

# **ATLANTIN LOHI (*Salmo salar*, L.) TENOJOEN VESISTÖSSÄ I;**

## **Ympäristöolosuhteet subarktisella Tenojoen vesistöalueella ja niiden vaikutus lohenkalastukseen ja loheen**



Niemelä, E. <sup>1)</sup>, Hassinen, E. <sup>2)</sup>, Muladal, R. <sup>3)</sup>, Brørs, S. <sup>4)</sup>, ja Sandring, S. <sup>5)</sup>

Finnmarkin Lääninhallitus, Luonnonsuojeluosasto,  
Raportti 5 - 2009

Fylkesmannen i Finnmark, Miljøvernavdelingen,  
Rapport 5 - 2009

Finnmarkin Lääninhallituksen Luonnonsuojeluosaston RAPORTTISARJA, esittelee tuloksia tutkimuksista ja muusta luonnonsuojelualaa koskevasta yhteistyöstä jossa Lääninhallitus on ollut osana. Päätaavoitteena on luonnonsuojelua ja muuta luontoa koskevan tiedon levittäminen kaikkille kiinnostuneille tahoille. Raportit ovat saatavissa Lääninhallituksen netti sivuilla [www.fylkesmannen.no/finnmark](http://www.fylkesmannen.no/finnmark) "rapporter" ja "miljøvern avdelingen rapportserie" alla. Haluamme myös muistuttaa että raporttien tekijät ovat itse vastuussa kirjoittamistaan johtopäätöksistä.

ISSN 0800-2118

RAPORTTI nr. 5-2009 on pääasiallisesti julkaistu nettissä, mutta voidaan kopioida tarvittaessa. Paino/taitto: Fylkesmannen i Finnmark – Finnmarkin Lääninhallitus

Yhteydenotto tarvittaessa:  
Fylkesmannen i Finnmark  
Miljøvern avdelinga  
Statens hus  
9815 VADSØ

**ATLANTIN LOHI (*Salmo salar*, L.) TENOJOEN VESISTÖSSÄ I; Ympäristöolosuhteet subarktisella Tenojoen vesistöalueella ja niiden vaikutus lohenkalastukseen ja loheen**

Niemelä, E. <sup>1)</sup>, Hassinen, E. <sup>2)</sup>, Muladal, R. <sup>3)</sup>, Brørs, S. <sup>4)</sup>, ja Sandring, S. <sup>5)</sup>

<sup>1)</sup> Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos (RKTL), Tenojoen tutkimusasema, 99980 Utsjoki, Suomi

<sup>2)</sup> Lapin ympäristökeskus, PL 8060, 96101 Rovaniemi, Suomi

<sup>3)</sup> Laksebreveierforeningen for Tanavassdraget (LBT), 9845 Tana, Norja

<sup>4)</sup> Direktoratet for Naturforvaltning (DN), 7485 Trondheim, Norja

<sup>5)</sup> Fylkesmannen i Finnmark (FF), 9815 Vadsø, Norja

Kansikuva: Sivujoet, kuten kuvan Leavvajohka, jäätyvät ennen Tenojoen pääuoman jäätymistä, koska vesi alijäähtyy niissä nopeasti. Sivujokien putouuskorkeus on suuri ja ne ovat profiililtaan jyrkkiä, jolloin vesimassa seuraa nopeasti ilman lämpötilojen muutoksia. Pakkasen ollessa -20 °C koskien jäätyminen tapahtuu muutamassa päivässä. Kuva Eero Niemelä

**SISÄLTÖ**

1. Johdanto
2. Valoisuus
3. Ilman lämpötila
4. Sademäärä
5. Virtaama
6. Jokien jäätyminen
7. Jäidenlähdon ajankohdat Tenojoen vesistössä
8. Vedenkorkeus
9. Veden lämpötilat joessa ja meressä
10. Käytetty kirjallisuus

# 1. Johdanto

Tenojoen pääuoma kerää vetensä laajalta alueelta Norjan puoleiselta Finnmarkin ylängöltä ja Suomen puoleisilta Kaldoaivin ja Paistunturin tunturiylängöiltä. Jokilaaksoja reunustavat pääosin tunturikoivujen muodostamat tiheät metsiköt, jotka harvenevat vähitellen noustaessa ylemmäksi kohti jokilatvoja. Tunturiylängöllä ei ole varsinaista puukasvillisuutta, vaan vaivaiskoivut ja pajut reunustavat osaa jokivarsista. Täysin puuton Finnmarksvidda, erityisesti Iesjärven alueella, sekä siitä itään Leavvajohkan ja Maskejohkan latva-alueille, muistuttaa karuudellaan tundravyöhykettä (Kuva 1a). Jäänteitä kauan sitten laajojakin alueita peittäneistä mäntymetsiköistä on vielä mm. Utsjoen, Badje-Buolbmátjohkan, Ahkojohkan, Kárásjohkan, Iešjohkan ja Inarijoen varsilla. Tenojoen yläosassa olevien laaksojen mäntymetsiköt ovat myös paikoitellen runsaita. Nämä mäntymetsiköt luovat jokivarsille kesällä oman mikroilmastonsa, joka vaikuttaa myös purojen ja jokien eliöyhteisöihin.

Tenojoen vesistön latvat sijaitsevat etelämpänä joen alaosaan nähden ja se vaikuttaa keväiseen jäidenlähtöön. Jäät purkautuvat ensin joen keski- ja latvaosilta ja vesimäärän lisääntyminen joen leveässä alaosassa kohottaa jääkantta työntäen sen Tenovuonoon. Tenojoen makea vesi kohtaa murtoveden kohdassa, joka on 70°47`N, 28°25`E. Vaikka Tenojoen vesistö sijaitsee kaukana pohjoisessa verrattuna muihin pohjoisten mantereiden jokiin, sen luonnonolot luovat poikkeuksellisen hyvät olosuhteet lohenpoikastuotannolle lähes koko vesistössä. Lohi (*Salmo salar*, L.) on sopeutunut Tenon vesistön monimuotoisiin olosuhteisiin, kuten jäätikkömäiseen hyvin kylmään ja pohjaeläimistöltään köyhään Leavvajohkaan, tai pohjaeläimistöltään runsaaseen Luftjohkaan, jonka pohjassa on jäänteitä varhaisen merenpohjan savikerroksista (Kuva 1b).



Kuvat 1a ja b. Kuva 1a. Tenojoen vesistön kauimmassa osassa, Iesjärven tunturiylängöllä kasvillisuus on tundramaista. Niukkaa kasvillisuutta on vain jokien varsilla. Järvet ovat jäättömiä noin neljä kuukautta vuodessa (Kuva Heikki Erkinaro). Kuva 1b. Tenojoen vesistön alaosassa, Luftjoen laaksossa, lähellä Barentsinmerta kasvillisuus on runsasta ja paikoitellen lehtomaista. Kivien päällä oleva runsas vesisammalpeite lisää pohjaeläintuotantoa ja tällä alueella lohenpoikasten kasvu on nopeaa (Kuva Jorma Kuusela)

Tenojoki on eräs suurimmista Barentsinmereen laskevista joista. Se on merkittävin luonnonlohta tuottava joki koko Atlantin lohen levinneisyysalueella. Tenon vesistöalue on vielä lähes luonnontilassa. Ihmisen toiminta on tosin vaikuttanut jonkin verran luonnontilan muutokseen ja se on heikentänyt osaltaan lohen elinmahdollisuuksia. Kun

maanteitä rakennettiin, moniin teiden alitse meneviin puroihin tai pikkujokiin laitettiin betoniputket, jotka ovat heikentäneet tai estäneet kokonaan vaelluskalojen poikasten levittäytymisen yläpuolisille kasvualueille. Joitakin näistä vaellusesteistä on viime vuosina korjattu. Maanteitä ja siltoja rakennettaessa sivujokien rantapenkereitä on kaivettu siltojen kohdilla. Näissä kaivuupaikoissa voimakkaat kevättulvat aiheuttavat eroosiota kuljettaen irtainta maa-ainesta jokisuille (Kuva 2a).



2a



2b

Kuvat 2a ja 2b. 2a. Karnjarganjoessa yritettiin estää paannejään muodostumista syventämällä jokiuomaa ja reunustamalla joki pyöreillä kivillä ja hienojakoisella maa-aineksella. Seuraavana keväänä tulvavedet veivät runsaasti kiviä jokisuuhun ja estivät lohenpoikasten nousun Tenojoesta Karnjarganjokeen (Kuva Eero Niemelä)

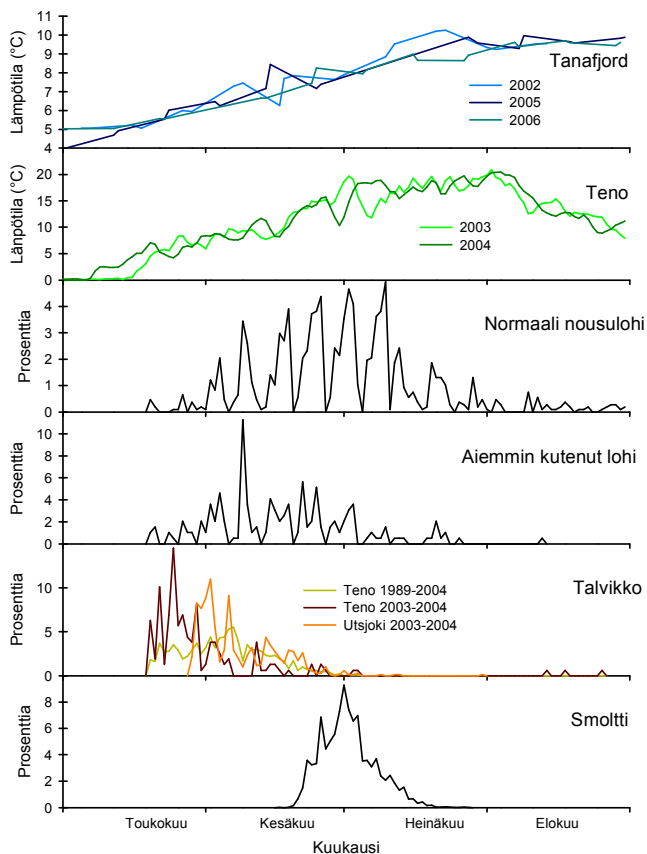
*2b. Madaltuneessa Utsjokisuussa ohjattiin virran kulkua uoma kiveämällä ja kaventamalla, jolloin lohiet pääsivät vaeltamaan Tenojoesta nopeammin Utsjokeen (Kuva Eero Niemelä)*

Eräät jokisuut ovat madaltuneet, heikentäen erityisesti vähäsateisina kesinä kudulle palaavien lohien nousun mahdollisuuksia näissä joen kynnyskohdassa. Myös sivujokien alaosien luonnollinen eroosio on madaltanut jokisuita (Kuva 2b). Näiden tekijöiden lisäksi Tenojokivarren tehomaatalous on monin paikoin ottanut käyttöönsä maa-alueet aivan joen rantaan saakka, jolloin joen reunaosien eroosiota suojaava puusto on poistettu kokonaan ja eroosio on päässyt kuluttamaan rantoja. Jokivarsien puuston ja muun kasvillisuuden säilyttäminen estäisi tai ainakin pienentäisi pelloilta jokeen sadevesien mukana valuvaa lannoitteiden määrää ja muuta orgaanista ainesta. Lannoitteiden ja puhdistamattomien jätevesien kulkeutuminen Tenojoen vesistöön kaventaa lohien elinmahdollisuuksia. Viime vuosina Tenojoen vesistön vedenlaatua on parannettu rakentamalla uudet vedenpuhdistuslaitokset vesistön yläosien asutustaajamiin.

Tenojoen vesistön pohjoisella sijainnilla ja vesistön geomorfologisella monimuotoisuudella on vaikutusta lohien ekologiaan. Ilman lämpötilan lyhyet ja pitkäaikaiset muutokset vaikuttavat veden lämpötilan muutoksiin. Lohienpoikasten kasvun paraneminen veden lämpötilan kohotessa heijastuu niiden mereenvaellus- eli smoltti-iän pienenemiseen. Smoltti-iän pieneneminen nopeuttaa lohien elinkiertoa. Tenojoen lohien elinkierto on monimuotoisempi kuin eteläisemmällä lohikannoilla. Hidas kasvu ja laaja vaelluspoikasikajakauma, kahdesta kahdeksaan vuotta, johtuvat pohjoisista ankarista olosuhteista, joihin Tenon vesistön lohienpoikaset ovat sopeutuneet hyvin. Ilmasto-olosuhteet vaikuttavat lohien ekologiaan: mädin kehittymiseen ja mädistä kehittyvien poikasten kuoriutumisaikankohtaan, lohienpoikasten kasvuun, vaellusikään, vaelluspoikasten mereen tapahtuvaan vaellusaikankohtaan, lohien luonnollisen kuolevuuden ja kasvun vaihteluun meressä, kutuvaelluksen ajankohtaan ja lopuksi kutuaikankohdan määräytymiseen. Ilmasto-olosuhteilla on vaikutusta myös lohienkalastukseen. Kesäiset tulvat vaikuttavat kalastuksen onnistumiseen ja veden lämpeneminen vaikuttaa lohien vaellukseen ja sen ottihalukkuuteen.

Atlantin lohi on vaelluskala, joka viettää nuoruusvuotensa makeassa vedessä ja siirtyy sen jälkeen kasvamaan mereen. Meressä se saavuttaa yhdestä viiteen vuoden kuluttua sukukypsyyden ja palaa syntymäjokeensa kutemaan. Lohien elämän eri vaiheissa tapahtuvia muutoksia säätelee veden lämpötila ja siinä tapahtuvat vaihtelut. Lohi on sopeutunut elinympäristönsä lämpötiloihin ja näiden lämpötilojen ohjaamana lohi mm. siirtyy elämänsä kriittisimmässä vaiheessa vaelluspoikasena joesta mereen. Meriveden lämpötila vaikuttaa myös lohien jokeen palaamisen ajankohtaan. Jokiveden lämpötila vaikuttaa myös kudulta mereen talvikkoina palaavien lohien vaellusaikankohtaan. Kuvasta 3 nähdään lohien vaelluspoikasten eli smolttien vaelluksen tapahtuvan Utsjoessa kesäkuun puolivälistä heinäkuun puoliväliin olevana ajankohhtana. On arvioitu, että lohien vaelluspoikasten pitäisi saapua meriveteen sellaisena ajankohhtana (smoltti-ikkuna; smolt window), jolloin meriveden pintaosien lämpötila on saavuttanut noin 8 °C lämpötilan. Smolttien saapuminen mereen ko. lämpötilarajan ulkopuolella lisää niiden luonnollista kuolevuutta. Ilmeisesti suurin osa kuteneista lohista jää kudun jälkeen Tenojoen vesistöön viettäen talven joessa ja vaeltaen talvikkoina mereen seuraavana keväänä ennen kesäkuun puoltaväliä (Kuva 3). Talvikoiista suurin osa kuntoutuu yhden meressä vietetyn vuoden aikana ja niiden palaaminen Tenojoen vesistöön tapahtuu alkukesällä ennen ensimmäistä kertaa kudulle vaeltamassa olevia lohia (Kuva 3). Syynä uudelleenkutijoiden varhaisempaan

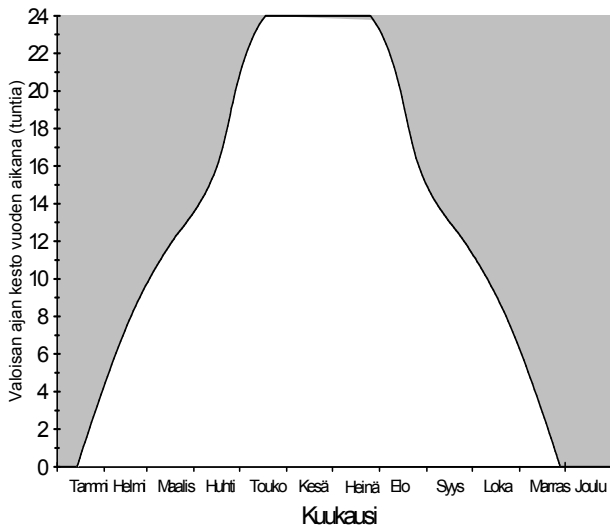
jokeen palaamiseen voi olla se, että ne ovat todennäköisesti viettäneet kuntoutumisajan lähempänä Tenojokea kuin ne lohet, jotka tulevat ensimmäistä kertaa kudulle.



*Kuva 3. Tenojoen lohen vaellusajankohdat lohen eri elämänvaiheissa sekä lämpötilojen vaihtelu Tenojoessa ja Tenovuonossa. Normaalin nousulohen, aiemmin kuteneen lohen ja talvikon eli kudulta mereen palaavan lohen määrien vaihtelut kesän havainnoissa johtuvat siitä, että verkkokalastus ja näytteenotto ovat keskeytyneet viikonloppujen ajaksi. Normaalin nousulohen ja aiemmin kuteneen lohen saalistiedot ovat Tenojoen alaosasta, talvikkotiedot yhteiseltä Tenojoen Suomen ja Norjan raja-alueelta ja Utsjoen alaosasta sekä smoltti- eli vaelluspoikastiedot Utsjoen alaosasta. Lähde: vuonolämpötilat, IMR; jokilämpötilat, NVE; nousulohitiedot ja smolttitiedot, RKTL ja NINA*

Tässä julkaisussa tarkastellaan lohen elinympäristön olosuhteiden pitkäaikaisia vaihteluja ja mahdollisia muutoksia, joilla on vaikutusta lohen olemassaoloon; poikasten kasvuun, poikasten talvehtimiseen, poikasten vaellukseen mereen sekä niitä olosuhteita, jotka vaikuttavat lohenkalastukseen Tenojoen vesistön alueella. Lohen elinympäristön muutoksia kuvaavat perustiedot ovat tässä julkaisussa ilman lämpötila ja sademäärä Kevon havaintopisteessä Utsjoella (Lähde; Ilmatieteen laitos), vedenkorkeustiedot, virtaamatiedot, jäidenlähtötiedot (Lähde; Suomen Ympäristökeskus (SYKE), Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)), meriveden lämpötilat (PINRO Murmansk; Havforskningsinstituttet Bergen (HI)). Lohikantojen ja saaliiden perustiedot sekä mereen vaeltavat vaelluspoikasmäärät ja Utsjokeen kudulle palaavat lohimäärät ovat Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitokselta (RKTL) ja Norsk institutt for naturforskningilta (NINA) sekä saalistiedot ovat RKTL:sta ja Finnmarkin lääninhallitukselta (FF).

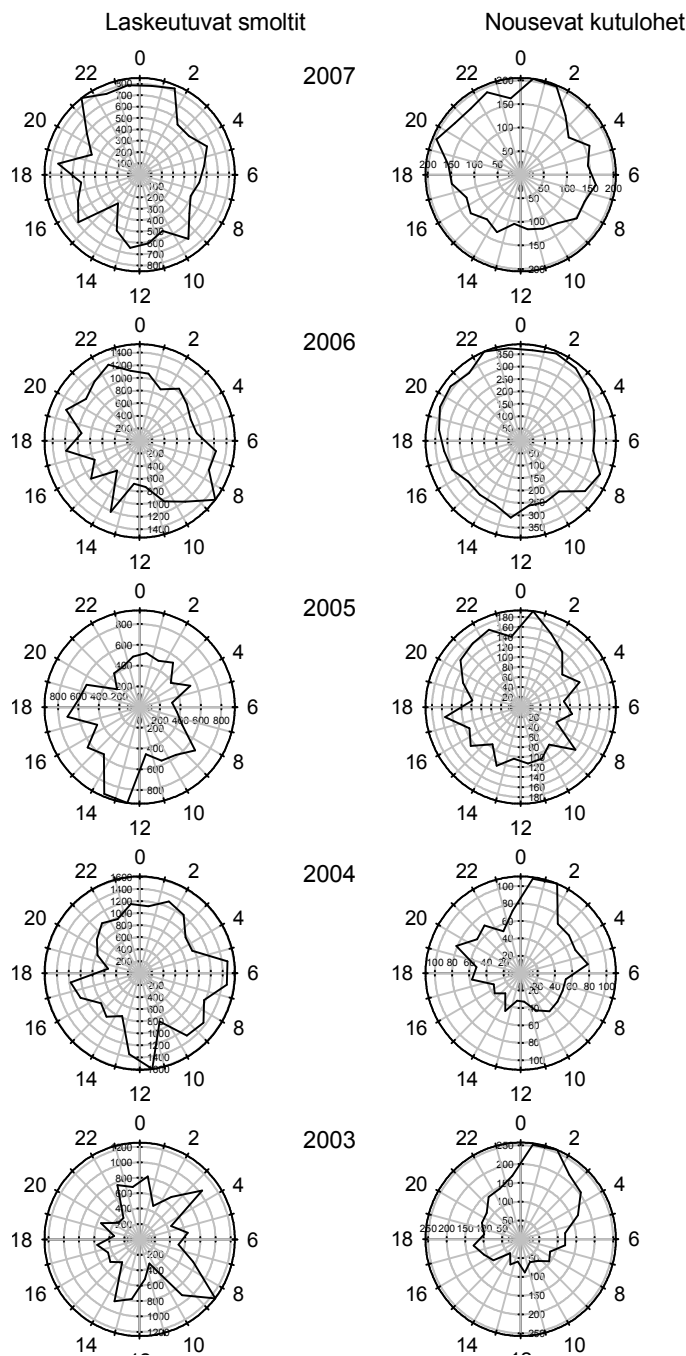
## 2. Valoisuus



*Kuva 4. Päivän pituus Tenojoen laakson alueella ilmaistuna auringon nousun ja laskun välisenä aikana. Kuvan valkoisen osan lisääntyminen pystyakselilla tammikuusta toukokuulle esittää vuorokautisen valoisan ajan lisääntymistä ja vastaavasti elokuulta marraskuulle vuorokautisen pimeän ajan lisääntymistä.*

Tenojoen vesistöalueen erityispiirre on, että aurinko pysyy kesällä horisontin yläpuolella koko vuorokauden ajan, ja tämä yhtäjaksoinen valoisa aika kestää 2.5 kuukautta toukokuun puolivälistä heinäkuun lopulle (Kuva 4). Vastakohtana pitkälle valoisalle kesälle on marraskuun lopulta tammikuun puoliväliin kestävä pimeä aika, jolloin aurinko ei nouse horisontin yläpuolelle.

