvin pienikokoiset ryhmät tarkasti. Vuoden

Yksilöä/9 näytettä

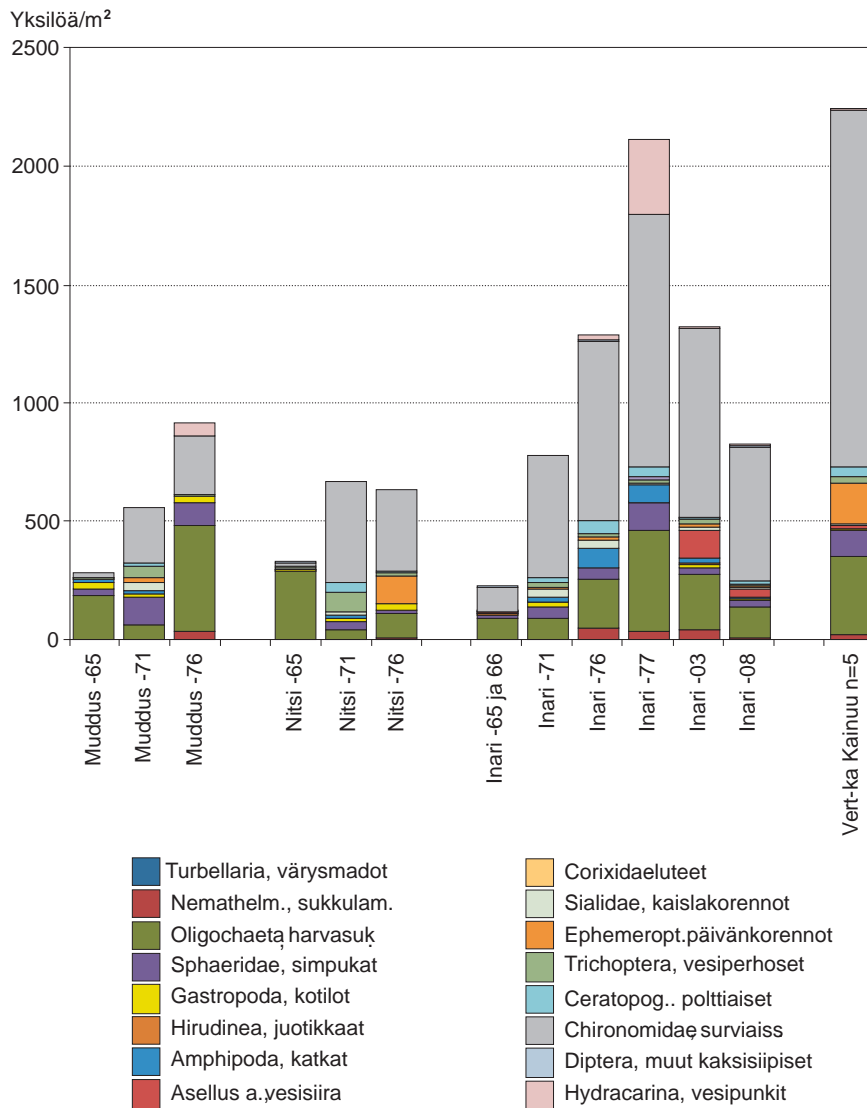


Kuva 8.1. Kivikko-rantojen eläimistön koostumus Inarijärven (2 seuranta-vuotta) ja keskimääräinen koostumus viidellä Kainuun säännöstelemättömällä vertailujärvellä (vert-ka).



Taulukko 8.3. Inarijärven rantavyöhykkeen pohjaeläimistön tilan arviointi kahdessa syvyysvyöhykkeessä viiden muuttujan perusteella. Sininen väri kuvaa ”erinomaista”, vihreä ”hyvää”, keltainen ”tydyttävää” ja oranssi ”välttävää” tilaa. Vertailuarvot on laskettu Aroviidan ja Hämäläisen (2008a) eteläisempien järvien aineiston perusteella.

Habitaatti	Vuosi	TT _{0,4}	PMA	TTR _{0,4}	EPTM	TaksL	ELS _{ka}
Alkuperäiset muuttuja-arvot							
Kivikko	2003	19	0,45	12	0,79	25	-
Kivikko	2008	21	0,41	12	1,00	32	-
Pehmeä pohja	1965/1966	-	-	9	-	-	-
Pehmeä pohja	1971	-	-	9	-	-	-
Pehmeä pohja	1976	-	-	9	-	-	-
Pehmeä pohja	1977	6	0,61	9	0,09	12	-
Pehmeä pohja	1998	-	-	10	-	-	-
Pehmeä pohja	2003	9	0,53	11	0,14	16	-
Pehmeä pohja	2008	8	0,44	9	0,20	12	-
Vertailuarvot							
Kivikko	-	30,8	0,71	13	1,16	34,7	-
Pehmeä pohja	-	11,7	0,72	9 ^d	0,49	17,9	-
Yhteismitallistetut ekologiset laatusuhteet (ELS)							
Kivikko	2003	0,49	0,59	0,78	0,59	0,61	0,57
Kivikko	2008	0,55	0,54	0,78	0,76	0,78	0,64
Pehmeä pohja	1965/1966	-	-	1,00	-	-	-
Pehmeä pohja	1971	-	-	1,00	-	-	-
Pehmeä pohja	1976	-	-	1,00	-	-	-
Pehmeä pohja	1977	0,44	0,78	0,89	0,21	0,64	0,56
Pehmeä pohja	1998	-	-	1,00	-	-	-
Pehmeä pohja	2003	0,65	0,68	1,10	0,33	0,85	0,68
Pehmeä pohja	2008	0,58	0,57	0,90	0,46	0,64	0,59
Molemmat	2003	0,57	0,64	0,94	0,46	0,73	0,63
Molemmat	2008	0,56	0,55	0,84	0,61	0,71	0,61

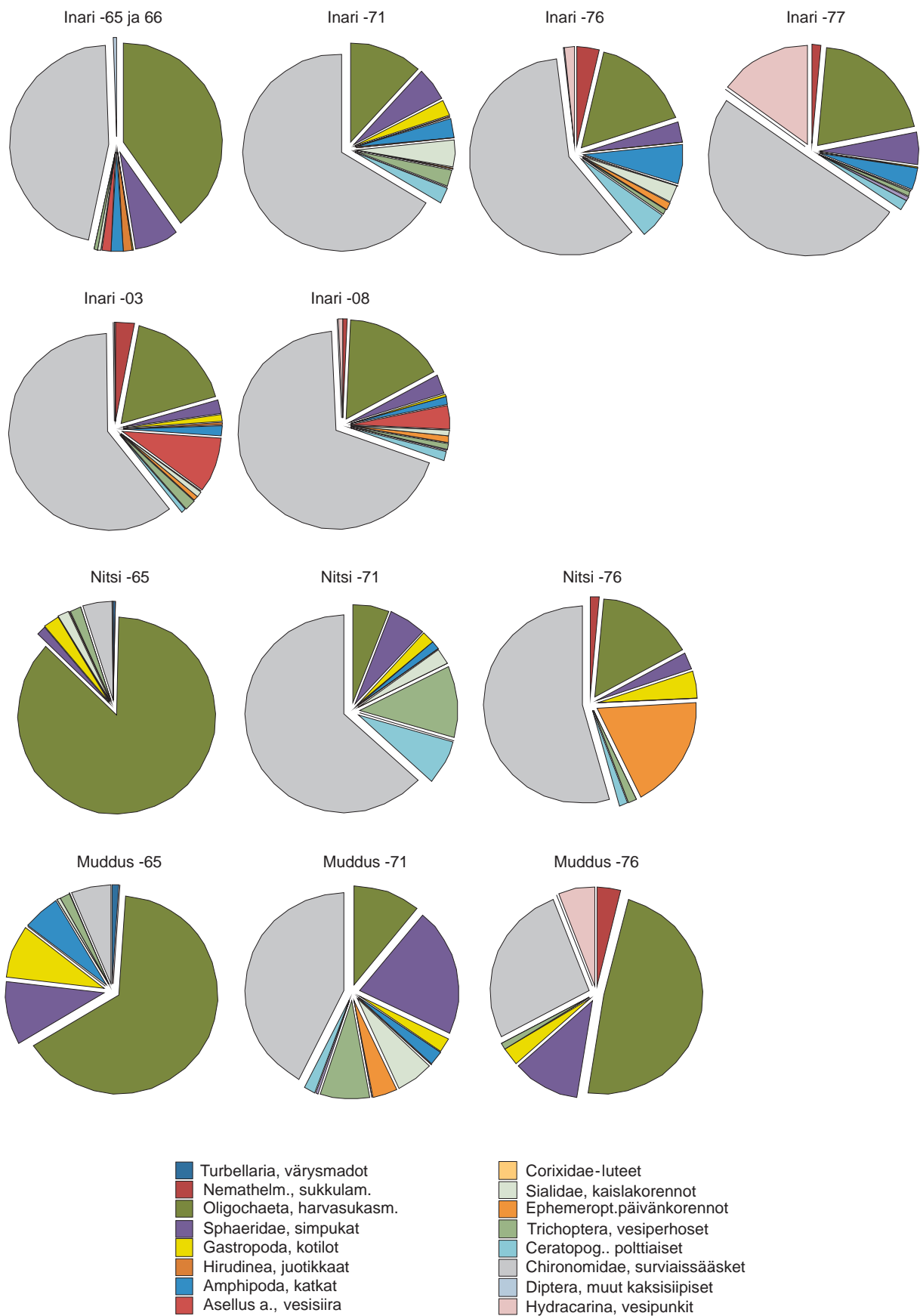


Kuva 8.2. Inarijärven, Muddusjärven, Nitsijärven ja viiden Kainuun säännöstelemättömän järven noin 2 metrin syvyyden pehmeiden pohjien eläimistön yksilötiheysarvioita taksoniryhmittäin eri tutkimusvuosina. Menetelmät ja näytepaikat vaihtelevat eri vuosien välillä eivätkä tiheydet ole vertailukelpoisia.

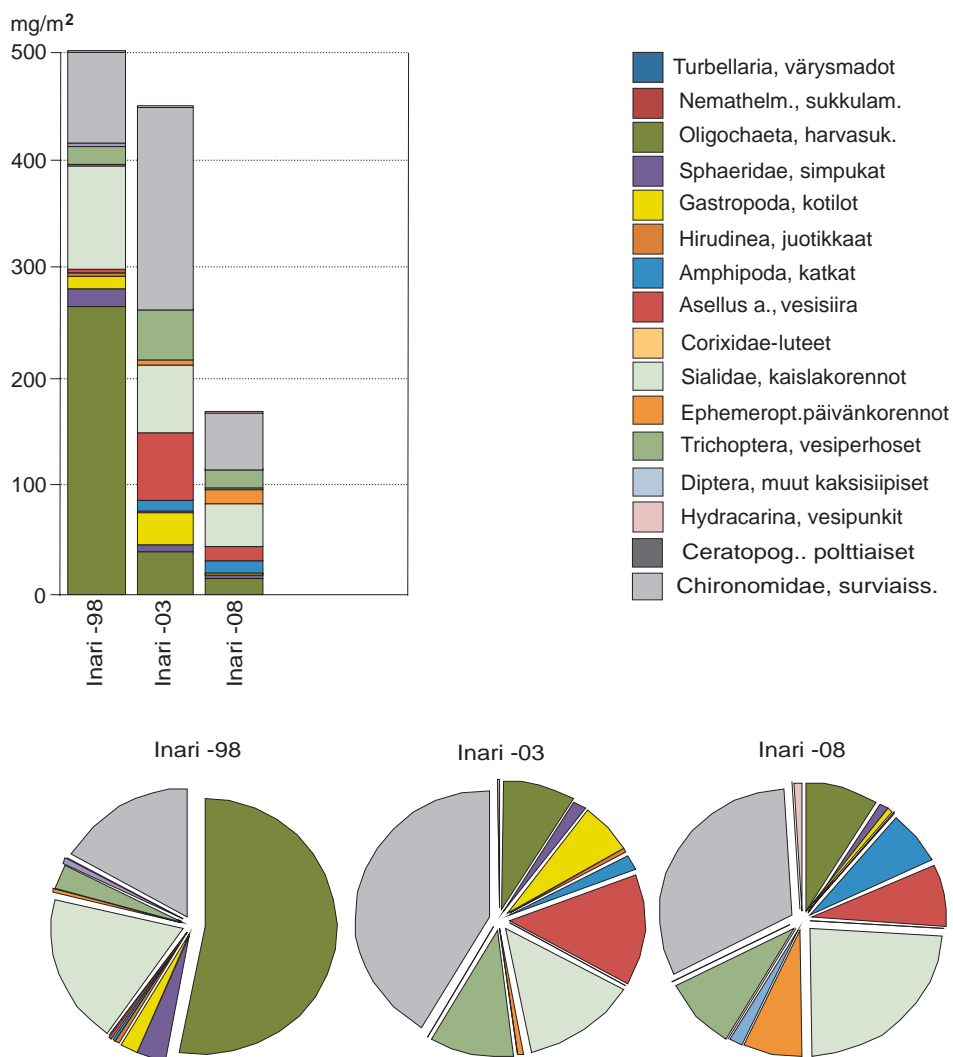
1977 tiheysarviot ovat arvatenkin juuri tämän takia muita selkeästi suuremmat. Myöskään näytteenottoapaikat eivät ole olleet samat eri tutkimuksissa, mikä heikentää vertailukelpoisuutta. Kokonaisuudessaan näyttää kuitenkin siltä, että pehmeiden pohjien kokonaistiheyyksissä ei näy johdonmukaista muutosta. Esimerkiksi vuoden 2008 tiheysarvio (810 yksilöä/m²) oli vain hieman alhaisempi kuin tutkimusvuosien keskiarvo (noin 1 000 yksilöä/m²). Myöskään eläimistön koostumuksessa ei pääsääntöisesti näy johdonmukaisia muutoksia. Vuosina 2003 ja 2008 on havaittu vesisiiraa (*Asellus aquaticus*), jota ei muuten ole havaittu kuin tutkimusvuonna 1966 (kuva 8.3). Katkat näyttävät taas vähentyneen 1970-luvun tilanteesta. Säännöstelemättömiin Kainuun järviin verrattuna päivänkorentotoukkien määrät ovat Inarijärvellä myös syvemmässä rannassa selkeästi alhaisemmat (kuva 8.2). Päivänkorentoja ei ollut juuri esiintynyt myöskään Muddusjärvellä ja Nitsijärvelläkin vain vuonna 1976. Kaikkiaan syvemmän rannan pehmeiltä pohjilta tavattiin 23 taksonia vuonna 2008 ja vuonna

na 2003 tavattiin 28 taksonia. Muut tutkimusvuodet ovat taksonimäärien osalta vertailukelvottomia. Pehmeiden pohjien kokonaisbiomassa-arvio oli vuonna 2008 alhaisempi (169 mg AFDW/m², vaihteluväli 20–473) kuin vuosina 1998 (498 mg/m², vaihteluväli 88–1 575) ja 2003 (448 mg AFDW/m², 33–872), jolloin harvasukasmatojen (2003) tai surviaissääskitoukkien (2008) biomassat olivat erityisen suuret (kuva 8.4).

Keskimäärin pehmeiden pohjien eläimistön tila luokitui vuonna 2008 tyydyttäväksi (ELS = 0,59; taulukko 8.3). Inarijärven pehmeiden pohjien eläimistön tila näyttäisi siis olevan hieman parempi kuin vuonna 1977 (ELS = 0,56), mutta hieman alhaisempi kuin vuonna 2003 (ELS = 0,68). Muiden vuosien (1966, 1971, 1976 ja 1998) osalta voitiin tarkastella vain ”tärkeitä taksonomisia ryhmiä”, jotka olivat läsnä kaikkina vuosina eikä eläimistö siis eroa vertailujärvistä tämän muuttujan perusteella. Samat taksoniset ryhmät näyttävätkin olevan pääsääntöisesti läsnä vuodesta toiseen.



Kuva 8.3. Inarijärven, Nitsijärven ja Muddusjärven noin 2 metrin syvyyden pehmeiden pohjen eläimistön koostumus eri tutkimusvuosina yksilötiheysarvioiden perusteella. Aineiston alkuperäislähteet löytyvät taulukosta 8.I.



Kuva 8.4. Inarijärven noin 2 metrin syvyyden pehmeiden pohjien eläimistön runsaus ja koostumus tuhattoman kuivapainoarvioiden perusteella kolmen seurantavuonna.

