

Opinnäytetyö (AMK)

Kala- ja ympäristötalous

2013

Velimatti Leinonen

MERITAIMENEN (*SALMO  
TRUTTA M. TRUTTA*)  
RADIOTELEMETRIASEURANTA  
TENOJOESSA 2011–2012



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU  
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Kala- ja ympäristötalous | Iktyonomi AMK

2013| 48 s.

Ohjaajat: Arto Huhta ja Panu Orell

Velimatti Leinonen

## MERITAIMENEN (*SALMO TRUTTA* M. *TRUTTA*) RADIOTELEMETRIASEURANTA TENOJOESSA 2011–2012

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää meritaimenen vaelluskäyttäytyminen ja taimenien levittäytyminen Tenojoen vesistössä. Opinnäytetyössä tarkastellaan Tenojoen vesistössä vuonna 2011 radiotelemetrialähtettimin merkittyjen taimenten (*Salmo trutta*) liikkeitä. Opinnäytetyö liittyy Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen hankkeeseen ”Voisiko Tenojoen kalastuskautta pidentää? Meritaimenen biologia ja taimenkantojen hyödyntämismahdollisuudet”.

Tutkimusalueena oli koko Tenojoen vesistö. Alueen koko riippui seurattavien taimenten liikkeistä. Taimenten pyynti ja merkintä suoritettiin 20.5.2011–15.9.2011. Pyyntijakson aikana merkittiin radiolähtettimin 43 taimenta. Seurannassa käytettiin kymmentä kiinteää seuranta-asemaa, käsipaikannusta sekä autopaikannusta. Seurannasta koottu aineisto auttaa ymmärtämään meritaimenen liikkeitä eri vuodenaikoina Tenojoen vesistössä.

Tuloksista käy ilmi, että meritaimenen vaelluskäyttäytyminen eroaa paljon paremmin tunnetusta lohen (*Salmo salar*) vaelluskäyttäytymisestä. Aineiston perusteella voi havaita meritaimenen vuodenkierrossa kaksi tärkeää vaellushuippua, joista toinen tapahtuu keväisin ja toinen syksyisin. Vaelluksissa on havaittavissa kahdentyyppistä liikettä: ylävirtaan kohti lisääntymis- ja talvehtimisalueita sekä alavirtaan kohti syönnös- ja talvehtimisalueita.

ASIASANAT: Meritaimen, radiotelemetria, Tenojoki, vaelluskäyttäytyminen, kalastuskausi

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree programme of fisheries and environmental care

2013 | 48 pages

Instructors: Arto Huhta ja Panu Orell

Velimatti Leinonen

## RADIO TELEMETRY TRACKING OF SEA TROUT (*SALMO TRUTTA* M. *TRUTTA*) IN THE RIVER TENØ IN 2011-2012

This thesis studies the movement of trout (*Salmo trutta*) marked with radio tags in 2011 in the the River Teno. The thesis is a part of the Finnish Game and Fisheries Research Institute project "*Could the fishing season be continued in the River Teno? Sea-trout biology and exploitation possibilities*". The objective of the thesis is to clarify the sea trout migration behaviour and dispersal in the River Teno.

The study area covered the whole River Teno water system depending on movement of the tagged sea trout. Catching and tagging of fish took place between 20.5.2011–15.9.2011. During the catching period 43 trout were tagged with radio transmitters. In the tracking of the tagged trout ten fixed automatic tracking stations operating all year round as well as weekly manual tracking were used. The tracking data helps to understand the sea trout migration behavior and movements during different seasons in the River Teno.

The results show that the sea trout migration behaviour differs a lot from the much better known migration behaviour of Atlantic salmon (*Salmo salar*). Two important migration peaks of sea trout can be observed from the data, one of which takes place in the spring and the other in the autumn.

During the migrations two kinds of movement can be observed: towards upper parts of the river to the breeding and wintering areas and towards lower parts of the river to the feeding and wintering areas.

KEYWORDS: Sea trout, radiotelemetry, Teno River, migration behavior, fishing season

# SISÄLTÖ

<b>1</b>	<b>JOHDANTO</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>TAIMEN (SALMO TRUTTA)</b>	<b>10</b>
2.1	Meritaimen ( <i>Salmo trutta</i> m. <i>trutta</i> )	10
2.2	Taimen Tenojoessa	11
<b>3</b>	<b>TUTKIMUSALUE</b>	<b>14</b>
<b>4</b>	<b>TUTKIMUSMENETELMÄT</b>	<b>17</b>
4.1	Telemetry	17
4.2	Taimenten pyynti ja merkintä	17
4.3	Merkittyjen taimenten seuranta	21
<b>5</b>	<b>TULOKSET</b>	<b>23</b>
5.1	Jokisuulla merkittyjen taimenten levittäytyminen	23
5.1.1	Tenojoen alajuoksulla talvehtineiden taimenten liikkeet	24
5.1.2	Pitkän matkan vaeltajien liikkeet	24
5.2	Ylä-Tenolla ja Akujoessa merkittyjen taimenten levittäytyminen	29
5.2.1	Ylä-Tenolla merkittyjen kalojen liikkeet	29
5.2.2	Akujoessa merkittyjen kalojen liikkeet	31
5.3	Radiomerkittyjen taimenten kuolleisuus	32
5.3.1	Kalastuskuolleisuus	33
<b>6</b>	<b>TULOSTEN POHDINTA</b>	<b>34</b>
6.1	Taimenten vaelluskäyttäytyminen ja levittäytyminen	34
6.1.1	Taimenten talvehtimisalueet	36
6.1.2	Talvehtimisen jälkeen nousuvaellusta jatkaneet taimenet	37
6.2	Taimenten saaliiksi jäännin todennäköisyys	38
6.3	Veden virtaaman vaihtelun merkitys vaelluskäyttämiseen	40
6.4	Kalastuskauden pidentämiseen vaikuttavat tekijät	41
6.5	Tutkimuksen virhelähteet ja ongelmat	43
<b>7</b>	<b>KIITOKSET</b>	<b>45</b>
	<b>LÄHTEET</b>	<b>46</b>

## KUVAT

Kuva 1. Tenojokisuulta saaliiksi saatu meritaimen.	11
Kuva 2. Tenojoen alaosaa.	13
Kuva 3. Meritaimenen levinneisyys Tenojoen vesistössä.	13
Kuva 4. Tenojoen valuma-alue sekä tässä tutkimuksessa käytetyt taimenten pyyntialueet.	15
Kuva 5. Nuolimerkki ja radiolähttimet.	19
Kuva 6. Merkintäpöytä varusteineen kenttäolosuhteissa.	20
Kuva 7. Taimenten käsipaikannusta Tenojoen rannalla.	22
Kuva 8. Kiinteät paikannusasemat tutkimusjaksolla 2011–2012.	22
Kuva 9. Vuonna 2011 merkittyjen taimenten talvehtimisalueet.	25

## KUVIOT

Kuvio 1. Jokisuulla vuonna 2011 radiolähttimin merkityt 30–40 cm pitkät taimenet (n=8) ja niiden liikkeet aikavälillä 1.7.2011–31.8.2012.	26
Kuvio 2. Jokisuulla vuonna 2011 radiolähttimin merkityt 40–50 cm pitkät taimenet (n=7) ja niiden liikkeet aikavälillä 1.7.2011–31.8.2012.	27
Kuvio 3. Jokisuulla vuonna 2011 radiolähttimin merkityt yli 50 cm pitkät taimenet (n=5) ja niiden liikkeet aikavälillä 1.7.2011–31.8.2012.	28
Kuvio 4. Vuonna 2011 Ylä-Tenon pääuomassa radiolähttimin merkittyjen taimenten (n=4) liikkeet aikavälillä 1.7.2011–31.8.2012.	30
Kuvio 5. Sivujoessa (Akujoki) vuonna 2011 radiolähttimin merkittyjen taimenten (n=3) liikkeet aikavälillä 1.7.2011–31.8.2012.	32
Kuvio 6. Meritaimensaaliin (kpl) ajoittuminen kesän aikana Tenojoessa Suomen ja Norjan puolella yhdessä vuosina 1975–2008..	39
Kuvio 7. Tenojoen virtaaman nousun vaikutus meritaimenten kevätvaellukseen alkamiseen.	41

## TAULUKOT

Taulukko 1. Tenojoen valuma-alueen maankäyttö (muokattu) (Lapin ELY 2011).	16
Taulukko 2. Talvehtimisen jälkeen 2012 ylävirtaan vaellusta jatkaneiden taimenten ikätaulukko.	38

## KÄYTETTY SANASTO

Anadrominen	Kala, joka lisääntyy mereen laskevissa joissa, ja jonka syönnösvaellus tapahtuu meressä (Kallio-Nyberg 2002 s.3).
Joki-ikä	Aika, jonka taimen on viettänyt joessa.
Meri-ikä	Aika, jonka taimen on viettänyt suolaisessa vedessä.
Oligotrofinen	Niukkaravinteinen (Pohjois-Pohjanmaan ELY 2011).
Populaatio	Saman lajin yksilöt, jotka elävät tietyllä alueella ja lisääntyvät keskenään (Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2009).
PPM	<i>Parts per minute</i> , radiolähettimien signaalien pulssitaajuuden muoto. (Advanced Telemetry System 2012, s. 15).

Smolttiutuminen	Lohessa ja taimenessa tapahtuva fysiologinen muutos joesta mereen tapahtuvan vaelluksen aikana. (Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2009).
Subarktinen	Arktisten alueiden ja pohjoisen lauhkean vyöhykkeen välinen (MOT kielitoimiston sanakirja 2012).