Joessa lohien vaellusaktiivisuuteen vaikuttaa vuorokaudenaika, mutta myös muilla tekijöillä kuten veden lämpötilalla, happipitoisuudella, veden virtaamalla ja ilmanpaineella on merkitystä vaellukseen. Lohien päänousun aikana, kesäkuun alusta heinäkuun puoliväliin, lohet vaeltavat kohti kutualueitaan koko vuorokauden ajan. Vaellus on selvästi aktiivisempaa illan ja aamun välillä kuin kirkkaalla päivällä. Utsjokeen, kuten Tenojoen muihinkin sivujokiin, tapahtuu lohien nousuvaellusta vuorokauden kaikkina ajankohtina, mutta merkittävin osa lohista vaeltaa jokiin myöhäisen illan ja alkuyön aikana (Kuva 5). Varhain kesän alussa, jolloin Tenojokeen vaeltavat kolme vuotta meressä kasvaneet keskimäärin 10 kg painavat lohet, lohet ovat aktiivisesti vaeltamassa vuorokauden kaikkina aikoina.



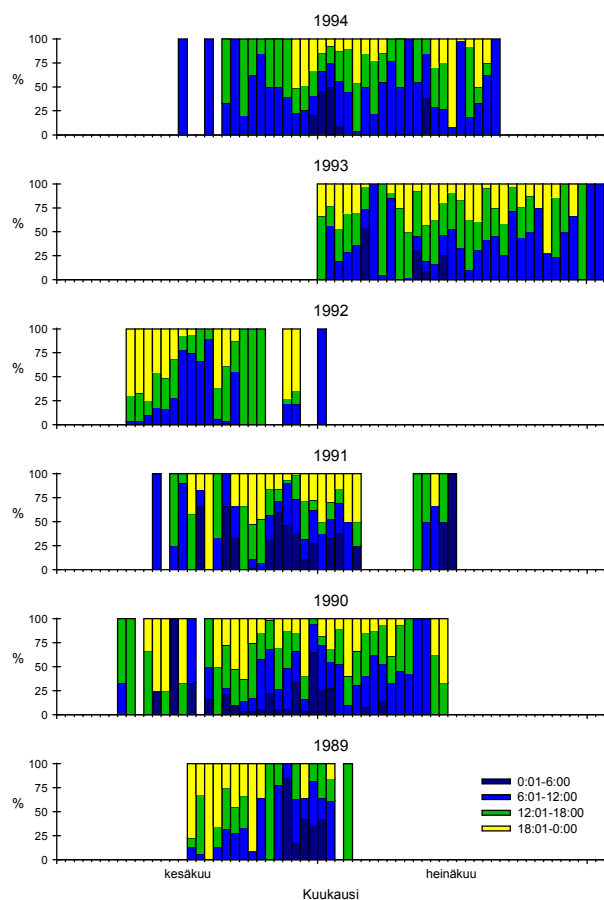
Kuva 5. Utsjoesta Tenoon laskeutuvien lohien vaelluspoikasten ja Utsjokeen kudulle nousevien Atlantin lohien kappalemäärät vuorokauden eri tunteina. Kuviin on yhdistetty koko kesän aineisto. Vuonna 2005 jokeen nousevien lohien aineisto kattaa vain osan vaellusajasta. Lähde; NINA, Svenning, M.A. julkaisematon.

Tenojoen vesistössä käytetään edelleen melko suurta määrää erilaisia verkkopyydyksiä erityisesti lohien aktiivisimman vaelluksen aikana kesä-heinäkuussa. Kutualueille vaeltava lohi havaitsee valoisan kesän aikana erilaiset verkkopyydykset, mikä osaltaan selittää sen, että Tenojoen vesistössä on voitu käyttää suurta määrää erilaisia verkkopyydyksiä lohikantojen vielä häviämättä. Jos vuorokaudessa, lohien päävaelluksen aikana, olisi selvä pimeä ja valoisa jakso, lohet joutuisivat todennäköisimmin verkkopyydysten saaliiksi hämärän ja pimeän aikana.

Tenojoen vesistössä on pyydystetty lohta pitkään erilaisilla verkkopyydyksillä. Suoninailonista (käytettiin nimeä monofiili) valmistettuja havaksia käytettiin 1960 - luvun lopulta vuoteen 1983. Suoninailon verkkomateriaalina oli vedessä lohelle näkymättömämpää kuin tavallinen aiemmin käytetty havaslanka ja siitä syystä

verkkopyydykset olivat hyvin tehokkaita lohenpyynnissä päivälläkin em. vuosina. Suoninailonverkon haittana oli myös se, että lohet repeytyivät helposti niissä. Ennen nailonverkkojen käyttöä hampusta tehdyt verkot, erityisesti tavallisissa seisovissa verkoissa, olivat kesällä käytössä pääasiassa heinäkuun lopun ja elokuun hämärinä ja pimeinä öinä, koska päiväsaikaan lohet havaitsivat ne helposti. Alkukesällä ja keskikesällä käytettiin hamppuverkkoja sivujoissa putousten alapuolella tai pääuomien voimakkaiden koskien kivien alapuolella ns. lyhyinä kosteverkkoina.

Vaikka lohet pystyvät havaitsemaan patojen poikkiesteet valoisana kesäaikana, niin siitä huolimatta niiden kulku ylävirtaan hidastuu patojen kohdalla kolmena verkkopyyntivuorokautena viikossa, koska monesti patojen poikkiverkot ulottuvat syvänväylän puoliväliin asti estäen lohien vapaata kulkua. Esteetöntä kulku on neljänä vuorokautena viikossa, jolloin verkkopyydyksillä ei saa kalastaa. Tenojoen pääuomassa kutevan, isokokoiseksi kasvavan lohikannan lohet nousevat kesän alussa Tenojokeen ja vaeltavat nopeasti pääuoman kutualueiden lähetyville. Siellä lohet hakeutuvat suojaisiin syvänteisiin. Elokuussa lohet siirtyvät lähemmäksi tulevia kutualueita ja erityisesti isot koiraat alkavat puolustaa omaa kutualueitaan ajamalla muut koiraat pois. Kutualueiden lähelle siirtyminen tarkoittaa lohille siirtymistä matalampaan joenosaan. Elokuussa lohet aktivoituvat liikkumaan öiden pimetessä, jolloin ne tulevat myös helpommin saalistetuiksi sekä onki- että verkkopyydyksillä. Isot koiraslohet, koiramot, ovat ärtyneitä tarttumaan kalastajien niille tarjoamiin vieheisiin varsinkin kutukarikkojen läheisyydessä. Verkkopyydyksiä käyttävät kalastajat saavat elokuussa helposti molemmat kutuparit saaliikseen, koska iso koiraslohi seuraa kutualueen valinnan naaraslohen liikkumista myös verkkopyydysten lähellä.

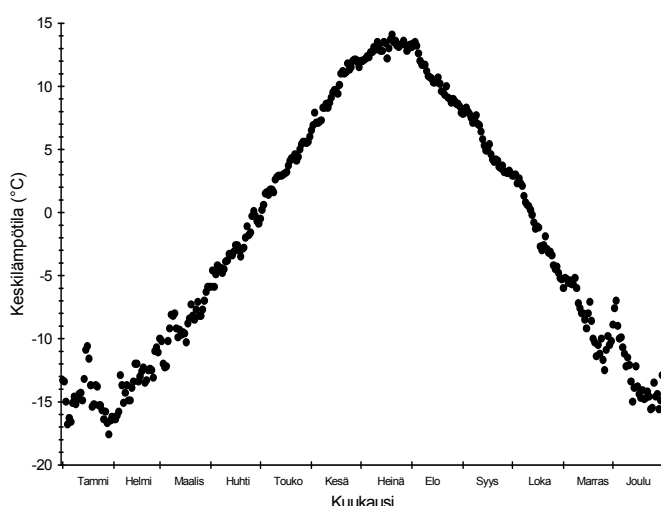


Kuva 6. Lohen vaelluspoikasten eli smolttien vaelluksen ajoittuminen vuorokauden eri ajankohtina Utsjoen sivujoessa, Tsarsejohkassa vuosina 1989–1994. Lähde: RKTL

Lohen vaelluspoikaset laskeutuvat sivujoista ja puroista Tenojokeen ja edelleen Tenojoesta Tenovuonoon kaikkina vuorokauden aikoina. Vaellusaktiivisuus vaihtelee vuorokauden eri ajankohtina sivujokien ja pääuomien välillä. Utsjoen alaosassa smoltit vaeltavat päävaelluksen aikana enimmäkseen päivällä huipun ollessa klo 07.00 ja klo 10.00 välisenä aikana. Päävaelluksen jälkeen smolttivaelluksen ajoittumisessa ei ole havaittu olevan eroa vuorokauden eri ajankohtien välillä (Kuva 5). Smolttien vaellus riippuu päivittäisestä auringonpaisteen määrästä. Auringon paistetuntien lisääntyessä, lisääntyvät alavirtaan vaeltavat smolttimäärät. Tsarsejohkassa, joka on Utsjoen sivujoki, smolttivaellusta on kaikkina vuorokaudenaikoina. Tosin vaelluksen alkaessa ensimmäiset smoltit laskeutuvat joesta alavirtaan myöhään iltapäivällä ja illalla ennen puoltayötä (Kuva 6). Vaellus saattaa pitkittyä tai keskeytyä jopa kokonaan, jos säät vaelluksen aikana viilentävät veden lämpötilaa huomattavasti. Vaelluksen painottuminen tiettyyn vuorokaudenaikaan liittyy mm. siihen, että kyseisenä aikana saaliseläinten vaikutus smolttimääriin on pienimmillään.

Auringonvalon vähetessä kohti iltaa ja yötä jokivesi kylmenee. Tenon veden ollessa kirkasta ja joen ollessa yleensä matala joesta poistuvien smolttien ja jokeen palaavien kutulohien vaellus on turvatumpaa sellaisena vuorokauden aikana, jolloin aurinko ei paista voimakkaasti. Kylmemmässä vedessä on enemmän liuennutta happea, joka aktivoi vaeltavia lohia uimaan. Valon määrällä on myös vaikutusta vapa- ja viehesaaliin saamiseen siten, että kirkkaalla auringonpaisteella päiväsaikaan lohen ottihalukkuus on vähäisempää kuin pilvisinä päivinä. Vapa- ja viehesaalis painottuu myöhäiseen iltapäivään, iltayöhön ja aamuyöhön. Elokuussa kutualueilleen asettuneet naaraat ottavat niille tarjottuihin vieheisiin aktiivisemmin illan hämärtyessä kuin kirkkaalla päivällä. Tenojoen kalastussääntö on kohdistanut matkailukalastuksen tehon 1990-luvulta lähtien elokuussa illan ja aamun väliselle ajalle tehostaen täten kutukantaan kohdistunutta pyyntiä, kun säätelyn pitäisi päinvastoin suojella kutualueille asettuneita lohia.

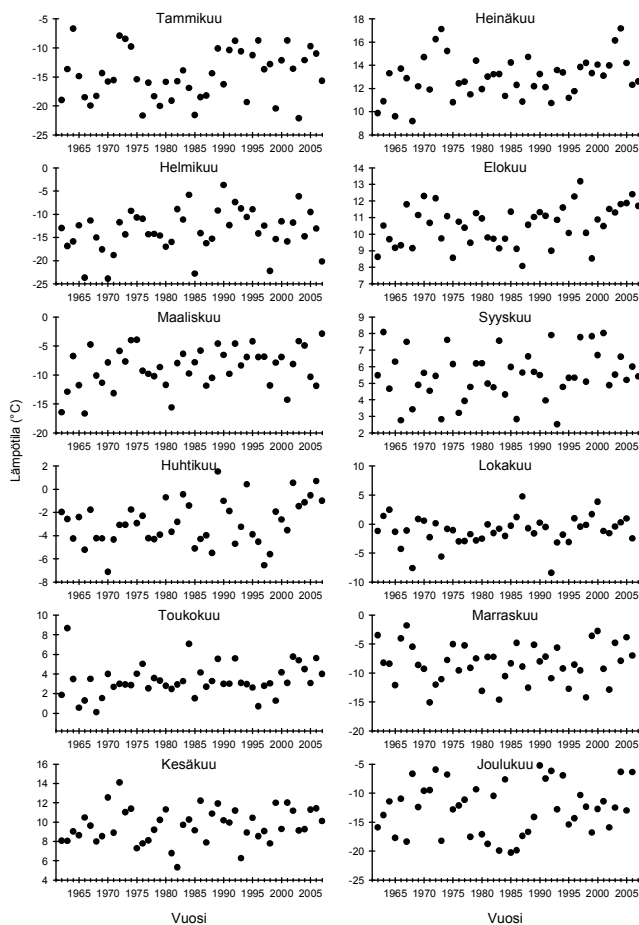
### 3. Ilman lämpötila



Kuva 7. Päivittäiset keskilämpötilat Utsjoen Kevolla vuosina 1962–2005. Lähde: Ilmatieteen laitos.

Tenojoen alueella, Utsjoen Kevolla vuorokauden keskimääräinen lämpötila on suurempi kuin nolla astetta toukokuun alusta lokakuun puoliväliin kestävässä ajanjaksona. Vuorokauden keskilämpötila pysyttelee kymmenen asteen yläpuolella kahden kuukauden ajan 20. kesäkuuta ja 20. elokuuta välisenä aikana. Keskilämpötila

on heinäkuussa enimmäkseen 12–13°C ja heinäkuun lopussa 14–15°C (Kuva 7). Vuosien välillä päivittäisissä keskilämpötiloissa on selviä eroja ja joinakin vuosina Tenojokilaaksossa on satanut lunta useita kymmeniä senttimetrejä kesäkuun lopussa. Lämpötilojen vaihtelut ovat suuria johtuen Barentsinmeren läheisyydestä. Ilman lämpötilan muutokset avovesikautena heijastuvat nopeasti veden lämpötilaan, sillä alueella on vähän vesimääriä tasaavia järvioltaita ja sadevesi valuu nopeasti jokiuomiin. Useimpien sivujokien kaltevuus on niin suuri, että alas virtaavat vesimassat joutuvat pitkissä ja matalissa koskissa ilman lämpötilan kanssa kosketuksiin vaikuttaen veden lämpötilaan. Tästä syystä ilman lämpötilojen pitkäaikaisilla muutoksilla on vaikutusta myös lohen ekologiaan. Lämpiminä kesäpäivinä Tenojoen ja sen sivujokien veden lämpötilat kohoavat lähelle ilman lämpötilaa, mikä vaikuttaa lohen vaellukseen, kalastettavuuteen ja myös lohenpoikasten sijoittumiseen joessa.

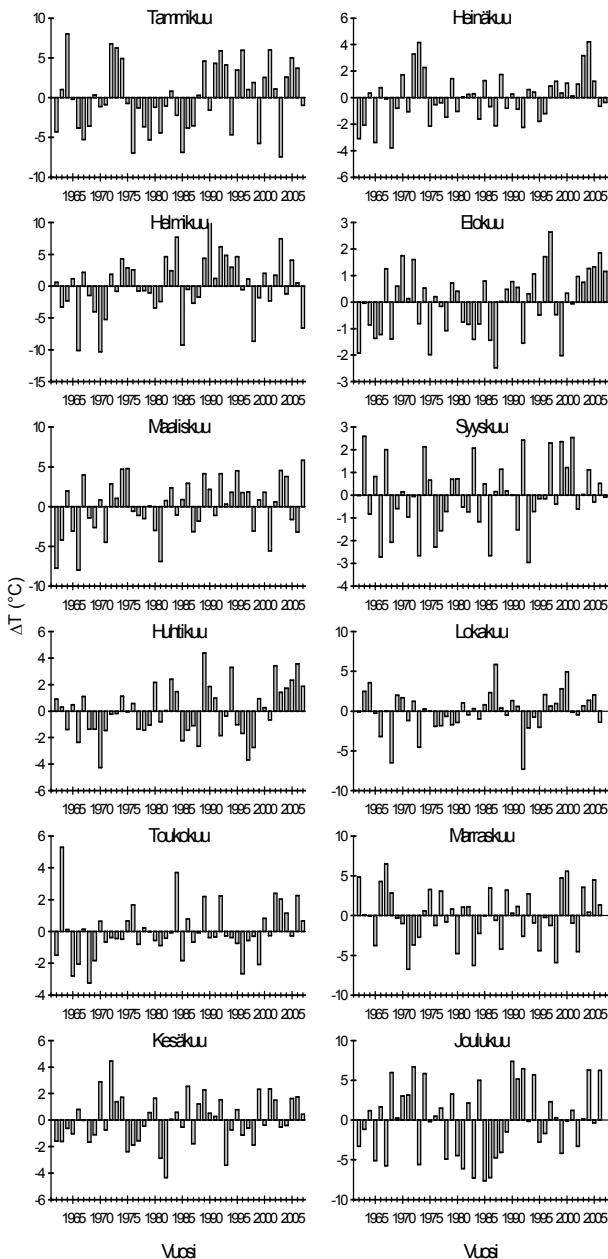


Kuva 8. Kuukauden keskimääräinen ilman lämpötila Utsjoen Kevolla vuosina 1962–2007. Lähde: Ilmatieteen laitos.

Tenojoen vesistöalueen olosuhteiden suuret vaihtelut ilmenevät selvimmin kuukauden keskilämpötilojen vuosien välisten erojen suuruutena (Kuva 8). 40 vuoden kuluessa toukokuun ja lokakuun keskilämpötilat ovat vaihdelleet vähiten. Ilman lämpötilat ovat olleet vakaita toukokuussa. Tämä on osaltaan vaikuttanut jäiden lähtemiseen toukokuun loppupuolella, jolloin 65 % jäidenlähtöpäivistä Tenojoen alaosassa on rajoittunut toukokuun 15. ja 27. päivän väliselle aikajaksolle. Lokakuun ilman lämpötilan vuosien välinen vakaus on merkinnyt sitä, että myös veden lämpötila on ollut lokakuun alussa lohen kudulle sopiva.

Talvikuukausien keskilämpötilojen vuosien väliset erot ovat heijastuneet jokien jään paksuuteen. Kylmien talvien aikana Tenojokeen on muodostunut paksu teräsjää, joka

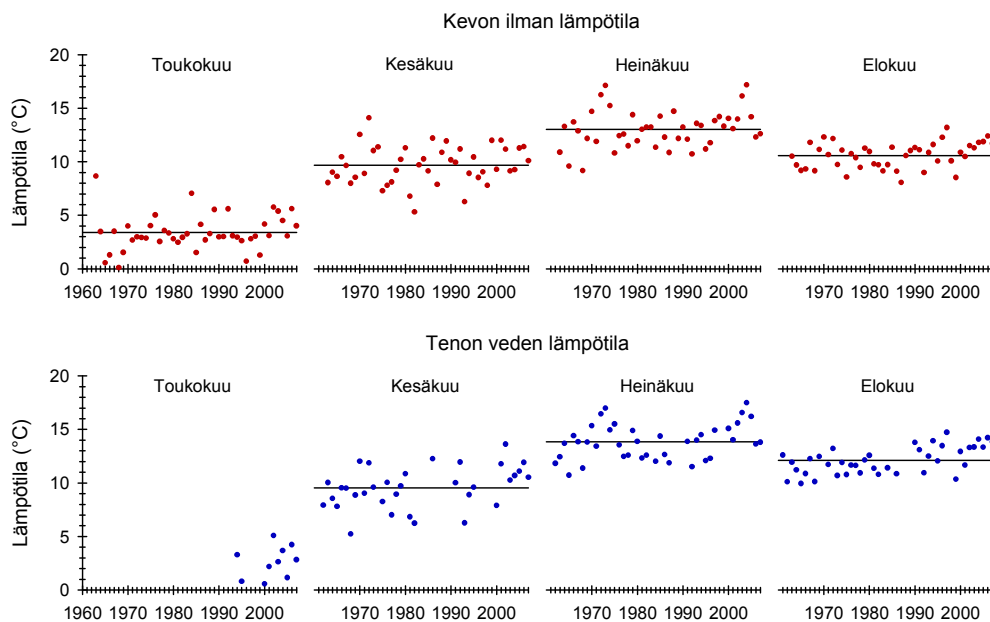
on aiheuttanut touko-kesäkuussa voimakkaan jäidenlähdon. Jäidenlähdon ollessa voimakas jäälautat siirtelevät joen matalilla ranta-alueilla kivikkoja ja soraikkoja. Koska lohenpoikaset ovat piiloutuneina joen pohjakivien alle, tämä ajoittain voimakas pohjakivien siirtyminen lisää poikasten kuolleisuutta. Luonnollinen, jäidenlähdon aiheuttama kuolleisuus vaihtelee vuosien välillä.



*Kuva 9. Kuukauden keskimääräisen ilman lämpötilan poikkeama pitkäaikaisesta keskiarvosta Utsjoen Kevolla. Lähde: Ilmatieteen laitos.*

Kuukauden keskimääräinen ilman lämpötilan poikkeama pitkäaikaisesta keskiarvosta kesä- ja heinäkuussa on ollut maksimissaan neljä astetta. Vuosien välisissä keskilämpötiloissa (Kuva 9) on havaittu kahdeksan asteen erot. Useimmiten vuosien väliset poikkeamat ovat olleet neljä astetta. Lohenpoikasten tärkeimpänä kasvukuukautena, heinäkuussa ilman lämpötila on ollut selvästi pitkäaikaista keskiarvoa korkeampi vain kahtena ajanjaksona 1970 -luvun ja 2000 -luvun alussa. 2000 -luvulla huhtikuun, toukokuun ja elokuun keskilämpötila on ollut selvästi pitkäaikaista keskiarvoa korkeampi. Nämä keskilämpötilat ovat olleet korkeampia

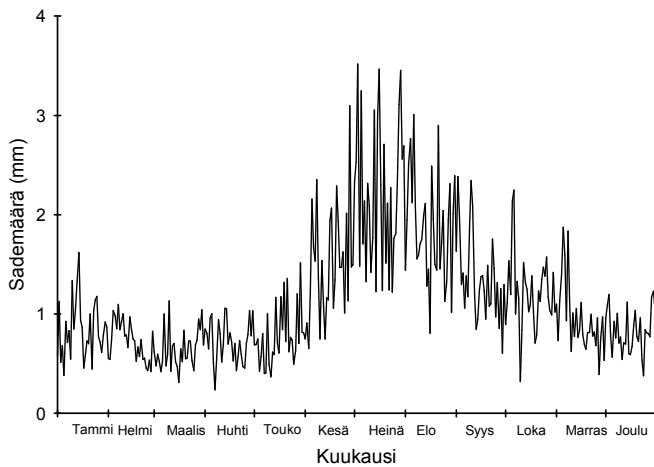
useina peräkkäisinä vuosina. Keväen ilman lämpeneminen on aikaistanut jäidenlähtöä.



Kuva 10. Touko-elokuun keskimääräiset ilman lämpötilat Utsjoen Kevolla. Lähde: ilman lämpötila, Ilmatieteen laitos; veden lämpötila, SYKE, RKTL, NVE.