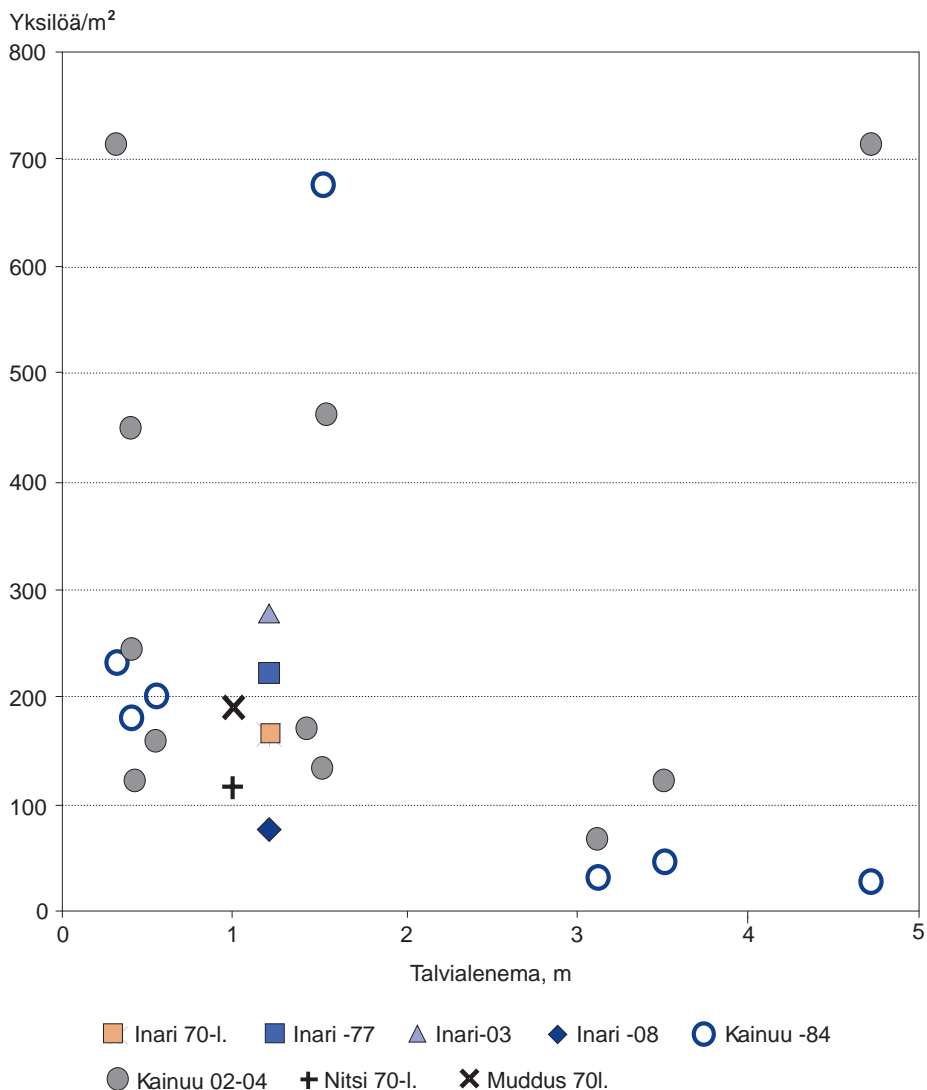
Myös pehmeiden pohjien eläimistön tila oli vuonna 2008 TT:n, PMA:n ja EPTM:n perusteella tyydyttävä. Tässä tarkastelluilta paikoilta (P1, K4 ja L4) puuttui kaikilla 11 vertailujärvellä esiintyneet *Caenis horaria* ja *Ephemera vulgata*. *Caenis* ja *Ephemera* esiintyivät kuitenkin muilla Inarijärven paikoilla tai näytteissä joita ei käytetty tilan arviointiin. Kuten vuonna 2003, *Cyrrnus*-lajit puuttuivat ja *Molanna*-lajit esiintyivät näytteissä hyvin harvalukuisena. Vertailujärville ominaisista ryhmistä (TTR) puuttuivat päivänkorennot ja nilviäiset, mutta muuttuja indikoi kuitenkin erinomaista tilaluokkaa. Taksonien lukumäärän perusteella tilaluokka oli hyvä.

Koko rantavyöhykkeen pohjaeläimistön keskimääräinen, eli kivikkorantojen ja pehmeiden pohjien syvyysvyöhykkeet yhdistetty tila, luokitui sekä vuonna 2003 että 2008 luokkaan hyvä.

Ekologisten laatusuhteiden arvot olivat aivan tilaluokan hyvä alarajalla lähellä luokkaa tyydyttävä (taulukko 8.1).

Pohjaeläimet kalojen ravintona

Kalojen ravinnon kannalta merkityksellisiä pohjaeläinryhmiä ovat etenkin simpukat, kotilot, katkat, äyriäiset, päivänkorennot ja vesiperhoset (Tikkanen ym. 1989). Näiden pohjaeläinryhmien yksilötiheysarviot ovat Inarijärvellä 2 m syvyydessä vaihdelleet välillä 78–280 yks m⁻², mikä on hieman alhaisempi kuin keskimäärin (340 yks m⁻²) Kainuun vertailujärvillä, mutta samaa tasoa kuin 1970-luvulla Nitsi- ja Muddusjärvellä (kuva 8.5). Kaikista Inarin seurantavuosista vuonna 2008 näiden ryhmien tiheys oli alhaisin.



Kuva 8.5. Inarijärven ja joidenkin Kainuun järvien syvemmän (noin 2 m) rannan kalaravinnon kannalta merkityksellisimmän pohjaeläimistön tiheysarvioiden ja järvien keskimääräisen vedenpinnan talvialeneman suhde. Yksilömäärään sisällytetyt pohjaeläinryhmät ovat simpukat, kotilot, katkat, äyriäiset, päivänkorennot ja vesiperhoset. Säännöstelemättömien järvien talvialenema on alle 0,6 m. Inarin havainnot ovat kuvassa kohdalla talvialenema = 1,2 m ja Nitsi- ja Muddusjärven kohdalla 1,0 m.

8.4

Tulosten tarkastelu

Tässä selvityksessä tarkasteltiin Inarijärven rantavyöhykkeen pohjaeläimistöä olemassa olevien ja etenkin vuonna 1998 aloitetun seurantahankkeen aineistojen perusteella. Työn päätavoitteena oli erityisesti arvioida 1) säännöstelyn ja 2) sen muuttamisen mahdollisia vaikutuksia pohjaeläimistön "tilaan".

Kärsiikö lievästi säännöstellyn Inarijärven rantavyöhykkeen pohjaeläimistö vedenkorkeuden säännöstelystä? Nykyisen seuranta-aineiston ja vanhempien aineistojen tarkastelun perusteella näyttäisi, että ainakin hieman. Lähes jokaisen tarkastellun muuttujan ekologinen laatusuhde

molemmissa syvyysvyöhykkeissä erosi ainakin hieman vertailujärvien vaihtelusta. Keskimäärin rantavyöhykkeen pohjaeläimistön tila oli luokan hyvä alarajalla, eli hieman heikompi kuin oletetussa luonnontilassa. Ekologisen tilan lievä aleneminen näkyi yksilörunsausten ja taksonien määrän alenemisena sekä erityisesti eläimistön koostumuksessa. Kivikkorantojen tilan arvioimiseen valituilta paikoilta puuttui useita vertailujärvillä yleisiä hyönteistoukkia, kuten *Oulimnius*-kovakuoriainen, *Centroptilum*- ja *Ephemera*-päivänkorennot ja *Cyrrnus*-vesiperhoset. Näiden samojen lajien on havaittu puuttuvan myös useilta säännöstellyiltä eteläisemmiltä järviltä (Aroviita & Hämäläinen 2008a, b), mikä tukee päätelmää että nämä lajit puuttuivat tai esiintyivät harvalukuisesti Inari-

järven näytteissä juuri säännöstelyn takia. Toisin sanoen havaitut poikkeamat Inarijärven rantojen eläinlajistossa ovat siis samanlaisia kuin muilla säännöstelyjärvillä havaitut säännöstelyvaikutukset. Myös näytteenottoajankohta vaikuttaa havaituihin eläinmääriin; tässä tarkastellut pohjaeläinnäytteet kerättiin syksyllä, kun talvialeneman ja jäätyamisen vaikutukset näkyvät kaikkein selvimmän kevään ja kesän eläinmäärissä ennen kesän kolonisaatiota (Grimås 1961, Tikkanen 1989).

Kalaravinnon kannalta merkityksellisten pohjaeläinryhmien (simpukat, kotilot, katkat, äyriäiset, päivänkorennot ja vesiperhoset) yksilötiheydellä ja säännöstelyn keskimääräisellä voimakkuudella (talvialenema), on havaittu tai otaksuttu olevan negatiivinen yhteys säännöstelyillä järvillä. Inarijärvellä näiden ryhmien yksilötiheydet olivat samaa tasoa kuin osassa Kainuun vertailujärvistä, mutta niiden tiheysvaihtelun alaosassa. Etenkin päivänkorentojen ja vesiperhosten tiheydet noin kahden metrin syvyydessä olivat pääsääntöisesti alhaisempia kuin Kainuun vertailujärvillä. Vaikka vuonna 1971 Muddusjärvellä ja vuonna 1976 Nitsijärvellä havaittiin enemmän päivänkorentoja kuin Inarijärvellä koskaan (kuvat 8.3 ja 8.4), keskimäärin kalaravinnon määrä näyttäisi Inarijärvellä olevan samaa tasoa kuin säännöstelemättömillä Muddus- ja Nitsijärvellä 1970-luvun aineistoissa. Poikkeus on vuosi 2008, jolloin ravinnon määrä näytti olleen erityisen alhainen. Tulokset viittaavat siihen, että vedenkorkeuden säännöstely huonontanee edelleen ainakin hieman kalojen saatavilla olevan pohjaeläinravinnon määrää. Pohjaeläinravintoa käyttäviä lajeja ovat Inarijärvellä mm. siikamuodoista joki- ja järvikutuiset pohjasiiat ja räppys, inarinnieriä ja made (Palomäki 1997). Toisaalta vertailu Muddus- ja Nitsijärveen osoittaa, että tiheydet eivät liene luon-

nontilaisessa Inarijärvessäkään olleet samaa tasoa kuin eteläisemmällä Kainuun järvillä.

Jatkossa tarkastelu olisi erityisen tärkeää tehdä täysin vertailukelpoisin menetelmin myös pohjoisilla vertailujärvillä, sillä yksi suuri epävarmuustekijä Inarijärven ekologisen tilan arvioinnissa on, että tässä käytetyt vertailuaineistot eivät välttämättä edusta Inarijärven tyyppisen hyvin suuren pohjoisen järven eläimistöä. Inarijärven erityispiirteet saattavat luontaisesti vaikuttaa pohjaeläinten runsauteen ja yhteisöjen koostumukseen, eivätkä eteläisemmät vertailuolot välttämättä sovellu Inarijärvelle sellaisenaan. Esimerkiksi eliömaantieteellisistä syistä Inarijärven lajimäärä saattaa olla luonnostaan pienempi kuin eteläisemmällä järvillä. Inarijärven vertailujärvinä aiemmin käytetyt Inarin länsipuolella sijaitseva Muddusjärvi ja pohjoispuolella sijaitseva Inarijärven koillisosaan laskeva Nitsijärvi (Toivonen 1966, Toivonen 1972, Hellsten ym. 1997) ovat ympäristöoloiltaan Inarin kaltaisia, vaikkakin Muddusjärvi on ruskeavetisempi ja molemman järven ovat paljon Inarijärveä pienempiä.

Onko 2000-luvulla toteutettu ekologinen säännöstelykäytäntö sitten vaikuttanut rantavyöhykkeen pohjaeläimistöön? Nykyisten seurantatulojen perusteella pohjaeläimistön tilassa ei näy yhdenmukaisia muutoksia parempaan tai huonompaan suuntaan (taulukko 8.4). Suuria muutoksia ei toisaalta voida olettaakaan tapahtuneen, sillä vedenkorkeuksissa on tapahtunut vain vähäisiä muutoksia 2000-luvulla verrattuna vuosiin 1960–1999 (ks. luku 5.1). Etenkin rantavyöhykkeen eläimistölle merkityksellinen vedenkorkeuden talvialenema ei ole pienentynyt (2000-luvulla keskimäärin 1,21 m, vertailujaksolla keskimäärin 1,22 m). Inarijärven rantojen eläimistön ”tila” näyttäisi

Taulukko 8.4. Yhteenveto pohjaeläinmittareista. Arvioitu muutos kuvaa 2000-luvun tilannetta suhteessa vertailujakson (1965–1998) havaintoihin.

Nro	Mittarin nimi	Muutos vertailujaksoon	Arvioitu mahdollinen vaikutus vesistön tilaan ja käyttöön
1	Yksilömäärä 2 m syvyydessä (kpl/m ²)	Pienentynyt vähän	Vähäinen negatiivinen vaikutus kalojen ravintovaroihin
2	Orgaaninen kuivapaino 2 m syvyydessä (mg/m ²)	Pienentynyt vähän	Vähäinen negatiivinen vaikutus kalojen ravintovaroihin
3	Vertailujärville ominaisten taksonien esiintyminen (TT40)	Ei vertailukelpoista aineistoa	Ei vertailukelpoista aineistoa
4	Suhteellinen mallinkaltaisuus (PMA)	Ei vertailukelpoista aineistoa	Ei vertailukelpoista aineistoa
5	Vert. omin. taksonomisten ryhmien esiintyminen (TTR _{0,4})	Ei muutosta	Ei vaikutusta
6	Muutosherkkien ja epäherkkien taksonien suhde (EPTM)	Ei vertailukelpoista aineistoa	Ei vertailukelpoista aineistoa
7	Taksonien lukumäärä (TakSL)	Ei vertailukelpoista aineistoa	Ei vertailukelpoista aineistoa



V. 2008 kivikkopohjan näytteenottopiste

Kuva 8.6. Riuruvuonon seuranta-alue syyskuussa 2003 (vasen) ja 2008 (oikea). Vuoden 2003 kesä oli vähäsateinen ja Inarijärven vedenkorkeus oli syyskuussa noin 60 cm alempana kuin keskimäärin ja vuonna 2008.

kuitenkin parantuneen ainakin hieman 1960- ja 1970-lukujen tilanteesta. Säännöstelykäytännön muuttamista seuranneesta rannan "vakiintumisesta" ja orgaanisen aineksen sedimentaation (tai pädätyskyvyn) kasvusta voisi kertoa kaksisiipisten suurempi määrä vuonna 2003, toisaalta niiden määrä oli taas pienempi vuonna 2008. Rannan vakiintumisen olettaisi suosivan myös harvasukasmatoja, mutta niiden määrä oli alhaisempi vuosina 2003 ja 2008. Kaikkiaan kolmena vuotena kerätty seuranta-aineisto on vielä liian pieni säännöstelykäytännön muuttamisen vaikutusten luotettavaan todentamiseen, sillä osa muutoksista tapahtuu viiveellä ja järvien pohjaeläimistöissä esiintyy luontaista vuosivaihtelua. Muutosten havaitsemista nykyisessä seuranta-aineistossa vaikeuttavat myös seurantavuosina vallinneet poikkeukselliset sääolot (kuva 8.6). Kesä 2003 oli poikkeuksellisen kuiva, mikä luultavimmin karsi paikallaan pysyviä eläimiä kuten harvasukasmatoja ylemmässä rantavyöhykkeessä, mihin 2003 alhaisemmat yksilömäärät (ks. kuva 8.1), taksonimäärät ja ELS-arvot viittaavat. Toisaalta alhainen vedenkorkeus samana vuonna saattoi lisätä liikkuvien lajien kuten vesisiiran (kuva 8.4) runsautta syvemmillä, kun eläimet ovat seuranneet laskevaa vedenkorkeutta kuivan kesän aikana.

8.5

Johtopäätökset

Nykyisten seurantatulosten perusteella Inarijärven rantavyöhykkeen pohjaeläimistön tilassa ei ole havaittavissa säännöstelykäytännön kehittämiseen yhdistettäviä muutoksia. Suuria muutoksia ei voida olettaakaan tapahtuneen, koska säännöstelykäytännön muutokset ovat pohjaeläimistön kannalta (talvialenema) olleet pieniä. Seurantatulosten perusteella Inarijärven rantojen eläimistö näyttää edelleen kärsivän ainakin hieman vedenkorkeuden säännöstelystä ja sillä voi olla negatiivisia vaikutuksia kalojen ravintovaroihin. Toisaalta Inarijärvi on luonnonoloiltaan hyvin karu pohjoinen järvi, missä pohjaeläintiheydet ovat luonnostaankin alhaisia. Jatkossa olisi erityisen tärkeää Inarijärven ekologisessa tilassa mahdollisesti tapahtuvien muutosten havaitsemiseksi turvata seurannan jatkuminen ja erityisesti pohjoisten vertailuolosten seuranta.