# 1 JOHDANTO

Tenojoen vesistö on yksi maailman tärkeimmistä Atlantin lohen (*Salmo salar*) lisääntymisalueista, mutta myös meritaimenen (*Salmo trutta* m. *trutta*) merkittävä elinalue. Kotitarve- ja virkistyskalastajien vuotuiset yhteenlasketut lohisaaliit ovat parhaillaan 250 tonnia, mikä on noin 20 % kaikkien Euroopan lohijokien yhteissaaliista (Niemelä 2004, 21). Meritaimenen keskimääräinen vuotuinen saalis Tenojoesta on 4 tonnia, joka on kilomääräisesti verraten pieni lohisaaliisiin suhteutettuna, mutta kappalemääräisesti varsin huomattava. Meritaimensaalis koostuu lähes täysin lohenkalastuksen sivusaaliista. Tenojoen kalastussäännöt sallivat kalastuksen paikkakunnalla vakituisesti asuville 20.5–31.8. ja ulkopaikkakuntalaisille 1.6.–20.8. ajalla. Näiden kahden ja puolen kuukauden aikana Tenojoella käy 8 000–10 000 ulkopaikkakuntalaista kalastusmatkailijaa. Näin ollen kalastusmatkailu on alueella asuville merkittävä elinkeino. (Orell & Erkinaro 2011.)

Napapiirin eteläpuoliset taimenkannat on Suomessa määritetty erittäin uhanalaisiksi ja napapiirin pohjoispuoliset kannat silmälläpidettäviksi (Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2011). Taimenkantojen tilan seuranta ja aktiivinen tutkimustoiminta on tärkeää, jotta taimenkantojen tilaa voidaan parantaa ja ylläpitää.

Tenojoen vesistöalueella aktiivista vaelluskalatutkimusta on tehty jo 40 vuoden ajan, mutta tutkimus on kohdistunut pitkälti loheen. Vesistön meritaimenkannasta ja erityisesti taimenten vaellus- ja kutukäyttäytymisestä on verraten niukasti luotettavaa tutkimustietoa (Orell & Erkinaro 2011).

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan Tenojoen vesistössä vuonna 2011 radiotelemetrialähettimin merkittyjen taimenten vaelluskäyttäytymistä ja levittäytymistä. Opinnäytetyö on osa Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen hanketta ”*Voisiko Tenojoen kalastuskautta pidentää? Meritaimenen biologia ja taimenkantojen hyödyntämismahdollisuudet*”.



Hanke jakautuu kolmeen osaan:

- I. Tenojoen meritaimenkannan tila ja taimensaaliit: Tenojoen vaelluskantojen pitkäaikaisseurannassa kerättyjen aineistojen yhteenveto.
- II. Meritaimenen vaelluskäyttäytyminen ja taimenien levittäytyminen Tenojoen vesistöissä
- III. Meritaimenen kalastusta syyskuussa: miten, missä ja milloin?

Opinnäytetyön tavoitteena on saada vastauksia hankkeen kohtaan II: Meritaimenen vaelluskäyttäytyminen ja taimenien levittäytyminen Tenojoen vesistöissä. Tähän selvitykseen kuuluvat mm.

- taimenten liikkuminen eri vuodenaikoina Tenojoessa
- vaellukseen vaikuttavat tekijät
- talvehtimisalueille siirtyminen
- syönnös- sekä lisääntymisalueille suuntautuvat vaellukset.

## 2 TAIMEN (*SALMO TRUTTA*)

Taimen (*Salmo trutta*) kuuluu luukaloihin (*Osteichthyes*), lahkoon lohikalat (*Salmoniformes*), heimoon lohet (*Salmonidae*) ja alaheimoon *Salmoninae* (Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2011). Laji tunnetaan kolmena ekologisena rotuna: meritaimen (*Salmo trutta* m. *trutta*), järvitaimen (*Salmo trutta* m. *lacustris*) ja purotaimen (*Salmo trutta* m. *fario*). Taimenen levinneisyysalueena voi pitää lähes koko Eurooppaa, Länsi-Aasiaa ja pohjoisinta Afrikkaa. Ihmisen toimesta taimenta on siirtoistutettu Pohjois- ja Etelä-Amerikkaan, Etelä-Afrikkaan, Australiaan sekä Uuteen-Seelantiin. Suomessa taimenta tavataan koko maan alueella. (Lehtonen 2006, 197–201.) Suomessa luonnonkudussa syntyvien taimenkantojen tila on heikko. Meritaimen on määritelty äärimmäisen uhanalaiseksi. Sisävesikantojen tila on määritelty kahteen osaan: napapiirin eteläpuoliset taimenkannat ovat erittäin uhanalaisia ja napapiirin pohjoispuoliset kannat silmälläpidettäviä. (Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2011.)

### 2.1 Meritaimen (*Salmo trutta* m. *trutta*)

Meritaimen on anadrominen vaelluskala, ja vaelluskäyttäytymisellään se eroaa muista taimenroduista (Kallio-Nyberg 2002, 3). Meritaimenpopulaatiossa on keskenään erilaisia muotoja. Tutkimusten perusteella on saatu selville, että esimerkiksi meritaimenen jälkeläisistä osa voi viettää koko elämänsä joessa, järvessä tai purossa (Lehtonen 2006, 201).

Taimen on syyskutuinen kala, ja sen lisääntyminen ajoittuu maassamme pääosin syys-marraskuulle. Yksinkertaisesti jaoteltuna Pohjois-Suomessa kutu alkaa aiemmin kuin Etelä-Suomessa (Halonen 2003, 49). Naaras laskee kutusoraikkoon keskimäärin 1 000 mätimunaa painokiloa kohden. Mäti kehittyy soraikon suojassa talven yli (Lehtonen 2006, 198), kunnes huhti-toukokuun

aikoihin mätimunista kuoriutuu ruskuaispussivaiheen taimenia. Koko talven ja kevään aikana sekä mäti että vastakuoriutuneet poikaset ovat hyvin alttiita predaatiolle sekä vedenlaadun muutoksille (Van Der Meer ym. 2010, 5).

Ruskuaispussin ravinnon käytettyään taimen alkaa syödä eläinplanktonia ja hyönteisiä. Jokipoikasvaiheessa, joka kestää yleensä 2–5 vuotta, ravintoon kuuluvat edellä mainittujen lisäksi pohjaeläimet sekä pikkukalat. (Lehtonen 2006, 198–199). Tenojoen taimenten jokipoikasvaihe on huomattavasti pitempi, 3–9 vuotta (Niemelä ym. 2012, 4). Smolttiutumiseen asti meritaimen elää joessa, kunnes vaeltaa mereen syönnökselle (Kallio-Nyberg 2002, 3). Smolttiutumisen aikana taimenen väritys muuttuu hopeanhohtoiseksi (kuva 1), ja taimenet alkavat muodostaa parvia. Mereen siirryttyään taimenen kalaravinnon osuus kasvaa, mikä vaikuttaa suoraan myös kasvun nopeutumiseen. (Lehtonen 2006, 199.)



Kuva 1. Tenojokisuulta saaliiksi saatu meritaimen.

## 2.2 Taimen Tenojoessa

Taimenta esiintyy laajalti Tenon vesistön alueella, niin Tenon pääuomassa, sivujoissa kuin pienissä latvapuroissakin (kuva 3). Taimenen merkittävimmät kutu- ja poikastuotantoalueet sijoittuvat Tenojoen sivujokiin ja näihin laskeviin pieniin puroihin. Tenon pääuomassa poikastiheydet ovat sitä vastoin verraten

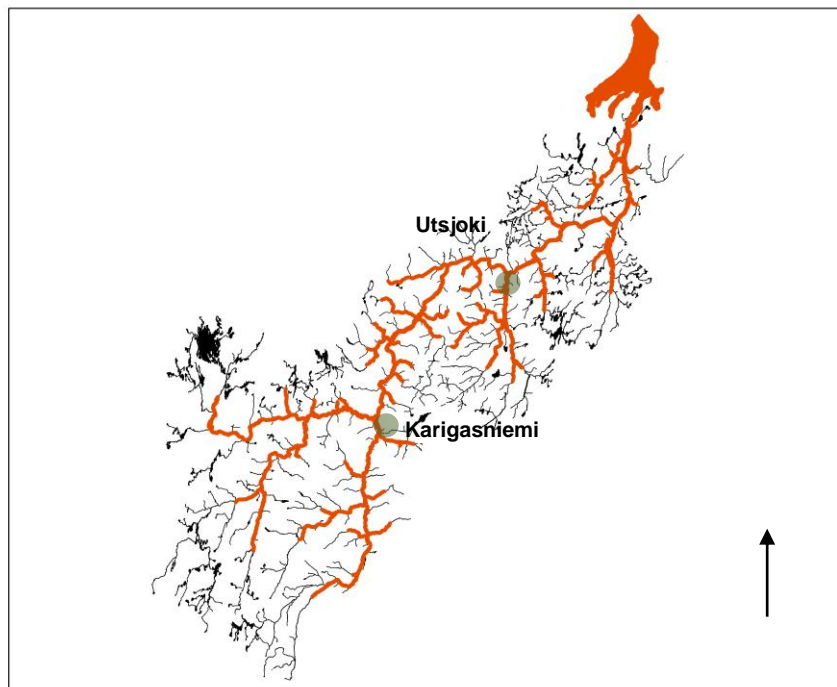
alhaiset. Todennäköisesti Tenojoen vesistössä on lohikantojen tapaan useita geneettisesti toisistaan erilaistuneita taimenkantoja. (Niemelä ym. 2012, 3–7).