Ilman lämpötilan muutokset heijastuvat Tenojoen vedenlämpötilaan. Virtaaman pienentyttyä kevättulvan jälkeen, ja ilman lämpötilojen ollessa korkeimmillaan heinäkuussa, havaitaan veden lämpötilan seuraavan ilman lämpötilaa (Kuva 10). Heinäkuun Tenon veden lämpötila oli selvästi keskimääräistä lämpötilaa korkeampi 1970 -luvun ja 2000 -luvun alussa. Tenon vesistöalueen ilman lämpötila heijastaa Pohjois-Atlantin meriveden lämpötilaolosuhteiden muutoksia. Heinäkuun ilman keskimääräisellä lämpötilalla ja vastaavasti Tenon heinäkuun keskimääräisellä veden lämpötilalla näyttää olevan noin 30 vuoden jakso. Myös lohikannoilla on havaittu olevan 25–30 vuoden välein toistuvia pidempiaikaisia kannanvaihtelun jaksoja. Tenon vesistöstä saatiin erittäin hyvät saaliit esimerkiksi 1970 -luvun keskivaiheilla ja 2000 -luvun taitteessa, jotka vastasivat edellä esitetyn 25 vuoden jakson pituutta. Ilmakehän lämpötilan kohoaminen voi vaikuttaa Tenojoen vesistössä monella tavalla lohen ekologiaan ja lohenkalastukseen. Vaikutukset lohikannoille voivat olla joko edullisia tai kielteisiä. Vaikutukset riippuvat lohen kyvystä sopeutua elinympäristönsä muutoksiin. Lohi on sopeutunut viimeisen 10 000 vuoden kuluessa Tenojoen alueella vallitseviin olosuhteisiin ja niiden vähittäisiin muutoksiin, mutta ilmaston lämpenemisen on arvioitu tapahtuvan tulevaisuudessa nopeammin kuin aikaisemmat ilmaston muutokset. Tällöin muutokset lohikannoissa ovat ennalta arvaamattomia.

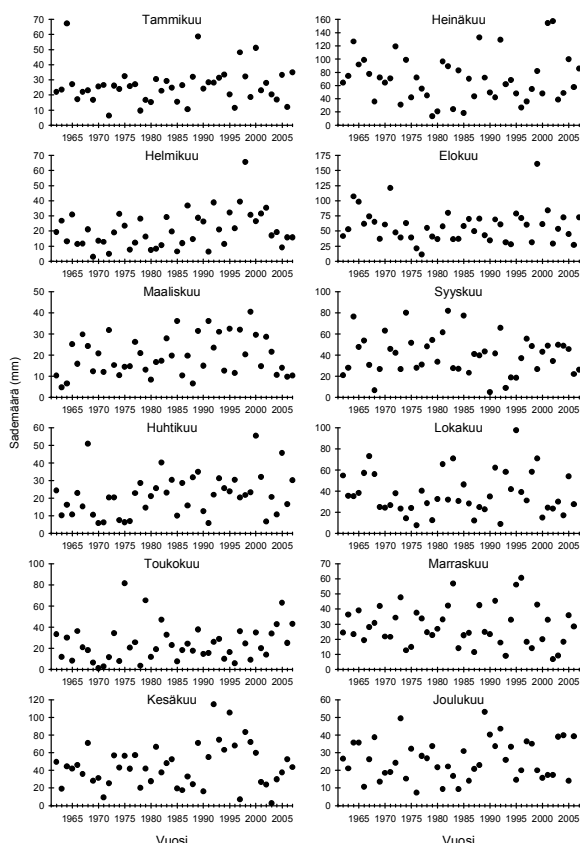
## 4. Sademäärä



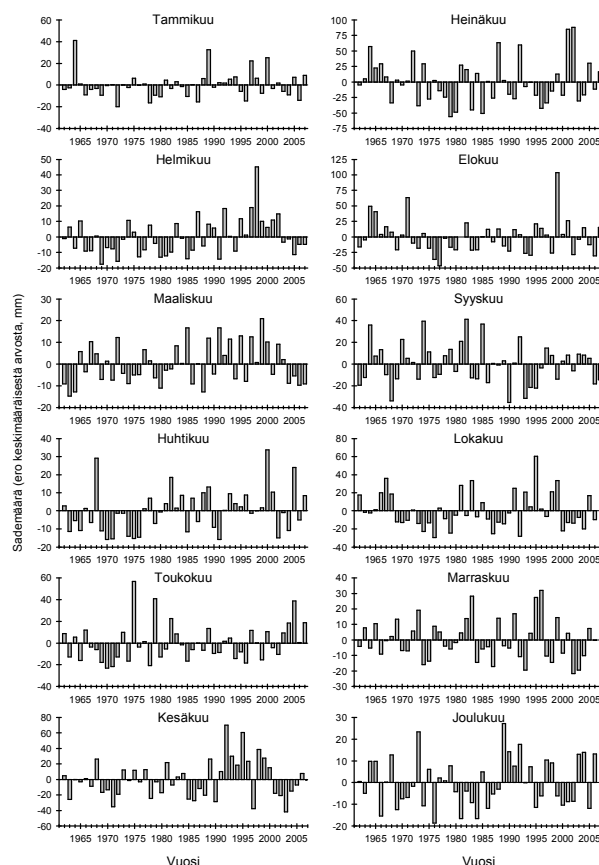
*Kuva 11. Keskimääräinen päivittäinen sademäärä Utsjoen Kevolla vuosina 1962–2005. Lähde: Ilmatieteen laitos.*

Sadanta Tenojoen vesistöalueella on pieni. Lokakuun ja huhtikuun välisenä aikana sade tulee pääsääntöisesti lumena. Merkittävin osa vuoden sademäärästä saadaan kesä-elokuun aikana (Kuva 11). Vähäinen sademäärä Finnmarkin tunturiylängöllä ja myös muualla Tenojoen vesistön alueella johtuu siitä, että Atlantilta Pohjois-Eurooppaan saapuvien matalapaineiden tuomat sateet tulevat maahan useimmiten jo Norjan rannikolla.

Kesänaikaisilla sateilla on suuri merkitys lohien nousulle. Yleensä toukokuun lopulle ja kesäkuun alkuun ajoittuva lumen sulamisesta johtunut tulva jatkuu alkukesän sateiden vuoksi. Yhdessä nämä ympäristötekijät pitävät Tenojoen virtaamaa suurempana isompien lohien nousuajankohtana. Sateiden aiheuttama veden nousu jää yleensä lyhytaikaiseksi vesimääriä pidättävien järviä ja soiden vähäisyyden vuoksi.



Kuva 12. Kuukauden keskimääräinen sadanta Utsjoen Kevolla. Lähde: Ilmatieteen laitos



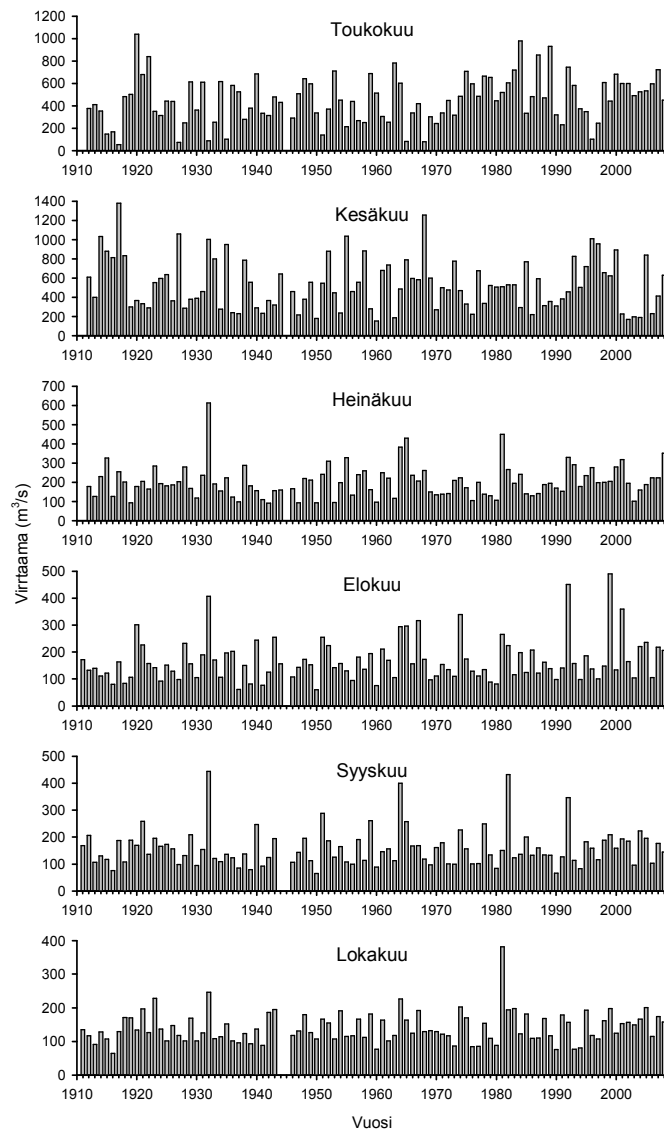
Kuva 13. Keskimääräisen kuukausittaisen sadannan erot vuosien välillä. Lähde: Ilmatieteen laitos.

Keskimääräinen kuukausisadanta vaihtelee vuosien välillä (Kuva 12). Joinakin, tosin harvinaisina, vuosina lohien nousuajankohdan sademäärä on jäänyt lähes olemattomaksi. Näin tapahtui esimerkiksi vuonna 2003 kesäkuussa, jolloin virtaamat Tenojoen vesistössä olivat pieniä. Tenon vesistön alueella ei ole yleensä pitkäkestoisia sateita, vaan sateet saattavat tulla kesäkuukausina vain muutamina päivinä, jolloin jokien vedenpinta nousee nopeasti. Runsaan 40 vuoden ajanjakson keskimääräisessä sadannassa ei ole ollut havaittavissa selvää muutosta minkään kuukauden osalla, vaikka vuosien välinen vaihtelu on ollut voimakasta.

Vuosien väliset poikkeamat kuukausittaisessa keskimääräisessä sadannassa ovat merkittäviä sekä talvella että kesällä (Kuva 13). Kolmesta neljään vuotta kestävinä peräkkäisinä vuosina havaitaan sadannan olleen keskimääräistä suurempi tai pienempi. Viime vuosina toukokuun sadanta on ollut keskimääräistä suurempi ja vastaavasti kesäkuun sadanta keskimääräistä pienempi. On esitetty arvioita, että ilmamekan lämpenemisen seurauksena sademäärät lisääntyisivät, millä olisi vaikutusta Tenojoen vesimääriin ja siinä kesänaikana tapahtuviin muutoksiin. Voimakkaat sateet, tai yleensäkin sademäärän lisääntyminen, vaikuttaisivat kielteisesti patopyyntiin. Esimerkiksi vuosina 2001 ja 2002 heinä-elokuussa ja vuonna 2008 kesä-heinäkuussa olleet runsaat sadekuurot nostivat vedenpintaa nopeasti, estäen lohipadoilla kalastamisen pidemmäksi aikaa. Mikäli sateet lisääntyvät tulevaisuudessa kiihdyttävät ne jokien eroosiota ja irtainta maa-ainesta kulkeutuu lohentuotannon kannalta tärkeisiin poikasten elinympäristöihin heikentäen niiden sopivuutta poikasille.

Lisääntyvien sateiden johdosta vesimäärät voivat Tenojoen vesistössä kasvaa ja lohien pyydystäminen heikkenee, jolloin lohikanta voi mahdollisesti vahvistua. Vähäiset sademäärät sivujoissa puolestaan pienentävät virtaamaa, jolloin lohiet pääsevät sivujoissa ylittämään putouksia helpommin kuin vesimäärän ollessa normaali tai sitä suurempi.

## 5. Virtaama



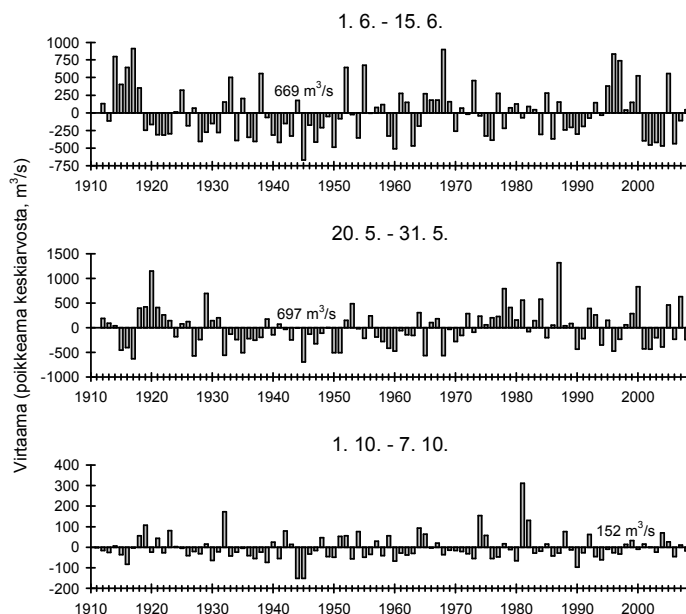
Kuva 14. Keskimääräinen virtaama Tenojoessa Pulmangissa touko-, kesä-, heinä-, elo-, syys- ja lokakuussa vuosina 1912–2008. Lähde: NVE.

Keskimääräinen vuosivirtaama Tenojoen suualueella on  $203 \text{ m}^3/\text{sek}$ . Keskivirtaamat vaihtelevat paljon erityisesti touko- ja kesäkuussa (Kuva 14). Vuosien väliset erot johtuvat kevättulvan ajoittumisesta joko toukokuulle tai kesäkuulle. Keväiset lumimäärät vaikuttavat tulevien virtaamien suuruuteen. Joinakin keväinä suuret lumimäärät eivät johda suuriin virtaamiin, koska merkittävä osa lumesta haihtuu ilmakehään ennen ilmojen lämpenemistä. Virtaamien määrissä ei ole havaittavissa säännönmukaista vaihtelua. 2000 -luvun alussa kesäkuun keskivirtaamat ovat olleet pienimpiä koko 100 vuoden havaintosarjassa. Vastaavasti toukokuun keskivirtaamat

ovat olleet keskimääräistä suuremmat 2000 -luvulla. Suurimmat keskimääräiset kuukausittaiset virtaamat ovat olleet jopa 1400 m<sup>3</sup>/sek. Virtaamat ovat olleet suurimmillaan 3844 m<sup>3</sup>/sek vuonna 1920 toukokuun lopussa ja 3429 m<sup>3</sup>/sek vuonna 1917 kesäkuun puolivälissä.

Virtaamien voimakas vuosittainen vaihtelu erityisesti alkukesällä vaikuttaa keväisellä kulkutuspyynnillä saatavan saaliin määrään. Virtaaman ollessa suuri kesäkuun alkupuoliskolla kulkutusverkon käyttö on, ainakin ylempänä Tenojoessa, hankalampaa, kun taas suuretkaan virtaamat joen alaosassa eivät estä kulkutusta. Ylempänä Tenojokea, Nuorgamista ylöspäin, joen pohja muodostuu pääasiassa kivistä ja voimakkaassa virrassa, virtaaman ollessa keskimääräistä suurempi, kulkutusverkon alapaulaa ei voi painottaa niin, että verkon alaosa kulkisi lähellä pohjaa. Liikaa painotettu kulkutusverkko tarttuu helposti pohjakiviin eikä verkko toimi pyydystävästi. Tenojoen virtaamat kulkutusaikana olivat poikkeuksellisen vähäiset 2000 -luvun alussa, jolloin saatiin erittäin suuret kulkutussaaliit. Kulkutussaaliiden suuruuteen vaikutti vesimäärän vähäisyyden lisäksi myös se, että Tenojokeen nousi voimakas kahden ja kolmen merivuoden ikäinen lohikanta, joka oli syntynyt 1990 -luvun alkupuolen edellisestä hyvästä lohikannasta.

Tenojoen alaosassa joen pohja muodostuu hiekasta, joten virtaaman suuruudella ei ole samanlaista kulkutusverkon käyttöä rajoittavaa merkitystä kuin yläjoen kivikkopohjalla. Tenojoen alaosassa suuri virtaama merkitsee veden mukana kulkeutuvan aineksen suurempaa määrää ja veden suurempaa sameutta, jolloin lohi havaitsee kulkutusverkon huonommin ja joutuu saaliiksi herkemmin. Myöhemmin kesällä, erityisesti heinäkuussa, virtaamat ovat tasaisemmat, jolloin olosuhteet patokalastukselle ovat olleet yleensä hyvät. Ylempänä Tenojoki on huomattavasti kapeampi ja siellä virtaaman lisääntyminen nostaa herkästi joen pintaa. Alajoella virtaaman kasvu ei näy yhtä selvänä vedenpinnan kohoamisena ja niinpä pato- ja verkkopyynnin onnistuminen alajoella on vähemmän altista virtaamavaihteluille kuin ylempänä Tenojoen kapeammalla joenuomalla.



Kuva 15. Tenojoen veden virtaaman poikkeamat keskimääräisestä tarkasteltavan ajankohdan arvosta Pulmangin havaintopisteessä. Lähde: NVE.

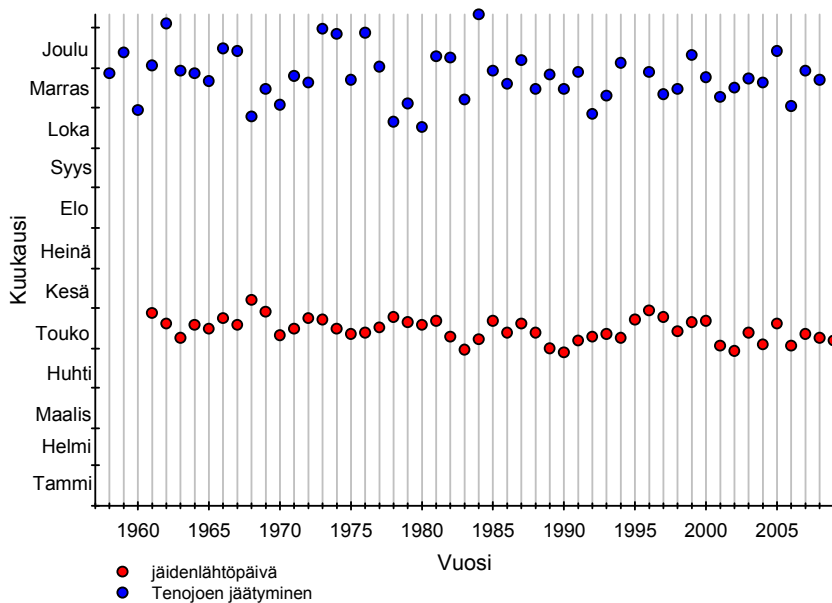
Merkittävä osa kahden ja kolmen merivuoden lohista vaeltaa Tenojokeen kesäkuun puoliväliin mennessä. Virtaamalla ja kalastusteholla kesäkuun alussa on suuri merkitys siihen, miten suuri osa jokeen nousseista lohista tulee pyydystetyksi. Keskimääräinen virtaama kulkutusaikana kesäkuussa Pulmangin havaintopisteessä on 669 kuutiometriä sekunnissa (Kuva 15). Toukokuun lopussa, jolloin myös voi kulkuttaa, keskimääräinen virtaama on 697 kuutiometriä sekunnissa. 2000 -luvun alussa Tenojoen virtaama kulkutusaikana oli selvästi alle pitkäaikaisen keskivirtaaman, jolloin kulkuttamalla saatiin erittäin suuret lohisaaliit koko Tenojoen alueella. Tulevaisuudessa Tenojoen virtaamatietoja voitaisiin käyttää hyödyksi, kun kulkutuskalastusta säädellään varsinkin vuosina, jolloin 2–3 merivuoden lohikannat ovat heikkoja ja virtaama on erityisen vähäinen.

Tenojoen virtaamat vaihtelevat melko vähän syyskuussa ja erityisesti lokakuussa (Kuva 14). Lokakuun virtaamien tasaisuudella on merkitystä lohen kutuolosuhteiden pysymisenä samankaltaisina vuodesta toiseen kudun onnistumiseksi. Lohen kutupaikat virtaavassa vedessä ovat rajoittuneet tarkasti pohjan kivikoon, kivien irtonaisuuden eli siirreltävyyden, virrannopeuden ja myös syvyyden suhteen. Lohi kutee Tenojoessa lokakuun alussa ennen lokakuun puoltaväliä ja Tenojoen sivujoissa se kutee jo syyskuun kolmannella ja neljännellä viikolla ja onpa havaintoja jo syyskuun ensimmäisillä viikoilla tapahtuneesta kudusta. Lokakuun alussa, lohen kutuaikana, Tenojoen virtaamien vuosien välinen vaihtelu on ollut vähäistä (Kuva 15), huolimatta siitä, että kesällä on ollut suurtakin virtaamien vaihtelua. Virtaamat ovat tasoittuneet vuosittain lohen kutuaikaan mennessä, mikä on luonut vuosittain samankaltaiset olosuhteet kudulle. Jos virtaamat lohen kutuaikana ovat keskimääräistä suuremmat, lohet saattavat kaivaa kutukuopat rannemmalle. Rannemmalla, ja siten myös matalammalla, sijaitsevat kutukuopat niissä kehittyvine mätijyvineen ovat alttiimpia tuhoutumaan seuraavan kevään jäidenlähdön aikana kuin normaalipaikkojen kutukuopat ja niiden mäti. Jos kutukuoppa sijaitsee normaalia rannemmalla, voi kutukuopassa oleva mäti joutua pois vedestä ja tuhoutua virtaaman luonnollisesti pienentyessä talven aikana. Ei ole tutkittua tietoa siitä, miten paljon keväinen jäidenlähtö tai liian matalalle tehty kutukuoppa ja sen tuhoutuminen vaikuttavat Tenojoessa lohen kannanvaihteluihin. Ilmeistä kuitenkin on, että kutuaikaisten virtaamien oleellinen muutos, lähinnä suureneminen, vaikuttaa kutupaikan valintaan vähentäen poikastuotantoa.

## 6. Jokien jäätyminen



Kuva 16a,16b. 16a. Kaikki puot näyttävät jäätyvän pohjaan asti, mutta vesi virtaa kivikon sisällä turvaten poikasten säilymisen jäätymisen alkuvaiheessa. Kuva Kuoppilasjoen alaosasta (Kuva Eero Niemelä). 16b. Tenojoen pohjan ankkurijää irtoaa ja muodostaa pyöristyneitä suppojäälauttoja, jotka vähitellen tarttuvat rantavyöhykkeeseen ja toisiinsa muodostaen suppojääkannen. Kuva Onnelan suvannon kohdalta (Kuva Eero Niemelä).



Kuva 17. Tenojoen jäätymisajankohdan ja jäidenlähtöpäivämäärän vuosittainen vaihtelu Onnelan suvannon alaosassa. Lähde: SYKE, RKTL.