LÄHTEET

- Aroviita, J. 2010. Säännöstelyn kehittämisen vaikutukset Inarijärven rantavyöhykkeen pohjaeläimistöön: vuoden 2008 seurannan tulokset. Raportti, Suomen ympäristökeskus. 27 s. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=121518&lan=fi>
- Aroviita, J., Hämäläinen, H. 2004. Inarijärven säännöstelyn kehittämisen vaikutukset rantavyöhykkeen monimuotoisuuteen ja tuottokykyyn – vuosien 1998 ja 2003 pohjaeläinseurannan tulokset. Raportti, Jyväskylän yliopisto. 23 s.
- Aroviita, J. & Hämäläinen, H. 2008a. Pohjaeläimet. Julkaisussa: 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: 29–61.
- Aroviita, J. & Hämäläinen, H. 2008b. The impact of water level regulation on littoral macroinvertebrate assemblages in boreal lakes. *Hydrobiologia* 613: 45–56.
- Aroviita, J., Koskeniemi, E., Kotanen, J. & Hämäläinen, H. 2008c. A priori typology-based prediction of benthic macroinvertebrate fauna for ecological classification of rivers. *Environmental Management* 42: 894–906.
- Euroopan Parlamentti ja Neuvosto 2000. 2000/60/EY. Euroopan yhteisöjen virallinen lehti L327: 1–72.
- Grimås, U. 1961. The bottom fauna of natural and impounded lakes in northern Sweden (Ankarvattnet and Blåsjön). *Institute of Freshwater Research Drottningholm* 42: 183–237.
- Hellsten, S., Palomäki, R. & Järvinen, E. 1997. Inarijärven vedenkorkeuden säännöstelystä ja sen vaikutuksista rantavyöhykkeellä. Lapin ympäristökeskuksen moniste 2: 1–77.
- Honkasalo, L. & Hiisivuori, 1977. Inarijärven pohjaeläintutkimus 1976. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto. Moniste. 20 s.
- Hynes, H.B.N. & Yadav, U.R. 1985. Three decades of post-impoundment data on the littoral fauna of Llyn Tegid, North Wales. *Archiv für Hydrobiologie* 104: 39–48.
- Hämäläinen, H., Aroviita, J., Koskeniemi, E., Bonde, A. & Kotanen, J. 2007. Suomen jokien tyypittelyn kehittäminen ja pohjaeläimiin perustuva ekologinen luokittelu. Länsi-Suomen ympäristökeskuksen raportteja 4/2007. 67 s.
- 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.
- Lapin ympäristökeskus 1999. Inarijärven säännöstelyn ja sen muuttamisen vaikutukset rantavyöhykkeen monimuotoisuuteen ja tuottokykyyn. Seurantamenetelmät, alueiden kohdekuvaukset sekä maastotyöohjeet. Raportti.
- Marttunen, M., Hellsten, S., Puro, A., Huttula, E., Nenonen, M., Järvinen, E., Salonen, E., Palomäki, R., Huru, H. & Bergman, T. 1997. Inarijärven tila, käyttö ja niihin vaikuttavat tekijät. Suomen ympäristö 58: 1–197.
- Novak, M.A. & Bode, R.W. 1992. Percent Model Affinity - A new measure of macroinvertebrate community composition. *Journal of the North American Benthological Society* 11: 80–85.
- Nurmi, P. 1998. Eräiden Suomen järvien pohjaeläimistö. Valtakunnallisen seurannan tulokset vuosilta 1989–1992. Suomen ympäristö 172: 1–74.
- Palomäki, R. 1981. Inarijärven siikamuodot ja niiden ravinnonvalinta. Pro gradu -tutkielma. Jyväskylän yliopisto.
- Palomäki, R. 1994. Response by macrozoobenthos biomass to water level regulation in some Finnish lake littoral zones. *Hydrobiologia* 286: 17–26.
- Palomäki, R. & Hellsten, S. 1996. Littoral macrozoobenthos biomass in a continuous habitat series. *Hydrobiologia* 339: 85–92.
- Palomäki, R. 1997. Inarijärven kalakantojen ravintoekologia, vuorovaikutussuhteet ja hoito Lapin ympäristökeskuksen moniste 3: 1–29.
- Puro, A., Kerätär, K., Palomäki, R., Visuri, M., & Hellsten, S. 1999. Inarijärven säännöstelyn ja sen muuttamisen vaikutukset rantavyöhykkeen monimuotoisuuteen ja tuottokykyyn – koalojen perustaminen ja perushavainnot 1998. Raportti. 33 s. Lapin ympäristökeskus.
- Sutela, T. & Vehanen, T. 2008. Effects of water-level regulation on the nearshore fish community in boreal lakes. *Hydrobiologia* 613: 13–20.
- 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 vaikutuksesta Inarijärven kalakantoihin ja kalastukseen. Moniste. 72 s.
- Toivonen, J. 1972. Vedensäännöstelyn vaikutus Inarijärven kalakantoihin ja kalastukseen. Täydentävä lausunto. Moniste. 28 s.
- Vuori K.-M., Mitikka, S. & Vuoristo, H. (toim.) 2009. Pintavesien ekologisen tilan luokittelu. Ympäristöhallinnon ohjeita 3/2009: 1–120.



Kesänuottausta Inarijärvellä (kuva Erno Salonen).



Muikun talvinuottausta Inarijärven Jokisuonselällä tammikuussa 2009 (kuva Erno Salonen).

9 Kalakannat ja kalastus

Erno Salonen

9.1

Aineisto ja menetelmät

Inarijärven kalastuksesta ja saaliista alettiin kerätä tietoja säännöstelyn aiheuttamien vahinkojen selvitystyönä vuosina 1965–1966 (Toivonen 1966). KHO:n Inarijärven velvoitepäätöksen (27.11.1975) jälkeen vuotuiset perustiedot järven kalastuksesta ja saaliista on kerätty ja raportoitu Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen (RKTL) toimesta, viimeisimpänä Salonen ym. 2009, 2010. Vuosina 1965–1966 tehdyillä kalastajien haastatteluilla ja niitä täydentävillä kalakaupan tilastoilla arvioitiin takautuvasti tilannetta kalansaaliiden osalta jo ennen järven säännöstelyä, jaksosta 1935–1940

alkaen. Järven kalastajamääristä, kalaistutuksista, yksikkösaaliista sekä saalisnäytteisiin perustuviista muuttujista vertailukelpoiset tarkastelujaksot alkavat velvoiteistutus- ja tarkkailutoiminnan käynnistymisen myötä 1970–1980-luvuilta lähtien (taulukko 9.1).

Mittareiden koko tarkastelujaksona on käytetty laajimmillaan vuosia 1935–2009 (kalansaaliit), ja mittareiden arvot on esitetty 10 vuoden jaksoina. Vertailujaksona on käytetty vuoteen 1999 yltävää aikasarjaa, minkä lisäksi on tarkasteltu erikseen 2000-luvun sekä viimeisen viiden vuoden keskiarvoja. Kalansaaliiden vertailujaksona voitiin käyttää myös ennen säännöstelyä (1935–1940) vallinnutta jaksoa.

Taulukko 9.1. Tarkastelussa käytetyt muuttujat ja mittarit sekä käytettävissä olevan aikasarja.

Muuttuja	Mittari	Aikasarjan pituus
Kalansaalis	Kokonaiskalansaalis (kg)	1935–2009
	Punalihaisten petokalojen saalis (kg)	1935–2009
Kalastajamäärä	Ammattikalastajien lukumäärä	1987–2009
	Kotitarvekalastajien lukumäärä	1987–2009
	Virkistyskalastajien (ulkopaikkak.) lukumäärä	1987–2009
Kalaistutukset	Siikaistutukset (1-kes., kpl)	1975–2009
	Taimenstutukset (2–4 v., kpl)	1976–2009
	Nieriäistutukset (2–3 v., kpl)	1978–2009
	Nieriäistutukset (1 v., kpl)	1996–2009
Yksikkösaalis	Siian verkkoyksikkösaalis (g/verkkovrk)	1977–2009
	Taimenen verkkoyksikkösaalis (g/verkkovrk)	1977–2009
	Nieriän verkkoyksikkösaalis (g/verkkovrk)	1977–2009
	Muikun verkkoyksikkösaalis (g/verkkovrk)	1985–2009
Saaliskalojen keskipaino	Siian keskipaino (isorysänäytteet, g)	1986–2008
	Taimenen keskipaino (kaikki näytteet, g)	1984–2008
	Nieriän keskipaino (kaikki näytteet, g)	1995–2008

Kalansaaliit ja kalastajamäärät

Historiallinen, ennen Inarjärven säännöstelyä vallinnut kokonaissaalistaso oli arviolta 250 tonnia jaksoilla 1935–1940 (Toivonen 1966). Säännöstelyn kalakannoille ja kalastukselle aiheutuneiden haittojen johdosta kalansaaliit pienenevät ja kokonaissaalis laski 1960-luvun lopussa alimmillaan alle 80 tonnin. KHO:n velvoitepäättöksen (v. 1975) myötä aiemmin pienimuotoista kalanviljely- ja istutustoimintaa Inarjärven laajennettiin voimakkaasti ja saaliitkin alkoivat pikkuhiljaa nousta. Tulokaslaji muikku tuli järveen jo aiemmin (mm. Sergejeff 1985, Mutenia & Salonen 1992), mutta järven saalistilastoihin se alkoi vaikuttaa 1980-luvun puolivälistä lähtien hyvinkin voimakkaasti. Huipussaan, vuonna 1989 muikun yli 300 tonnin saalis nosti myös järven kokonaissaaliin ennätysmäiseen 560 tonniin. Samana vuonna myös tehokas siian kalastus isorysillä sekä punalihaisten petokalojen hyvät saaliit nostivat kokonaissaalista (suuret vaihteluvälit) (kuva 9.1). Muikkusaalis romahti nopeasti 1990-luvun alussa, mutta huolimatta saaliiden suurista vuotuisista vaihteluista 1990-luvun keskiarvo ei alentunut paljoa 1980-luvun keskiarvosta.

Inarjärven kokonaissaalis 2000-luvulla on vakiintunut 170–180 tonnin tasolle. Vuosien välinen vaihtelu 2000-luvulla on ollut huomattavan pientä verrattuna 1980- ja 1990-lukuihin (kuva 9.1). Muikkusaalis on noussut uudelleen, mutta pysynyt silti huippuvuosien saaliisiin nähden pienenä.

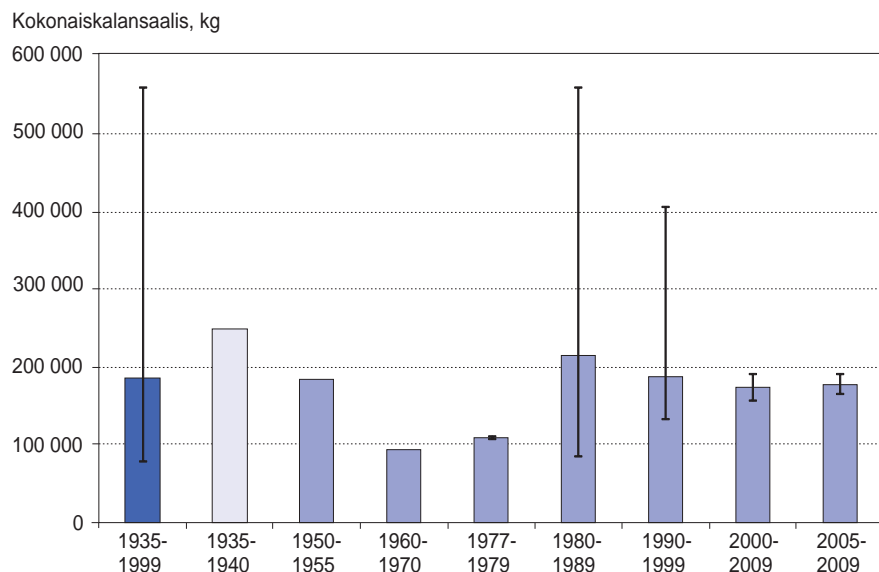
Inarjärven alkuperäisten, luontaisten punalihaisten petokalojen, taimenen ja nieriän eli raudun yhteissaaliiksi arvioitiin 47,5 tonnia ennen sään-

nöstelyä (Toivonen 1966). Kuten kokonaissaalis, myös näiden petokalojen saaliit romahtivat huomattavasti säännöstelyn alettua (yhteissaalis 7–8 tonnia 1960-luvulla). Uusien petokalalajien istutukset järveen aloitettiin jo ennen vuoden 1975 velvoitepäättöstä; järvihoitoa istutettiin vuodesta 1971 lähtien ja harmaanierää vuodesta 1972 lähtien (Salonen & Mutenia 2007). Saalistilastoihin nämä kaksi uutta lajia tulivat vuodesta 1977 lähtien, joten jaksosta 1977–1979 lähtien punalihaisten petokalojen yhteissaalis sisältää neljä kalalajia (kuva 9.2). Kompensaatioistutusten vaikutus saaliisiin alkoi näkyä jo 1970-luvun lopussa, mutta erityisesti 1980-luvulla petokalasaaliit nousivat voimakkaasti sekä hyvän ravintotilanteen (voimistunut muikkukanta) että istutusten ansiosta. Muikun romahdettua 1990-luvun alussa, romahtivat myös petokalojen saaliit huolimatta edelleen suurista istutusmääristä. Pienimmillään petokalojen saaliit olivat 1990-luvun puolivälissä (kuva 9.2).

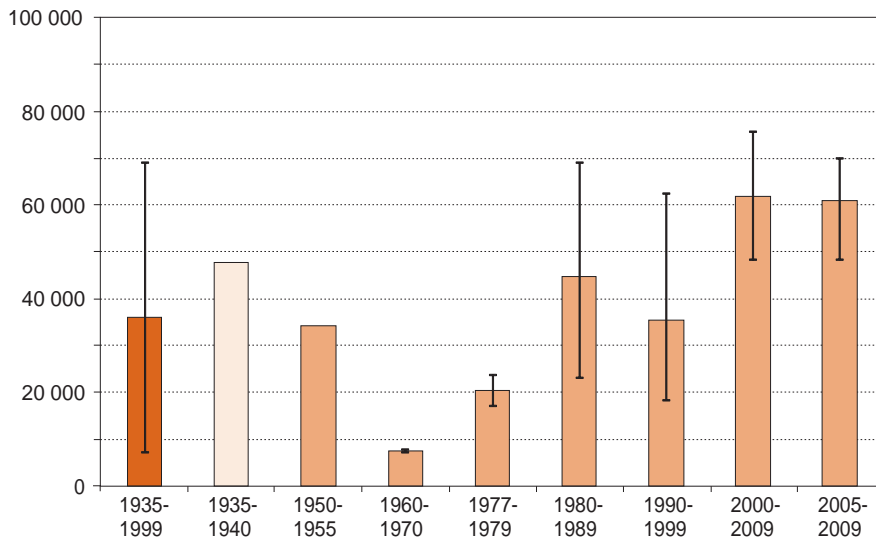
Tilanne parani nopeasti 2000-luvulla, ensin reeskan eli kääpiösiian, sitten muikkukannan voimistumisen myötä. Sopeutuvan velvoitehoidon käyttönotolla, jossa mm. ylisuuria istutusmääriä leikattiin, sekä laadukkaalla istutustoiminnalla saavutettiin 2000-luvulla hyviä tuloksia, jotka hyvän muikkukannan myötä heijastuivat korkeina punalihaisten petokalojen saaliina (kuva 9.2).

RKTL:n laajan merkintäohjelman (2000–2010) perusteella istutettujen osuus kaikkien punalihaisten petokalojen saaliista 2000-luvulla on kalalajista riippuen ollut suuruusluokkaa noin 50 (taimen)–100 % (harmaanierää). Järven keskeisimmästä siikamuodosta, pohjasiiasta, istukkaiden osuudeksi on arvioitu merkintätutkimusten perusteella 30–50 % (Salonen ym. 2009, 2010). Vertailukelpoiset

Kuva 9.1. Inarjärven kokonaissalansaaliit eri tarkastelujaksoilla. Vertailujaksoina sekä vuoteen 1999 yltävä jaksotta ennen järven säännöstelyä 1935–1940 vallinnut jakso. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälin tarkastelujaksolla.



Punalihaisten petokalojen saalis, kg

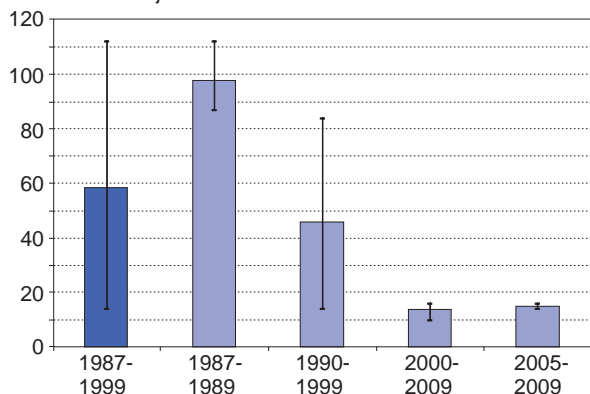


Kuva 9.2. Inarijärven punalihaisten petokalojen (taimen, nieriä, järvilohi, harmaanieriä) saaliit eri tarkastelujaksoilla. Vertailujaksoina sekä vuoteen 1999 yltävä jakso että ennen järven säännöstelyä 1935–1940 vallinnut jakso. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälin tarkastelujaksolla.

merkintätutkimuksiin perustuvat tiedot puuttuvat ennen 2000-lukua, joten istukkaiden osuutta ei tässä raportissa enempää käsitellä.

Tässä raportissa kalastajamääriä tarkasteltiin vain melko lyhyellä aikajaksolla, jolloin kalastajamäärien tilastot ovat toisiinsa nähden kutakuinkin vertailukelpoisia. Erittäin korkeat ammattikalastajien määrät 1980-luvun lopussa selittyivät ”teho-kalastusbuumin” alkamisella 1980-luvun puolesta välistä alkaen. Muikun trooli- ja talvinuottakalastus sekä siian isorysäkalastus alkoivat ja runsaasti uusia kalastajia rekrytoitui järvelle (Mutenia & Ahonen 1990). Muikkukannan romahdus ja siian osalta isorysäkalastuksen alkuinnostuksen laantuminen pudotti 1990-luvulla ammattimaisesti kalastavien määrän puoleen. 2000-luvulla ammattikalastajiksi saalistilastoinnissa luokiteltujen kalastajien määrä on vakiintunut 15 kalastajan tasolle (kuva 9.3).