Sähkökalastustulosten perusteella Tenojoen meritaimenpopulaatiot ovat riippuvaisia sivujokien ja purojen poikastuotannosta. Osa sivujokien ja purojen taimenista ei vaella merelle, vaan jää ns. ”purotaimeniksi”, ja ne lisääntyvät jo pienikokoisina (10–20 cm:n pituisina). Merivaellukselle lähtevät yksilöt smolttiutuvat noin 15–30 cm:n pituisina. Smoltti-iän ja koon eroihin vaikuttavat muun muassa taimenen elinalueiden lämpötila- ja ravinto-olosuhteet. (Niemelä ym. 2012, 6).

Smolttiutuneet taimenet vaeltavat Tenojoen alaosaan (kuva 2) ja liikkuvat nousu- ja laskuveden vaihtelun mukaan useiden kilometrien alueella syönnöstäen pääasiassa tuulenkalaa. Lisäksi ravintoon kuuluu jossain määrin villakuoreita, äyriäisiä ja virran mukana ajelehtivia hyönteisiä. Tenojoen vieressä sijaitsevan Tenovuonon sivuhaaran Julefjordin tiedetään myös olevan Tenojoen taimenen elinaluetta. Kutemattomien meritaimenten merivuodet vaihtelevat 0+ – 7+ vuoden välillä. Talvella vuonon merivesi voi viilentyä alle 0 °C:n, jolloin suurin osa meritaimenista talvehtii Tenojoessa. Talvehtimisen jälkeen osa taimenista palaa syönnöstämään jokisuulle tai Tenovuonoon, ja osa jatkaa vaellusta ylävirtaan kohti lisääntymisalueita. (Niemelä ym. 2012, 4–5.)



Kuva 2. Tenojoen alaosa.

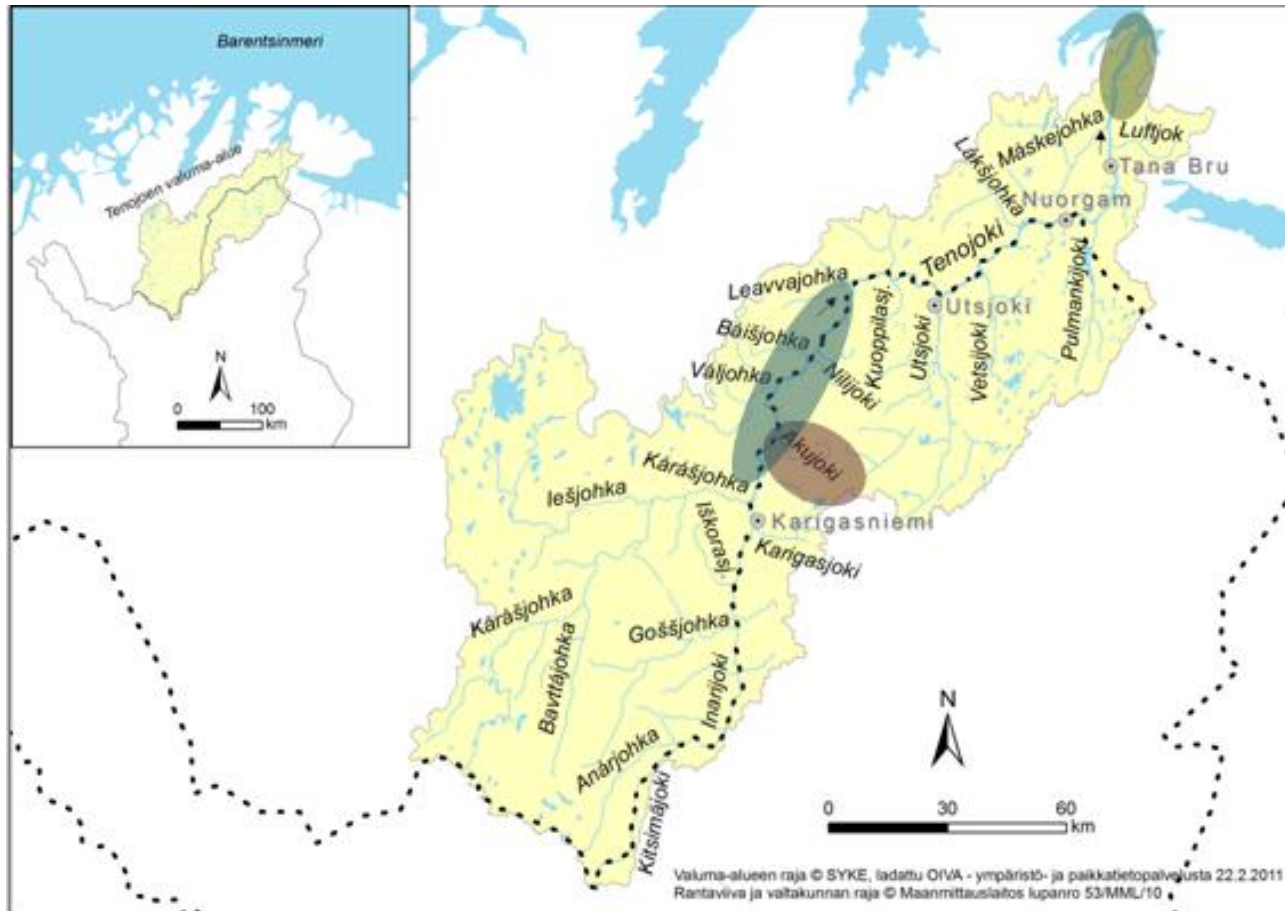


Kuva 3. Meritaimenen levinneisyys Tenojoen vesistössä. (Niemelä ym. 2012, 6).

### 3 TUTKIMUSALUE

Tutkimusalueena oli koko Tenojoen vesistö, riippuen seurattavien taimenten liikkeistä. Taimenten pyyntiä varten joki jaoteltiin kolmeen osaan: Ylä-Teno eli Tenojoki Utsjokisuusta ylävirtaan, sivujoki (Akujoki) sekä jokisuu (Tenojokisuu–Kaldbaknes).

Tenojoki muodostaa yhdessä sivujokensa Inarijoen kanssa 288 kilometriä pitkän Norjan ja Suomen rajaosuuden (Vesihallitus 1980). Itse Tenojoki on 206 km pitkä (Niemelä ym. 1999, 126) subarktinen, oligotrofinen joki, ja yhdessä sen sivujoet, purot sekä pääväylä muodostavat yli tuhatkilometrisen jokijakson (Sivonen 2006, 4). Tenojoen valuma-alueen pinta-ala on 16 386 km<sup>2</sup> (kuva 4), josta Suomen puolella sijaitsee 5 080 km<sup>2</sup> (31 %) (Niemelä ym. 1999, 126). Suomen puolen valuma-alueesta on metsämaata, avoimia kankaita ja kalliomaata 4 561 km<sup>2</sup> (90 %) ja kosteikkoa ja avosoita 305 km<sup>2</sup> (6 %) (taulukko 1) (Lapin ELY 2011, 5). Tenojoki sivujokineen virtaa viiden kunnan alueella: Suomen puolella Utsjoen ja Inarin kuntien alueella sekä Norjan puolella Kaarasjoen, Tanan sekä Kautokeinin kuntien alueella (Lapin ympäristökeskus 2006).



Kuva 4. Tenojoen valuma-alue sekä tässä tutkimuksessa käytetyt taimenten pyyntialueet. Vihreällä soikiolla on merkitty Tenojokisuun pyynti-alue, sinisellä Ylä-Tenon ja punaisella sivujoen eli Akujoen pyynti-alue. (Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2012, muokattu.)

Taulukko 1. Tenojoen valuma-alueen maankäyttö (Lapin ELY 2011, muokattu).

Maa	Maankäyttö	Pinta-ala (ha)	%
Suomi	Metsät sekä avoimet kankaat ja kalliomaat	460853	89,79
	Kosteikot ja avoimet suot	32590	6,35
	Vesialueet	17958	3,5
	Rakennetut alueet	1404	0,27
	Maatalousalueet	471	0,09
	<b>Suomen puoli yhteensä</b>	<b>513276</b>	<b>100</b>
Norja	Metsät	552022	49,2
	Vuoristot	310682	27,7
	Suot	127850	11,4
	Vesialueet	53219	4,7
	Maatalousalueet	3501	0,3
	Taajama-alueet	141	0
	Jäätiköt	0	0
	<b>Norjan puoli yhteensä</b>	<b>1026552</b>	<b>93,3</b>

Tenojoen vesistö on monimuotoinen ja pitää sisällään niin karuja jäätikköjokia kuin pohjaeläimistöltään rikkaita reheviä puroja (Niemelä ym. 2012, 3–7). Tenojoen vesistössä tavattavat kalalajit ovat Atlantin lohi (*Salmo salar* L.), taimen (*Salmo trutta* L.), harjus (*Thymallus thymallus* L.), nieriä (*Salvelinus alpinus* L.), siika (*Coregonus spp.*), mutu (*Phoxinus phoxinus* L.), kolmipiikki (*Gasterosteus aculeatus* L.), kymmenpiikki (*Pungitius pungitius* L.), hauki (*Esox lucius* L.), ahven (*Perca fluviatilis* L.), made (*Lota lota* (L.)), ankerias (*Anguilla anguilla* L.), kampela (*Platicthys flesus* L.), kivisimppu (*Cottus gobio* L.), idännahkiainen (*Lampetra japonica* (Martens)), kyttyrälohi (*Oncorhynchus gorboscha* (Walbaum)) ja koiralohi (*Oncorhynchus keta* (Walbaum)). (Niemelä ym. 1999, 126).