Tenojoen jäätyminen määräytyy edeltävän pakkaskauden pituuden ja pakkasten voimakkuuden mukaan, jotka jäähdyttävät veden lähelle nollaa astetta. Joen jäätyminen alkaa jäähileen vähittäisellä kertymisellä rannoille. Veden alijäähtyessä (-0.2 – -0.4 °C) muodostuu pieniä kiteitä ja koskipaikkojen ja muidenkin virtapaikkojen pohjakivien pintaan muodostuu ns. ankkurijäätä. Ankkurijää kerrostuu usein kymmenien senttimetrien paksuisena peitteenä laajoille alueille joen pohjaa (Kuva 16a). Tämä jäämassa on tyypillistä voimakkaassa virtaavassa joenosassa, mutta sitä ei ole juurikaan suvannoissa. Ankkurijää Tenojoen pohjassa on irtonaisten oloista

jäähilettä, joka irtoaa helposti kivien pinnasta. Kovien pakkasten jatkuessa jääkiteiden määrä virtaavassa vedessä lisääntyy vahvistaen pohjalle kertynyttä ankkurijäätä, joka lopulta irtoaa sohjomaisina lauttoina virran kuljetettavaksi (Kuva 16b). Tenojoen pääuoman jäätyminen, jääkatteen muodostuminen, alkaa joen alaosan koskista edeten ylävirtaan siten, että joen reunoille kertyy yhä enemmän ylävirrassa syntynyttä sohjoksi muodostunutta jäämassaa, joka pienentää koko ajan avointa joen uomaa. Utsjoenkoskeen syntynyt paanne nostaa Utsjoen kohdalla Tenojoen veden pintaa noin metrin ja jokiuoma saa kauttaaltaan jääpeitteen.

Pitkällä, 50 vuoden aikajaksolla Tenon jäätymisajankohta on vaihdellut lokakuun puolivälistä tammikuun alkupuolelle. Pääsääntöisesti joki on jäätynyt Onnelan suvannon kohdalla marraskuussa (Kuva 17). Suuresta vuosien välisestä vaihtelusta huolimatta jäätymisajankohta ei ole aikaistunut eikä tullut myöhäisemmäksi. Joinakin, joskin hyvin harvoina vuosina, Tenojoen koskiosuudella jäät ovat lähteneet laajalta alueelta keskellä kylmintä talvea. Tämän yllättävän jäidenlähdön aiheuttaa se, että joki on matalan kosken kohdalla jäätynyt pohjaan saakka ja sen seurauksena ylävirrasta tullut virran paine on nostanut alapuolella olevaa jääkantta rikkoen sen ja työntäen jäät voimallaan alavirtaan.

Tenon jääpeitteen paksuus riippuu vallitsevista pakkasista ja lumipeitteen paksuudesta jään päällä. Kovat ja pitkään kestävät pakkaset yhdessä vähäisen lumipeitteen kanssa saavat aikaan paksun jääpeitteen. Aikaisemmin ennen maantien valmistumista Tenojokea käytettiin talvella kulkureittinä. Joen jääkannen päälle muodostui kulku-uria ja autolla ajettava tie, jotka vahvistivat jäätä eristävän lumikerroksen puuttuessa. Joen käyttö kulkureittinä talvella voikin olla yhtenä syynä siihen, että Tenon jäät olivat aiemmin nykyistä vahvempia ja jäidenlähdön kerrotaan olleen voimakkaampi.

Tenojoen jäätymisellä ja jääpeitteellä on monenlaisia vaikutuksia lohen poikasvaiheelle ja kudun jälkeen jokeen jääneille lohille. Lohenpoikaset viettävät suurimman osan jokielämästään Tenojoen kylmissä olosuhteissa joen kivien suojaan kätkeytyneinä (Kuva 18). Heinä-elokuussa lohenpoikaset kasvavat eniten, jolloin ne ovat pitkiä aikoja pohjakivien yläpuolella syöden aktiivisesti virran mukana ajelehtivia hyönteisiä. Vesien kylmetessä elokuusta lähtien lohenpoikaset ovat suurimman osan vuorokaudesta kivien suojassa ja pohjakivien yläpuolelle tuleminen ajoittuu yöaikaan. Lohenpoikaset muuttuvat yöaktiivisiksi veden kylmetessä. Yöaktiiviseksi muuttuminen saattaa liittyä lohenpoikasten suojautumiseen saaliiksi joutumiselta.

Jokien pohjakivien muodolla ja kivetyksen irtonaisuudella on suuri merkitys lohien poikastuotannolle. Ns. talvielinympäristöjen laajuus ja laatu säätelevät merkittäväällä tavalla kunkin joen vaelluspoikasten määrää. Lohenpoikasten on löydettävä talven ajaksi joesta sellaiset kivikkoiset alueet, joissa ne voivat hakeutua kivien alapuolelle jopa usean kivikerroksen alle. Tenojoen monissa sivujoissa, joiden kaltevuus on suuri, on runsaasti lohenpoikasten onnistuneeseen talvehtimiseen soveltuvaa kivikkoa. Tenojoen pääuomassa on myös laajat lohenpoikasille sopivat talvehtimisalueet, mutta alueittain eroosion jokitörmiltä irrottama hiekka on kulkeutunut alavirtaan täyttäen kivikkojen koloja ja peittäen lopulta alleen laajoja pohjakivikkoja.



*Kuva 18. Lokerikkoinen joen pohja Utsjoen alaosassa muodostuu erikokoisista kivistä, joiden suojaan lohenpoikaset kätkeytyvät suurimmaksi osaksi kesä- ja talviaikaa. Lokerikkoisuus suoja poikasia erityisesti jokien jäätyessä, mutta myös saaliiksi joutumiselta sekä vähentää poikasten energiankulutusta kivikon vähäisen veden virtauksen vuoksi (Kuva Eero Niemelä)*

Ennen joen jäätymistä lohenpoikaset siirtyvät joen matalan rantavyöhykkeen kivikosta syvemmälle, jossa ne ovat suojaan joen pohjaan asti jäätymiseltä (Kuva 19a). Jääkannen muodostuttua osa lohenpoikasista voi siirtyä jälleen lähemmäksi rantavyöhykettä. Lohenpoikasten liikkumiseen käyttämän energian määrän arvioidaan olevan vähäistä talvisaikaan Tenojoen olosuhteissa, mutta lohenpoikasten uskotaan kuitenkin saalistavan jonkin verran pohjaeläimiä. Valon vähäisyys jääpeitteen alla pitkän talven aikana yhdessä nolla-asteisen veden kanssa vähentää lohenpoikasten aktiviteettia ja energiankulutusta.

Ilmaston lämpeneminen voi vaikuttaa siihen, että jääpeitettä Tenon vesistön jokiin ei aina muodostukaan (19b). Tällöin lohenpoikasten talviaikainen käyttäytyminen voi muuttua. Lisääntyneestä valosta johtuen poikasten liikkuminen tai elintoiminnot ja aineenvaihdunta voivat kiihtyä verrattuna nykyiseen. Olosuhteissa, joissa saatavilla olevan ravinnon määrä talvisaikaan on vähäistä, lohenpoikasten selviytyminen talven yli todennäköisesti heikkenisi aineenvaihdunnan kiihtyessä. Elinolosuhteita tasaavan jääpeitteen puuttuessa ajanjaksot, jolloin ankkurijäätä muodostuu pohjakivien pinnalle, saattaisivat kestää pitempiä aikoja kuin nykyisin oleva muutama viikko. Tämä heikentäisi lohenpoikasten selviytymistä Tenojoen vesistössä.

Lohen kutualueet sijaitsevat Tenojoen vesistössä usein sellaisissa kohdissa, missä joen poikki kulkee sora- ja kiviharjuja. Harjumuodostumissa kulkee vesisuomia, joista vesi pulppuaa joen pohjalla olevista lähteistä. Lohet kutevat vuodesta toiseen samoissa kohdissa jokea ja ilmeisesti ne löytävät nämä kutualueet vaistonvaraisesti soraikosta ja kivikosta tulevan pohjaveden perusteella. Kudun yhteydessä naaraslohi kaivaa kuopan, jonne hedelmöittynyt mäti peittyy naaraan kaivaessa yläpuolelle uutta kuoppaa, josta irtain pohjamateriaali valuu alavirtaan. Mäti saattaa jäädä jopa puolen metrin kivi- ja sorakerroksen alle. Talvella joen vedenpinnan laskiessa ja jääkannen

painuessa alaspäin saattaa käydä niin, että kutukivikon kohdalla jääpeite on kiinni pohjakivikossa. Kutukuopassa oleva mäti on useimmiten suojassa jäätymiseltä ja kuivumiselta maaperästä pulppuavan tasalämpöisen veden johdosta. Pohjaveden tasalämpöisyys takaa vuodesta toiseen mätijyvissä olevien lohien alkioiden kehittymisen samalla nopeudella koko Tenon vesistön alueella ja poikasten melko samanaikaisen kuoriutumisen samanlaisiin olosuhteisiin.

Kudun jälkeen suurin osa lohista jää Tenojoen vesistöön talveksi poistuakseen joesta seuraavana keväänä. Lohien on havaittu poistuvan pienimmistä kutujoista nopeasti kudun jälkeen. Ne vaeltavat alavirtaan ilmeisesti siitä syystä, että useimmissa Tenojoen sivujoissa on hyvin vähän syvänteitä, joissa talvehtiminen onnistuisi. Merkittävä määrä kuteneista lohista talvehtiikin Tenojoen syvimmissä kohdissa ja eräiden sivujokien järvissä. Talvinen jääpeite suojaa kuteneita lohia samalla tavalla kuin lohenpoikasiaakin. Kuteneiden lohien energiankäyttö liikkumiseen on vähäistä ja aineenvaihdunta on hidasta. Jos talvella valoa vähentävää jääpeitettä ei esimerkiksi ilmaston lämpenemisen seurauksena syntyisi, kuteneiden lohien aineenvaihdunta voisi kiihtyä valon lisääntyessä. Tällöin joessa talvehtivien kuteneiden lohien selviytyminen saattaisi heikentyä lisääntyneestä liikkumisesta johtuvan energian kulutuksen kasvaessa. Radiotelemetry -tutkimuksilla on havaittu, että kudun jälkeen Tenojoen pääuomaan talveksi jääneet lohet pysyvät lähes liikkumattomina samoilla paikoilla sekä matalissa että syvemmissä joen kohdissa koko talven ajan.

Tenojoessa on jääpeite keskimäärin kuusi kuukautta marraskuun puolivälistä toukokuun puoliväliin. Joinakin vuosina jääpeite on ollut jopa hieman yli seitsemän kuukautta kuten vuonna 1978 joen jäätyessä lokakuun lopulla ja jäiden lähtiessä vuonna 1979 kesäkuun alussa.

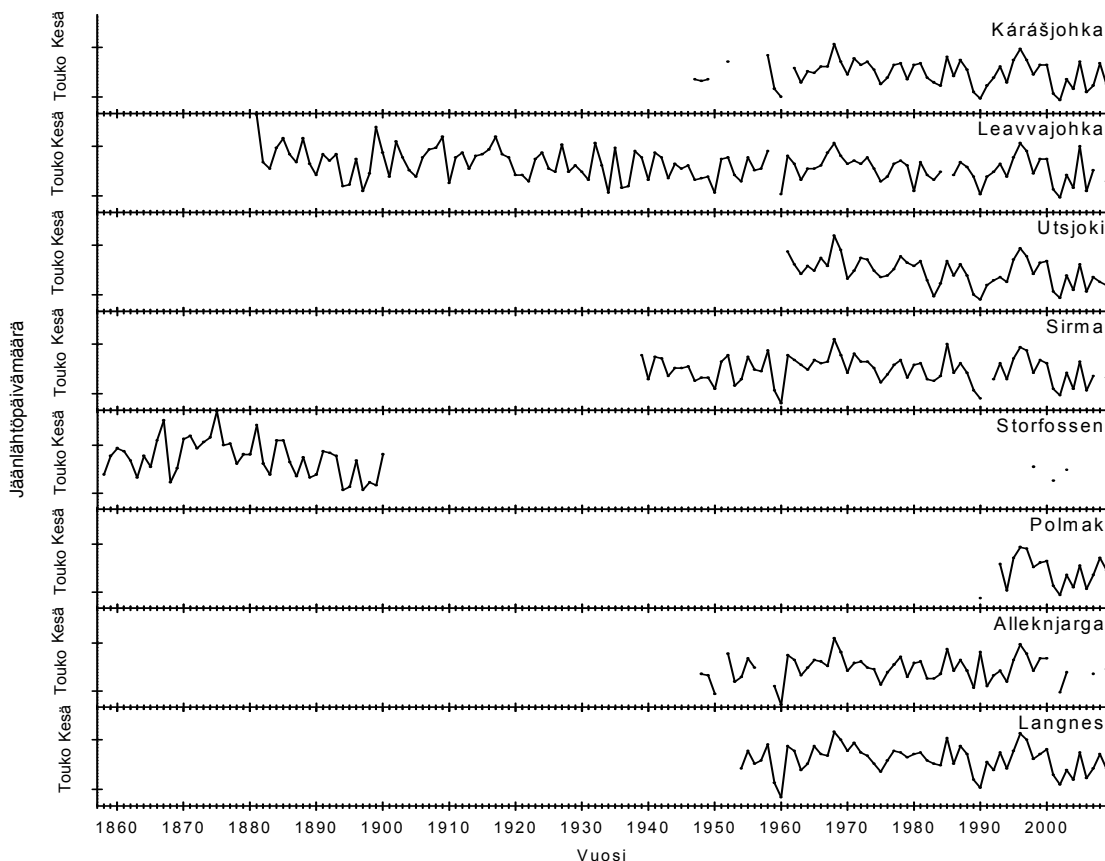


*Kuva 19a ja 19b. 19a Akujoessa vedenpinta kohoaa loka-marraskuussa ankkurijään kerääntyessä kivien päälle. Vedenpinta nousee jopa rantatöyräiden yli. Jään pinta muodostuu korkealle verrattuna normaaliin vedenkorkeuteen. Lohenpoikasten täytyy tällöin hakeutua pohjakivien alle usein syvänkin kiverroksen alle. Kuteneet lohet poistuvat joesta tai sijoittuvat joen syvimpiin ja hidasvirtaisiin kohtiin (Kuva Eero Niemelä).*

*19b. Sivujokien jääpeitteestä osa on suppojäästä kerroksittain muodostunutta jääkantta. Talven edetessä virtaava vesi on hakeutunut omiin uomiinsa ja joen syksyiset jäätymisvaiheet paljastuvat jääkannen paikoitellen romahtaessa. Vedenpinnan laskiessa jokiin muodostuu kulkemista haittaavia jopa yli metrin paksuisia jäälohkarekasoja ja syviä aukkoja niiden väliin. Paksu jää estää valon pääsyn joen pohjalle (Kuva Eero Niemelä)*

## 7. Jäidenlähdon ajankohdat Tenojoen vesistössä

Suuri ajallinen vaihtelu jäidenlähdössä huhtikuun lopusta kesäkuun puoliväliin kuvaa säätilojen ja ilmaston voimakkaita vuosien välisiä vaihteluita. Jäidenlähtö Tenojoen vesistössä koetaan merkittäväksi luonnonilmiöksi ja kalastuskauden alkamisen lähestymiseksi pitkä talven jälkeen. Aiemmin kalastussäännössä lohenkalastus oli sallittu toukokuun alusta lähtien, vaikka eri puolilla Tenojoen vesistöä jäät lähtevät pääsääntöisesti toukokuun toisella puoliskolla, joskus vasta kesäkuussa.



Kuva 20. Vuosittaiset jäänlähtöpäivämäärät Tenojoen vesistössä. Langnes sijaitsee 2 km, Alleknjarga 55 km, Polmak 55 km, Alakönkään yläpuoli 74 km, Sirma 85 kilometriä, Utsjoki 106 km, Leavvajohka 135 km ja Kárášjohka 230 km Tenojokisuun yläpuolella. Lähde: NVE, SYKE, RKTL.

Vaikka Tenojoen vesistön sadealue on yli 16 000 km<sup>2</sup>, jäidenlähtö tapahtuu vesistön eri joissa melko samanaikaisesti (Kuva 20). Eri alueiden välillä jäidenlähdon viivästymistä aiheuttavat jokiin ajoittain syntyvät jääpadot. Jäidenlähtö on merkittävä luonnonilmiö, kun jäät lähtevät usean sadan kilometrin matkalta Kárášjohkasta, Inarijoesta ja Tenojoesta muodostaen jopa pari vuorokautta kestävän ”jääjunan” Tenon alaosaan. Talvina, jolloin pakkaset ovat olleet kovia ja pitkäaikaisia, Tenojoen, Inarijoen ja Kárášjohkan jäät ovat tulleet jopa 1 metrin paksuisiksi teräsjäiksi (Kuva 21a). Näin paksut jäälautat kulkeutuvat alavirtaan vasta vedenpinnan noustessa. Jäälautat osuvat tuon tuostakin rantavyöhykkeessä ja joen keskiosan matalikoilla oleviin kivikkoihin siirtäen suuria kiviä. Joen reuna-alueilla jäälautat aiheuttavat luonnollista eroosiota. Voimakkaan jäidenlähdon seurauksena syntyy usein uusia kivikko- ja soraikkokareja. Monet lohenpyyntiin käytetyt perinteiset patopaikat ovat

muuttuneet patopaikalle kertyneen hiekan ja runsaan kivimäärän takia ja myös onkikalastuksessa käytetyt ns. ottipaikat ovat muuttuneet jäidenlähdön seurauksena. Joskus jäidenlähtö on parantanut patopaikkaa ja aikaansaanut uusia ottipaikkoja, joissa kudulle nousevat lohet pysähtyvät hetkeksi.

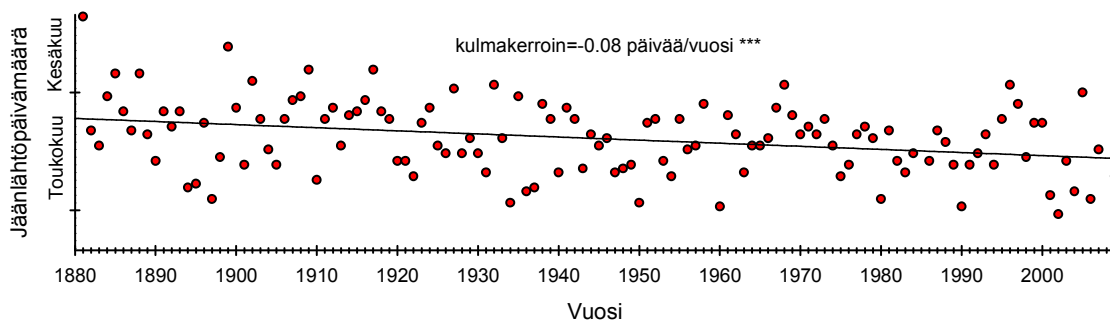


*Kuva 21a ja 21b. 21a Jäälautat painautuvat rantapuustoa vastaan. Kulumat rantakoivujen rungoissa ovat merkkejä aiemmista voimakkaista jäidenlähdoistä. Vauriot puiden rungoissa osoittavat turvallisen rajan rakennusten sijainnille (Kuva Eero Niemelä). 21b Voimakas pohjakiviä siirtelevä ja pohjaa puhdistava jäidenlähtö yhdessä veden kesäaikaisen kylmyyden sekä vesistön niukkaravinteisuuden kanssa vaikuttaa lohenpoikasten ravintoeläinten määrien vähäisyyteen ja siten lohenpoikasten hitaampaan kasvuun esim. Levajoessa. Jokien jäätyessä pohjaan saakka jäähän kiinnittyy hiekkaa, soraa ja kiviä. Jäiden lähtiessä niihin kiinnittyneet kivet kulkeutuvat alavirtaan aiheuttaen pohjaeroosiota (Kuva Eero Niemelä).*

Voimakas jäidenlähtö puhdistaa rantakivikkoja pyörittäen kiviä entisiltä paikoiltaan alavirtaan jäälauttojen alla (Kuva 21b). Kivien pinnalle edellisenä vuonna kertynyt leväkasvusto ja mahdollisesti pidemmän ajan kuluessa tullut sammalkasvusto hiertyvät pois. Myös hyönteisten toukkavaiheet saattavat irtautua kivistä niiden siirtyessä paikoiltaan. Voimakas jäidenlähtö saattaa pienentää lohenpoikasten ravinnonsaantimahdollisuuksia heikentäen poikasten kasvua. Niillä Tenojoen sivujokien koskialueilla, missä jäidenlähtö ei aiheuta kivikon eroosiota, kivien päällä oleva sammalkasvusto on hyönteistoukkien suojana ja näillä alueilla lohenpoikasten kasvamahdollisuudetkin ovat paremmat.

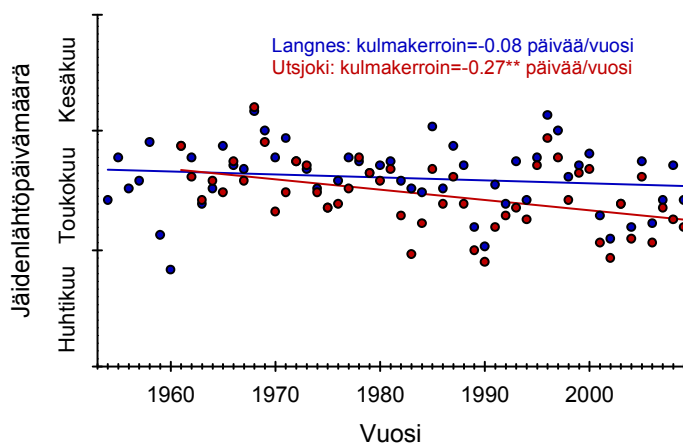
Lohenpoikasten käyttäytymisestä jäidenlähdön aikana ei ole tutkittua tietoa. Oletetaan, että syvemmillä joen keskiuomassa kivien alla olevat poikaset ovat turvallisemmassa ympäristössä kuin rantavyöhykkeen kivien alla olevat poikaset. Useimmiten vedenpinta Tenojoessa nousee jäidenlähdön aikana jopa useita metrejä, jolloin ennen jäidenlähtöä ja vedenpinnan nousua matalan rantaveden kivikkoon suojautuneet lohenpoikaset säilyvät vahingoittumattomina. Lohenpoikaset suosivat talvella sellaisia elinympäristöjä, joissa ne voivat hakeutua kivikkoon jopa usean kivikerroksen alle. On kuitenkin selvää, että voimakas jäidenlähtö aiheuttaa lohenpoikasten kuolevuutta.

Talvikot eivät vaella kohti merta jäidenlähdön aikaan (Kuva 3), vaan niiden vaellus käynnistyy veden lämpötilan kohotessa. Ilmeisesti tästä syystä jäidenlähtö ei aiheuta talvikoiden mainittavaa luonnollista kuolevuutta.