Ammattikalastajien lukumäärä

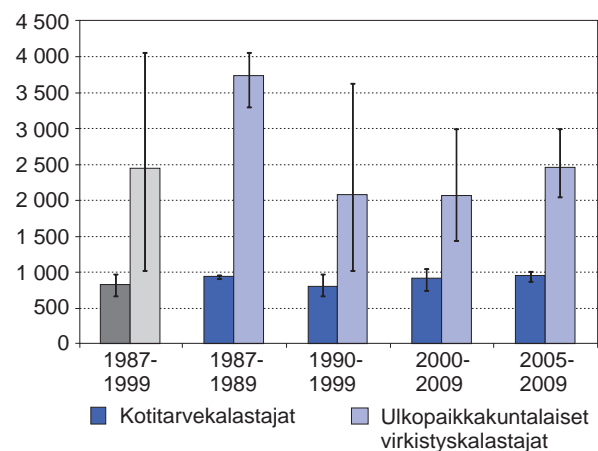


Kuva 9.3. Inarijärven ammattimaisten kalastajien lukumäärä eri tarkastelujaksoilla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälin tarkastelujaksolla.

Paikkakuntalaisten kotitarvekalastajien systemaattisen tilastoinnin alkuvuosi oli 1987. Tuolloin kalastusjärjestelyt Inarin kunnan valtion vesillä muuttuivat, kun Metsähallitus alkoi myöntää maksuttomia kalastuslupia paikkakuntalaisille talouksille (ruokakuntakohtainen lupa) (Salonen 1992). Inarijärvellä vuosittain tehtyjen kalastustiedustelujen perusteella Inarijärvellä kalastaneiden ruokakuntien määrä on pysynyt varsin vakaana koko tarkastelujakson ajan. Varsinkin haluttujen punalihaisten petokalojen huonompi saalistilanne 1990-luvulla pudotti hieman kalastusintoa, mutta 2000-luvulla kalastukseen on osallistunut Inarin kunnan väestöpohjaan nähden varsin mittava joukko eli noin 900 ruokakuntaa (kuva 9.4).

Ulkopaikkakuntalaisten virkistyskalastajien lukumäärä oli suurimmillaan 1980-luvun lopussa hyvän petokalatilanteen ja muikkubuumiin aikaan.

Lukumäärä



Kuva 9.4. Inarijärvellä kalastaneiden paikkakuntalaisten kotitarvekalastajien lukumäärä (ruokakuntia) ja ulkopaikkakuntalaisten virkistyskalastajien lukumäärä (henkilöitä) eri tarkastelujaksoilla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälin tarkastelujaksolla.

Punalihaisten petokalojen vetouistelu on virkistyskalastajien pääasiallinen kalastusmuoto. Näiden kalalajien saaliiden heikkeneminen 1990-luvun alussa pudotti myös virkistyskalastajien määrän alimmillaan tuhanteen. Petokalatilanteen paraneminen 2000-luvulla on nostanut taas kävijämääriä, mikä näkyy jo korkeampana viimeisen viiden vuoden jakson kalastajamääränä (kuva 9.4).

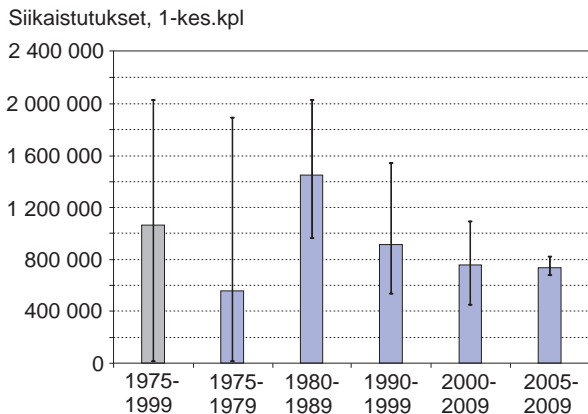
Yleisen taloustilanteen on viime aikoina arvioitu vaikuttavan osaltaan myös pitkien matkojen päästä Etelä-Suomesta tulevien virkistyskalastajien käyttäytymiseen. Talouslama/taantuma oli 1990-luvun alussa ja vuonna 2009, jolloin kävijämäärässä oli laskua edellisvuosiin nähden.

9.3

Kalaistutukset

Siikaistutukset (1-kesäisillä) Inarijärveen käynnistyivät KHO:n velvoitepäätöksen 1975 myötä. Järven siikavelvoite on yksi miljoona kesänvanhaa siikaa. Alkuvuosina velvoitteeseen syntynyttä jälkeenjääneisyyttä kurottiin kiinni istutustoiminnan päästyä täyteen vauhtiin, Inarin ja vuodesta 1981 lähtien myös Sarmijärven kalanviljelylaitoksilla, ja edelleen eri puolille kuntaa perustetuissa luonnonravintolammikoissa kasvatetuilla poikasilla. Istutusmäärät olivat suuria (1–2 miljoonaa poikasta) koko 1980-luvun ajan. Tutkimussuosituksen perusteella ensin lopetettiin alueelle vieraan siikamuodon, planktonsiian istuttaminen alkuperäisen pohjasiian (Ivalojoen kanta) lisänä vuoteen 1989. Sittemmin 1990-luvulla pienennettiin myös pohjasiikaistutuksia (Salojärvi & Mutenia 1989, 1994).

Siikaistutusmäärä Inarijärveen 2000-luvulla on vakiintunut nykysuosituksen mukaiselle 750 000 poikasan tasolle (kuva 9.5), kuitenkin vuosittais-



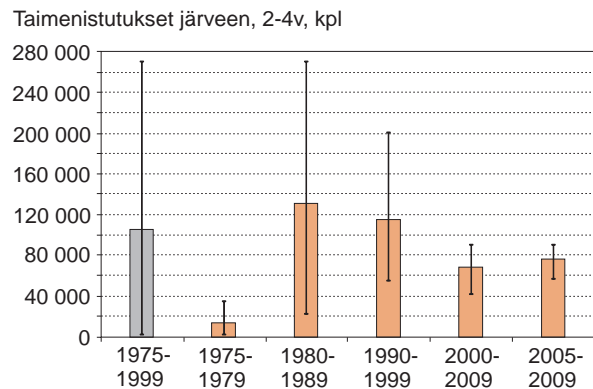
Kuva 9.5. Inarijärveen istutettujen kesänvanhojen siianpoikasten määrä eri tarkastelujaksoilla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälillä tarkastelujaksolla.

ta luonnonravintolammikoiden lämpötilaoloista ja muista viljelytekijöistä riippuen. Tämä istutustaso on alustavasti myös Inarijärven velvoiteistutussuunnitelmassa vuosille 2011–2015.

Inarijärven taimenistutuksilla on sama historiausta kuin siikaistutuksillakin. Viive velvoitepäätöksen (1975) jälkeen oli kuitenkin selvästi siikaa pidempi, koska poikaset jouduttiin kasvattamaan laitoksissa 2–4-vuotiaiksi, emokalastojen perustaminen vei aikansa jne. Inarijärven taimenvelvoite on 100 000 kpl taimenen tai järvilohen vaelluskoista poikasta ja käytännössä järvi-istutuksia on tehty 2–4-vuotiailla. Vuotuiset taimenistutukset saavuttivat velvoitteen määräämisen tason 1980-luvun puolivälissä toisen velvoitelaitoksen, Sarmijärven kalanviljelylaitoksen, toiminnan päästyä täyteen käyntiin ja jälkeenjääneisyyttä kiinni kurottaessa istutettiin sen jälkeen hyvinkin suuria määriä vuosittain aina vuoteen 1996 asti. Velvoiteistutusten lisäksi muutkin tahot istuttivat taimenta järveen. Alkuaikoina myös muualta, Vuoksen vesistöalueelta tuotua järvilohua käytettiin vaihtoehtoisena lajina kompensoimaan vajaaksi jääviä taimenistutuksia.

Tutkimussuosituksen perusteella (Marttunen ym. 1997) järven ravintovaroihin nähden ylisuuriksi todetut taimenistutukset mitoitettiin vuodesta 1997 lähtien kohtuulliselle 60 000–80 000 poikasan (pääosin 3 vuotiaita) tasolle, jolla taimenistutukset ovat 2000-luvullakin olleet (kuva 9.6). Sama istutustaso on edelleen velvoiteistutussuunnitelmassa vuosille 2011–2015.

Inarijärven nieriäistutukset perustuvat myös em. velvoitepäätökseen. Nieriää tai vaihtoehtoisesti alkuperäistä nieriää korvaavaa pohjoisamerikkalaista (Lake Superiorin kanta) harmaanieriää (Salonen & Mutenia 2007) on velvoitepäätöksen mukaan istutettava järveen 250 000 kpl kesänvanhaa poikasta vuosittain. Käytännössä nieriäistutukset on tehty 2–3-vuotiailla nieriöillä velvoiteistutuk-

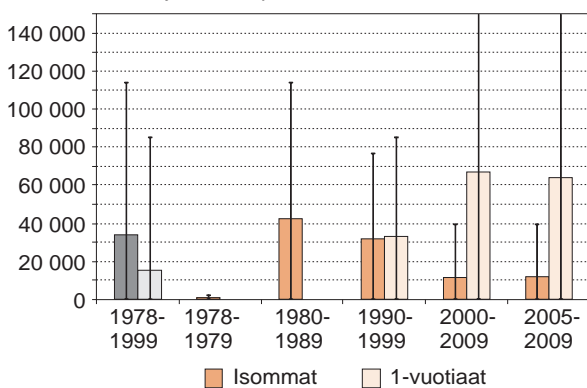


Kuva 9.6. Inarijärveen istutettujen taimenen poikasten (2–4-vuotiaat) määrä eri tarkastelujaksoilla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälillä tarkastelujaksolla.

sisä käytettyjen muuntokertoimien mukaisesti, jolloin isompien poikasten istutusmäärä on vain murto-osa lähtökohtana olleesta kesänvanhojen määrästä. Alkuaikoina nieriän emokalaston puuttuessa istutuksia korvattiin huomattavassa määrin vaihtoehtoisella lajilla, harmaanieriällä.

Istutustoiminnassa tapahtui myös nieriän osalta muutoksia vuodesta 1996 lähtien, kun isompien poikasten ohella alettiin istuttaa enenevässä määrin 1-vuotiaita poikasia keväällä jäänalusistutuksina. 2000-luvulla nieriäistutukset onkin tehty valtaosin 1-vuotiailla poikasilla (kuva 9.7). Velvoiteistutussuunnitelman 2011–2015 mukaan kaikki nieriät istutetaan 1-vuotiaina.

Rautuistutukset järveen, kpl



Kuva 9.7. Inarijärveen istutettujen nieriän eli raudun poikasten määrä eriteltynä isompiin (2–3-vuotiaat) ja 1-vuotiaisiin istukaisiin eri tarkastelujaksoilla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälin tarkastelujaksolla.

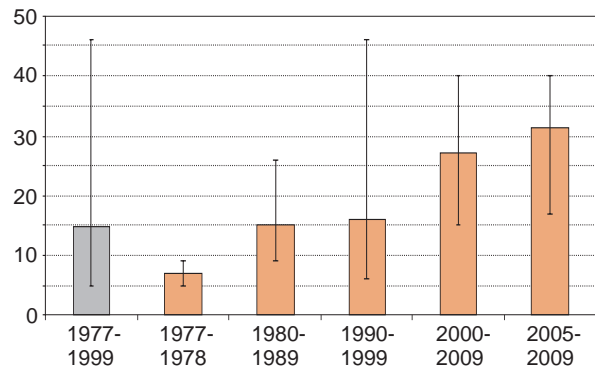
9.4

Verkkoyksikkösaaliit

Inarijärven verkkokalastuksesta on pidetty kirjaa jo pian vuoden 1975 velvoitepäätöksen jälkeen käynnistetyn velvoitetarkkailun puitteissa vuodesta 1977 lähtien. Verkkokirjanpidolla on seurattu erityisesti velvoiteistutettavien kalalajien yksikkösaaliiden kehitystä. Myös ammattikalastuksen kannattavuustutkimuksessa verkkokirjanpito oli oleellinen tutkimusmenetelmä (Salminen & Mutenia 1991).

Nieriän eli raudun yksikkösaalis yhtä verkkoa kohti normaalissa pohjaverkkokalastuksessa oli hyvin pieni, alle 10 grammaa vuorokautta kohti 1970-luvun lopussa, jolloin nieriäsaaliit olivat säännöstelyn haittavaikutusten johdosta alimmillaan. Nieriäistutusten käynnistyttyä 1980-luvun yksikkösaalistaso nousi noin kaksinkertaiseksi 1970-luvun loppuvuosiin nähden, mutta 1990-luvun puoliväliin mennessä myös nieriäsaaliit romahdivat (kuten muikku- ja taimensaaliitkin). Saalis-

Nieriän I. raudun verkkoyksikkösaalis, g/vrk



Kuva 9.8. Nieriän eli raudun yksikkösaalis (g/verkkovrk) pohjaverkkokalastuksessa kalastuskirjanpidon perusteella Inarijärvellä eri tarkastelujaksoilla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälin tarkastelujaksolla.

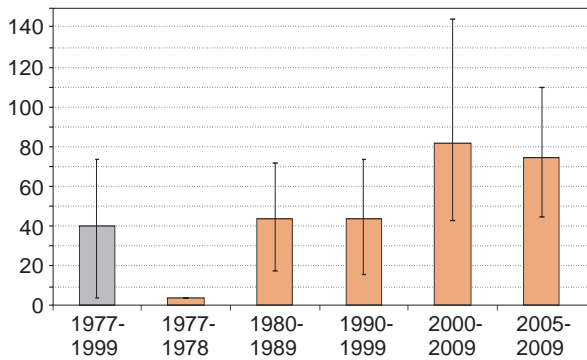
taso alkoi hiljalleen nousta 1990-luvun viimeisinä vuosina ja yksikkösaaliin keskiarvo pysyi samalla tasolla kuin 1980-luvulla (kuva 9.8).

Koko 2000-luvun ajan nieriän yksikkösaalis on ollut varsin hyvä, nousten jakson loppuvuosina 2005–2009 kaksinkertaiseksi 1980- ja 1990-lukujen keskiarvoon nähden (kuva 9.8). Suurin osa nieriäsaaliista on 2000-luvun merkintätutkimusten perusteella ollut peräisin istutuksista (Salonen ym. 2009). Siirtyminen nieriäistutuksissa 1-vuotiaisiin istukaisiin näyttää ainakin 2000-luvun hyvän ravintotilanteen vallitessa onnistuneen varsin hyvin (vrt. kuvat 9.7 ja 9.8).

Taimenen pohjaverkkoyksikkösaaliissa on samansuuntainen kehitys kuin nieriällä. Yksikkösaalis oli 1970-luvun loppuvuosina erittäin pieni, alle 5 grammaa. Muikun tulo järveen uudeksi mittavaksi ravintoresurssiksi sekä istutusmäärien voimakas nousu 1980-luvulla nostivat taimensaaliita nopeasti moninkertaisiksi. Kuten nieriällä, myös taimenella yksikkösaalis putosi 1990-luvun puoliväliin mennessä järven huonontuneen ravintotilanteen myötä, mutta alkoi 1990-luvun loppuvuosina hiljalleen nousta. Näin 1990-luvun yksikkösaaliin keskiarvo pysyi liki samalla tasolla kuin 1980-luvun keskiarvokin (kuva 9.9). Koko 2000-luvun ajan taimenen verkkoyksikkösaalis on ollut varsin hyvä, keskiarvoltaan noin kaksinkertainen 1980- ja 1990-lukuihin verrattuna (kuva 9.9).

Siian verkkoyksikkösaaliita koko yli 30 vuoden tarkastelujakson ajan leimaa tasaisuus verrattuna rajusti vaihteleviin nieriän ja taimenen yksikkösaaliisiin. Yksikkösaaliin keskiarvo kaikilla jaksoilla on pysynyt välillä 150–300 grammaa. Inarijärven ns. normaalikokoisten siikojen saalis koostuu eri siikamuodoista (riika ja pohjasiika). Kääpiösiikamuotoja ovat reeska ja räpys. Näistä riikasiin arvioitiin kärsineen eniten säännöstelyn

Taimenen verkkoyksikkösaalis, g/vrk



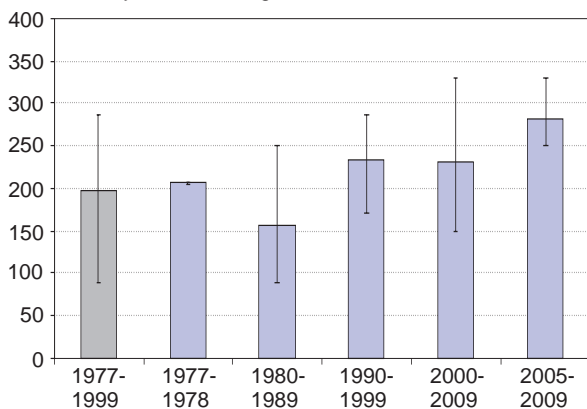
Kuva 9.9. Taimenen yksikkösaalis (g/verkkovrk) pohjaverkkokalastuksessa kalastuskirjanpidon perusteella Inarijärvellä eri tarkastelujaksoilla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälin tarkastelujaksolla.

haitoista ja siikasaalis onkin viime vuosikymmeninä koostunut valtaosin pohjasiiioista (Toivonen 1966, Salonen ym.1996).

Siian verkkoyksikkösaalis ei pysty kuvaamaan koko siikakannan runsautta järvessä, vaan lähinnä isompikokoisen tietynkokoisiin verkkoihin tarttuvan osakannan vahvuutta. Esimerkiksi 1980-luvulla yksikkösaaliskeskiarvo oli muita jaksoja pienempi (kuva 9.10), vaikka erityisesti pohjasiiikakannan arvioitiin silloin olevan hyvin runsas ja mm. siian isorysäsaaliit nousivat huippuunsa 1980-luvun lopussa. Siika oli tuolloin pienikokoista ja hidaskasvuista (Salonen ym. 1996). 2000-luvulla siian verkkoyksikkösaalis on ollut jonkin verran suurempi kuin vuoteen 1999 päättyvällä vertailujaksolla (kuva 9.10).