## 4 TUTKIMUSMENETELMÄT

### 4.1 Telemetry

Tutkimusaineisto kerättiin radiotelemetryn avulla. Telemetryllä tarkoitetaan tiedon siirtoa radioaaltoina tai akustisena ultraääniaaltona eläimeen asennetun lähettimen ja signaaleja tunnistavan laitteen välillä. Kalantutkimuksessa telemetryä on kokeiltu jo 1950-luvulla, mutta vasta 1990-luvulta alkaen telemetryn käyttö on ollut aktiivista johtuen lähetin- ja vastaanotintekniikoiden kehityksestä. Radiolähettimen ero ultraääniaaltoa lähettävään lähettimeen on paikannusetaisyys. Hyvissä olosuhteissa, joissa on vain vähän maastosta johtuvia katvealueita, radiolähettimellä varustettu kala voidaan paikantaa maalta käsin kilometrien päästä. Kala, joka on varustettu ultraääniaaltoa lähettävällä lähettimellä, voidaan paikantaa vain veteen laitettavalla hydrofonilla, jolloin kuuluvuus on muutamia satoja metrejä. Ultraääniaaltolähettimet välittävät tietoa myös suolaisessa vedessä, jossa radioaaltolähettimien tiedonsiirto häviää. (Erkinaro & Karppinen 2004, 33.)

Virtavesissä tapahtuvat kalanpaikannukset voidaan jakaa kahteen eri luokkaan, suoriin ja epäsuoriin. Suorat menetelmät ovat paikannuksia, joissa kala havaitaan omassa habitaatissaan tarkasti esim. sukeltaessa tai videokameraa käytettäessä. Telemetryseuranta lukeutuu epäsuoriin paikannusmenetelmiin. Siinä kala paikannetaan laitteen avulla, ja tällöin paikannus kalan olinpaikasta ei ole yhtä tarkka kuin suorissa menetelmissä. (Huusko ym. 2003.)

### 4.2 Taimenten pyynti ja merkintä

Taimenten pyynti merkintää varten tapahtui kahdella aikavälillä. Kevätjakson aikana 20.5.2011–20.6.2011 pyydettiin Ylä-Teno ja sivujoki, ja kesä-syysjakson aikana 7.7.2011–15.9.2011 jokisuu ja sivujoki. Tavoitteena oli merkata noin 70 taimenta koko pyyntijakson aikana. Pyrkimyksenä oli saada otokseen hyvin

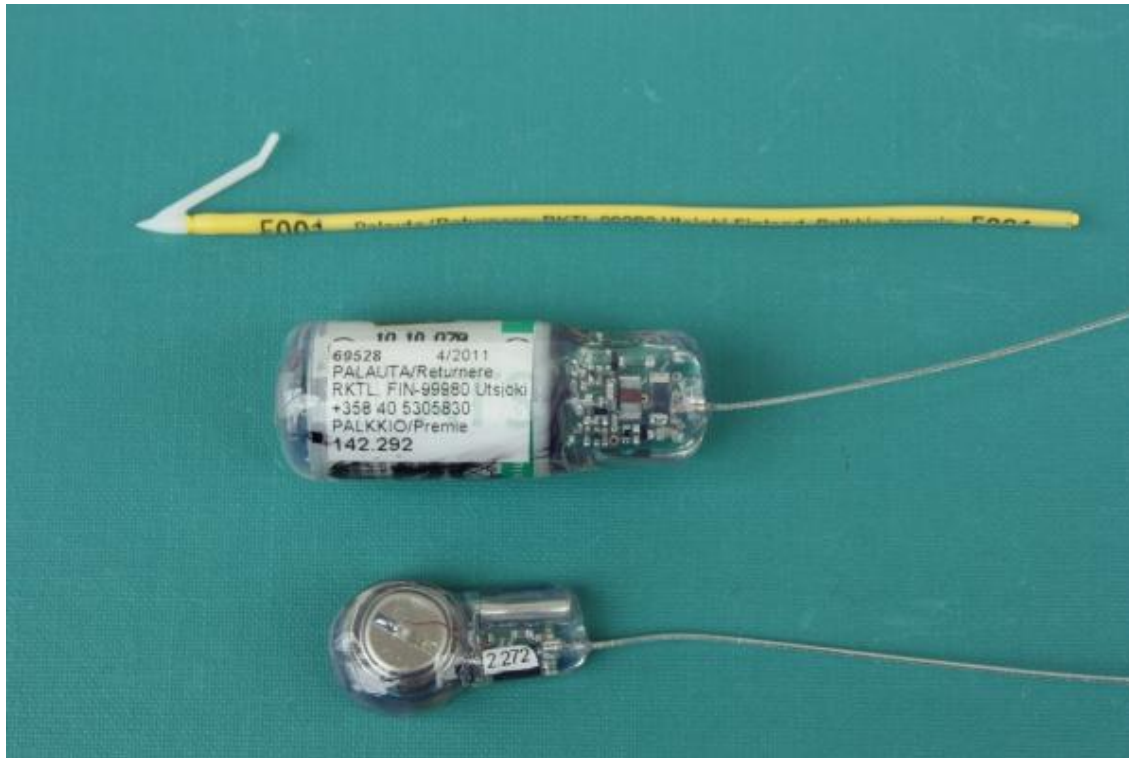
laaja kokokategoria, painottaen kuitenkin yli 40 cm pitkiä taimenia, jotta merkittävien taimenten joukossa olisi myös tutkimuksellisesti riittävä määrä kutukypsiä kalayksilöitä.

Ylä-Tenon pyynnit tapahtuivat kuuden paikallisen vapaa-ajankalastajan voimin. Kevään pyynneistä saatiin radiolähetinmerkatuksi 7 taimenta, joiden keskikoko oli 53,4 cm. Kesä-syysjakson tuloksena oli 36 taimenta, joiden keskikoko oli 45,3 cm. Pyydystetyistä taimenista kelpuutettiin merkittäväksi vain vapavälinein pyydetty taimenet, sillä tämä minimoi kalaan kohdistuvan vaurion pyyntihetkellä. Jokaiselle kalastajalle oli toimitettu venelaatikko ja sumppu, ja kalastajia oli opastettu käsittelemään kalaa mahdollisimman hellävaraisesti. Heti saatuaan kalan kalastajan tuli asettaa se vedellä täytettyyn venelaatikkoon, jonka jälkeen kala toimitettiin nopeasti sumppuun. Kalat pyrittiin saamaan markatuksi muutamien tuntien sisällä pyyntitapahtumasta.

Merkinnästä vastasi RKT:n henkilökunta. Taimenet siirrettiin sumpusta 50 litran saaviin, jossa oli 20 litraa vettä ja nukutusaineena toimiva puskuroitu MS-222-liuos (100 mg/l). Veteen tuli happipullosta jatkuva hapetus, joka aloitettiin jo ennen kalan nostoa saaviin. Kalan nukahtaminen kesti noin kaksi minuuttia, jolloin elintoimintojen hidastuttua se kääntyi selälleen.

Nukutettu kala nostettiin merkintäpöydälle mittakaukaloon (kuva 6), jonka jälkeen kalasta mitattiin pituus ja otettiin suomunäyte iänmäärittämistä (joki- ja meri-ikä) sekä geneettistä tutkimusta varten. Lisäksi kalan selkävän tyveen laitettiin nuolimerkki. Tämän jälkeen kala nostettiin leikkauskouruun vatsapuoli ylöspäin, jolloin kalan ja kourun välissä pidettiin märkää pyyhettä, jotta välttyttäisiin limapinnan vaurioilta. Leikkauskourussa kalan vatsaonteloon tehtiin viilto kirurginveitsellä ja asennettiin yksilökohtaisella radiotaajuudella varustettu radiolähetin (Valmistaja: Advanced Telemetry Systems, ATS). Käytössä oli 3,4 gramman F1580- sekä 14 gramman F1835-radiolähettä (kuva 5), joista pienemmät lähettimet asennettiin alle 43 cm:n pituisiin taimeniin. Valmistajan suosituksena on, että lähettimen paino ei saisi ylittää yli 3 % kalan painosta. Merkin asentamisen jälkeen leikkaushaava suljettiin 1–2 tikillä, ja kala siirrettiin sumppuun, jossa sitä elvytettiin muutama minuutti. Elvytys tapahtui kalan

pyrstön tyveltä ja rintaevien seudulta kiinni pitäen ja liikuttaen kalaa edestakaisin virran suuntaisesti. Kalan kiduskansia tuli seurata, että ne liikkuivat, jolloin kala pystyi puhdistamaan elimistöstään nukutusaineet. Kalan oltua sumpussa noin 30 minuuttia se oli valmis vapautukseen.



Kuva 5. Nuolimerkki ja radiolähettimet (ylempänä ATS F1835 ja alempana ATS F1580). Kuva: Timo Kanninen.



Kuva 6. Merkintäpöytä varusteineen kenttäolosuhteissa.