Kuva. 22. Jäidenlähtöhetken muuttuminen Tenojoessa Leavvajohkan kohdalla. Lähde: NVE.

Pisin yhtäjaksoisin aikasarja Tenojoen pääuoman jäidenlähdöstä on Leavvajohkan kohdalla vuodesta 1880 lähtien (Kuva 22). Pitkällä aikavälillä, vuosina 1881 – 2009, jäidenlähdön ajankohta on aikaistunut merkitsevästi. Joinakin poikkeuksellisina vuosina jäidenlähtö on tapahtunut vasta kesäkuun 21. päivänä kuten tapahtui vuonna 1881. Vuonna 1881 kerrotaan Tenojoessa olleen poikkeuksellisen suuren jääpadon, joka on ilmeisesti ollut Leavvajohkan kohdalla. Vuonna 1867 jäät lähtivät Alakönkään kohdalta varsin myöhään eli kesäkuun 17. päivänä. Myöhäisimmän jäidenlähdön on havaittu tapahtuneen kesäkuun 23. päivänä Alakönkään kohdalla vuonna 1875. 1800 -luvun lopussa ja 1900 -luvun alussa ilman lämpötilat ovat keväisin olleet ilmeisesti nykyisiä lämpötiloja selvästi kylmempiä aiheuttaen myöhäisemmät jäidenlähdöt Tenojoen vesistössä. 1800 -luvun lopun ja 1900 -luvun alun kylmä aikakausi pohjoisella alueella havaitaan myös läheisen Barentsinmeren meriveden keskilämpötilojen alhaisuutena verrattuna myöhempisiin vuosiin (katso kuvat 42 ja 43). Leavvajohkan kohdalla varhaisin jäidenlähtö on tapahtunut huhtikuun 30. päivänä vuonna 2002.



Kuva 23. Jäidenlähtöhetken muuttuminen Tenojoen suualueella Langnesissa (siniset pisteet, vuosina 1954–2009) ja Utsjoen kohdalla (punaiset pisteet, vuosina 1961–2009). Lähde: NVE, SYKE.

Tietoja jäidenlähdöstä Tenojoen suualueelta, Langnesista on vuodesta 1954 lähtien ja Utsjoen kohdalla, Onnelan suvannosta, vuodesta 1961 lähtien (Kuva 23). Onnelan suvannosta jäiden lähteminen on aikaistunut merkitsevästi, mutta Langnesissa ei ole havaittu tapahtuneen merkitsevää muutosta, vaikka jäidenlähtö on sielläkin aikaistunut. Yleensä jäät ovat lähteneet ensin Onnelan suvannon kohdalta ja vasta

sen jälkeen Langnesistä. Viive alueiden jäidenlähdössä on ollut noin kuusi vuorokautta. Joinakin vuosina jäät ovat tosin lähteneet jokisuun alueelta aiemmin kuin Onnelan suvannosta.

Jäidenlähtöä edeltää virtaaman suureneminen ja vedenpinnan nousu. Lisääntynyt virtaama irrottaa jäitä joillakin alueilla ja painaa ylävirran jäät alavirran jäitä vastaan (Kuva 24a). Jäiden kulkeutuessa alaspäin jokea, jääpatoja muodostuu joen mataliin kohtiin tai mutkiin, jolloin padon yläpuolelle kertyneet jäät nousevat jokirannan puuvyöhykkeen tasolle jääpadon yläpuolisen vedenpinnan kohotessa (Kuva 24b). Jäiden lähdettyä vedenkorkeus joessa laskee hetkellisesti. Varsinainen tunturialueen lumen sulamisesta syntyvä tulva on muutaman päivän tai viikon kuluttua jäiden lähtemisestä. Tulva irrottaa mukaansa rantapenkereille jäidenlähdössä kulkeutuneet jäälautat. Yleensä tulva kestää noin viikon. Lohenkalastus Tenojoessa alkaa jäälauttojen määrän vähennyttyä niin paljon, että niistä ei ole haittaa kulkutuskalastukselle.



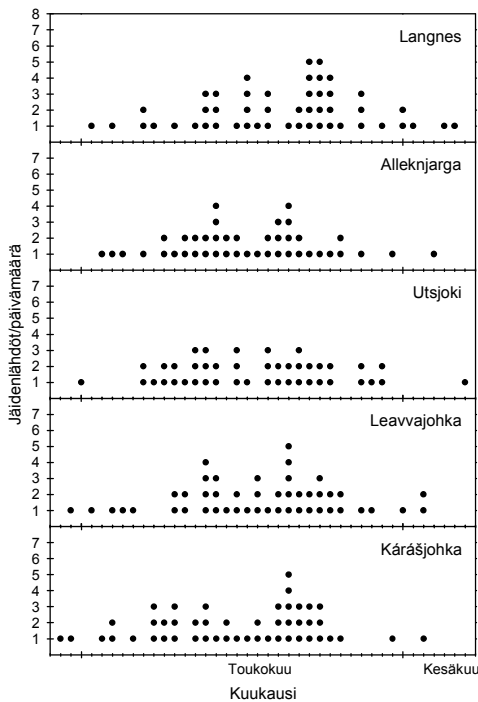
24a



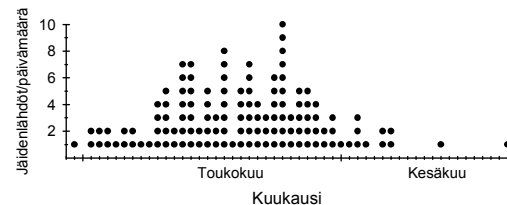
24b

*Kuva 24a ja 24b. Tenojoessa muodostuu vuosittain jopa kymmenen metriä korkea jääpato Ala-könkään alapuolelle. Joen uoma muuttuu alinomaan jäiden työntäessä kiviä edellään (Kuva Eero Niemelä). 24b Veden pinnannousu kerää edelleen usein mahtavan jääpuskurin, joka työntää edessään olevan ehjän jääkannen voimakkaasti liikkeelle. Jäät murtuvat ryskyen ja*

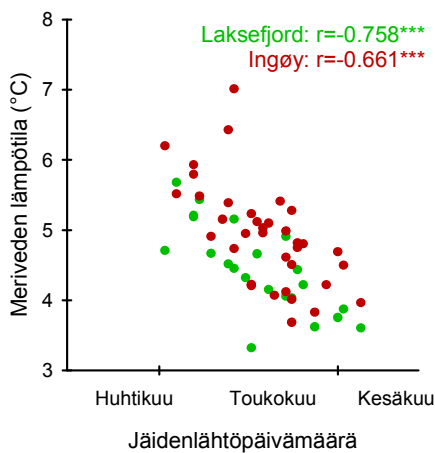
*paksuimmat teräsjäästä muodostuneet lautat pyörivät osuessaan välillä pohjaan (Kuva Eero Niemelä).*



*Kuvat 25. Jäidenlähtöpäivämäärien samanaikainen ajoittuminen Tenojoen vesistössä. Alemmassa kuvassa on jäidenlähtö Leavvajohkan kohdalla vuosina 1881–2009. Lähde: NVE, SYKE.*



Tenojoen pääuomassa ja Kárášjohkassa jäät lähtevät yleensä toukokuun loppupuolella, 15. ja 25. päivän välisenä aikana (Kuva 25). Runsaan 120 vuoden aikaiset havainnot Tenojoen jäidenlähdön päivämäärästä Tenojoen sivujoen, Leavvajohkan, kohdalla osoittavat suurta vuosien välistä vaihtelua. Useimmiten jäät ovat tänä havaintoaikana lähteneet 24. päivänä toukokuuta.

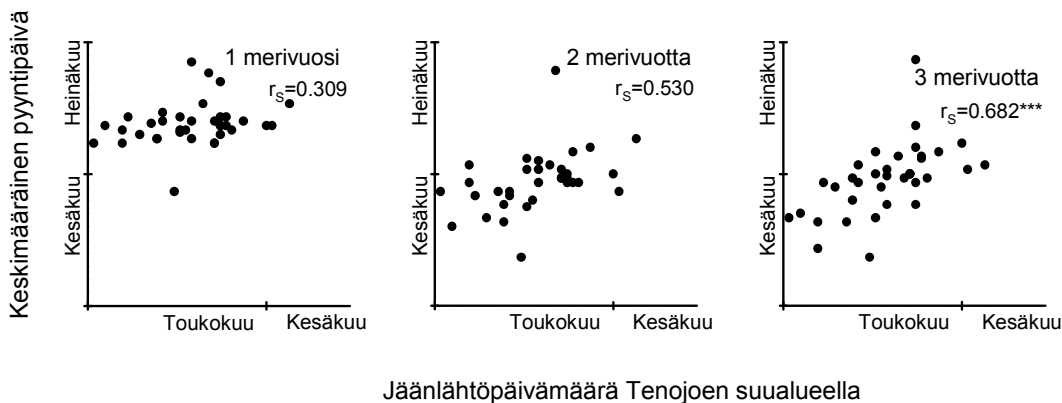


*Kuva 26. Tenojoen Langnesin alueen jäidenlähtöpäivämäärän ja meriveden toukokuun keskimääräisen lämpötilan riippuvuus toisistaan vuosina 1984–2006. Meriveden lämpötilat ovat Tenovuonon länsipuolella sijaitsevien Laksefjordin ja Ingøyin havaintopisteiden tietoja Lähde: HI, NVE.*

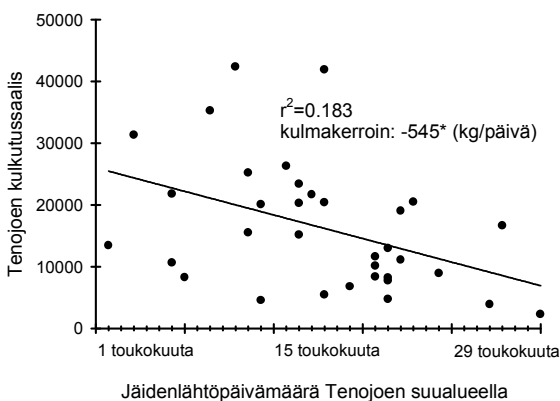
Tenojoen vesistöalueen ilman lämpötilaa säätelevät eri suunnista saapuvat korkea- ja matalapaineen rintamat. Suurilmaston lämpötilojen vaihtelut ja muutokset Euroopassa heijastuvat Atlantilla Norjan rannikon myötäisesti kulkevan merivirran lämpötiloihin. Samankaltaisia ja samanaikaisia muutoksia on havaittu tapahtuvan Tenon vesistöalueen ilman lämpötiloissa. Tenon jäidenlähdön ajankohta vaihtelee Pohjois-Atlantilla Laksefjordin ja Ingøyin meriveden toukokuun lämpötilamuutoksien



jäät lähtevät edelleen nykyistä aiemmin, on todennäköistä, että yhden ja kahden merivuoden lohien kutuvaellus jokeen käynnistyy aiemmin ja samaa vaelluksen aikaistumista voidaan odottaa kolmen merivuoden lohilta. Tenojokisuussa, Langnesissa, jäidenlähdon ajankohdan ja Tenojoen yhteiseltä rajaosalta saadun lohisaaliin keskimääräisen pyyntipäivän välillä on selvä riippuvuus (Kuva 29). Jäidenlähdon tapahtuessa aiemmin havaitaan erityisesti kolmen merivuoden lohien keskimääräisen pyyntipäivän tulevan aiemmaksi. Varhaisempi jäidenlähtö Tenojoesta on vaikuttanut hieman myös kahden merivuoden lohien saaliin aikaistumiseen. Jäidenlähdon tapahtuessa aiemmin Tenon veden virtaama yleensä pienenee ja veden lämpötila kohoaa sopivaksi kulkutusajankohtaan mennessä, jonka seurauksena kulkutuksella on saatu kilomääräistä parempia lohisaaliita (Kuva 30). Lohien aikaisempi nousu jokeen tarkoittaa eri meri-ikäisten lohien olemista entistä kauemmin joessa kalastuksen kohteena, mikäli kalastussääntöjen määräämä kalastusaika pysyisi nykyisellään eli kalastus voisi alkaa täysitehoisena toukokuun 20. päivänä. Kalastus käynnistyy kesäkuun alussa ja vain harvoina vuosina, kuten poikkeuksellisesti 2000 - luvulla vuosina 2001, 2002, 2004, 2006, 2008 ja 2009 pyynti on voinut alkaa heti kalastuskauden alussa kulkuttamalla, padoilla, verkoilla ja onkimalla. Normaalisti pato- ja verkkopyynti alkaa vasta kulkutuskalastuksen päätyttyä kesäkuun puolivälissä.



Kuva 29. Tenojoen jäidenlähtöpäivämäärän ja eri meri-ikäisten lohien keskimääräisen pyyntipäivän välinen riippuvuus Tenojoen yhteisen raja-alueen saaliissa vuosina 1975–2007. Jäidenlähtöpäivämäärä on Tenojoen suualueelta, Langnesista. Lähde: RKTL, NVE.



Kuva 30. Tenojoesta keväällä kulkutuspyynnillä saadun lohisaaliin (kg) ja Tenojoen suualueen jäidenlähtöpäivämäärän riippuvuus vuosina 1975 – 2007. Jäidenlähtöpäivämäärä on Tenojoen suualueelta, Langnesista. Lähde: RKTL, NVE.

## 8. Vedenkorkeus

Vedenkorkeus ja virtaama vaikuttavat erityisesti kiinteiden pyydysten kuten patojen ja verkkojen käyttöön kalastuksessa (Kuva 31). Tenojoessa vedenkorkeuden vaihtelut kesän kuluessa ovat yleensä vähäisiä ja vedenpinnan tasainen laskeminen on luonteenomaista kevättulvan jälkeen. Vesi nousee jonkin verran syksyn sateiden seurauksena. Tenojoessa Leavvajohkan alapuolisella alueella vedenkorkeus nousee kesäkuun lopulla tai heinäkuun alussa hieman johtuen Leavvajohkan tunturialueen eli ns. Gaissojen lumen sulamisesta (Kuva 32). Gaissojen lumen sulamisesta aiheutunut pieni vedenpinnan kohoaminen ajoittuu ajankohtaan, jolloin Tenojokeen nousee pääosa yhden merivuoden lohista. Kesätulvasta johtuvalla happipitoisen veden lisääntymisellä voi olla pienten lohien vaellusnopeutta lisäävä vaikutus Tenojoen keskijuoksun kohdalla.

Vedenkorkeuden muutokset vaikuttavat perinteisten puupukkipatojen käyttöön ja kalastavuuteen, sillä vedenpinnan muuttuessa padon pyytäviä osia, kuten potkua ja johdeverkkoa, on muutettava niin, että lohi saadaan uimaan padon sisälle. Patokalastuksessa koskialueella vaaditaan erityistä taitoa osata laittaa padon pyytävä osa eli potku siten, että lohi pelästyessään padon sisällä ui joen syvenevään osaan viritettyyn potkun perään. Patokalastajan on koko ajan seurattava vedenkorkeuden muutoksia ja tarkkailtava padon pyytävyyttä onnistuakseen pyynnissä.



*Kuva 31. Kuoppilasjoen vesistössä ei ole juurikaan järviä eikä laajoja soita, jotka pidättäisivät ja varastoisivat sateiden tuomia vesimääriä tasaten virtaamia. Siksi vedenpinnan vaihtelut ovat voimakkaita. Keväällä joen vesi purkautuu valkoisena kuohuvana koskena Tenojokeen. Kuva Eero Niemelä*

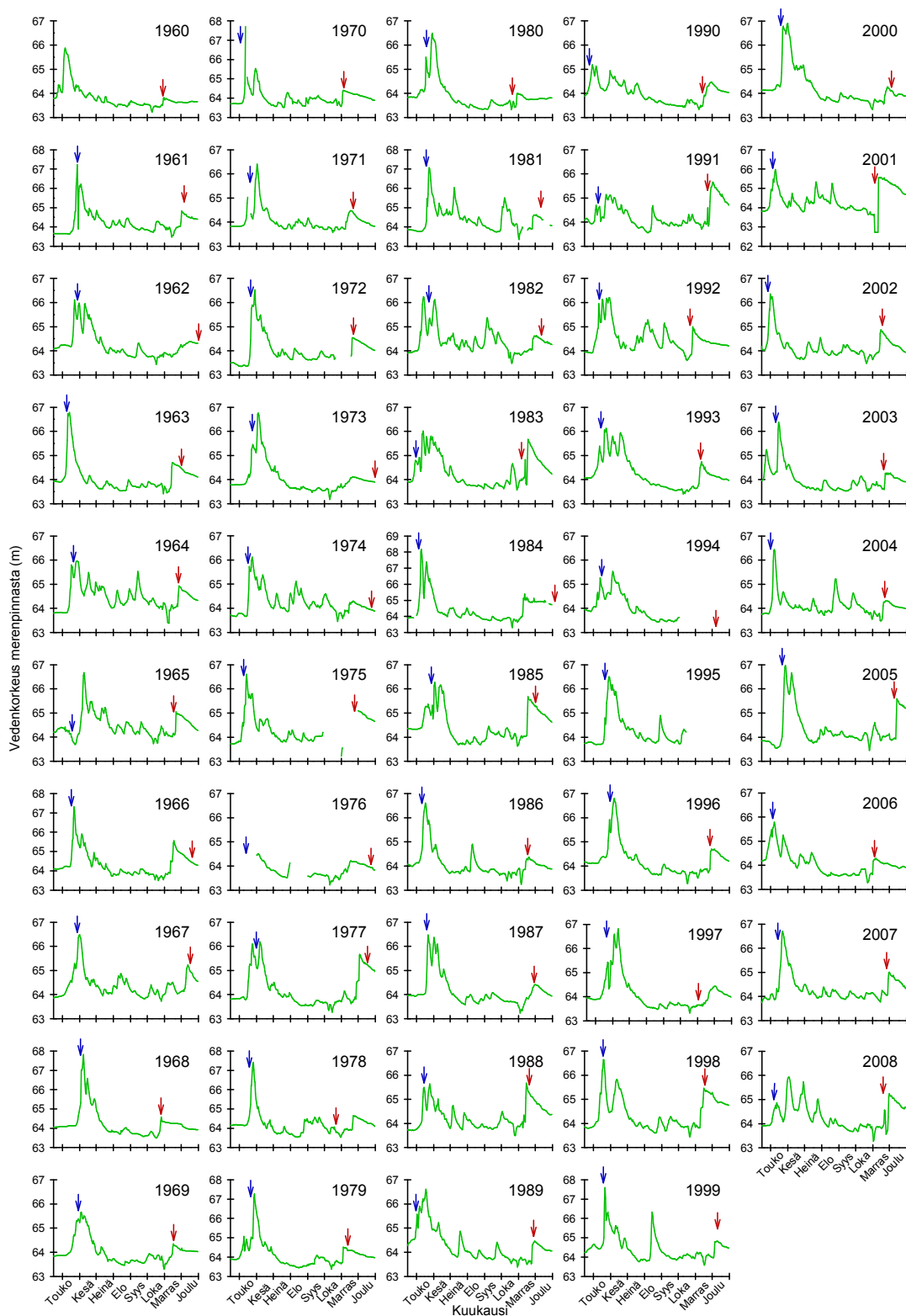
Vedenkorkeuden nopeaa kohoamista seuraa lähes aina sen nopea laskeminen, mikä johtuu vettä varastoivien ja virtaamaa tasaavien järvien ja soiden vähäisyydestä vesistössä. Raskastekoisten puupukkipatojen purkaminen ja uudelleen rakentaminen vedenpinnan voimakkaasti muuttuessa, joinakin tosin harvoina vuosina, on lisännyt metallisten vaajojen käyttämistä puupukkien sijaan. Tavallisessa verkkokalastuksessa vedenkorkeuden vaihtelut eivät haittaa pyydyksen kalastavuutta yhtä paljon kuin

patokalastuksessa, koska verkot voidaan sijoittaa vedenkorkeuden mukaisesti parhaimmille pyyntipaikoille.

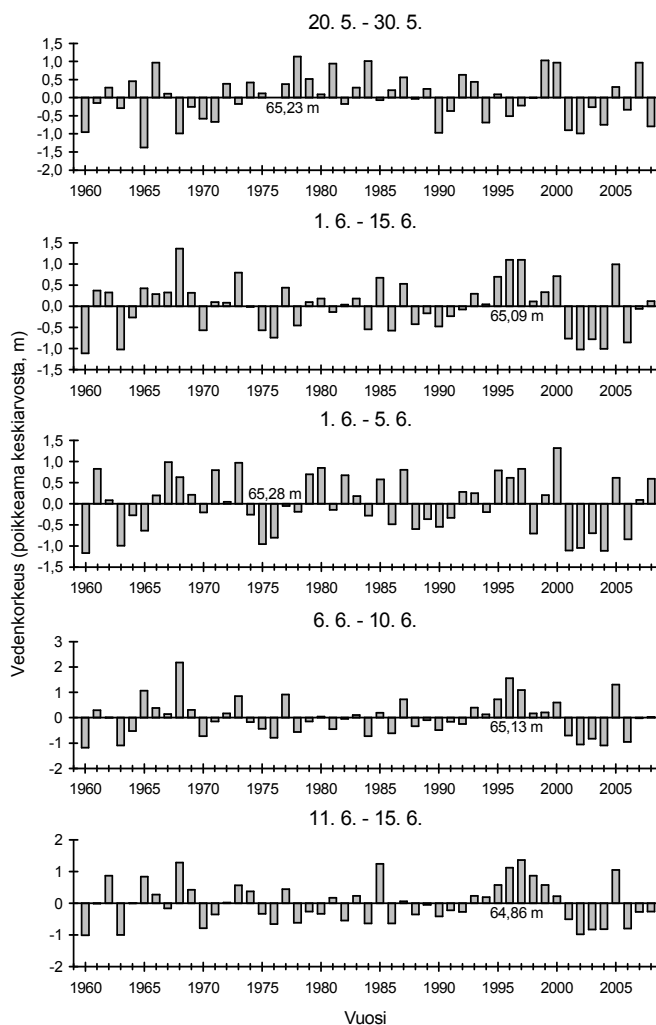
Vedenkorkeuden nouseminen tarkoittaa aina veden roskaisuuden lisääntymistä. Roskien kertyminen patoverkkoihin tai seisoviin verkkoihin vähentää luonnollisesti niiden pyyntitehoa. Samalla tavalla veden roskaisuuden lisääntyminen haittaa vapakalastusta, koska veden mukana kulkeutuvat heinät yms. tarttuvat vieheisiin häiriten vieheen uintia ja kalastavuutta. Roskat haittaavat erityisesti perhokalastusta ja perhojen ottavuutta, sillä lohi on vähemmän ärsyyntynyt tarttumaan kunnolla perhoihin tai vieheisiin ko. ajankohtana.