Muikun verkkoyksikkösaalis kuvastaa myöhäissyksyn kutupyynnissä harvoilla (pääosin 18–22 mm) muikkuverkoilla pyydetävän osakannan (kutukannan) vahvuutta. Kokonaisuudessaan muikkukanta oli erityisen vahva 1980-luvun lopul-

Siian verkkoyksikkösaalis, g/vrk

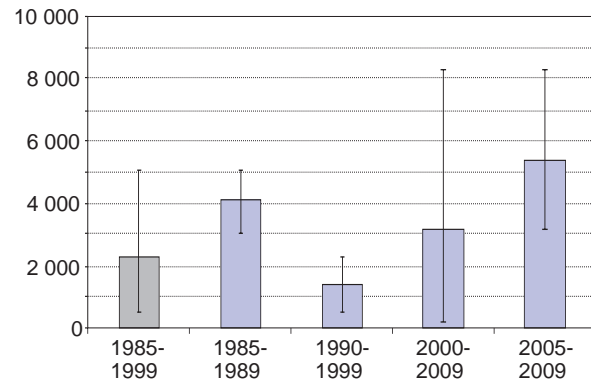


Kuva 9.10. Siian yksikkösaalis (g/verkkovrk) pohjaverkkokalastuksessa kalastuskirjanpidon perusteella Inarijärvellä eri tarkastelujaksoilla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälin tarkastelujaksolla.

la, jolloin huippusaaliitkin saatiin (Salonen 1998). Verkkoyksikkösaalis oli tuolloin noin 4 kiloa, mutta 1990-luvun kannan romahduksen myötä yksikkösaalis putosi alimmilleen 2000-luvun alussa. Yksikkösaaliin 1990-luvun keskiarvoksi muodostui reilu kilo (kuva 9.11). 2000-luvun puoliväliin mennessä muikkukanta oli lähtenyt uuteen nousuun ja jakson 2005–2009 yksikkösaaliskeskisarvo nousi jo yli 5 kilon. Tämä ylittää edellisen, 1980-luvun lopun huippukauden tason ja on yli kaksinkertainen vertailujakson tasoon nähden (kuva 9.11).

Järven kokonaisuikkusaalis (20 tonnia v. 2009) on jäänyt viime vuosina silti pieneksi huippuvuosiin verrattuna (yli 300 tonnia v. 1989) nykyisen muikun kalastuksen vähäisyydestä johtuen (Salonen ym. 2010). Kalastuksella on otettu enää vain murto-osa muikkukannoista edelliseen huippukauteen nähden. Sen sijaan muikun merkitys punalihaisten petokalojen ravintokalana on ollut 2000-luvulla huomattavan suuri.

Muikun verkkoyksikkösaalis, g/vrk



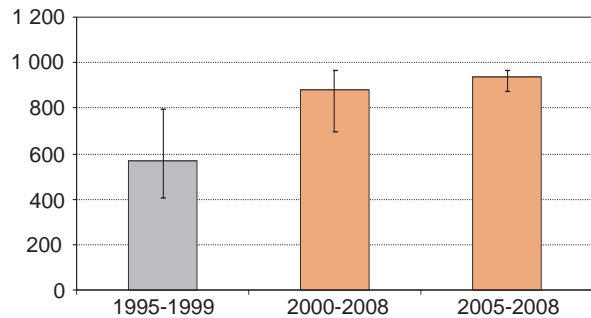
Kuva 9.11. Muikun yksikkösaalis (g/verkkovrk) pohjaverkkokalastuksessa syksyn kutupyynnissä kalastuskirjanpidon perusteella Inarijärvellä eri tarkastelujaksoilla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälin tarkastelujaksolla.

9.5

Keskipainot

Nieriän velvoitetarkkailulla kerätyistä saalisnäytteistä lasketut keskipainotiedot olivat tähän raporttiin saatavissa vain lyhyehköltä tarkastelujaksolta. Petokalojen huono ravintotilanne 1990-luvulla heijastui myös nieriän kasvuun ja saaliskalojen kokoon. Jaksolla 1995–1999 näytteeksi saatujen nieriöiden keskipaino oli vain hieman yli 0,5 kiloa mutta lähestyi jo kiloa 2000-luvun loppupuolella (kuva 9.12). Keskipainon nousuun on vaikuttanut hyvä ravintotilanne järvessä, ja 1-vuotiaisiin istukkaisiin painotettu istutustoiminta näyttää tuottavan tulosta (vrt. luvut 9.3 ja 9.4)

Nieriän I. raudun keskipaino, g

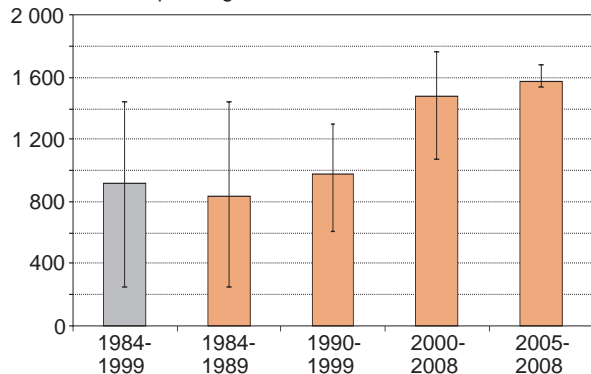


Kuva 9.12. Nieriän eli raudun keskipaino saalisnäytteiden (kaikki pyydykset) perusteella Inarijärvellä eri tarkastelujaksoilla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälin tarkastelujaksolla.

Taimenen saalisnäyteaineisto oli käytettävissä nieriää pitemmältä ajanjaksolta. Vertailukelpoisuus 1980-luvun ja uudempien jaksoiden välillä on taimenen tapauksessa kuitenkin huono, koska kalastussäädösten perusteella Inarijärven saalistaimenen alamitta muuttui 30 cm:stä 40 cm:iin vuonna 1990. Tämän takia näyteaineistossa oli 1980-luvulla paljon pientä taimenta alentaen keskipainoa. Sen sijaan aineiston vertailukelpoisuus 1990-luvun ja 2000-luvun välillä toteutui (ainakin alamitan ollessa sama). Kuten nieriällä, niin myös taimenella kasvu ja saaliskalan koko ovat olleet 2000-luvulla hyvää tasoa, sillä saalistaimenten keskipaino on noussut yhden kilon tienoilta noin 1,5 kiloon kaikki pyydykset kattavan näyteaineiston perusteella (kuva 9.13). Hyvä ravintokala (muikku) tilanne, laadukas istutustoiminta ja verkkokalastuksessa solmuväliltään riittävän harvojen verkkojen käyttö ovat taanneet saalistaimenten koon suotuisan kehityksen 2000-luvulla.

Siian keskipainoja tarkasteltiin valikoimattoman pyydyksen, isorysän, saalisnäyteaineistoista vuodesta 1986 lähtien. Aineiston vertailukelpoisuus

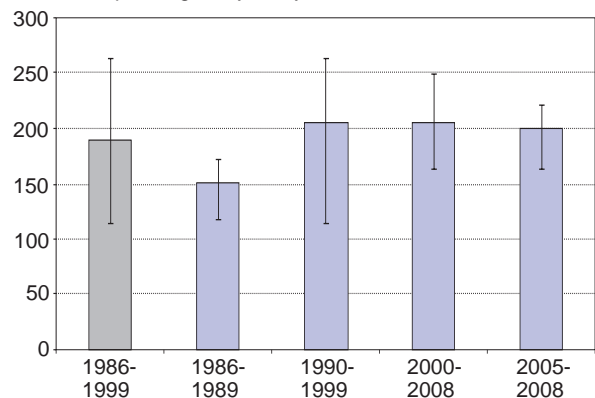
Taimenen keskipaino, g



Kuva 9.13. Taimenen keskipaino saalisnäytteiden (kaikki pyydykset) perusteella Inarijärvellä eri tarkastelujaksoilla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälin tarkastelujaksolla.

on hyvä tarkastelujakson ajan. Isorysistä saatu siika oli keskipainoltaan pientä (150 g) tiheiksi kasvien siikakantojen johdosta 1980-luvun lopulla. Sekä voimakkaan isorysäkalastuksen että siikaistutusten vähentämisen myötä siikakanta (erityisesti pohjasiikakanta) harveni sen verran, että kalojen kasvu ja keskipaino nousivat 1990-luvulla (Salonen ym. 1996). Siikakannan tila on sittemmin pysynyt varsin vakaana sekä pohjasiikaistutusten että siian kalastuksen tasaannuttua. Isorysäkalastus on vähentynyt huippuvuosista, mutta verkkopyynti on pysynyt likimain ennallaan. Siikojen kasvun ja koon muutoksia hyvin heijastavan isorysäaineiston keskipaino näyttää vakiintuneen 200 gramman tasolle 2000-luvulla (kuva 9.14).

Siian keskipaino, g: isorysänäytteet



Kuva 9.14. Siian keskipaino isorysistä otettujen saalisnäytteiden perusteella Inarijärvellä eri tarkastelujaksoilla. Pylvään korkeus esittää mittarin keskimääräisen arvon ja jana vaihteluvälin tarkastelujaksolla.

9.6

Yhteenveto

Muihin tässä raportissa tarkasteltuihin mittareihin verrattuna kalakannoissa, kalastuksessa, saaliissa ja yksikkösaaliissa sekä kalaistutuksissa tapahtuneet muutokset ovat ”dramaattisen suuria” useiden mittareiden osalta (ks. taulukko 9.2). Muutokset eri kymmenvuotisjaksojen keskiarvojen välillä ovat olleet moninkertaisia, enimmillään jopa kymmenkertaisia.

Suuria mullistuksia Inarijärven vesiekosysteemiin ja erityisesti kaloihin ja kalakantoihin aiheuttivat ensin säännöstely, sitten uuden lajin, muikun tulo järveen, laajamittaiset velvoiteistutukset ja suuret muutokset kalastuksessa. Näistä usean eri tekijän samanaikaiset vaikutukset vahvistivat edelleen muutossuuntaa. Esimerkiksi 1980-luvulla taimenen saaliit ja yksikkösaaliit kasvoivat erittäin

voimakkaasti 1970-luvun tasosta. Järveen hieman aiemmin tulleen uuden ravintokalaresurssin, muikun kanta runsastui voimakkaasti ja istutukset tuottivat järveen huomattavan paljon lisää kalastettavaa taimenta säännöstelyn pienentämien taimenen luonnonkantojen lisäksi. Näiden tekijöiden lisäksi ja paljolti niiden ansiosta kalastuskin voimistui järvessä erityisesti 1980-luvun loppupuolella. Kalastajamäärien ja saaliiden nousu aiempaan verrattuna oli merkittävää ottaen huomioon mm. Inarijärven karuuden, syrjäisyyden ja alueen pienen väestöpohjan.

Muikun lisäksi kahden tulokaslajin, järvilohen ja harmaanierian tuonti ja alkuaikojen istutukset järveen osuivat ajankohtaan, jolloin järvessä oli myös uusille petokalalajeille riittävästi ravintokalaa; luontaisten kymmen- ja kolmipiikkikantojen sekä kääpiösiian eli reeskan lisäksi runsaasti muikua. Siian velvoiteistutuksiin alkuaikoina käydetyn alueelle vieraan siikamuodon, planktonsiian, käyttö istutuksissa sen sijaan päättyi vuoteen 1989 huonojen istutustulosten johdosta.

Useimpien tarkasteltujen kalamittareiden nopea kehityssuunta kuitenkin taittui 1990-luvun alkupuolella (siikamittareita lukuun ottamatta) järven eräänlaiseksi avainlajiksi muodostuneen muikun kannan romahduksen myötä. Etenkin kalastajamäärien ja punalihaisten petokalojen sekä muikun saaliiden laskusuunta oli jyrkkä 1980-luvun lopusta. Yksikkösaaliissa ja keskipainoissa kymmenvuotisjaksojen (1980- ja 1990-luvut) keskiarvot tasoittuivat eivätkä muutokset näy niissä selkeästi. Istutusmääriä vähennettiin aiemmasta tasosta 1990-luvun puolivälin jälkeen tutkimus-suositusten perusteella.

Kalakantojen ja kalansaaliiden kehitys kääntyi useiden kalamittareiden osalta uuteen nousuun 2000-luvun alussa. Punalihaisten petokalojen saaliit ja yksikkösaaliit sekä saaliskalojen keskipaino ja muikun yksikkösaalis ovat 2000-luvulla nousseet suuremmaksi kuin koskaan aiemmin tarkastelujakson ja aikana. Siikaistutusten ja kalastuksen vakiintuminen ovat pitäneet myös yksikkösaaliin ja keskipainon vakaana 2000-luvulla. Sekä

Taulukko 9.2. Kalamittareiden muutokset ja muutosten vaikutukset 2000-luvulla vuoteen 1999 päättyvään vertailujaksoon nähden.

Nro	Muuttuja	Mittari	Muutos vertailujaksoon	Arvioitu mahdollinen vaikutus vesistön tilaan ja käyttöön
1	Kalansaalis	Kokonaiskalansaalis (kg)	Ei muutosta	Ei vaikutusta
2		Punalihaisten petokalojen saalis (kg)	Kasvanut erittäin paljon	Suuri positiivinen vaikutus
3	Yksikkösaalis	Nierian yksikkösaali (g/verkkovrk)	Kasvanut erittäin paljon	Suuri positiivinen vaikutus
4		Taimenen yksikkösaalis (g/verkkovrk)	Kasvanut erittäin paljon	Suuri positiivinen vaikutus
5		Siian yksikkösaalis (g/verkkovrk)	Kasvanut kohtalaisesti	Kohtalainen positiivinen vaikutus
6		Muikun yksikkösaalis (g/verkkovrk)	Kasvanut erittäin paljon	Suuri positiivinen vaikutus
7	Saaliskalojen keskipaino	Nierian keskipaino (g)	Kasvanut erittäin paljon	Suuri positiivinen vaikutus
8		Taimenen keskipaino (g)	Kasvanut erittäin paljon	Suuri positiivinen vaikutus
9		Siian keskipaino (isorysä, g)	Ei muutosta	Ei vaikutusta
10	Kalastajamäärä	Ammattikalastajien lukumäärä (hlö)	Vähentynyt erittäin paljon	Suuri negatiivinen vaikutus (määrä ja kalaston koostumus (siika))
11		Kotitarvekalastajien lukumäärä (rk)	Kasvanut vähän	Vähäinen positiivinen vaikutus (määrä)
12		Virkistyskalastajien lukumäärä (hlö)	Vähentynyt vähän	Vähäinen negatiivinen vaikutus (määrä)
13	Kalaistutukset	Siikaistutukset (1-kes., kpl)	Vähentynyt kohtalaisesti	Vaikutukset näkyvät mittareissa 5, 9, 10 ja 11
14		Taimenistutukset (2–4 v., kpl)	Vähentynyt kohtalaisesti	Vaikutukset näkyvät mittareissa 4, 8, 11 ja 12
15		Nieräistutukset (1v, kpl)	Kasvanut erittäin paljon	Vaikutukset näkyvät mittareissa 3 ja 7
16		Nieräistutukset (2–3 v., kpl)	Vähentynyt erittäin paljon	

siian että taimenen istutusmäärien taso on ollut alempi kuin vuoteen 1999 päättyneellä vertailujaksolla. Nierin istutustoiminnassa suurin muutos on ollut isommista (2–3 v.) istukkaista siirtyminen kokonaan 1-vuotiaisiin 2000-luvun lopussa (taulukko 9.2).

RKTL:n merkintätutkimusten perusteella 2000-luvulla on pystytty erottamaan istutettujen ja luonnonkalojen osuus velvoitekalalajien saaliista. Istutettujen kalojen osuus nierillä ja taimenella on ollut merkittävän suuri, ja velvoiteistutustoiminnalla on saavutettu siten hyviä tuloksia 2000-luvulla paljolti uudelleen runsastuneen muikun ansiosta. Velvoiteistutusmääriin ja velvoitetarkkailuun ei olekaan toistaiseksi odotettavissa suurempia muutoksia 2010-luvulla.

Tässä raportissa todettu punalihaisten petokalojen suotuisa saaliskehitys ei näyttäisi enää jatkuvan edelleen, sillä kaikkien em. petokalojen saaliit pienenevät jo vuonna 2009 ja vuoden 2010 alustavat signaalit kalansaaliista (ennen kalastustiedusteluja) ovat enemmän negatiivisia kuin positiivisia.



Inarijärven tavoitelluin saaliskala taimen (kuva Erno Salonen).