### 4.3 Merkittyjen taimenten seuranta

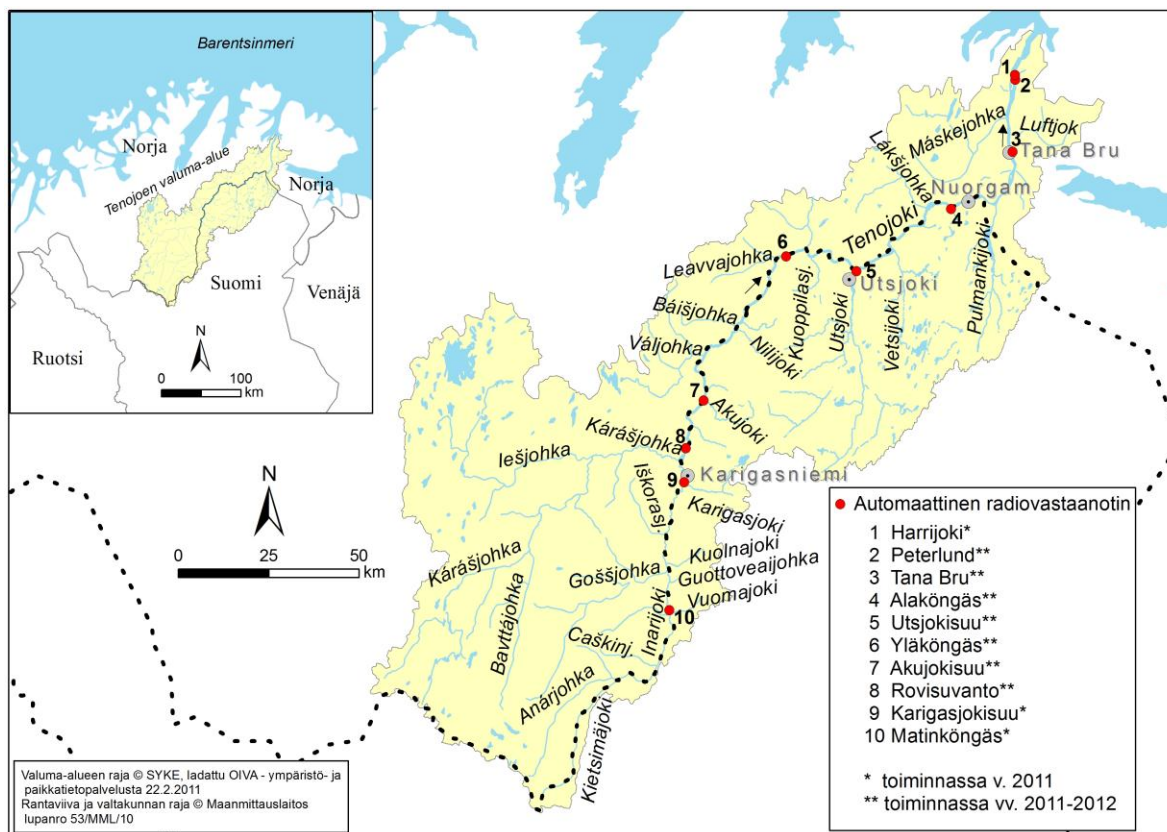
Radiomerkittyjen taimenen seurannassa käytettiin vuonna 2011 kahdeksaa kiinteää seuranta-asemaa, joiden lisäksi vuonna 2012 pystytettiin kaksi uutta kiinteää seuranta-asemaa (kuva 8). Laitteistona käytettiin ATS:n R4500S-radiovastaanotinta, joihin oli kytketty kaksiosainen, noin 2,5 metriä pitkä 9-elementtinen Yagi-antenni. Kiinteät seuranta-asemat pystytettiin keväällä 2011 ennen taimenten pyyntien aloitusta. Yhtä asemaa lukuun ottamatta kaikki asemat olivat kytkettynä verkkovirtaan. Syksyyn mennessä viimeinenkin asema oli siirretty verkkovirtaan. Näin välttyimme tilanteelta, että laitteen virransaanti lakkaisi kovien talvipakkasten aikana. Muuten sähkökatkoista tai muista häirttekijöistä koituvat virransaantiongelmrat pystyttiin pääosin ohittamaan laitteen omalla varavirtalähteellä.

Seurantalaitteistot tallensivat automaattisesti dataa, jos ne havaitsivat radiolähtetimen tuottaman radiosignaalin. Laite tallensi lähtetimen tarkat aikatieot ja signaalin voimakkuuden, ja laitteen tallentama data koottiin noin kaksi kertaa viikossa Excel-taulukkoon. Lisäksi käytössä oli manuaalisiin käsipaikannuksiin tarkoitettu ATS:n R4000-radiovastaanotin. Autosta tapahtuvan paikannuksen aikana laite oli kytketty noin 1,5 metriä pitkään 6-elementtiseen antenniin, ja käsipaikannuksessa laitteeseen kytkettiin 3-elementtinen, noin metrin pituinen käsiantenni (kuva 7). Manuaaliset paikannukset pyrittiin tekemään 2–3 kertaa viikossa. Tällä tavoin pystyimme yhdistämään manuaalipaikannuksien ja kiinteiden asemien avulla kerätyt aineistot, ja saimme kattavan tiedon kunkin kalan liikkeistä.





Kuva 7. Taimenten käsipaikannusta Tenojoen rannalla.



Kuva 8. Kiinteät paikannusasemat tutkimusjaksolla 2011–2012 (Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2012).

## 5 TULOKSET

Vuonna 2011 radiolähettimellä varustettujen taimenten (n=43) liikkeistä kerättiin tätä tutkimusta varten aineistoa aikavälillä 27.5.2011–31.8.2012. Lähes kaikkien taimenten kohdalla oli havaittavissa vaellus talvehtimisalueille heinäkuun puolestavälistä syyskuulle ulottuvana ajanjaksona. Tällöin radiotaimenet hakeutuivat pois jokisuun suolaisesta vedestä ja siirtyivät makeaan jokiveteen talvikaudeksi (kuviot 1–5). Jäänpeitteisen ajan (marras–huhtikuu) taimenet olivat hyvin passiivisia, ja liikkuminen rajoittui vain muutaman kilometrin alueelle. Keväällä ja alkukesästä (touko–kesäkuu) taimenissa ilmeni vaellusliikettä kahteen suuntaan: osa liikkui ylävirtaan lisääntymisalueita kohti ja osa jokisuulle syönnökselle (kuviot 1–5). Tuloksien tarkastelussa on otettu huomioon vain liikkeistään aktiiviset taimenet (n=27), joista kaksikymmentä oli merkitty jokisuulla, neljä Tenojoen yläosasta ja kolme Tenojoen sivujoesta Akujoesta.

### 5.1 Jokisuulla merkittyjen taimenten levittäytyminen

Vuoden 2011 heinäkuun puolivälistä syyskuun loppuun jokisuulla oli radiolähettimin merkitty 32 taimenta, joista liikkeiltään aktiivisia oli 20. Näiden kahdenkymmenen tuloksissa huomioon otetun taimenen keskikoko oli 44 cm. Syksyn aikana lähes kaikki jokisuulla merkityt, liikkeiltään aktiiviset taimenet aloittivat vaelluksen ylävirtaa kohden ja sijoituivat talvehtimaan joen mietovirtaisiin suvantoihin (kuviot 1–3). Jokisuulla merkityissä taimenissa havaittiin kahdentyyppistä käyttäytymismallia talvehtimisen suhteen: Tenon alajuoksulla talvehtivat sekä pitkän matkan vaeltajat. Alajuoksulla talvehtineiksi luokiteltiin taimenet, joiden nousuvaellus talvehtimisalueille jäi Tenojoen Alakönkään alapuolelle, alle 68 kilometriä jokisuulta ylävirtaan. Alakönkään yläpuoliselle alueelle talvehtimaan nousseet taimenet luokiteltiin pitkän matkan vaeltajiksi. Alaköngäs on noin 6 kilometriä pitkä koskijakso Nuorgamissa n. 68–74 kilometriä jokisuulta ylävirtaan.

### 5.1.1 Tenojoen alajuoksulla talvehtineiden taimenten liikkeet

Jokisuulla merkityistä liikkeistään aktiivisesta kahdestakymmenestä taimenesta 16 kpl (keskikoko 42 cm) jäi talvehtimaan Tenojoen alajuoksulle. Näiden taimenten talvehtimisalueet sijoittuivat keskimäärin 35 kilometriä (keskihajonta 22 km) jokisuulta ylävirtaan Rustefjelbman-Pulmakin väliselle alueelle (kuva 9).

Alajuoksulla talvehtineista taimenista kymmenen kuudestatoista (63 %) vaelsi takaisin jokisuulle syönnökselle vuoden 2012 touko-kesäkuussa. Samaan aikaan yksi taimen (6 %) aloitti vaelluksen kohti ylävirtaa ja jäi saaliiksi kesken nousuvaelluksen heinäkuun alkupuolella. Loput viisi taimenta (31 %) jäivät talvehtimisalueen lähistöön touko-kesäkuuksi (kuviot 1–3). Kyseiset taimenet liikkuvat joko ala- tai ylävirtaan keskimäärin 13 kilometriä. Näistä taimenista kaksi jäi koko kesän ajaksi samoille alueille ja kolme vaelsi myöhemmin kesällä jokisuulle syönnösalueille. Kesäkuusta heinäkuun puoleenväliin jokisuulla syönnöksellä olleiden taimenten liike oli aktiivista murtovedessä nousu- ja laskuveden vaikutusalueella (kuviot 1–3).