Vedenkorkeuden nouseminen kesällä lämpimän ajanjakson jälkeen aktivoi kutualueille vaeltavia lohia nopeampaan vaellukseen. Vedenkorkeuden kohoaminen tarkoittaa myös veden kylmenemistä ja veteen liunneen hapen määrän lisääntymistä, joihin aktiivisessa nousuvaiheessa olevat lohet selvästi reagoivat. Kutualueidensa lähelle jääneet lohet aktivoituvat Tenojoessa kesällä vedenkorkeuden noustessa hakeutuen ilmeisesti virtausolosuhteiltaan niille sopivampaan kohtaan.

Lohenpoikaset ovat kesäaikana Tenojoessa ranta-alueiden kivikkojen suojaisilla alueilla, jossa veden syvyys on noin metri tai sitä matalampi. Jonkin verran lohenpoikasia on myös Tenojoessa jokiuoman keskellä, mutta ranta-alueet ovat lohenpoikastuotannon kannalta ainakin nuoremmille ikäryhmille tärkeimpiä. Vedenkorkeuden laskiessa lohenpoikaset siirtyvät vastaavasti rannasta ulommaksi. Jos ne eivät löydä sopivaa suojaisaa pohjakivikkoa keskemmällä uomassa, nousevat ne joessa ylöspäin tai laskeutuvat lähimmälle sopivalle alueelle. Rantojen läheiset alueet ovat lohenpoikasille tärkeitä mm. siitä syystä, että kivien päällä rannassa on enemmän niiden tavoittelemia hyönteistoukkia, rannan läheisyydessä lohenpoikaset pystyvät nappaamaan ajelehtivia hyönteisiä energiataloudellisesti edullisemmin veden pintakalvosta ja lohenpoikaset ovat ilmeisesti suojatumpia saalistukselta rannan lähellä kuin syvemmässä vedessä. Vedenpinnan kohotessa lohenpoikaset siirtyvät kesällä lyhyellä viiveellä uuteen rantavyöhykkeeseen lohenpoikasten ravintoeläinten siirtyessä ensin rannemmaksi. Vähäsateisina kesinä, jolloin vedenkorkeus laskee normaalia alemmaksi lohenpoikasten tiheydet Tenojoen rantavyöhykkeessä saattavat kohota loppukesästä suuriksi verrattuna normaaliin vedenkorkeuteen. Loppukesästä lohenpoikasten keskinäinen kilpailu ravinnosta eli ravintoreviirin ylläpito, ei ole enää voimakasta, ja niiden sijoittuminen toistensa lähelle on mahdollista johtaen suuriinkin poikastiheyksiin.



Kuva 32. Tenojoen vedenkorkeuden vuosittainen vaihtelu huhtikuussa ja joulukuussa sekä jäidenlähdon ajankohta (sininen nuoli) ja joen jäätyamisen ajankohta (punainen nuoli) Onnelan suvannon kohdalla. Lähde: SYKE.



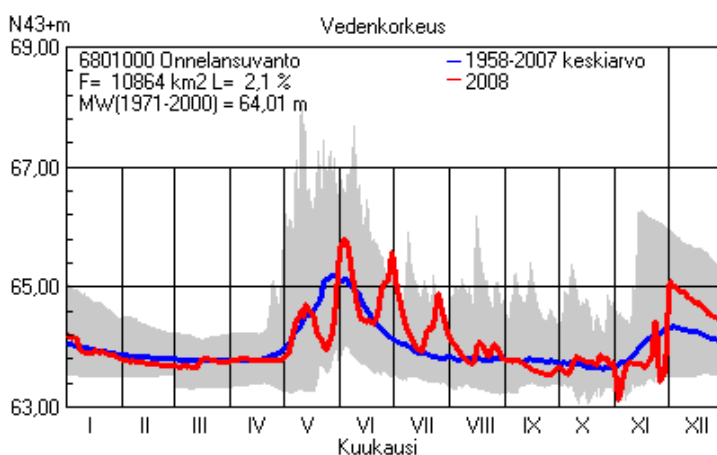
*Kuva 33. Vedenkorkeuden poikkeama (m) keskimääräisestä vedenkorkeudesta Tenojoessa Onnelan mittauspisteessä ison lohien nousuaikana. Lähde: SYKE.*

Alkukesän vedenkorkeudella Tenojoessa on suuri merkitys siihen, miten toukokuussa ja kesäkuun ensimmäisellä puoliskolla jokeen nousseet lohet selviytyvät jopa satojen kilometrien päässä oleville pääuoman tai sivujokien kutualueilleen. Jos vedenkorkeus toukokuun lopussa ja kesäkuun alussa on keskimääräistä selvästi pienempi, kohdistuu jokeen ensimmäisinä nousseisiin lohiin, joista suurin osa on naaraslohia, selvästi suurempi kalastuskuolevuus alkukesästä kuin sellaisina vuosina, jolloin vedenkorkeus on keskimääräistä suurempi kalastuskauden alussa. Matalammalla vedenkorkeudella padot ja tavalliset verkot saadaan pyyntiin jopa toukokuun lopussa ja kulkutusverkon pyyntiteho on hyvä hieman keskimääräistä matalammalla vedenkorkeudella koko Tenojoen pääuoman alueella. Vedenkorkeuden ollessa liian matala veden virtausnopeus muodostuu alueittain hitaaksi eikä kulkutusverkkoa voi käyttää. 2000 - luvun alussa vedenkorkeus Tenojoessa oli kesäkuun toisella viikolla noin metrin keskimääräistä alempana ja tämä loi optimaaliset olosuhteet alkukesän kaikkien verkkopyyntimenetelmien samanaikaiselle käytölle (Kuva 33).

Vuonna 2008 Tenojoen vedenkorkeus vaihteli epänormaalin paljon ja sillä oli suuri merkitys mm. lohisaaliin jakautumisessa vesistön eri osiin (Kuva 34). Kulkutusajan viimeisellä viikolla ennen kesäkuun puoltaväliä Tenojoen vedenkorkeus laski selvästi alle pitkäaikaisen keskimääräisen arvon. Tämä mahdollisti tehokkaan ja saaliiltaan tuottavan pyynnin Tenojoen alaosassa. Toisaalta aivan toukokuun lopussa ja kesäkuun alussa Tenojoen vedenkorkeus oli lähes metrin keskimääräistä arvoa

korkeammalla ja sen vuoksi vesistön yläosien varhain jokeen nousevat kannat selvisivät normaalia paremmin yläjuoksulle. Vedenkorkeuden laskiessa lyhyeksi aikaa kesäkuun puolivälissä, jopa keskimääräistä arvoa alemmaksi, pato- ja verkkokalastussaaliit olivat koko joessa suuria. Saaliin suuruuteen vaikutti erityisesti se, että merkittävin osa saaduista lohista oli meri-ialtään kolmen merivuoden lohia painoltaan 8–12 kg:n lohia. Vedenkorkeus kohosi toistamiseen kesäkuun lopussa nopeasti yli metrin, jolloin patokalastus lähes kokonaan keskeytyi, mutta verkkokalastus saattoi useimmiten jatkua. Kolmannen kerran vedenkorkeus kohosi epänormaalin paljon heinäkuun lopussa ja hankaloitti jälleen erityisesti perinteistä patokalastusta. Vedenkorkeuden nopeat kohoamiset Tenojoen vesistössä kesäkuun lopussa ja heti heinäkuun puolivälin jälkeen hankaloittivat myös onkikalastusta, koska veden mukana kulki runsaasti rannoilta irronnutta kasvillisuutta, joka tarttui siimoihin ja vieheisiin. Tällaiset voimakkaat vedenkorkeuden vaihtelut ovat epänormaaleja Tenojoen alueella, mutta vuonna 2008 niillä saattoi olla erityisen suuri merkitys kudulle jäävän naaraslohien kannan suuruuteen.

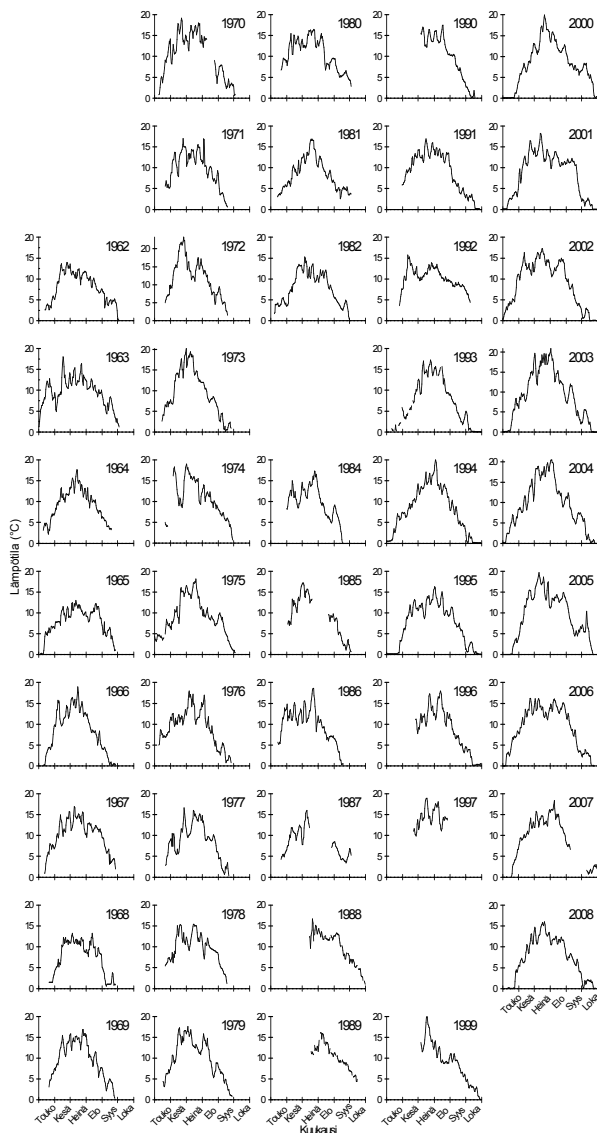
Vuonna 2008 Tenojokeen nousi edellisiä vuosia suurempi määrä kolmen merivuoden ikäisiä lohia, jotka ovat pääosin syntyneet vuoden 2000 suuresta kahden merivuoden ja osaksi vuoden 2001 poikkeuksellisen voimakkaista kahden ja kolmen merivuoden ikäisten naaraslohien kutukannoista. Vuoden 2000 kudusta syntyneet lohenpoikaset vaelsivat pääosin neljännen jokivuoden jälkeen mereen vuonna 2005 ja vastaavasti vuoden 2001 kolmen merivuoden naaraslohien kudusta syntyneistä lohenpoikasista noin 45 % vaelsi mereen kolmannen jokivuoden jälkeen myös vuonna 2005. Voimakkaat ja kesällä lohen nousuaikana usein toistuneet vedenkorkeuden vaihtelut vuonna 2008 ovat edesauttaneet vuoden 2005 suuresta smolttivuosiluokasta syntyneiden lohien palaamista vesistön ylimmille ja Tenojoen vesistön tärkeimmille kutualueille ja poikasten tuotantoalueille erityisesti Karasjokeen, Iesjokeen ja Inarijokeen. Vuoden 2008 Tenojoen vedenkorkeuden epänormaalit ja suuret vaihtelut ovat omalla tavallaan käytännössä osoittaneet sen, että mitä rajoitetumpaa pyynti on vesistön ala- ja keskiosissa, sitä paremmat mahdollisuudet lohella on selviytyä kutualueilleen ja myös sen, että lohisaalis voi jakaantua tasaisemmin vesistön sisällä. Pyrittäessä säilyttämään ja parantamaan lohikantoja tulevaisuudessa, ei voida kuitenkaan luottaa luonnon olosuhteiden aina suojaavan Tenojoen lohen säilymistä ja kantojen lisääntymistä liian voimakkaalta pyynniltä.



Kuva 34. Vedenkorkeuden poikkeuksellisen suuri ja usein toistuva vaihtelu Tenojoessa Onnelansuvannon kohdalla vuonna 2008. Lähde: SYKE.

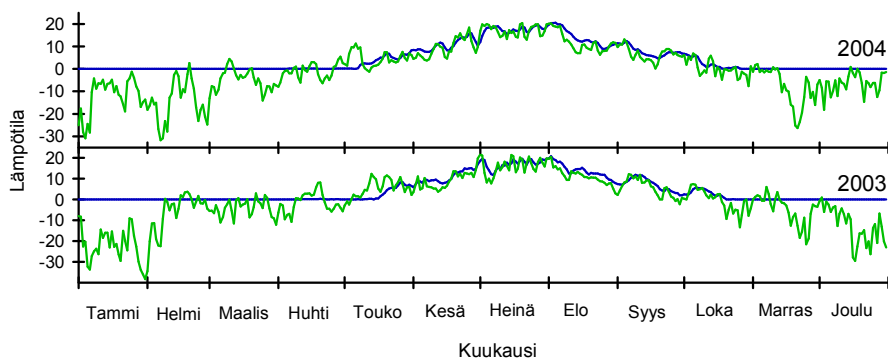
## 9. Veden lämpötilat joessa ja meressä

Tenojoen veden lämpötila vaihtelee kesä-heinäkuussa voimakkaasti lämpötiloja tasaavien järvioltojen puuttuessa pääuomasta (Kuva 35). Lämpötilojen nopea vuorokautinen ja päivien välinen vaihtelu selittyy sillä, että Tenojoki on leveä ja suhteellisen matala ja auringon lämmittävä vaikutus veden lämpötilaan on tehokasta. Tenojoen veden lämpötilaa pidetään yhtenä lohien jokeen nousemisen ajankohtaan vaikuttavana tekijänä. On havaittu, että kesäkuun alun veden lämpötiloilla on merkitsevä vaikutus Tenojoen pääuomassa lohien saaliiksi joutumisen ajankohtaan. Mitä korkeampi kesäkuun 1. – 10. päivän välisen ajan keskilämpötila on, sitä aiemmin kahden ja kolmen merivuoden ikäiset lohet tulevat pyydystetyiksi kesän kuluessa. Toisaalta lohien Tenojokeen nousun ajankohtaan vaikuttaa myös se, että vuosina, jolloin joen veden lämpötila on korkeampi kesäkuun alussa, lohet ovat aiemmin Tenovuonossa. Kun lohien Tenojokeen nousun alkamisen ajankohdalle sopivana veden lämpötilana pidetään neljää astetta, on veden lämpötilan havaittu olleen neljäasteista keskimäärin toukokuun 23. päivänä ja vaihdellen toukokuun 12. päivästä (vuonna 2002) kesäkuun 2. päivään (vuonna 2000) tarkastelujaksona 2000–2007.



Kuva 35. Tenojoen päivittäinen veden lämpötila. Lähde: vuosina 1962–1988 SYKE, vuosina 1989–1995 RKTL, vuosina 1996–2008 NVE.

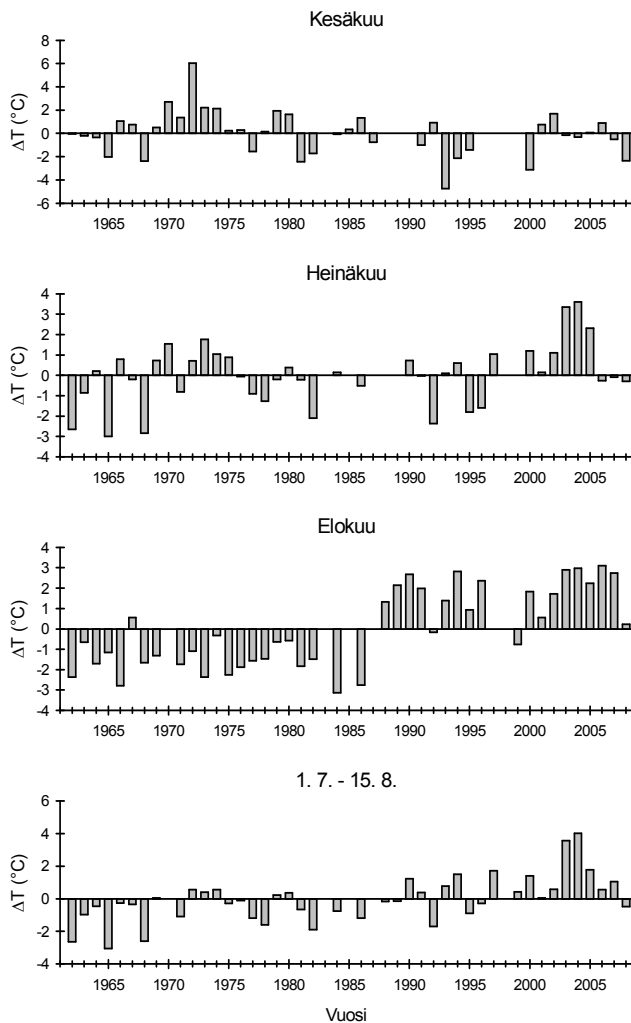
Tenojoen veden lämpötila ja sen muutokset noudattavat ilman lämpötilan muutoksia tulvan laskettua kesäkuun lopulla (Kuva 36). Tämä johtuu siitä, että Tenojokeen laskevien purojen ja jokien profiili on lähes poikkeuksetta jyrkkä, jolloin vesi lämpenee ja kylmenee pitkillä koskijaksoilla ilman lämpötilamuutosten mukaisesti. Joinakin kesinä, enimmäkseen heinäkuun lopulla, veden lämpötila Tenojoessa on kohonnut yli 20 asteiseksi. Tällaiset lämpötilaolosuhteet ovat kestäneet yleensä muutamia päiviä, mutta esimerkiksi vuosina 2003 ja 2004 veden lämpötila pysytteli lähellä 20 astetta muutaman viikon ajan heinäkuussa.



Kuva 36. Tenojoen veden lämpötila (sininen jana) ja ilman lämpötila (vihreä jana) Utsjoen Kevolla. Lähde: Ilman lämpötila, Ilmatieteen laitos; veden lämpötila, NVE.

Vuonna 2003 ja 2004 heinäkuussa veden ollessa lämpimimmillään osan lohenpoikasista havaittiin siirtyneen voimakkaammin virtaavilta joen osilta hitaasti virtaaviin kohtiin. Näissä hitaasti virtaavissa, tai jopa tyvenissä, Tenojoen kohdissa lohenpoikaset eivät osoittaneet kilpailua saman lajin muita yksilöitä kohtaan, vaan uivat pienissä parvissa. Tällaista lohenpoikasten käyttäytymistä tapahtuu silloin, kun veden lämpötila kohoaa liian korkeaksi. Voimakkaasti virtaavassa joenosassa lohenpoikasten hapenkulutus on suurta ja elintoiminnot vilkkaat, mutta veteen liuenneen hapen määrä on vähäisempää lämpimämmässä vedessä ja lohenpoikaset joutuvat siirtymään sellaiseen elinympäristöön joessa, missä hapenkulutus on pienempää. Veden ollessa lämmintä lohenpoikaset voivat hakeutua joen syvänteisiin, joiden pohjalla on pohjaveden purkaumapaikkoja ja ne voivat hakeutua myös kylmiin sivupuroihin. Lohenpoikasten siirtyminen kesällä koskialueiden kivikkojen suojasta hitaasti virtaaviin tai virrattomiin joenosiin lisää niihin kohdistuvaa mm. koskeloiden aiheuttamaa kuolevuutta. Lohenpoikasen kasvuun vaikuttavan lämpötilan muuttuessa optimaalisesta liian kylmäksi tai liian lämpimäksi, niiden kesäaikainen kasvu heikkenee. Tenojoen lohenpoikasten smoltti-ikä vaihtelee vuosien välillä heijastaen lämpötila- ja ravinto-olosuhteiden säännönmukaista vaihtelua.

Tenojoen veden lämpötilassa on havaittu heinäkuun ja erityisesti elokuun keskilämpötilojen olleen viime vuosina selvästi pitkäaikaisia ko. ajankohtien keskilämpötiloja suurempia (Kuva 37). Myös heinäkuun puolivälin ja elokuun puolivälin välisen ajankohdan keskilämpötilat ovat olleet viime vuosina keskimääräistä korkeampia, vaikuttaen osaltaan lohenpoikasten kasvun vaihteluun.



Kuva 37. Poikkeamat pitkäaikaisista Tenon veden lämpötiloista kesä-, heinä- ja elokuussa sekä 1.7. – 15.8. välisenä aikana, jolloin tapahtuu pääosa lohenpoikasten kasvusta joessa. Lähde: vuosina 1962–1988 SYKE, vuosina 1989–1995 RKTL, vuosina 1996–2008 NVE.

Vastakuoriutuneet lohenpoikaset hakeutuvat syvältä kutukuoppien soran ja kivikon sisältä joen pohjakivien päällimmäisen kerroksen suojaan heinäkuun puolivälin aikoihin. Alkukesän lämpötilojen ollessa normaalia korkeammat lohenpoikasten kehittyminen kutukuopassa on ollut nopeampaa ja niitä on löydetty jo heinäkuun ensimmäisen kolmanneksen aikana kutualueiden läheisiltä kivikkopohjilta. Normaalisti vastakuoriutuneet lohenpoikaset ovat olleet joenpohjan pintakivien alla heinäkuun toisen kolmanneksen lopussa tai eräinä vuosina vasta kuukauden lopussa. Vastakuoriutuneiden lohenpoikasten kasvulle ovat tärkeitä Tenojoen vesistössä ne lämpötilaolosuhteet, jotka vallitsevat heinäkuun puolivälistä elokuun puoliväliin rajoittuvaan aikaan. Pitkällä aikavälillä heinäkuun puolivälin jälkeisen 30 vuorokauden pituisen ajan lämpösumma on merkittävästi suurentunut (regressioanalyysi;  $p < 0.001$ ).

Tenojoen olosuhteissa vanhempien lohenpoikasten ravinnonsaannille ja kasvulle on tärkeää heinäkuulle keskittyvä mäkärän toukkien kehittyminen joen pohjakivien pinnalla ja vesiperhosten kuoriutuminen koteloistaan. Koskikorentojen kuoriutuminen ajoittuu kevääseen ja alkukesään ja ne muodostavat merkittävän osan isompien lohenpoikasten ravinnosta. Isompien lohenpoikasten kasvusta suurin osa ajoittuu lyhyelle 4–6 viikkoa kestäväälle aikajaksolle heinäkuun alusta elokuun puoliväliin.