LÄHTEET

- Marttunen, M., Hellsten, S., Puro, A., Huttula, E., Nenonen, M-L., Järvinen, E., Salonen, E., Palomäki, Huru, H. & Bergman, T. 1997. Inarijärven tila, käyttö ja niihin vaikuttavat tekijät. Suomen ympäristö 58. 197 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.
- Salojärvi, K. & Mutenia, A. 1989. Inarijärven planktonsiikaistutusten tuloksista. Suomen kalastuslehti 96 (4), s.184–187.
- Salojärvi, K. & Mutenia, A. 1994. Effects of fingerling stocking on recruitment in the Lake Inari (*Coregonus lavaretus* L.s.l) whitefish fishery. In: I. Cowx (Ed.). *Rehabilitation of freshwater fisheries*. Fishing News Books. Blackwell Scientific Publications Ltd. p. 302–313.
- Salminen, A. & Mutenia, A. 1991. Inarijärven ammattikalastuksen kannattavuus. Toim. Salonen, E. Inarijärvi-Symposium Ivalossa 27.–28.11.1990. Helsinki. RKTL, kalantutkimusosasto. Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 24. s. 137–148.
- Salonen, E. 1992. Inarijärven kalataloudellinen käyttö- ja hoitosuunnitelma. Nykytila. Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 50. 157 s. + 7 liitettä.
- Salonen, E. 1998. The vendace stock and fisheries in Lake Inari. *Boreal Environment Research*. 3: 307–319.
- Salonen, E. 2004: Estimation of vendace year-class strength using different methods in the subarctic lake Inari. *Ann. Zool. Fennici* 41: 249–254.
- Salonen, E. & Mutenia, A. 2007. Alien fish species in northernmost Finland. Riista- ja kalatalous. Tutkimuksia 2. 16 s.
- Salonen, E., Mutenia, A. & Salojärvi, K. 1996. Siian kalastus, istutukset ja pohjasiikakannan kehitys Inarijärvellä vuosina 1980–1994. Teoksessa: Salonen, E. (toim.): Inarijärven pohjasiika – istutusten merkitys. Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 113: 3–44.
- Salonen, Erno, Niva, Teuvo Raineva, Sari, Pukkila, Heimo, Savikko, Ari, Aikio, Ella, Leinonen, Kirsti & Jutila, Heli. 2009. Inarijärven ja sen sivuvesistöjen kalataloudellinen velvoitetarkkailu 2008. Riista- ja kalatalous. Selvityksiä 17/2009: 1–17.
- Salonen, Erno, Niva, Teuvo Raineva, Sari, Pukkila, Heimo, Savikko, Ari, Aikio, Ella & Jutila, Heli. 2009. Inarijärven ja sen sivuvesistöjen kalataloudellinen velvoitetarkkailu 2009. Riista- ja kalatalous. Selvityksiä 19/2010. 20 s.
- Sergejeff, K. 1985: Muikku Inarijärvässä. *Suomen kalastuslehti* 92: 50–51.
- Toivonen, J. 1966. Lausunto veden säännöstelyn vaikutuksista Inarijärven kalakantoihin ja kalastukseen. Helsinki. RKTL, kalantutkimusosasto. 72 s. (Moniste).

10 Kokonaistilan arviointi

Luvuissa 4–9 on kuvattu Inarijärven hydrologisten olosuhteiden ja tilan kehittymistä viimeisten vuosikymmenten aikana yksittäisten tekijöiden perusteella. Seuraavassa esitetään kokonaiskuva mittaritarkasteluista sekä hahmotetaan tekijöiden välisiä yhteyksiä. Tällainen tarkastelu voi lisätä ymmärrystä Inarijärven tilan vaihteluiden ja kehityssuuntien taustalla olevista ilmiöistä. On kuitenkin muistettava, että eri tekijöiden väliset riippuvuussuhteet vesiekosysteemeissä ovat monimutkaisia eikä niitä kaikilta osin vielä tunneta.

10.1

Muutokset tilassa ja käytössä vuosina 2000–2009 vertailujaksoon verrattuna

Työssä tarkasteltiin yhteensä yli 60 mittaria, jotka liittyvät Inarijärven hydrologisiin olosuhteisiin, säännöstelyyn ja siihen liittyvien haittojen vähentämiseen, kuormitukseen ja veden laatuun, kasvillisuuteen, pohjaeläimiin, kalakantoihin sekä kalastukseen.

Mittareiden muutosten arvioinnissa käytettiin asteikkoa: erittäin suuri tai suuri, kohtalainen ja vähäinen positiivinen muutos, ei muutosta sekä vähäinen, kohtalainen ja suuri tai erittäin suuri negatiivinen muutos. Lisäksi sellaisten mittareiden kohdalla, joissa muutoksen myönteisyyttä tai kielteisyyttä ei ollut perusteltua arvioida, käytettiin asteikkoa pienentynyt tai kasvanut erittäin suuresti tai suuresti, kohtalaisesti, vähän ja ei muutosta. Muutoksen myönteisyyttä tai kielteisyyttä ei arvioitu hydrologisille muuttujille, koska muutoksen suunnan arviointi ei ole yksiselitteistä vaan riippuu näkökulmasta. Muutoksen suuntaa ei ole myöskään arvioitu kalaistutuksille, koska muutokset niissä heijastuvat kalaston tilan mittareihin. Tuloksia tarkasteltaessa on hyvä muistaa, että mittareissa on myös päällekkäisyyttä eli osa mittareista kuvaa samaa asiaa.

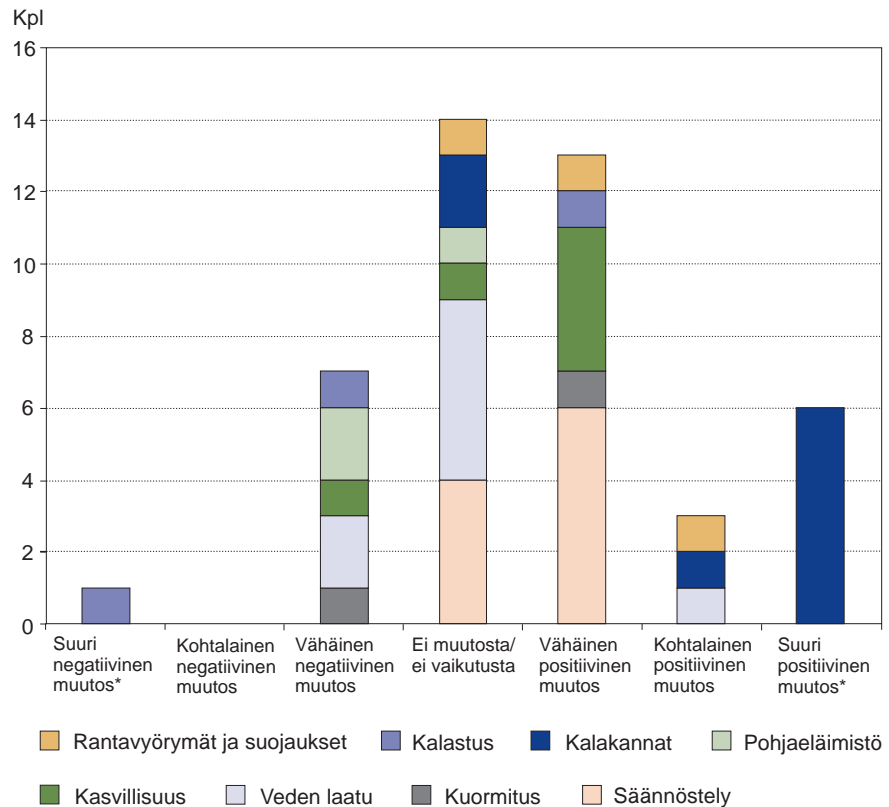
Kuvassa 10.1 on esitetty yhteenveto tarkastelujen tuloksista. Kokonaiskuva 2000-luvun ensimmäisen vuosikymmenen tilanteesta suhteessa vertailujaksoon 1960–1999 on varsin myönteinen. Yhteensä 22 mittarissa (36 % kaikista mittareista) havaittu muutos on ollut positiivinen: 9 mittarissa myönteinen muutos on ollut kohtalainen tai suuri ja 13 mittarin kohdalla myönteinen muutos on ollut vähäinen. Kielteistä muutosta on havaittu tapahtuvan 9 mittarissa, joista suurimmassa osassa muutos on ollut vähäinen. Vesistön tilan ja käytön kannalta eniten myönteisiä muutoksia on tapahtunut kalakannoissa, joista seitsemässä mittarissa yhdeksästä on tapahtunut myönteinen muutos. Suurimmat parannukset olivat seuraavissa mittareissa: punalihaisten petokalojen saalis, nieriän, taimenen ja muikun yksikkösaaliit sekä nieriän ja taimenen keskipaino. Myös säännöstelyä kuvaavat mittarit osoittavat parannusta; kuudessa mittarissa kymmenestä kehitys on ollut positiivista. Eniten kielteisiä muutoksia on tapahtunut veden laadussa ja pohjaeläimistöissä.

Hydrologisia olosuhteita kuvaavissa mittareissa tapahtuneet muutokset liittyvät ilmaston lämpenemiseen. Sekä pintaveden että koko vesipatsaan keskilämpötila on kasvanut kesällä merkittävästi koko tarkastelujaksolla 1960–2009 ja 2000-luvun ensimmäisellä vuosikymmenellä. Myös avovesikauden pituus on kasvanut, jään paksuus alkutalvesta ohentunut ja tulovirtaama marras-huhtikuussa kasvanut.

Seuraavassa käydään läpi muuttuja kerrallaan eri tekijöiden mahdollisia vaikutuksia muuttujan tilaan ja siinä mahdollisesti havaittuihin kehityssuuntiin tai yksittäisiin poikkeaviin havaintoihin.

- *Säännöstely:* Viimeisen 10 vuoden aikana säännöstelyssä on pyritty yhtäältä nostamaan alimpia kesävedenkorkeuksia ja toisaalta laskemaan ylimpiä vedenkorkeuksia. Säännöstelykäytännön muuttamisen selvimmät myönteiset vaikutukset näkyvät eroosiota aiheuttavien

Kuva 10.1. Yhteenveto Inarijärven tilan ja käytön mittareiden muutoksista jaksolla 2000–2009 vertailujaksoon 1960–1999 verrattuna (*suuri ja erittäin suuri muutos on yhdistetty).



korkeiden vedenkorkeuksien vähenemisenä sekä siinä, että vedenkorkeus on ollut virkistyskäytön kannalta hyvällä tasolla entistä useammin. Pyrkimys alenevaan vedenkorkeuteen kesän tulvahuipun jälkeen on toteutunut melko hyvin. Toisaalta loppukesän vedenkorkeudet ovat useimpina vuosina olleet vain vähän alkukesän vedenkorkeuksia alhaisempia.

- **Kuormitus:** Järven tuleva pistemäinen fosforikuormitus on vähentynyt 2000-luvulla, mutta typpikuormitus on kasvanut. Pistemäisen kuormituksen osuus järven tulevasta ravinteiden kokonaiskuormasta on kuitenkin hyvin pieni.
- **Veden laatu:** Alusveden talviaikainen lämpeneminen on heikentänyt alusveden happitilannetta Vasikkaselän pienialaisessa syvänteessä. Koko järven kannalta tällä on kuitenkin hyvin vähäinen vaikutus. Levämäärää kuvaavan klorofylli-a:n pitoisuuden pienenemistä voidaan pitää veden laadun kannalta positiivisena, mutta toisaalta Inarijärven kaltaisessa karussa järvessä perustuotannon lasku voi olla kalantuotannon kannalta negatiivista.
- **Kasvillisuus:** Ylimmän rantavyöhykkeen kasvillisuuteen ja kasvillisuusvyöhykkeiden laajuuteen vaikuttaa kesän vedenkorkeuden vaihtelu. Myönteiset, vaikkakin vähäiset muutokset kasvillisuusmittareissa saattavat heijastaa säännöstelykäytännön kehittymistä ekologisemmaksi.

- **Rantavyöhykkeen pohjaeläimistö:** Ei havaittavissa säännöstelykäytännön muutokseen yhdistettävää kehitystä. Toisaalta suuria muutoksia ei voida olettaakaan tapahtuneen, koska säännöstelykäytännön muutokset ovat pohjaeläimistön kannalta (talviaalenema) olleet pieniä. Inarijärven rantojen eläimistö näyttää edelleen kärsivän ainakin hieman vedenkorkeuden säännöstelystä ja sillä voi olla negatiivisia vaikutuksia kalojen ravintovaroihin. Toisaalta Inarijärvi on luonnonoloiltaan hyvin karu pohjoinen järvi, missä pohjaeläintiheydet ovat luonnostaankin alhaisia.
- **Kalakannat:** Kalakantojen tilaan vaikuttavat hyvin monet eri tekijät (ks. 10.3). 2000-luvun ensimmäisellä vuosikymmenellä punalihaisten petokalojen saaliit, yksikkösaaliit ja saaliskalojen keskipaino ovat olleet suuria. Kalakantojen hyvään tilanteeseen ovat vaikuttaneet erityisesti hyvä ravintotilanne (muikku) sekä tuloksellinen istutustoiminta. Kalakantojen tilassa näkyy kuitenkin merkkejä heikommasta kehityssuunnasta 2010-luvulle tultaessa erityisesti punalihaisten petokalojen osalta.
- **Kalastus:** Ammattikalastajien määrän selkeää vähenemistä voidaan pitää negatiivisena muutoksena sekä kalaston koostumuksen että kalastuspaineen kannalta katsottuna. Kalastuspaineen vähentyessä erityisesti siikakannat voivat tihentyä ja kasvu hidastua. Myös muikkukanta

voi jäädä alikalastetuksi. Sen sijaan kotitarve- ja virkistyskalastajien määrässä tapahtuneet muutokset ovat olleet vähäisiä eikä niillä ole ollut suurta vaikutusta ainakaan siika- ja muikkukantoihin.

- *Rantavyörymät ja suojaukset:* Vyöryvien rantojen selkeää vähenemistä voidaan pitää positiivisena muutoksena rantavyöhykkeen eliöstön ja virkistyskäytön kannalta, mutta toisaalta suojattujen rantojen määrän kasvu voi paikoin vaikuttaa kielteisesti erämaisen järven maise- makuvaan.

10.2

Ekologinen tila 2000-luvulla

Inarijärven ekologista tilaa on arvioitu Tenon–Nää- tämöjoen–Paatsjoen vesienhoitoalueen vesienhoi- tosuunnitelman laatimisen yhteydessä vuosina 2008–2009 (Lapin ympäristökeskus 2009). Ensimmäisellä suunnittelukaudella järvien ekologisen tilan luokittelu tehtiin pääosin ulappa-alueen olo- suhteita kuvaavien tekijöiden perusteella: veden laatu, kasviplankton, syvänteen pohjaeläimistö ja kalaston koostumus (Vuori ym. 2009). Ainoastaan vesikasvillisuus kuvastaa rantavyöhykkeen eliös- tön tilaa. Käytetyt mittarit ovat pääsääntöisesti ns. yleismittareita, joiden perusteella ei varsinaisesti pyritä arvioimaan tiettyjen ihmistoiminnan aiheut- tamien paineiden, kuten säännöstelyn, vaikutuksia ekologiseen tilaan. Näiden vesienhoidossa käytet- tyjen yleismittareiden perusteella Inarijärven tila on erinomainen kaikkien muiden paitsi hydrologis- morfologista tilaa kuvaavan mittarin osalta (tau- lukko 10.1). Ekologisen tilan luokittelua on tar- koitus kehittää vesienhoidon toiselle suunnitte- lulkaudelle mm. siten, että käytettävät muuttajat kuvastaisivat paremmin myös rantavyöhykkeen eliöyhteisöjen tilaa sekä erilaisten painetekijöiden vaikutuksia siihen.

Säännösteltyjen järvien ekologisen tilan arvioin- tia koskevassa hankkeessa (Keto ym. 2008) pyrittiin löytämään erityisesti säännösteltyjen järvien ranta- vyöhykkeen tilaa kuvastavia muuttujia ja mittareita. Hankkeessa kehitettiin mittarit vesikasvillisuu- delle sekä rantavyöhykkeen pohjaeläimistölle ja kalastolle. Inarijärvestä kerätyt seuranta-aineistot mahdollistivat järven ekologisen tilan arvioinnin näiden mittarien perusteella rantavyöhykkeen pohjaeläimistön ja vesikasvillisuuden osalta (tau- lukko 10.1). Vesikasvillisuuden perusteella järven tila luokittui erinomaiseksi käytettäessä mittarina isojen pohjalehtisten runsaussuhteita ja jäi vain niukasti hyvään luokkaan käytettäessä mittarina muutosherkkien lajien runsaussuhteita. Vesikas- villisuuden keskimääräisen tilan luokaksi tuli erinomainen. Rantavyöhykkeen pohjaeläimistön keskimääräinen tila 2000-luvulla luokittui hyväksi, vaikka ekologisten laatusuhteiden arvot olivat hy- vän tilaluokan alarajalla lähellä tyydyttävää.