### 5.1.2 Pitkän matkan vaeltajien liikkeet

Pitkän matkan vaeltajia jokisuulla merkityistä aktiivisista 20 taimenista oli 4 kpl (keskikoko 53 cm). Näiden taimenten talvehtimisalueet sijoittuivat keskimäärin 111 kilometriä (keskihajonta 19 km) jokisuulta ylävirtaan, Alakönkään yläpuolelle Utsjoki–Vetsikko-väliselle alueelle (kuva 9).

Joukossa on huomioitu yksi taimen, joka jäi kalastajan pyydykseen elokuun 2011 lopulla Alakönkällä noin 66 km jokisuulta ylävirtaan. Paikannuksiin perustuen taimen käyttäytyi samoin kuin muut kauempana ylävirrassa talvehtineet kalat (kuvio 3).

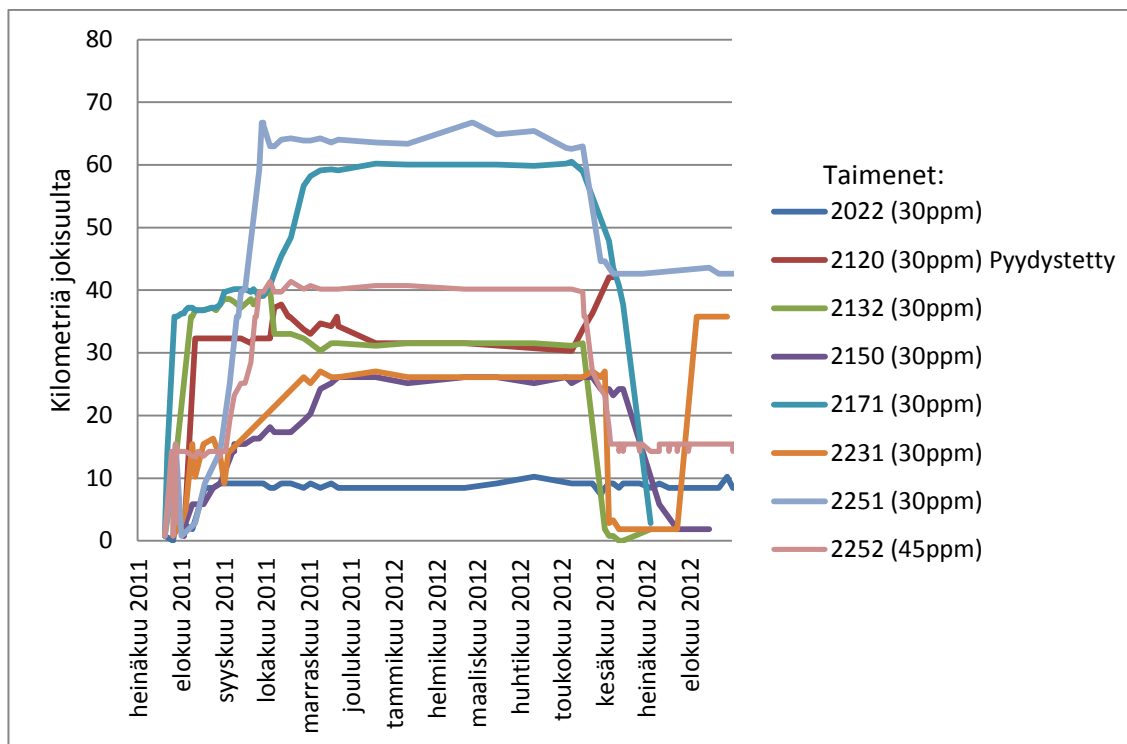
Talvehtimisen jälkeen toukokuussa 2012 radiotaimenista kolme lähti jatkamaan vaellusta ylävirtaan (kuviot 2 ja 3). Näistä kaksi jäi kesken nousuvaelluksen



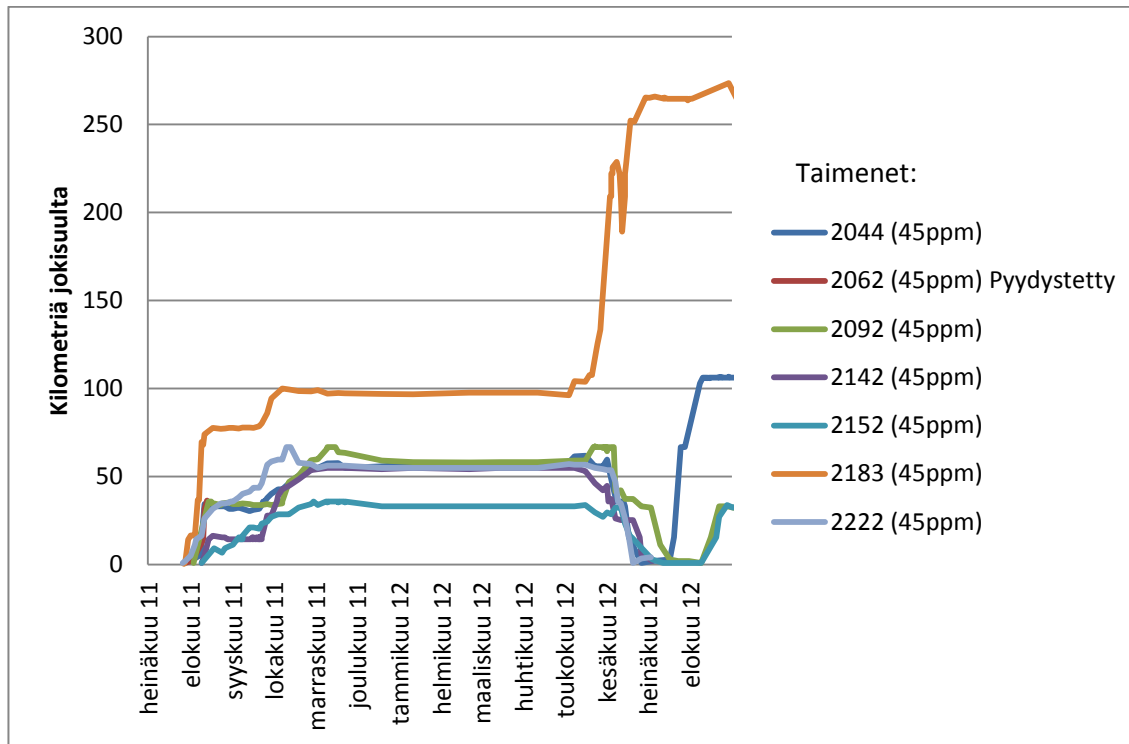
saaliiksi perättäisinä päivinä toukokuun lopulla noin 144–149 kilometriä jokisuulta ylävirtaan sijaitsevalla alueella (Nuvvus–Baadus). Kolmas taimenista vaelsi touko-kesäkuun aikana noin 270 kilometriä jokisuulta ylävirtaan Tenojoen sivujokeen Inarijokeen, Matinkönkään alueelle. Elokuun 2012 lopulla taimenen olinpaikaksi havaittiin Inarijoen sivujoki, Vuomajoki. On hyvin todennäköistä, että taimen kuti kyseiseen sivujokeen, koska se vietti syksyn siellä ja palasi myöhemmin Inarijoen pääuomaan.



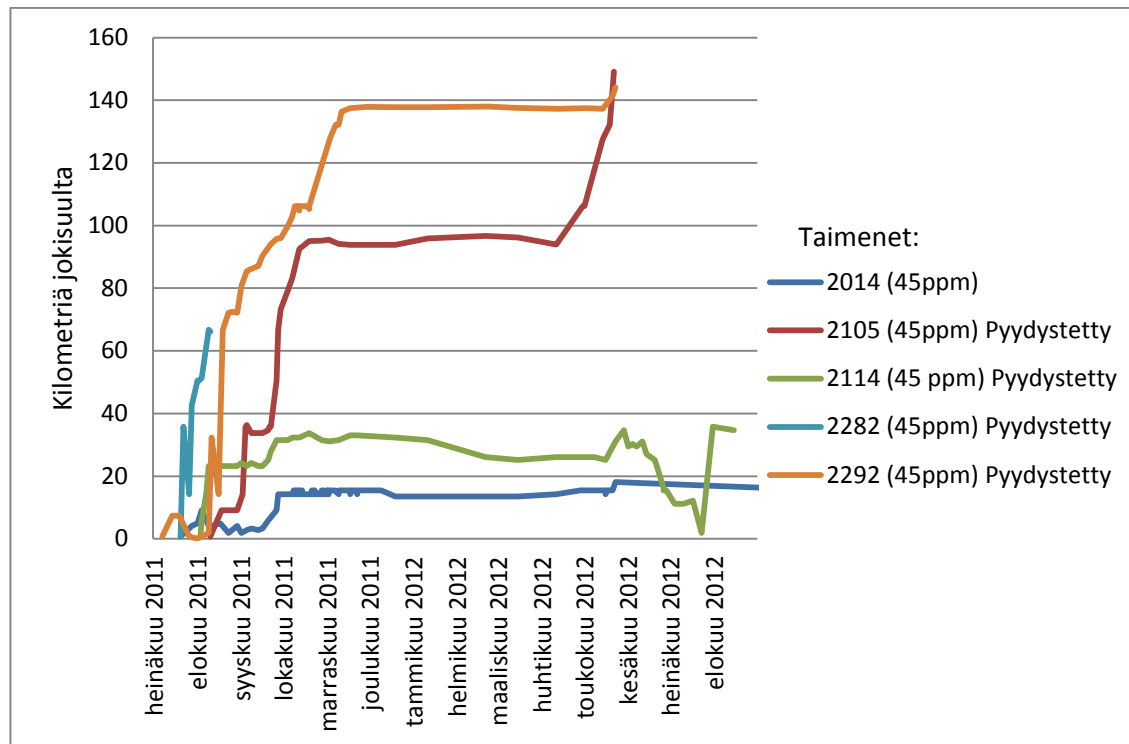
Kuva 9. Vuonna 2011 merkittyjen taimenten talvehtimisalueet. Jokisuulla merkittyjen, Tenojoen alaosaan talveksi jääneiden kalojen talvehtimisalue on merkitty punaisella ja jokisuulta lähteneiden pitkän matkan vaeltajien talvehtimisalue vihreällä. Sinisellä merkityllä alueella talvehtivat Tenojoen yläosassa ja Akujoessa merkityt taimenet.