Veden lämpötila yhtenä merkittävänä tekijänä vaikuttaa siihen, miten pitkän ajanjakson kesällä lohenpoikaset ovat aktiivisia ravinnontavoittelijoita pohjakivien

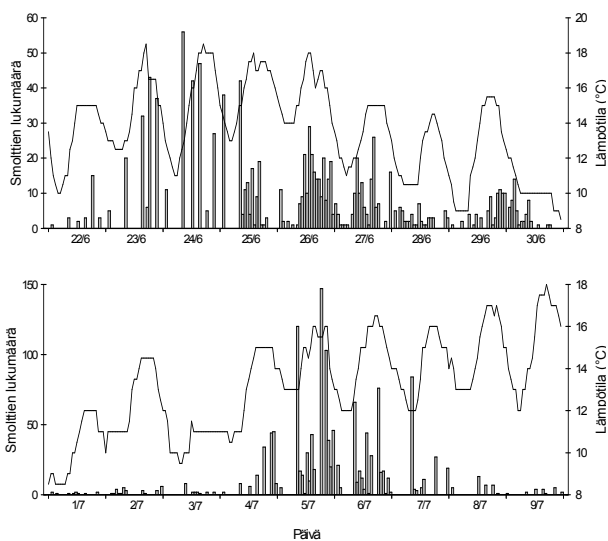
päällä. Veden lämpötilan laskiessa kesällä 6–8 asteeseen lohenpoikaset ovat päivällä pääsääntöisesti koko ajan kivien alla. Tenojoessa sellaisten päivien lukumäärä, jolloin veden lämpötila on ollut yli kahdeksan astetta, vuosina 2000–2007 oli keskimäärin 87, vaihdellen 73 vuorokaudesta (vuonna 2000) 95 vuorokauteen (vuonna 2002). Samassa tarkastelujaksossa päiviä, jolloin veden lämpötila on ollut yli kymmenen astetta, oli keskimäärin 80, niiden vaihdellessa 67 vuorokaudesta (vuonna 2000) 94 vuorokauteen (vuonna 2002).

Tenojoen vesistössä on todettu, että lohenpoikaset tavoittelevat ravintoa aktiivisesti pohjakivikon päällä melko lyhyen ajan, huolimatta siitä, että veden päivälämpötila olisi yli kymmenen asteista ja sallisi lohenpoikasten aktiivisen ravinnontavoittelun. Lohenpoikasten kasvua rajoittaa lyhyt ajanjakso, jolloin kasvuun tarvittavaa ravintoa on runsaammin saatavilla. Merkittävimpiä lohenpoikasten ravintokohteita, virtaavan veden mukana kulkeutuvia hyönteisiä, on Tenojoen vesistössä heinäkuun alussa noin 15–20 päivän aikana. Tänä lyhyenä ajanjaksona lohenpoikaset kasvavat suurimman osan vuoden kasvustaan. Lohenpoikaset, erityisesti vastakuoriutuneet lohet, kasvavat elokuun puoliväliin asti. Veden lämpötiloilla ja lämpötilojen vaihteluilla erityisesti heinäkuussa on suuri merkitys lohenpoikasten kasvuun ja smolttiutumiseensa. Lämpötilaolosuhteiden poiketessa optimaalisesta kasvun edellyttämästä lämpötilasta, lohenpoikasten kasvu heikkenee. Heikentynyt kasvu johtaa vaelluspoikasiän ja vaelluspoikasten koon suurenemiseen ja voi parantaa smolttien selviytymistä merivaiheen alussa.

Lohenpoikaset käyvät läpi fysiologisen ja morfologisen muutoksen 2–8 jokivuoden jälkeen eli saavuttavat vaellusiän kolmantena–yhdeksäntenä jokivuotenaan. Alkukesästä jokiveden lämpötilan kohotessa lähelle 8 astetta kahdesta kahdeksaan vuoden ikäiset, saman vaellusvaiheen saavuttaneet lohenpoikaset eli smoltit, menettävät niille tyypillisen reviiirikäyttäytymisen ja niistä tulee parvikaloja. Ilmeisesti jokiveden lämpötilalla on merkittävä vaikutus joessa saman fysiologisen vaellusvalmiuden saavuttaneiden poikasten samanaikaiseen veden lämpötilan nousemiseen reagoimiseen, parveutumiseen, ja poistumiseen joesta parvissa. Tenojoen vesistöön kuuluu smoltteja tuottavia sivujokia, joiden lämpötilaolosuhteet poikkeavat toisistaan. Joet, kuten Leavvajohka, Goahppelašjohka ja Lákšjohka, ovat kylmiä ja niissä vuorokautiset lämpötilavaihtelut ovat pieniä, kun taas Tsarsejohka ja Gáregasjohka ovat lämpöisempiä ja vuorokautiset lämpötilavaihtelut niissä ovat suuria. Edellä mainituissa ja muissakin Tenojoen vesistön joissa smolttivaelluksen alkamisen laukaiseva lämpötilan arvioidaan poikkeavan jonkin verran jokien välillä toisistaan. Kylmemmissä joissa smolttien vaelluksen laukaiseva lämpötila on mitä ilmeisimmin matalampi kuin lämpimämmissä joissa. Kysymyksessä on pitkän ajan kuluessa tapahtunut smolttien sopeutuminen reagoimaan oikealla tavalla ja oikealla hetkellä, voidakseen poistua Tenojoesta mahdollisimman lyhyen ja turvallisen ajan kuluessa yhdessä muiden sivujokien smolttikantojen kanssa.

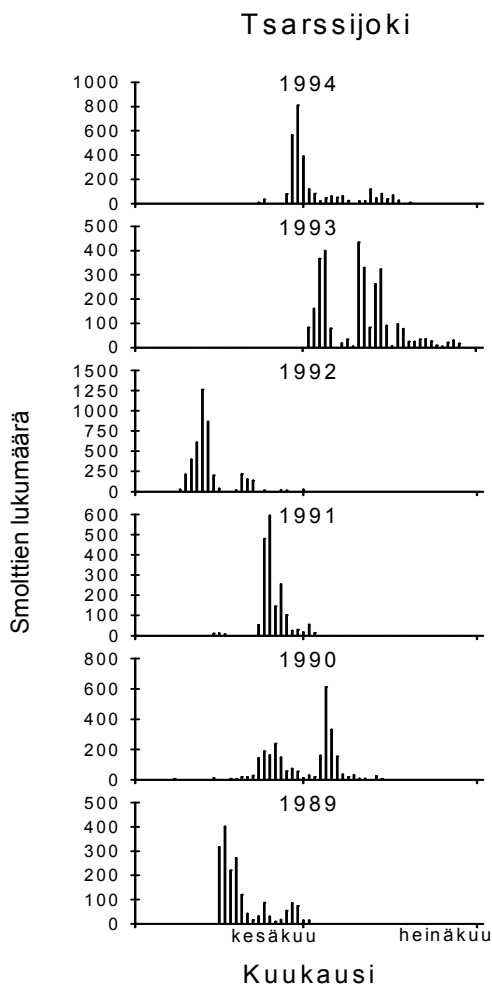
Iltapäivällä smolttien päävaelluksen aikana veden lämpötila Tenojoen sivujoissa, kuten Tsarsejohkassa, nousee jopa 18 °C asteeseen laskien aamuyöllä 12 °C asteeseen. Lohen vaelluspoikaset reagoivat veden lämpötilan nopeaan kohoamiseen heti ja vaeltavat päivällä ja illalla alavirtaan (Kuva 38). Yöllä veden lämpötilan laskiessa vaellusaktiiviteetti heikkenee, tai jopa keskeytyy hetkeksi. Tenojoen ja sen suurimpien sivujokien pääuomissa veden lämpötilojen vuorokaudenaikaiset vaihtelut eivät ole yhtä suuria kuin sivujoissa ja niinpä niissä ei välttämättä havaitakaan yhtä voimakkaita eroja smolttimäärissä vuorokauden eri aikoina kuin sivujoissa. Joinakin vuosina, kuten vuonna 1990, ilman lämpötila kylmeni kesken suurinta smolttivaellusta

ja Tsarsejohkan veden lämpötila laski. Tästä seurasi smolttivaelluksen keskeytyminen lähes kokonaan. Vaellus käynnistyi uudelleen muutamien päivien kuluttua veden lämmitessä (Kuvat 38 ja 39). Samanlainen smolttivaelluksen hetkellinen keskeytyminen havaittiin muissakin Tenojoen vesistön sivujoissa. Tenojoen sivujokien smolttivaelluksen kesto on riippuvainen veden lämpötilaolosuhteista. Vuosina, jolloin vesi lämpenee kesäkuun lopulla tai heinäkuun alussa nopeasti ja pysyy smolttien vaellukselle sopivana, suurin osa smolteista vaeltaa alavirtaan parin päivän kuluessa kuten Tsarsejohkassa vuonna 1991 (Kuva 39). Utsjoen pääuoman alaosassa veden lämpötilaolosuhteita tasaa yläpuolinen iso Mantojärvi ja osaksi siitä johtuen smolttien vaellus Utsjoen alaosassa kestää pidempään kuin yläpuolisissa sivujoissa (Kuva 40).



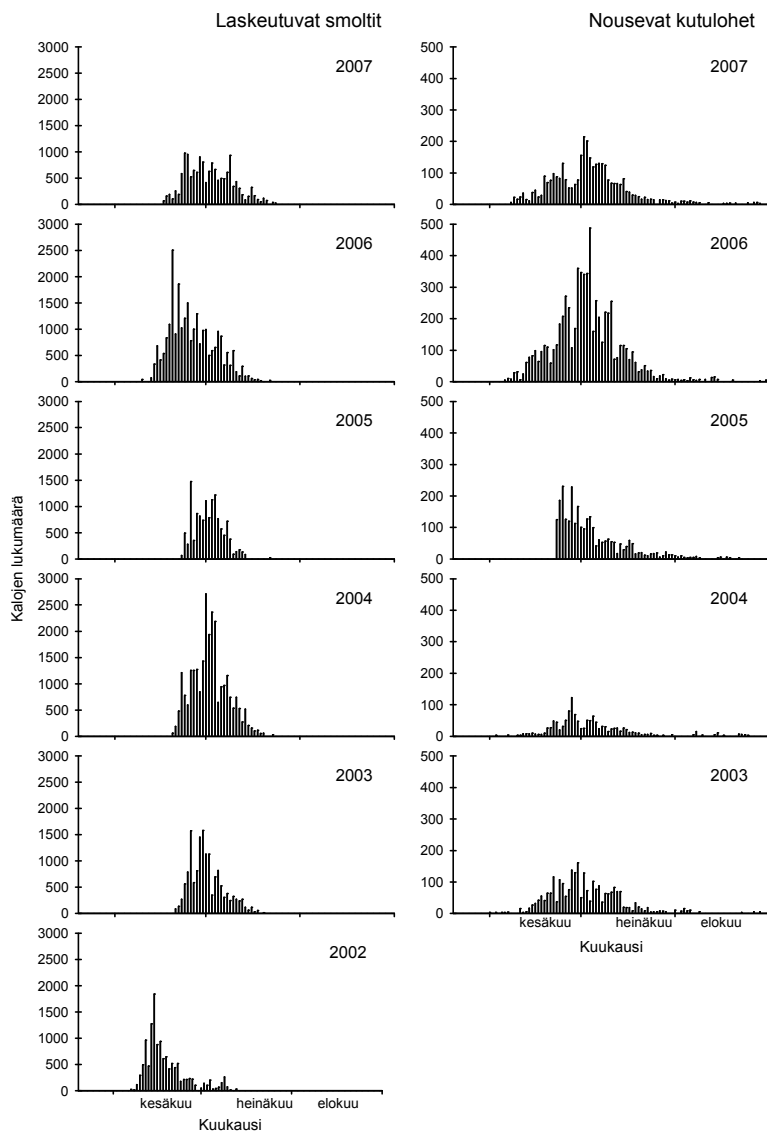
*Kuva 38. Lohen vaelluspoikasten eli smolttien vaelluksen ajoittuminen ja smolttien lukumäärät (pylväät) ja joen veden lämpötilojen (käyrä) vaihtelu vuorokauden eri ajankohtina Utsjoen sivujoessa, Tsarsejohkassa vuonna 1990. Lähde: RKTL.*

Smolttiparvienväen koko kasvaa sivujokia alaspäin tultaessa ja Tenojoen alaosassa useiden jokien smolttikannat poistuvat muutaman viikon kuluessa vuonoon. Tenojoen vesistön alueella vuosien väliset erot kesällä veden lämpötilaolosuhteissa ovat suuria, mistä johtuu se, että joinakin vuosina smolttivaellus alkaa jopa jo toukokuun lopussa pienistä sivujoista ja puroista pääuomiin. Smolttien päävaellus ajoittuu kesä-heinäkuun vaihteeseen kuten Utsjoen sivujoessa, Tsarsejohkassa (Kuva 39) ja Utsjoen pääuoman alaosassa (Kuva 40). Heinäkuun puolivälin jälkeen vaellus tapahtuu vain kylmimpinä vuosina. Vuosien välisillä smolttivaellusten ajankohtien eroilla on vaikutusta mitä ilmeisimmin smolttien luonnollisen kuolevuuden vaihteluihin. Vain hyvin harvoin smolttivaelluksen tiedetään tapahtuneen Tenojoen vesistössä elokuulla ja silloin sitä ovat seuranneet pienet jokeen palaavat lohimäärät parina seuraavana vuonna ilmentäen suurta smolttikuolevuutta merivaiheen alussa. Ilmastoenustetun lämpenemisen seurauksena lohen vaelluspoikasten vaellus Tenojoen vesistöstä vuonoon tulee ilmeisesti tapahtumaan nykyistä keskimääräistä aikaisemmin, koska jo nyt on havaittu mm. Tenojoen jäidenlähdön tapahtuneen aiemmin viimeisen sadan vuoden kuluessa Leavvajohkan kohdalla.



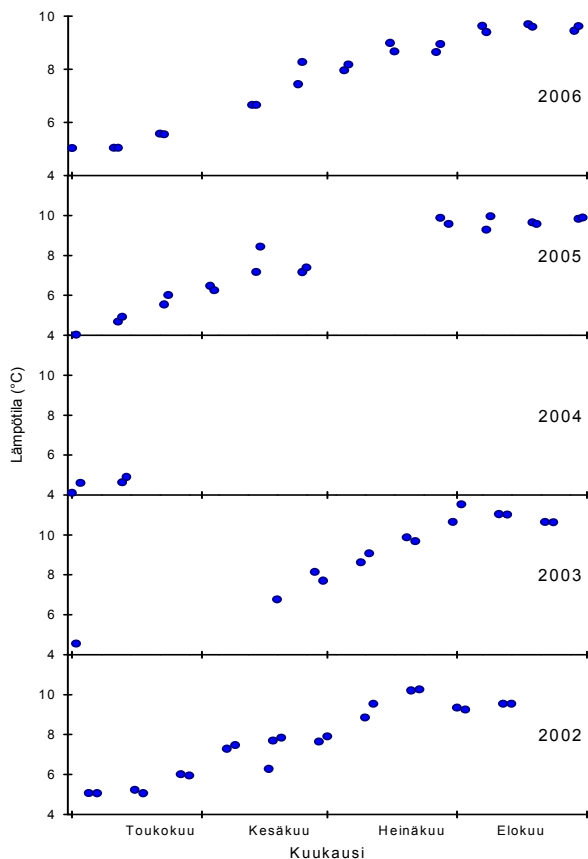
*Kuva 39. Lohen vaelluspoikasten eli smolttien vaelluksen ajoittumisen vaihtelu eri kesinä vuosina 1989 – 1994 Utsjoen sivujoessa, Tsarsejohkassa. Lähde: RCTL.*

Pääsääntöisesti lohi nousee Tenojoen vesistöön sen jälkeen, kun veden lämpötila on noussut yli 3–4 asteeseen. Arvioidaan, että Tenojokeen nousisi jonkin verran lohia keväällä myös silloin, kun joen alaosassa on vielä jääpeite eli veden lämpötilan on noin 0.5 astetta. Kesinä, jolloin Tenojoen ja sen sivujokien lämpötila kohoaa yli 20 asteeseen, lohien aktiivinen vaellus Tenojoen pääuomassa kohti kutualueita hidastuu huomattavasti tai jopa keskeytyy. Veden lämpötilan ollessa yli 20 asteista lohien on havaittu kertyneen kylmimpien sivujokien kuten Leavvajohkan, Laksjohkan ja Borsejohkan suualueelle. On myös havaintoja siitä, että osa jokeen jo nousseista lohista palaisi mereen ajanjaksoina, jolloin veden lämpötila on yli 20 astetta.



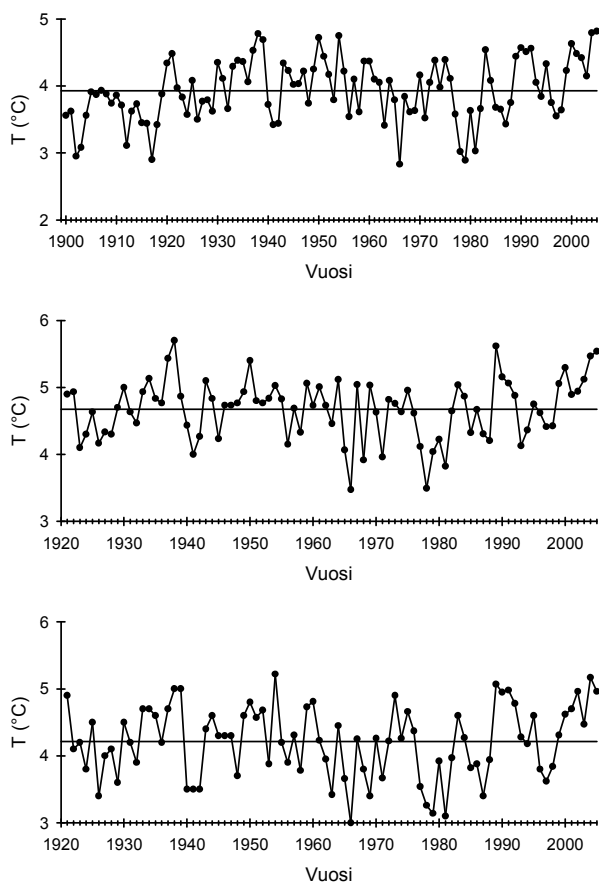
Kuva 40. Utsjoesta Tenoon laskeutuvien lohien vaelluspoikasten ja Utsjokeen kudulle nousevien Atlantin lohien ajoittuminen kesän ajankohtiin. Lähde: NINA, Svenning, M.A. julkaisematon.

Utsjokeen nousevien lohikantojen ajoittuminen vuosina 2003, 2004, 2006 ja 2007 on ollut samankaltaista vuosien välillä (Kuva 40). Päivä, jolloin 50 % lohista on noussut Utsjokeen, on ollut vuonna 2003 kesäkuun 30. päivä, vuonna 2004 heinäkuun 1. päivä ja vuosina 2006 ja 2007 heinäkuun 3. päivä. Tämä osoittaa, että kyseisinä vuosina vaellus Utsjokeen on tapahtunut riippumatta Tenojoen suualueen jäidenlähdön ajankohtien eroista vuosien välillä. Jäät lähtivät Tenojoen suualueella, Langnesissa, seitsemän vuorokauden aikaviiveellä ollen vuonna 2003 toukokuun 13., vuonna 2004 toukokuun 7., vuonna 2006 toukokuun 8. ja vuonna 2007 toukokuun 14. Lohien nousu ajoittui Utsjokeen samanaikaisesti vuosina 2006 ja 2007, vaikka jäidenlähdössä oli eroa kuusi vuorokautta. Jäidenlähdön ajoittumisella toukokuussa Tenojoen suualueella ei ole ilmeisesti suurta merkitystä Utsjokeen vaeltavien lohien ajoittumisessa, koska suurin osa Utsjoen lohikannoista on lohia, jotka nousevat jokeen kaikkein viimeisimpänä meri-ikäryhmänä, jolloin ne eivät ole alttiina jäidenlähdön vuosien välisille vaihteluille, eivätkä ilmeisesti myöskään kesäkuun alun jokiveden lämpötilan vuosien väliselle vaihtelulle. Joinakin vuosina Utsjoen alaosassa olevan Mantojärven jääpeite kesäkuun puolivälissä saattaa vaikuttaa siihen, että lohet eivät mielellään nouse kyseisenä aikana Utsjokeen.



*Kuva 41. Tenovuonon pintaveden lämpötilat. Lähde: HI.*

Tenovuonon lämpötiloilla ja vuosien välisillä vaihteluilla on merkitystä lohien nousuun jokeen ja erityisesti lohien vaelluspoikasten menestymiselle merivedessä. On arvioitu, että pohjoisella alueella joesta mereen vaeltaneille lohienpoikasille sopivin vuonon veden lämpötila on noin 8 astetta. Kysymyksessä on ilmeisesti pitkän ajan sopeutumisen tulos, jolloin vaelluspoikasten elimistössä mm. suolatasapainon säätely toimii fysiologisesti parhaiten juuri kahdeksan asteisessa suolaisessa merivedessä. Häiriöt, kuten meriveden lämpötilan selvä poikkeaminen tästä lohienpoikasille optimaalisesta lämpötilasta, voivat johtaa merivedessä vaelluspoikasten huonompaan selviytymiseen ensimmäisten kuukausien aikana. Tenojoen vesistöstä vaelluspoikaset vaeltavat mereen kesäkuun lopun ja heinäkuun puolivälin välisenä aikana. Kuvasta 41 nähdään meriveden lämpötilan olevan noin 8 astetta kesä-heinäkuun vaihteessa. Mitä ilmeisimmin tämän ajanjakson ulkopuolella tapahtuva poikasten mereen saapuminen heikentää poikasten selviytymistä. Toisaalta lohienpoikasten, jotka jostain syystä ovat vaeltaneet liian myöhään kesällä mereen, selviytymiseen saattaa vaikuttaa meriveden lämpötilan lisäksi kalassa itsessään, fysiologisesti herkässä smolttiutumisvaiheessa, tapahtuneet muutokset. Niitä kesiä, jolloin Barentsinmeri on normaalia kylmempi, seuraavat kappalemääriltään pienemmät eri meri-ikäisten lohien saaliit. Ilmeisesti juuri vuonon ja rannikon alhaisemmat lämpötilat selittävät osaltaan kantojen ajoittaisen heikkenemisen.