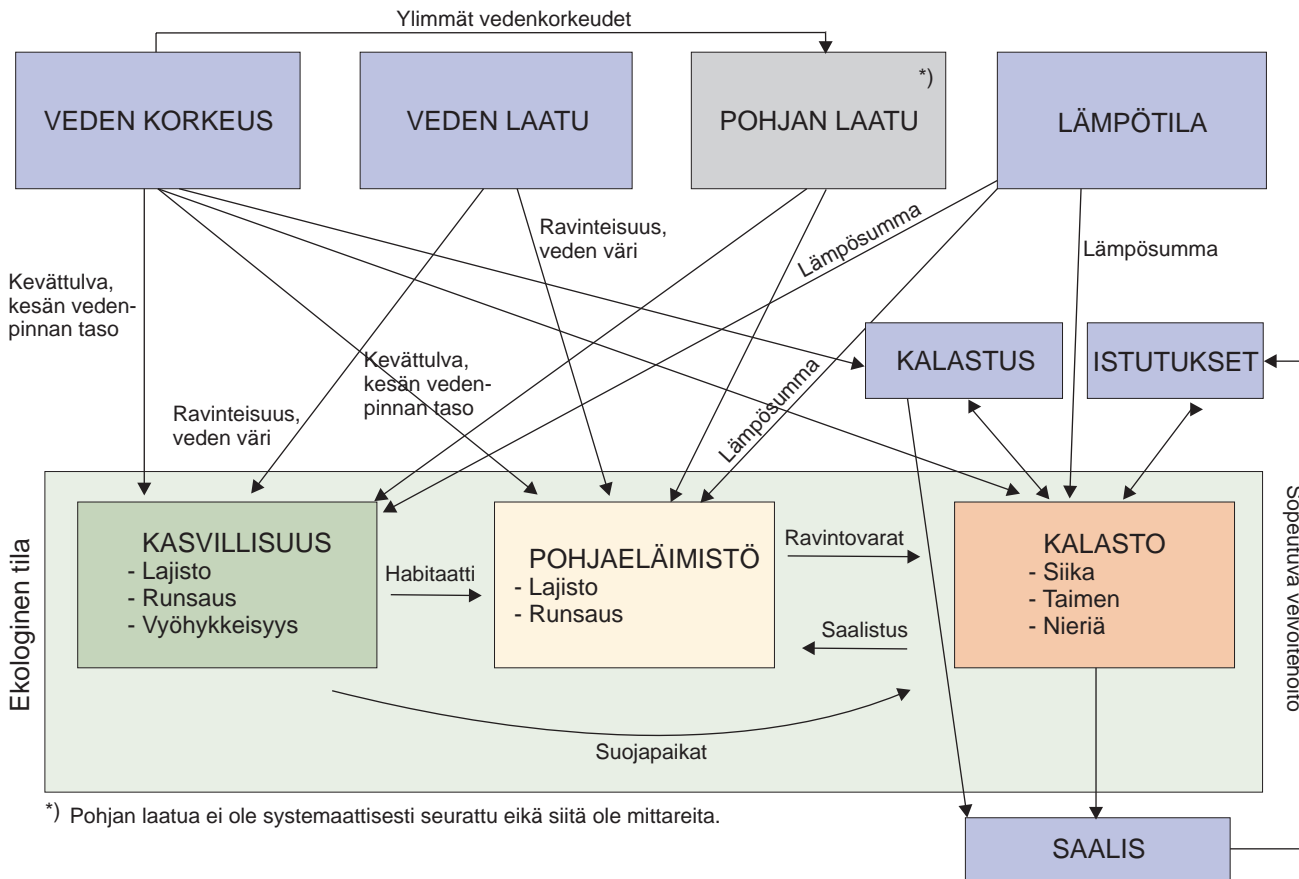
10.3

Syy- ja seuraussuhteiden tarkas- telu

Kuvassa 10.2 on esitetty systeemikaavio Inarijär- ven mittaritarkastelun muuttujien välisestä kyt- kennöistä. Ekologista tilaa kuvataan kasvillisuu- den, pohjaeläimistön ja kalaston avulla. Nämä ovat kytköksissä toisiinsa siten, että esimerkiksi kasvillisuus lisää ranta-alueen pohjaeläimistön ha- bitaatteja ja kalojen suojapaikkojen määrää. Pohja- eläimistö on tärkeä ravintolähde mm. siialle ja nie- riälle. Kalojen saalistus voi puolestaan vaikuttaa pohjaeläimistön lajikoostumukseen ja biomassaan. Biologisiin muuttujiin vaikuttavat veden korkeus, veden laatu, pohjan laatu (pohjan laatua koskevia mittareita ei tässä työssä tarkasteltu) ja lämpötila. Hydrologiset ja meteorologiset olosuhteet vaikut- tavat merkittävästi vesiekosysteemiin. Lämpiminä

Taulukko 10.1. Yhteenveto Inarijärven ekologisesta tilasta 2000-luvulla.

Tekijä	Vesienhoidon I. kierroksella käytetyt mittarit	Rantavyöhykkeen tilan mittarit (Keto ym. 2008)
Hydrologis-morfologinen tila	Hyvä	-
Veden laatu	Erinomainen	-
Kasviplankton	Erinomainen	-
Vesikasvillisuus	Erinomainen	Erinomainen
Pohjaeläimistö	Erinomainen (syvänteen)	Hyvä
Kalasto	Erinomainen	Ei riittävää aineistoa
Kokonaistila	Hyvä	Hyvä



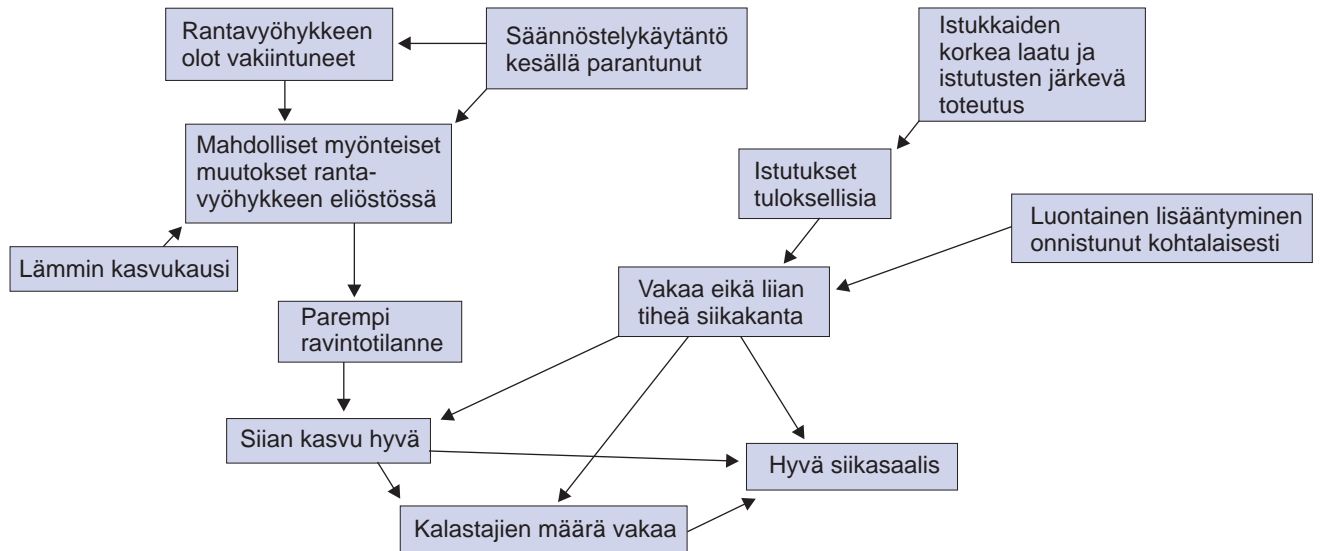
Kuva 10.2. Kaavio Inarijärven mittaritarkasteluun sisällytettyjen muuttujien välisistä mahdollisista kytkennöistä.

kesinä perustuotanto voimistuu ja tällä voi erityisesti Inarijärven kaltaisessa erittäin karussa subarktisessa ekosysteemissä olla huomattavia vaikutuksia esimerkiksi perustuotantoon ja kalastoon. Kalaston tilaan vaikuttavat myös kalaistutukset ja kalastus.

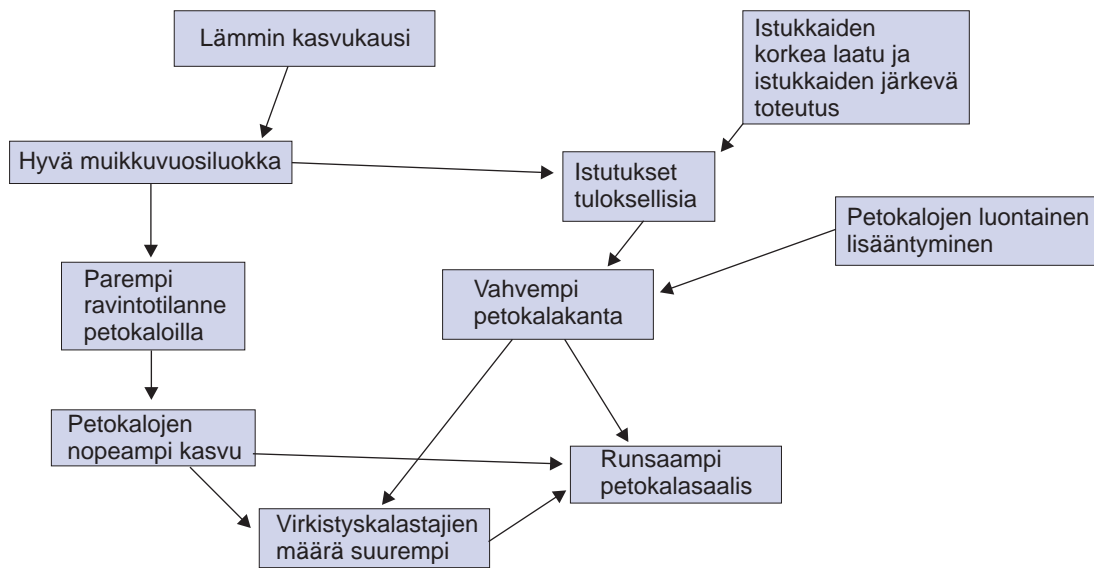
Kuvissa 10.3 ja 10.4 on esitetty esimerkinomaisesti Inarijärven siika- ja petokalakantojen tilanteeseen vuosina 2000-2009 mahdollisesti vaikuttaneita tekijöitä. Kalakannat tarjoavat kiinnostavan esimerkin systeemikaavioiden soveltamiselle, koska kalat ovat vesiekosysteemissä ravintoketjun huipulla ja kalakantojen tila on lukuisten tekijöiden yhteisvaikutuksen tulos. Lisäksi niiden tilasta ja niihin vaikuttavista tekijöistä on tutkijoiden lisäksi myös kalastajilla vankkoja näkemyksiä.

Kuvien kytkennät perustuvat osin mittaritarkastelujen tuloksiin, osin yleiseen tietämukseen kalakantoihin vaikuttavista tekijöistä ja osin tämän raportin laatijoiden näkemyksiin. Kaavioiden tarkoitus on auttaa kokonaisuuden hahmottamisessa ja toimia keskustelun jäsentäjänä. Lisäksi ne voivat auttaa tutkimushypoteesien määrittämisessä ja seurannan suunnittelussa. Kaaviot kuvaavat kes-

kimääräistä tilannetta 2000-luvun ensimmäisellä vuosikymmenellä. Joinakin vuosina, esim. 2008 kasvukausi on ollut lyhyt ja lämpösusma on jäänyt keskimääräistä alhaisemmaksi. Eri tekijöiden suhteellisen merkityksen arviointi ei ole mahdollista nykyisellä tutkimus- ja seurantatiedoilla.



Kuva 10.3. Yhteenveto tekijöistä, jotka voivat olla vakaiden siikasaaliiden taustalla 2000-luvulla.



Kuva 10.4. Yhteenveto tekijöistä, jotka voivat selittää lohikalakantojen ja -saaliiden myönteistä kehitystä 2000-luvulla.

LÄHTEET

Keto, A., Sutela, T., Aroviita, J., Tarvainen, A., Hämäläinen, H., Hellsten, S., Vehanen, T. ja Marttunen, M. 2008. Säännösteltyjen järvein ekologisen tilan arviointi. Suomen ympäristö 41/2008. 105 s.

Lapin ympäristökeskus 2009. Tenon–Näätämöjoen–Paatsjoen vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelma vuoteen 2015. 144 s.

Vuori, K.-M., Mitikka, S. ja Vuoristo, H. (toim.) 2009. Pintavesien ekologisen tilan luokittelu. Ympäristöhallinnon ohjeita 3/2009. 120 s.

11 Yhteenveto

2000-luvulla toteutetulla Inarijärven vesiluonnon tilan kannalta aikaisempaa paremmalla säännöstelykäytännöllä on parannettu virkistyskäytön olosuhteita kesällä ja osittain vähennetty säännöstelyn aiheuttamia haittoja rantavyöhykkeen eliöstöön. Haitallisen korkeita vedenkorkeuksia on ollut vähemmän kuin ennen ja haitallisen alhaisia kesäveden korkeuksia on pystytty välttämään. Vedenkorkeuden aleneva rytmi kesäaikaan on pystytty saavuttamaan hieman useammin kuin aikaisemmin. Vallitsevat hydrologiset olosuhteet vaikuttavat kuitenkin ratkaisevasti siihen, kuinka hyvin säännöstelysuosituksia voidaan noudattaa. Vedenpinnan kesäaikainen alennustavoite ja virkistyskäytön kannalta sopiva vedenkorkeus ovat keskimääräistä kuivempina kesinä ristiriidassa keskenään; ihmisten toiveet vedenpinnan tasosta eivät aina ole yhteneviä ekologisten tilatavoitteiden kanssa.

Inarijärven hydrologisissa mittareissa on havaittavissa merkkejä ilmaston lämpenemisestä. Sekä pintaveden että koko vesipatsaan lämpötila on noussut kesällä, avovesikausi on pidentynyt, jään paksuus alkutalvesta ohentunut ja talviajan tulovirtaama kasvanut. Inarijärven tilaan vaikuttavista tekijöistä järveen tuleva pistemäinen fosforikuormitus on vähentynyt 2000-luvulla, mutta typpikuormitus on kasvanut. Pistemäisen kuormituksen osuus Inarijärven kokonaiskuormituksesta on kuitenkin hyvin pieni.

Veden laadussa havaitut selkeimmät muutokset ovat klorofyllipitoisuuden lasku ja alkaliniteetin kasvu sekä Vasikkaselän pienialaisen syvänteen (yli 90 m) alusveden happitilanteen heikentyminen kevättalvella, mikä johtuu todennäköisesti alusveden lämpenemisestä talvella ja sen myötä tehostuneesta hajotustoiminnasta.

Rantakasvillisuudessa on useimpien mittareiden perusteella tapahtunut vähäisiä myönteisiä muutoksia: kortevyöhyke ja pohjalehtisten esiintymissyvyys on laajentunut sekä muutosherkkien

lajien ja isojen pohjalehtisten runsaus kasvanut. Rantavyöhykkeen pohjaeläimistön tilassa ei ole havaittavissa merkittäviä muutoksia. Pohjaeläimistön elinolosuhteet näyttävät hieman parantuneen 1960- ja 1970-lukujen tilanteesta. Pohjaeläimistö näyttää edelleen kärsivän ainakin hieman vedenkorkeuden säännöstelystä, millä voi olla kielteisiä vaikutuksia kalojen ravintovaroihin. Inarijärvi on kuitenkin luonnostaan hyvin karu pohjoinen järvi, jonka pohjaeläintiheydet ovat luultavasti olleet myös luonnontilassa vertailussa käytettyjä eteläisempiä järviä alhaisempia.

Punalihaisten petokalojen saaliit, yksikkösaaliit ja saaliskalojen koko ovat suurentuneet 2000-luvulla hyvän muikkukannan ja tuloksellisten istutusten ansiosta. Siikasaalis, yksikkösaalis ja siikojen keskipaino ovat pysyneet varsin vakaana 2000-luvulla. Kotitarvekalastajien ja ammattikalastajien määrät ovat pysyneet vakiintuneella tasolla 2000-luvulla. Ulkopaikkakuntalaisten virkistyskalastajien määrä vaihtelee vuosittain järven petokalatilanteen ja yleisen taloustilanteen mukaan.

Rantavyöhykkeen kasvillisuutta ja pohjaeläimistöä on seurattu viiden vuoden välein vuosina 1998, 2003 ja 2008. Seurantavuodet ovat olleet hydrologisesti varsin poikkeuksellisia, mikä vaikeuttaa johtopäätösten tekemistä Inarijärven tilan kehittymissuunnasta ja säännöstelykäytännön muutosten vaikutuksista. Myös kasvillisuuden seurantamenetelmien erot vähentävät aineistojen vertailukelpoisuutta vuosien välillä. Oleellista seurannan onnistumiseksi ja mahdollisten biologisten muutosten havaitsemiseksi on turvata seurannan jatkaminen. Ilmastonmuutoksen vaikutusten havaitsemiseksi myös hydrologisen ja veden laadun seurannan resurssit tulee turvata. Mittareihin pohjautuvaa tarkastelua Inarijärven tilan kehittymisestä tulee jatkossakin tehdä säännöllisesti esim. viiden vuoden välein.

Liite I. 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. suurin vedenkorkeus ja ajankohdan 1.8.–31.8. pienin vedenkorkeus

3. Jäänpainaman vyöhykkeen osuus tuottavasta vyöhykkeestä (%)

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

W_{om} = avovesikauden keskimääräinen vedenkorkeus

W_{il} = keskimääräinen alin vedenkorkeus jääpeitteisenä kautena

0,9 = jään ominaispaino

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 keskivedenkorkeudesta vähennetään jääpeitteisen kauden alin vedenkorkeus. Tähän lisätään jään ominaispaino (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. Jäätyvän vyöhykkeen alaraja

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

W_{om} = avovesikauden keskimääräinen vedenkorkeus

W_f = vedenkorkeus 6. helmikuuta

0,9 = jään ominaispaino

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

Selitys: Kasvukauden keskivedenkorkeudesta vähennetään vedenkorkeus 6. helmikuuta. Tähän lisätään jään ominaispaino (0,9) kerrottuna jään maksimipaksuudella, jolloin saadaan jäätyvän vyöhykkeen alaraja.