Kuvio 1. Jokisuulla vuonna 2011 radiolähettimin merkityt 30–40 cm pitkät taimenet (n=8) ja niiden liikkeet aikavälillä 1.7.2011–31.8.2012.



Kuvio 2. Jokisuulla vuonna 2011 radiolähettimin merkityt 40–50 cm pitkät taimenet (n=7) ja niiden liikkeet aikavälillä 1.7.2011–31.8.2012.



Kuvio 3. Jokisuulla vuonna 2011 radiolähettimin merkityt yli 50 cm pitkät taimenet (n=5) ja niiden liikkeet aikavälillä 1.7.2011–31.8.2012.

## 5.2 Ylä-Tenolla ja Akujoessa merkittyjen taimenten levittäytyminen

Vuonna 2011 Ylä-Tenolla Yläkönkään ja Rovisuvannon väliseltä jokiosuudelta sekä alueelle laskevasta sivujoesta (Akujoki) merkittiin 27.5.–7.9. yhteensä 11 taimenta (6 kpl Tenojoen pääuoma, 5 kpl Akujoki). Tuloksien tarkastelussa on otettu huomioon vain liikkeissään aktiiviset taimenet (n=7), joista neljä oli merkitty Tenojoen pääuomasta ja kolme Akujoesta. Näiden seitsemän taimenen keskikoko oli 57 cm.

### 5.2.1 Ylä-Tenolla merkittyjen kalojen liikkeet

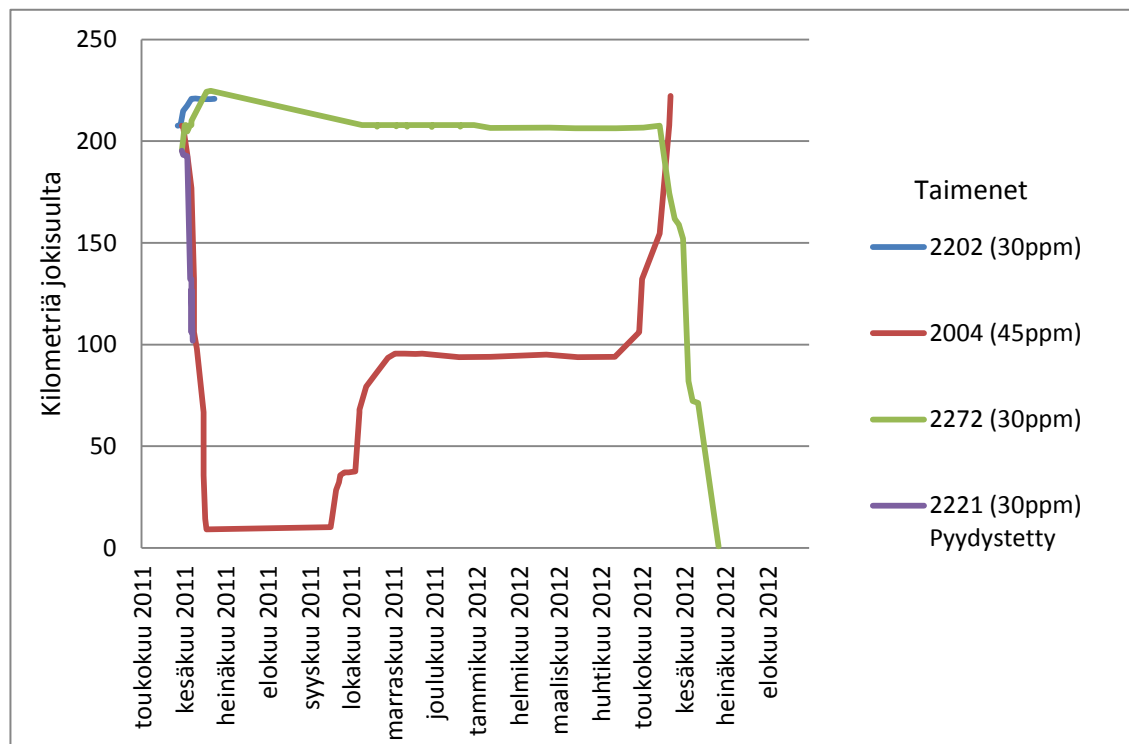
Ylä-Tenolla merkityistä taimenista kaksi neljästä aloitti laskuvaelluksen jokisuulle kesäkuun 2011 aikana. Toinen taimenista jäi saaliiksi kesken vaelluksen kesäkuussa. Oltuaan kesäkauden jokisuulla syönnöksellä toinen taimenista aloitti syyskuun aikana noin 100 kilometriä pitkän vaelluksen talvehtimisalueille ylävirtaan, Suomen ja Norjan yhteiselle rajajokiosuudelle.

Kaksi muuta taimenta lähti vaeltamaan merkitsemispaikalta kohti ylävirtaa kesäkuun aikana. Ne nousivat kesän aikana Tenojoen toiseksi suurimpaan sivujokeen, Inarijokeen. Syksyllä 2011 näissä taimenissa oli havaittavissa vaellus kohti talvehtimisalueita (kuvio 4). Toinen ylävirtaan vaeltaneista taimenista jäi todennäköisesti talvehtimaan Inarijoen sivujokeen Karigasjokeen, sillä taimenesta tehtiin viimeinen paikannushavainto kesäkuun lopulla Karigasjoen suulla noin 220 kilometriä jokisuulta ylävirtaan. Toinen kaloista laskeutui Inarijoesta talvehtimaan Tenojoen pääuomaan Rovisuvannon alueelle noin 210 kilometriä jokisuulta ylävirtaan.

Talvehtimisalueina taimenilla olivat joen mietovirtaiset suvannot. Kaksi pääuomassa talvehtinutta taimenta olivat liikkeissään hyvin passiivisia kuusi kuukautta pitkän jääpeitteisen ajan (marras-huhtikuu), mutta aktivoituivat selvästi kevään tullen (kuvio 4). Toinen kaloista aloitti talvehtimisen jälkeen laskuvaelluksen toukokuun puolessavälissä ja vaeli jokisuulle syönnökselle

kesäkuun loppuun mennessä. Sen jälkeen taimenesta ei ole saatu paikannushavaintoja.

Toinen aloitti huhtikuun lopussa vaelluksen kohti lisääntymisalueita ylävirtaan. Toukokuun lopulla kala paikannettiin Inarijokeen. Seuraavat havainnot kalasta tehtiin vasta tarkastelujakson ulkopuolella syyskuussa 2012 Inarijoen sivujoessa Gosjoessa (Goššjohka).

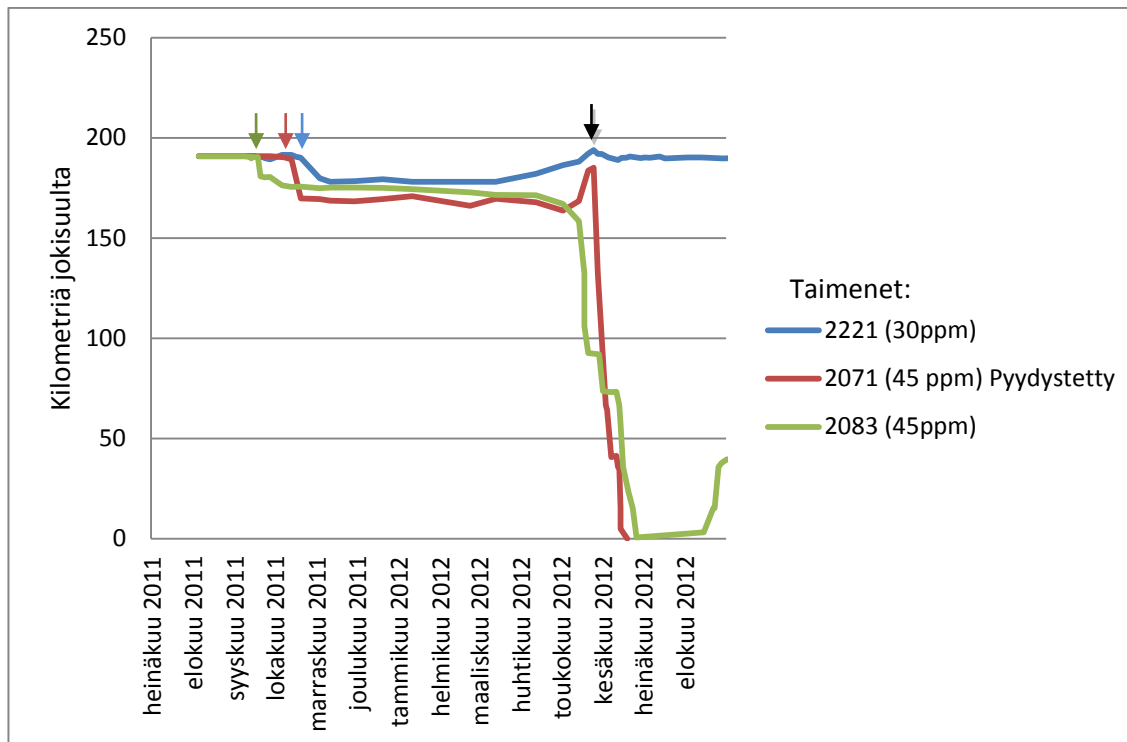


Kuvio 4. Vuonna 2011 Ylä-Tenon pääuomassa radiolähettimein merkittyjen taimenten (n=4) liikkeet aikavälillä 1.7.2011–31.8.2012.