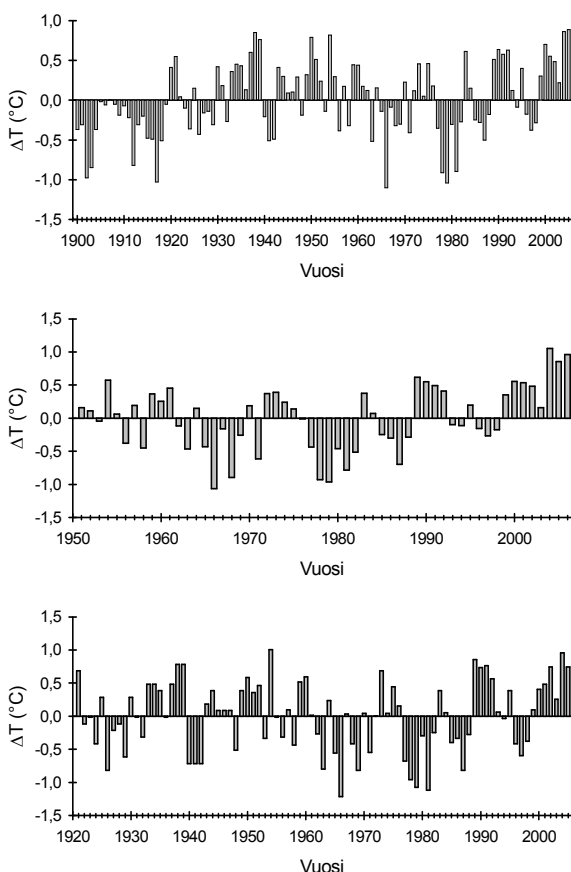
*Kuva 42. Barentsinmeren pintaosan (0–200 m) lämpötilojen pitkäaikainen vaihtelu Kola mittauslinjalla. Ylin kuva on vuoden keskilämpötilan vaihtelu; keskimäinen kuva on loka-joulukuun keskilämpötilan vaihtelu; alin kuva on heinäkuun keskilämpötilan vaihtelu. Jana on pitkäaikainen keskiarvo. Lähde: PINRO.*

Barentsinmeren pitkäaikaiset vuoden keskilämpötilat vaihtelevat selvästi vuosien välillä (Kuva 42). Sadan vuoden aikana vuoden keskilämpötila on ollut hieman alle 4 astetta ja kylmimpinä vuosina noin kolme astetta. Lämpimimpinä vuosina merivesi on kohonnut noin viiteen asteeseen. Lämpimät ajanjaksot ovat kestäneet muutamista vuosista kuuteen - seitsemään vuoteen. Selviä kylmiä ajanjaksoja on ollut heti 1900 -luvun alussa, 1920 -luvun puolivälissä, 1940 -luvun alussa, 1960 -luvun lopussa, 1970 -luvun lopussa, 1980 -luvun puolivälissä ja viimeksi 1990 -luvun lopussa. Tenojoen vesistöstä 1970 -luvulta lähtien kerätyt saalistiedot osoittavat lohikantojen olleen heikkoja edellämainittujen kylmien jaksojen aikana. Haastattelutiedot 1920 -luvun ja 1960 -luvun välisen ajan lohisaaliista vahvistavat lohikantojen olleen heikkoja aina kylmien kausien aikana, ja heti niiden jälkeen. 1990 -luvun lopussa alkanut keskimääräistä lämpimämpi kausi on samankaltainen kuin 1930 -luvulla ollut kausi.

Vuosina 1975 ja 1976 Tenojoen vesistöstä saatiin saaliiksi runsaasti kolmen merivuoden lohia, joista syntyneet poikaset vaelsivat mereen pääasiassa vuosina 1979 – 1981, jolloin merivesi oli selvästi normaalia kylmempää. Ilmeisesti usean osatekijän yhteisvaikutuksesta vuosina 1975 ja 1976 Tenoön nousseista isokokoisten naaraslohiin suurista määristä ei muodostunutkaan odotetun suuruisia seuraavaa hyvää lohikantaa vuosina 1982 – 1984. Saattoi käydä niin, että vuosina 1975 ja 1976 kalastus oli liian voimakasta jokeen nousseeseen lohimäärään nähden eikä kudulle jäänyt riittävää emokalamäärää. Tähän viittaa se, että vuonna 1979 Tenojoen lohenpoikasten tiheystutkimuksissa kaksi ja kolmevuotiaiden poikasten määrät olivat melko vähäiset. Kun 1970 -luvun puolivälin kutukannoista syntyneet lohenpoikaset

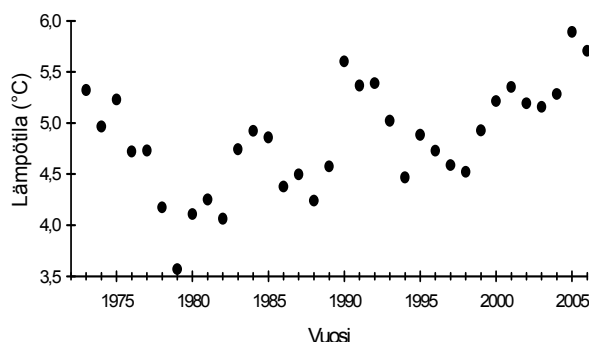
saavuttivat vaellusiän ja vaelsivat mereen, ne tulivat keskimääräistä selvästi kylmempään meriveteen, minkä arvioidaan lisänneen niiden luonnollista kuolevuutta. 1980 -luvun alun ja puolivälin lohisaaliit Tenon vesistössä jäivätkin odotettua pienemmiksi johtuen sekä meren lämpötilaolosuhteista että Finnmarkin länsiosassa harjoitetusta ajoverkkokalastuksesta ja Färsaarten voimistuneesta lohien siimapyynnistä, jotka kohdistuivat myös Tenojoen vesistön lohiin.

Barentsinmeren alueella myös loka-joulukuun keskimääräiset lämpötilat ovat vaihdelleet kylmien ja lämpimien syksyjen välillä. Loppusyksystä ja alkutalvesta meriveden lämpötila on ollut hieman alle 5 astetta. Vuosittainen vaihtelu on ollut noin kolmesta ja puolesta asteesta kuuteen ja puoleen asteeseen. Syksyn merilämpötilat ovat olleet selvästi keskimääräistä arvoa suuremmat 1990 -luvun lopulta vuoden 2007 loppuun saakka. Näillä meriveden lämpötiloilla on merkittävä vaikutus toista kertaa kutemaan tulevien lohien lukumäärien kasvamisessa Tenojoen pääuoman ja sivujokien saaliissa. Kudulta seuraavan vuoden keväällä mereen palaavat talvikot ovat kuntoutuneet lämpimämmässä merivedessä ilmeisesti paremmin kuin vuosina, jolloin merivesi on normaalia kylmempää.



*Kuva 43. Meriveden lämpötilojen poikkeamat pitkäaikaisesta keskiarvosta Barentsinmeren Kolan mittauslinjalla. Ylin kuva on lämpötilan poikkeama vuoden keskilämpötilasta vesipatsaassa 0 – 200 m ja keskimäinen kuva on poikkeama vuoden keskilämpötilasta vesipatsaassa 0 – 50 m. Alin kuva on poikkeama heinäkuun keskilämpötilasta vesipatsaassa 0 – 200 m. Lähde: PINRO.*

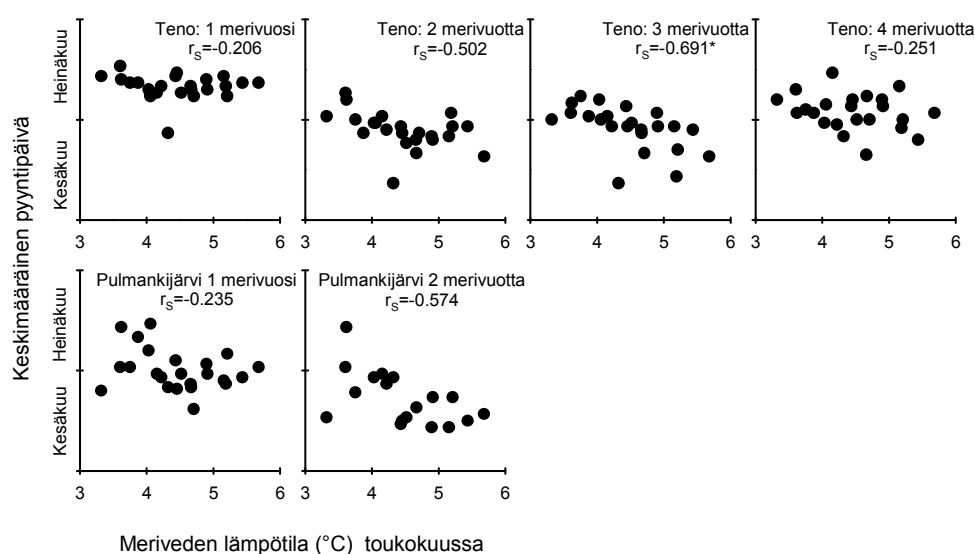
Kuva 43 osoittaa, että meriveden lämpötilan poikkeaminen vuoden keskimääräisestä arvosta pitkällä aikavälillä on ollut suurimmillaan vain noin yksi aste. Koko vuoden ja vain heinäkuun keskimääräisen meriveden lämpötilan ollessa pitkällä aikavälillä noin neljä astetta, on yhdenkin asteen lämpenemisellä tai kylmenemisellä merkittävän suuri vaikutus meren eloyhteisöön. Tenojoen vesistöstä saaliiksi saatujen yhden merivuoden lohien lukumääriin Barentsinmeren pintalämpötiloilla on havaittu olleen merkitsevä vaikutus.



Kuva 44. Yhden merivuoden ikäisten Tenojoen vesistön lohien kokema keskimääräinen meriveden lämpötila smolttivaelluksesta heinäkuussa seuraavan vuoden kesäkuuhun saakka. Lämpötila on Barentsinmeren Kola mittauslinjan pintaosan (0-50 m) lämpötila. Lähde: PINRO.

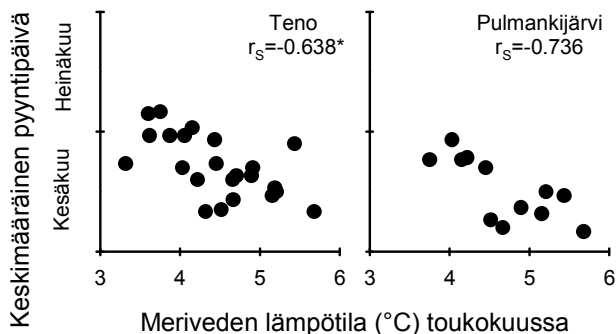
Meriympäristön viimeaikaista muutosta kuvaa mm. lämpötilan kohoaminen sinä vuoden pituisena aikana, jonka yhden merivuoden ikäiset lohet viettävät meressä smolttivaelluksesta seuraavan vuoden jokeen paluuseen saakka (Kuva 44). Lämpötila on selvästi vaihdellut, mutta pääsääntöisesti se on kohonut ollen suurimmillaan kahtena viimeisenä vuonna (regressioanalyysi;  $p < 0.01$ ,  $r^2 = 0.233$ ). Kylmimmillään kasvuaikaiset olosuhteet Barentsinmeren alueella ovat olleet niillä lohilla, jotka saatiin saaliiksi vuonna 1979 ja lämpimimmillään niillä lohilla, jotka saatiin saaliiksi vuonna 2005 ja 2006. Lämpötilat ovat olleet suurimmillaan lähes kaksinkertaisia, jonka arvioidaan merkittäväällä tavalla vaikuttaneen lohikantojen vaihteluun.

Lohen Tenojokeen vaelluksen ajankohtaan ja siinä tapahtuviin vaihteluihin vaikuttavat meriympäristön useat eri tekijät yhdessä. Meriveden lämpötilan arvioidaan olevan tärkein kutuvaelluksen alkamisen laukaiseva tekijä, johon saman kutuvalmiuden saavuttaneet eri meri-ikäiset lohet reagoivat samalla tavalla. Muita lohien jokeen nousuaikaan vaikuttavia tekijöitä ovat merivirtojen voimakkuuden vaihtelut rannikolla, lohien vuonoon vaeltamista hidastavat epäedulliset tuulensuunnat, rannikon kalastustehon vaihtelu vuosien välillä ja valikoiva kalastus rannikolla. Vuosina 1984–2007 on havaittu, että Tenojoesta saatujen kahden ja kolmen merivuoden ja uudelleenkutevien lohien, Pulmankijärvestä saatujen kahden merivuoden ja uudelleenkutevien lohien keskimääräinen pyyntipäivä on riippuvainen Pohjois-Norjan rannikon (Laksfjord) keväisestä lämpötilasta (Kuvat 45, 46). Tämä tarkoittaa sitä, että rannikon meriveden ollessa lämpimämpää, lohet vaeltavat Tenojoen vesistöön aiemmin ja siten myös niiden keskimääräinen pyyntipäivä tulee aiemmaksi.



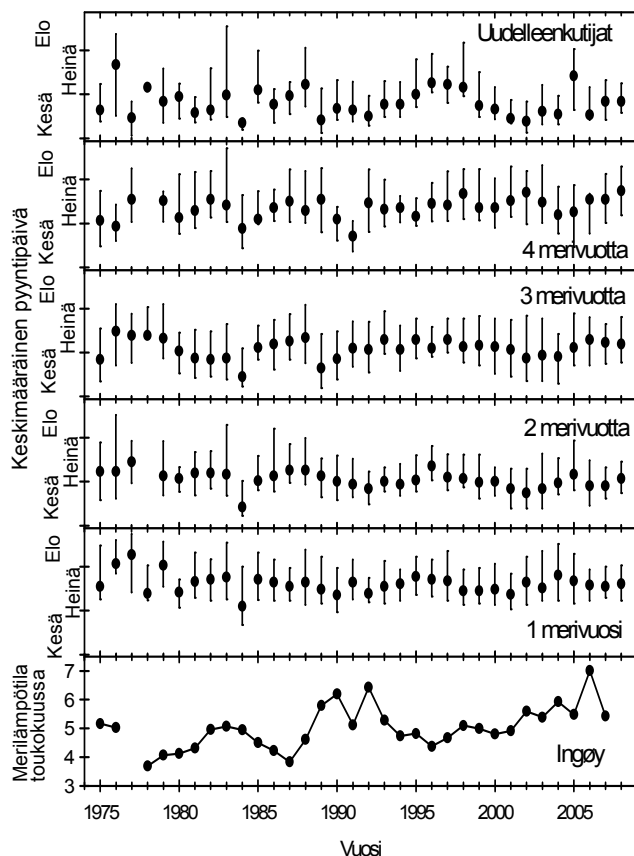
Kuva 45. Tenojoen pääuomasta ja Pulmankijärvestä saatujen eri meri-ikäisten lohien keskimääräisen pyyntipäivän ja Laksefjordin toukokuun keskimääräisen meriveden lämpötilan riippuvuudet vuosina 1984–2007. Tenojoen pääuoman saalis on saatu alueelta, joka sijaitsee

70 kilometrin ja 190 kilometrin välisellä alueella Tenojoki-suusta. Lähde: saalis, RKTL; merilämpötila, HI.



Kuva 46. Tenojoen pääuomasta ja Pulmankijärvestä saatujen uudelleenkutevien lohien keskimääräisen pyyntipäivän ja Laksefjordin toukokuun keskimääräisen meriveden lämpötilan riippuvuudet vuosina 1984–2007. Tenojoen pääuoman saalis on saatu alueelta, joka sijaitsee 70 kilometrin ja 190 kilometrin välisellä alueella Tenojoki-suusta. Lähde: saalis, RKTL; merilämpötila, HI.

Tenojoessa ja Pulmankijärvestä myös yhden merivuoden lohien pyyntipäivien mediaani on aiempi niinä vuosina, jolloin Pohjois-Norjan rannikon merivesi on toukokuussa lämpimämpää, mutta pyyntiajankohdan ja merilämpötilan välinen riippuvuus näillä lohilla ei ole yhtä selvä kuin vanhemmilla lohilla. Tenojoessa on havaittu pitkällä aikavälillä, vuosina 1975–2007, että yhden ja kahden merivuoden lohien pyyntipäivien mediaani on tilastollisesti merkitsevästi tullut aiemmaksi (Kuva 47). Sama saaliin aikaisempi kertyminen on havaittu Pulmankijärvestä kahden merivuoden lohien osalla. Sen sijaan Tenojokeen varhain alkukesällä vaeltavien kolmen merivuoden lohien ja uudelleenkutevien lohien ei havaita vaeltaneen aiempaa varhaisemmin. Syynä tähän on se, että nämä vanhimmat lohet muutenkin vaeltavat Tenojoen vesistöön heti jäidenlähdon jälkeen, jolloin vaellusajassa ja keskimääräisessä pyyntiajassa on vaikea nähdä ajallista muutosta, vaikka niiden keskimääräinen pyyntiaika Tenojoessa riippuu voimakkaasti rannikon toukokuun lämpötilasta ja sen vaihteluista.



Kuva 47. Eri meri-ikäisten lohien pyyntipäivien mediaanit vuosina 1975–2008 Tenojoessa alueella, joka sijaitsee 70 kilometrin ja 190 kilometrin välisellä alueella Tenojoki-suusta. Meriveden lämpötila on toukokuun keskimääräinen arvo Pohjois-Finnmarkin Ingøy'n havaintopisteestä. Lähde: saalis, RKTL; merilämpötila, HI.

Barentsinmeren alueella meriveden lämpenemistä on havaittu laajemmalla alueella 1970-luvun puolivälistä lähtien. Ingøy'n havaintopisteessä Pohjois-Norjan uloimmalla rannikkoalueella meriveden toukokuun keskilämpötila on merkitsevästi kohonnut viimeisten kolmenkymmenen vuoden kuluessa (regressioanalyysi;  $p < 0.001$ ,  $r^2 = 0.252$ , kulmakerroin 0.03). Meriveden lämpeneminen heijastaa ilmakehän lämpötilojen muutosta. Se näkyy tulevaisuudessa ehkä entistä selvemmin Tenojoenkin subarktisisissa olosuhteissa; lohien jokeen vaeltamisen ajoittumisena, kutuajankohdan ja lohienpoikasten kasvun muuttumisena, mereen vaellusiän muuttumisena, lohien sukukypsyyksiän kasvamisena tai pienenemisena, vaikka se on voimakkaasti perinnöllinen ominaisuus. Lohi on sopeutunut lämpötilaolosuhteiltaan vaihteleviin elinympäristöihin ja yhteistä näille elinympäristöolosuhteille on viileän veden suosiminen niin makeassa kuin suolaisessakin vedessä. Lohella, joka siirtyy makeassa vedessä vietettyjen vuosien jälkeen suolaiseen meriveteen, on fysiologiset erityisominaisuudet sopeutua nopeasti uuteen elinympäristöön. Nämä erityisominaisuudet ovat kehittyneet pitkän ajan kuluessa, jonka aikana lämpötilaolosuhteet ovat vaihdelleet. Meriveden lämpötilat ovat ilmeisesti muuttuneet aiemmin hitaammin kuin nykyisin tapahtunut meriveden lämpeneminen. Lohi vaateliaana kalalajina vaatii määrätynlaiset olosuhteet niin elinympäristönsä kuin ravintonsakin suhteen. Lohien säilyttämiseksi Tenojoen vesistössä tulee kiinnittää erityistä huomiota varovaisuusperiaatteen noudattamiseen kalastuksessa ja lohien elinympäristön suojelemissa.

## Kiitokset

Kielellisiä tarkennuksia tekstiin on tehnyt HTK Eevaliisa Kivilahti, josta hänelle parhaimmat kiitokset.

## 10. Käytetty kirjallisuus

- Cunjak, R.A., Prowse, T.D. and Parrish, D.L. (1998). Atlantic salmon (*Salmo salar*) in winter: "the season of parr discontent"? Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 55 (Suppl. 1): 161–180.
- Daidsen, J., Svenning, M.-A., Orell, P., Yoccoz, N., Dempson, B.J., Niemelä, E., Klemetsen, A., Lamberg, A. and Erkinaro, J. (2005). Spatial and temporal migration of wild Atlantic salmon smolts determined from a video camera array in the sub-Arctic River Tana. Fisheries Research, 74: 210–222.
- Erkinaro, J. and Niemelä, E. (1995). Growth differences between the Atlantic salmon parr (*Salmo salar*) of nursery brooks and natal rivers in the River Teno watercourse in northern Finland. Environmental Biology of Fishes, 42: 277–287.
- Erkinaro, J. (1997). Habitat shifts of juvenile Atlantic salmon in northern rivers. Migration patterns, juvenile production and life histories. Acta Universitatis Ouluensis, A293. University of Oulu, Oulu.
- Erkinaro, H. and Erkinaro, J. (1998). Feeding of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., parr in the subarctic River Teno and three tributaries, northernmost Finland. Ecology of Freshwater Fishes, 7: 13–24.
- Erkinaro, J., Økland, F., Moen, K., Niemelä, E. and Rahiala, M. (1999). Return migration of Atlantic salmon in the river Tana: the role of environmental factors. Journal of Fish Biology, 55: 506–516.
- Finstad, A.G., Ugedal, U., Forseth, T. and Næsje, T.F. (2004). Energy related juvenile winter mortality in a northern population of Atlantic salmon, *Salmo salar* L. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 61: 2358–2368.
- Hvidsten, N.A., Heggberget, T.G. and Jensen, A.J. (1998). Water temperature at Atlantic salmon smolt entrance. Nordic Journal of Freshwater Research, 74: 79–86.
- Ingvaldsen, R., Loeng, H., Ottersen, G. and Ådlandsvik, B. (2003). Climate variability in the Barents Sea during the 20<sup>th</sup> century with focus on the 1990s. ICES Marine Science Symposium, 219: 160–168.
- Karppinen, P., Erkinaro, J., Niemelä, E., Moen, K. and Økland, F. (2004). Return migration of one-sea-winter Atlantic salmon in the River Tana. Journal of Fish Biology, 64: 1179–1192.
- Niemelä E., Erkinaro, J., Julkunen, M., Hassinen, E., Lämsman, M. and Brørs, S. (2006). Temporal variation in abundance, return rate and life histories of previously spawned Atlantic salmon in a large subarctic river. Journal of Fish Biology, 68: 1222–1240.
- Niemelä, E., Orell, P., Erkinaro, J., Dempson, J.B., Brørs, S., Svenning, M. and Hassinen, E. (2006). Previously spawned Atlantic salmon ascend a large subarctic river earlier than their maiden counterparts. Journal of Fish Biology, 69: 1151–1163.
- Orell, P., Erkinaro, J., Svenning, M.-A., Daidsen, J.G., and Niemelä, E. (2007). Synchrony in the downstream migration of smolts and upstream migration of adult Atlantic salmon in the subarctic River Utsjoki. Journal of Fish Biology, 71: 1735–1750.
- Ugedal, U., Næsje, T.F., Thorstad, E.B., Forseth, T., Saksgård, L. and Heggberget, T.G. (2008). Twenty years of hydropower regulation in the River Alta: long-term changes in abundance of juvenile and adult Atlantic salmon. Hydrobiologia, 609: 9–23.

Økland, F., Erkinaro, J. , Moen, K., Niemelä, E., Fiske, P., McKinley, R.S. and Thorstad, E. (2001). Return migration of Atlantic salmon in the River Tana: phases of migratory behaviour. *Journal of Fish Biology*, 59: 862–874.