5. Häiriövyöhykkeen osuus tuottavasta vyöhykkeestä (%)

Laskentakaava: $(HW_{vuosi} - NW_{vuosi}) / v_{Dr} * 100$

Tuottavan vyöhykkeen laajuus:

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

Punaisen valon vaimenemiskerroin laskettuna veden värin avulla:

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

C = veden väri (mgPt/l)

Selitys: Vuoden ylimmän ja alimman vedenkorkeuden erotus jaetaan tuottavan vyöhykkeen laajuudella ja muutetaan tulos prosenteiksi.

6. W10 Pysyvyys kasvukaudella 1.6.–30.9.

Vedenkorkeuden 10 % pysyvyys aikavälillä 1.6.–30.9. eli se vedenkorkeus, minkä yläpuolella on suurimmat 10 % vedenkorkeuksista.

7. W75 Pysyvyys kasvukaudella 1.6.–30.9.

Vedenkorkeuden 75 % pysyvyys aikavälillä 1.6.–30.9. eli se vedenkorkeus, minkä yläpuolella on suurimmat 75 % vedenkorkeuksista.

8. Päivien määrä (lkm) jaksolla 21.6.–31.10., jolloin vedenkorkeus on yli tason $N_{\text{hanke}} + 119,35$ m

Laskentakaava: $\sum \text{pvm_lkm}_{21.6.-31.10.}(W > 119,35 \text{ m})$

Selitys: Aikavälillä 21.6.–31.10. sellaisten päivien yhteenlaskettu lukumäärä, jolloin vedenkorkeus ylittää tason $N_{\text{hanke}} + 119,35$ m.

9. Päivien osuus (%), jolloin vedenkorkeus on virkistyskäytön kannalta hyvällä tasolla $N_{\text{hanke}} + 119,0-119,3$ m ajanjaksolla 21.6.–31.10.

Laskentakaava: $\sum \text{pvm_lkm}_{21.6.-31.10.}(119,0 \leq W \leq 119,3 \text{ m}) / \text{pvm_lkm}_{21.6.-31.10.} * 100$

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

10. Päivien määrä (lkm) jaksolla 21.6.–31.10., jolloin vedenkorkeus taso on alle $N_{\text{hanke}} + 118,90$ m

Laskentakaava: $\sum \text{pvm_lkm}_{21.6.-31.10.}(W < 118,90 \text{ m})$

Selitys: Aikavälillä 21.6.–31.10. sellaisten päivien yhteenlaskettu lukumäärä, jolloin vedenkorkeus alittaa tason $N_{\text{hanke}} + 118,90$ m.

Kevättulvan suuruus verrattuna avovesikauden mediaaniin

Laskentakaava: $\text{HW}_{\text{W_JLP}} - 2\text{vk} \rightarrow \text{W_JLP} + 30 \text{ pv} - \text{W}_{50}(\text{OWP})$

Selitys: Kevättulvan aikaisen ylimmän vedenkorkeuden ja avovesikauden mediaanivedenkorkeuden erotus (m).

Liite 2. Tarkastelussa käytetyt lyhenteet

HW = Ylin vedenkorkeus

JP = Jäätymispäivä

JLP = Jäidenlähtöpäivä

NW = Alin vedenkorkeus

OWP = avovesikausi

vDr = Tuottavan vyöhykkeen laajuus

W = vedenkorkeus

W75 = Vedenkorkeuden 75 % pysyvyystaso

W10 = Vedenkorkeuden 10 % pysyvyystaso

KUVAILULEHTI

<i>Julkaisija</i>	Suomen ympäristökeskus Lapin elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus			<i>Julkaisu-aika</i> Elokuu 2011
<i>Tekijä(t)</i>	Annukka Puro-Tahvanainen, Jukka Aroviita, Erkki A. Järvinen, Minna Kuoppala, Mika Marttunen, Teemu Nurmi, Juha Riihimäki ja Erno Salonen			
<i>Julkaisun nimi</i>	Inarijärven tilan kehittyminen vuosina 1960–2009			
<i>Julkaisusarjan nimi ja numero</i>	Suomen ympäristö 19/2011			
<i>Julkaisun teema</i>	Luonnonvarat			
<i>Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut</i>	Julkaisu on saatavana myös internetistä: www.ely-keskus.fi/Lappi/julkaisut			
<i>Tiivistelmä</i>	<p>Inarijärvestä on olemassa kohtuullisen hyvin tutkimus- ja seurantatietoa usean vuosikymmenen ajalta, mikä antaa hyvät mahdollisuudet järven tilaa ja sen kehittymistä kuvaavien mittareiden kehittämiseen ja hyödyntämiseen.</p> <p>Työssä pyrittiin löytämään tutkimus- ja seuranta-aineistoon perustuvia mittareita, jotka kuvaavat monipuolisesti Inarijärven tilaa ja käyttöä, etenkin järven yleisiä hydrologisia ja meteorologisia olosuhteita ja niiden kehittymistä (ilmastonmuutos), järveen tulevaa kuormitusta ja veden laatua, virkistyskäyttöä, rantavyöhykkeen eliöyhteisöjen tilaa, kalakantoja ja kalastusta sekä säännöstelykäytäntöä ja säännöstelyn vaikutuksia. Tavoitteena oli kuvata myös eri muuttujien välisiä vuorovaikutuksia.</p> <p>2000-luvulla toteutetulla Inarijärven vesiluonnon tilan kannalta aikaisempaa paremmalla säännöstelykäytännöllä on parannettu virkistyskäytön olosuhteita kesällä ja osittain vähennetty säännöstelyn aiheuttamia haittoja rantavyöhykkeen eliöstöön. Vesistön tilan ja käytön kannalta eniten myönteisiä muutoksia on tapahtunut kalakannoissa. Punalihaisten petokalajien saaliit, yksikkösaaliit ja saaliskalojen koko ovat suurentuneet 2000-luvulla hyvän muikkukannan ja tuloksellisten istutusten ansiosta. Inarijärven hydrologisissa mittareissa on havaittavissa merkkejä ilmaston lämpenemisestä.</p> <p>Julkaisu tarjoaa kattavan yhteenvedon Inarijärven tilasta ja sen kehittymisestä viime vuosikymmeninä. Raportin tuloksia voidaan hyödyntää mm. säännöstelykäytännön ja kalaston hoidon kehittämisessä sekä matkailussa, opetuksessa ja yleisessä viestinnässä. Tarkastelu tukee myös vesienhoitotyötä, koska se auttaa ymmärtämään biologisten laatutekijöiden tilaan vaikuttavia tekijöitä ja selittämään syitä järven ekologisen tilan kehityssuunnille. Työssä kehitettyä lähestymistapaa ja mittareita voidaan soveltuvin osin hyödyntää myös muissa vesistöissä.</p>			
<i>Asiasanat</i>	Inarijärvi, vesistön tila ja käyttö, säännöstely, virkistyskäyttö, kalastus, hydrologia, veden laatu, vesikasvillisuus, pohjaeläimistö, kalakannat, vesistön tilan seuranta, mittarit			
<i>Rahoittaja/ toimeksiantaja</i>	Lapin elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus			
	ISBN 978-952-11-3913-0 (nid.)	ISBN 978-952-11-3914-7 (PDF)	ISSN 1238-7312 (pain.)	ISSN 1796-1637 (verkkok.)
	<i>Sivuja</i> 89	<i>Kieli</i> suomi	<i>Luottamuksellisuus</i> julkinen	<i>Hinta (sis.alv 8 %)</i> -
<i>Julkaisun myynti/ jakaja</i>	Lapin elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus PL 8060 (Hallituskatu 5 C), 96101 Rovaniemi Puh. +358 40 562 2821 sähköposti: kirjaamo.lappi@ely-keskus.fi			
<i>Julkaisun kustantaja</i>	Lapin elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus			
<i>Painopaikka ja -aika</i>	Juvenes Print, Tampereen yliopistopaino Oy, Tampere 2011			

PRESENTATIONSBLAD

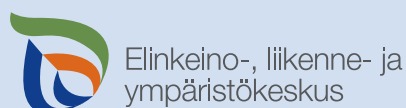
<i>Utgivare</i>	Finlands miljöcentral (SYKE) Närings-, trafik- och miljöcentralen i Lappland		<i>Datum</i> Augusti 2011	
<i>Författare</i>	Annukka Puro-Tahvanainen, Jukka Aroviita, Erkki A. Järvinen, Minna Kuoppala, Mika Marttunen, Teemu Nurmi, Juha Riihimäki ja Erno Salonen			
<i>Publikationens titel</i>	Enare träsk – vattenkvalitet och ekologisk status 1960–2009 (Inarijärven tilan kehittyminen vuosina 1960–2009)			
<i>Publikationsserie och nummer</i>	Miljön i Finland 19/2011			
<i>Publikationens tema</i>	Naturtillgångar			
<i>Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt</i>	Publikationen finns tillgänglig också på internet: www.ely-keskus.fi/Lappi/publikationer			
<i>Sammandrag</i>	<p>Det finns relativt mycket forskningsdata och statistik om Enare träsk över flera decennier, vilket ger goda möjligheter att ta fram och utnyttja indikatorer för vattendragets ekologiska status och dess utveckling.</p> <p>Arbetet inriktades på att finna forsknings- och statistikbaserade indikatorer för en diversifierad beskrivning av Enare träsk ekologiska status och användning, särskilt dess hydrologiska och meteorologiska förhållanden och deras utveckling (klimatförändring), belastande tillflöde och vattenkvalitet, rekreativ bruk, strandzonens biotoper och deras tillstånd, fiskbestånd och fiske samt regleringsprinciper och regleringseffekter. Syftet var också att beskriva hur de olika variablerna korrelerar med varandra.</p> <p>Sedan år 2000 har regleringen av vattenståndet i Enare träsk genomförts med ekologiskt gynnsammare metoder, vilket har förbättrat möjligheterna till rekreativ bruk sommartid och delvis minskat strandbiotopernas olägenheter av regleringen. De flesta gynnsamma förändringarna i vattendragets tillstånd och utnyttjandet av vattendraget hänför sig till fiskbestånden. Sedan år 2000 har fångsterna av rovfisk med rött kött, fångsterna per ansträngning och storleken på fiskarna ökat tack vare ett stort siklöjebestånd och lyckad fiskplantering. De hydrologiska indikatorerna för Enare träsk visar tecken på klimatförändring.</p> <p>Publikationen ger en bred översikt av Enare träsk ekologiska status och dess utveckling under de senaste decennierna. Rapportresultaten kan utnyttjas bl.a. för att utveckla regleringsprinciper och fiskevård samt inom turistnäringen, för undervisningsändamål och i allmän kommunikation. Studien stöder också vattenvården, eftersom den bidrar till en ökad förståelse för sambandet mellan biologiska kvalitetsfaktorer och vattendragets tillstånd samt förklarar bakgrunden till olika trender i sjöns ekologiska status. Det framtagna arbetssättet och indikatorerna kan i tillämpliga delar nyttiggöras även vid studier av andra vattendrag.</p>			
<i>Nyckelord</i>	Enare träsk, vattendrags tillstånd och användbarhet, reglering av vattendrag, rekreativ bruk, fiske, hydrologi, vattenkvalitet, vattenvegetation, bottenfauna, fiskbestånd, uppföljning av ekologisk status, indikatorer			
<i>Finansiär/ uppdragsgivare</i>	Närings-, trafik- och miljöcentralen i Lappland			
	ISBN 978-952-11-3913-0 (hft.)	ISBN 978-952-11-3914-7 (PDF)	ISSN 1238-7312 (print)	ISSN 1796-1637(online)
	<i>Sidantal</i> 89	<i>Språk</i> Finska	<i>Offentlighet</i> Offentlig	<i>Pris (inneh. moms 8 %)</i> -
<i>Beställningar/ distribution</i>	Närings-, trafik- och miljöcentralen i Lappland PB 8060 (Hallituskatu 5 C), 96101 Rovaniemi Tel. +358 40 562 2821 Epost: kirjaamo.lappi@ely-keskus.fi			
<i>Förläggare</i>	Närings-, trafik- och miljöcentralen i Lappland			
<i>Tryckeri/tryckningsort -år</i>	Juvenes Print, Tampereen yliopistopaino Oy, Tampere 2011			

DOCUMENTATION PAGE

<i>Publisher</i>	Finnish Environment Institute (SYKE) Centre for Economic Development, Transport and the Environment for Lapland		<i>Date</i> August 2011	
<i>Author(s)</i>	Annukka Puro-Tahvanainen, Jukka Aroviita, Erkki A. Järvinen, Minna Kuoppala, Mika Marttunen, Teemu Nurmi, Juha Riihimäki ja Erno Salonen			
<i>Title of publication</i>	Development of the status of Lake Inari between 1960 and 2009 (Inarijärven tilan kehittyminen vuosina 1960–2009)			
<i>Publication series and number</i>	The Finnish Environment 19/2011			
<i>Theme of publication</i>	Natural Resources			
<i>Parts of publication/ other project publications</i>	The publication is available on the internet: www.ely-keskus.fi/Lappi/publications			
<i>Abstract</i>	<p>A reasonable amount of research and monitoring data is available on Lake Inari over several decades, which provides excellent opportunities for the development and utilisation of indicators describing the status of the lake and its development.</p> <p>The study sought to find indicators based on research and monitoring data that in a varied manner describe the status and usage of Lake Inari, particularly the lake's general hydrological and meteorological conditions and their development (climate change), loading on the lake and water quality, recreational use, status of nearshore biotic communities, fish stocks and fishing as well as regulation policy and regulation impacts. Another aim was to describe the interactions between the different variables.</p> <p>The Lake Inari regulation policy implemented in the 2000s – an improvement on the previous policy as regards the status of the aquatic environment – has improved the conditions for summer recreational use and in part reduced the adverse effects caused by regulation on nearshore biota. The biggest positive changes in terms of the status of the lake and its use have taken place in fish stocks. Catches of Salmonidae, unit catches and size of prey fish have increased in the 2000s thanks to good vendace (<i>Coregonus albula</i>) stocks and successful stocking. Signs of climate warming can be observed in hydrological indicators concerning Lake Inari.</p> <p>The publication provides a comprehensive summary of the status of Lake Inari and its development over the past decades. The results reported can be utilised in measures including the development of the regulation policy and fish management as well as in tourism, education and general communications. The study also supports water management work as it helps understand the factors affecting the status of biological quality factors and explain the reasons behind development trends seen in the lake's ecological status. The approach and indicators created can, as appropriate, be employed for other water bodies as well.</p>			
<i>Keywords</i>	Lake Inari, status and use of surface waters, regulation, recreational use, fishing, hydrology, water quality, aquatic flora, benthic fauna, fish stocks, monitoring the ecological status, indicators			
<i>Financier/ commissioner</i>	Centre for Economic Development, Transport and the Environment for Lapland			
	ISBN 978-952-11-3913-0 (pbk.)	ISBN 978-952-11-3914-7 (PDF)	ISSN 1238-7312 (print)	ISSN 1796-1637 (online)
	<i>No. of pages</i> 89	<i>Language</i> Finnish	<i>Restrictions</i> Public	<i>Price (incl. tax 8 %)</i> -
<i>For sale at/ distributor</i>	Centre for Economic Development, Transport and the Environment for Lapland P.O.Box 8060 (Hallituskatu 5 C), FI-96101 Rovaniemi, Finland Tel. +358 40 562 2821 Email: kirjaamo.lappi@ely-keskus.fi			
<i>Financier of publication</i>	Centre for Economic Development, Transport and the Environment for Lapland			
<i>Printing place and year</i>	Juvenes Print, Tampereen yliopistopaino Oy, Tampere 2011			

Julkaisussa tarkastellaan Inarijärven tilan kehittymistä ja siihen vaikuttavia tekijöitä vuosina 1960–2009. Tutkimus- ja seurantatiedon pohjalta on kehitetty mittareita, jotka kuvaavat monipuolisesti Inarijärven tilaa ja käyttöä sekä eri tekijöiden välistä vuorovaikutuksia. Mittarit kuvaavat etenkin Inarijärven yleisiä hydrologisia ja meteorologisia olosuhteita ja niiden kehittymistä (ilmastonmuutos), järveen tulevaa kuormitusta ja veden laatua, virkistyskäyttöä, rantavyöhykkeen eliöyhteisöjen tilaa, kalakantoja ja kalastusta, säännöstelykäytäntöä ja säännöstelyn vaikutuksia.

Julkaisu tarjoaa kattavan yhteenvedon Inarijärven tilasta ja sen kehittymisestä viime vuosikymmeninä, ja sen tuloksia voidaan hyödyntää mm. säännöstelykäytännön ja kalaston hoidon kehittämisessä sekä matkailussa, opetuksessa ja yleisessä viestinnässä. Tarkastelu tukee myös vesienhoitotyötä, koska se auttaa ymmärtämään biologisiin laaturakenteisiin vaikuttavia tekijöitä ja selittämään syitä järven ekologisen tilan kehityssuunnille. Työssä kehitettyä lähestymistapaa ja mittareita voidaan soveltuvin osin hyödyntää myös muissa vesistöissä.



Tiedustelut: Lapin elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus
PL 8060 (Hallituskatu 5 C), 96101 Rovaniemi
Puh. +358 40 562 2821
sähköposti: kirjaamo.lappi@ely-keskus.fi

ISBN 978-952-11-3913-0 (nid.)

ISBN 978-952-11-3914-7 (PDF)

ISSN 1238-7312 (pain.)

ISSN 1796-1637 (verkkok.)