### 5.2.2 Akujoessa merkittyjen kalojen liikkeet

Akujoessa merkatut kolme taimenta (43 %) pysyttelivät kesäjakson paikallaan Akujoessa. Syys-marraskuun aikana kaikki kolme Akujoessa merkattua taimenta siirtyivät sivujoesta talvehtimaan Tenojoen pääuomaan mietovirtaisiin suvantoihin (kuvio 5). Näiden taimenten talvehtimisalueet sijaitsivat keskimäärin 180 kilometriä jokisuulta ylävirtaan (keskihajonta 8 km).

Kolme Akujoessa merkattua taimenta viettivät talvikauden passiivisina, kunnes kaksi kalaa lähti laskuvaellukselle alavirtaan toukokuun (2012) puolenvälin aikaan (kuvio 5). Näistä kaloista toinen paikannettiin jokisuulle kesäkuun puolenvälin jälkeen. Päästyään jokisuulle se jäi saaliiksi. Toinen alavirtaan vaeltanut kala saapui jokisuun syönnösalueelle kesäkuun (2012) lopulla ja lähti uudelle nousuvaellukselle elokuun lopulla. Kolmas Akujoessa merkityistä kaloista liikkui aktiivisesti toukokuun (2012) ajan Tenon pääuomassa Akujokisuun alueella, kunnes kesäkuun puolessavälissä aloitti nousun Akujokeen (kuvio 5). Tämä kala vietti Akujoessa koko tutkimusjakson loppuajan (elokuun 2012 loppuun asti).



Kuvio 5. Sivujoessa (Akujoki) vuonna 2011 radiolähettimin merkittyjen taimenten (n=3) liikkeet aikavälillä 1.7.2011–31.8.2012. Vihreä, punainen ja sininen nuoli osoittavat kalan siirtymistä Akujoesta Tenojoen pääuomaan. Musta nuoli osoittaa kalan 2221 (30 ppm) siirtymistä Tenojoen pääuomasta Akujokeen.

### 5.3 Radiomerkittyjen taimenten kuolleisuus

Kadonneiksi, pyydystetyiksi sekä liikkeiltään passiiviseksi todettujen taimenten osuus oli kohtalaisen suuri, 37 % (16 kpl 43:sta). Kadonneet sekä liikkeiltään passiiviset kalat on poistettu kuvioista (kuviot 1–5). Liikkeiltään passiivisiksi määritellyt kalat havaittiin vuoden aikana tapahtuvien paikannuksien yhteydessä aina samalla paikalla, eikä luontaista liikettä ollut havaittavissa. Oli oletettavaa, että tällainen liikkumaton kala oli joko kuollut tai saatu saaliksi (radiomerkki oli jätetty jokeen). Varmasti saaliiksi jääneiden osuus oli 18,6 % taimenista (8 kpl 43:sta). Niiden radiolähetin ja nuolimerkki toimitettiin postitse Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitokselle. Saaliiksi joutuneet taimenet näkyvät kuvioissa 1–5.



### 5.3.1 Kalastuskuolleisuus

Vuonna 2011 merkityistä kahdeksasta saaliiksi jääneestä taimenesta kuusi oli merkitty jokisuulla, yksi Akujoesta sekä yksi Ylä-Tenolta. Saaliiksi jääneistä taimenista 4 kappaletta (50 %) oli saatu verkolla ja kaksi vapavälinein (25 %). Kahden taimenen osalta pyydystystavasta ei ole varmaa tietoa.

Jokisuulla vuonna 2011 merkityistä kuudesta saaliiksi jääneestä taimenesta kolme oli pitkän matkan vaeltajia. Kun pitkän matkan vaeltajia oli tutkituista kaloista vain neljä, niistä merkittävä osuus jäi täten saaliiksi. Näistä taimenista yksi jäi saaliiksi elokuussa 2011 Alakönkään seudulla (noin 67 kilometriä jokisuulta ylävirtaan) ja kaksi toukokuussa 2012 noin 144–149 kilometriä jokisuulta ylävirtaan sijaitsevalla alueella (Nuvvus–Baadus). Kolme taimenta jäi saaliiksi Tana bru–Skiippagurra alueelta, joka sijaitsee jokisuulta 30–40 kilometriä ylävirtaan. Yksi näistä taimenista jäi saaliiksi elokuussa vuonna 2011, yksi vuoden 2012 toukokuussa ja yksi vuoden 2012 elokuussa.

Ylä-Tenolla sekä Akujoella merkityt saaliiksi jääneet kaksi taimenta olivat jokisuuta kohden vaeltavia talvikoita. Ylä-Tenolla ja sivujoessa merkittyihin jokisuulle laskeutuviin sekä kutualueille nouseviin yksilöihin kohdistuu keväisin (touko-kesäkuu) kalastuspainetta. Syksyisin kalastus kohdistuu talvehtimis- sekä lisääntymisalueille vaeltaviin taimeniin.

## 6 TULOSTEN POHDINTA

Vuonna 2011 radiolähettimin merkittyjen taimenten seurannasta koottu tutkimusaineisto auttaa ymmärtämään meritaimenen vaelluskäyttäytymistä ja levittäytymistä Tenojoen vesistössä. Tulosten perusteella meritaimenen vaelluskäyttäytyminen poikkeaa paljolti Atlantin lohen (*Salmo salar*) jokivaelluksesta. Taimenten liikkumiseen eri vuodenaikoina näyttää vaikuttavan erityisesti sukukypsyys, ravinnon saatavuus (Tenojokisuulle suuntautuva vaellus) sekä mahdollisesti joen virtaaman vaihtelut.

### 6.1 Taimenten vaelluskäyttäytyminen ja levittäytyminen

Tutkimusaineiston jokisuun merkintöjen perusteella Tenon meritaimenpopulaatiosta voidaan erotella kaksi erilaista käyttäytymismallia. Osa taimenista nousee kesän syönnöksen jälkeen Ala-Tenoon talvehtimaan palatakseen uudelle syönnösvaellukselle jokisuuhun kevätkesällä (Tenon alajuoksulla talvehtivat). Osa taimenista taas aloittaa selvän nousuvaelluksen Tenon yläjuoksun suuntaan (Alakönkään yläpuolelle), talvehtii joessa ja jatkaa kutuvaellustaan seuraavana keväänä ylävirtaan (pitkän matkan vaeltajat). Lohesta poiketen näillä taimenilla kutuvaellus ajoittuu siten kahdelle vuodelle.

Sukukypsyydellä on oletettavasti suuri vaikutus syksyllä tapahtuvaan nousuvaellukseen. Sukukypsyysskoon saavutettuaan Tenojoen meritaimen viettää talven joessa ja jatkaa seuraavana kevätkesänä vaellusta kohti lisääntymisalueita (Niemelä ym. 2012, 22; 84). Vuonna 2011 merkityistä taimenista kaikki pitkän matkan vaeltajat olivat ikämääritysten perusteella sukukypsiä verrattuna Ala-Tenon talvehtijoihin, joista suomuanalyysin perusteella todennäköisesti suurin osa (88 %) ei ollut sukukypsiä (lukuun ottamatta uudelleen kutijoita).

Tenojoen pääuoma Alakönkään alapuolella on pääosin hiekkapohjaista ja hidaskvirtaista aluetta, jollainen ei oletettavasti sovellu taimenten kutualueeksi (Orell & Kanninen 2012, 18). On siis ymmärrettävää, että sukukypsät taimenet hakeutuvat Alakönkään yläpuolisille alueille, joissa on suotuisammat olosuhteet lisääntymisen onnistumiselle.

Toinen syy Alakönkään koskialueen toimimiselle kahden eri käyttäytymismallin erottelijana lienee, että Alaköngäs on ensimmäinen suurempi nousua hidastava koskijakso (Gründler 2009, 23), jota sukukypsyyttä saavuttamattomien kalojen ei kannata energian kulutuksen takia ohittaa.

### 6.1.1 Taimenten talvehtimisalueet

Taimenten talvehtiminen tapahtui mietovirtaisissa suvannoissa, joissa taimen voi säästää energiaansa pysymällä paikallaan. Viileässä jokivedessä vaihtolämpöisen taimenen aineenvaihdunta, liikkuminen ja ravinnon hankinta vähenevät (mm. Lehtonen 2007, 15). Tästä syystä taimenet olivat lähes kuuden kuukauden (marras–huhtikuun) jääpeitteisen ajan hyvin passiivisia, ja niiden liikkuminen rajoittui vain muutaman kilometrin alueelle. Vastaava havainto on tehty Tenojoen pääuomassa talvehtivien lohien kohdalla (Niemelä 2009, 22). Niemelän mukaan lohet pysyttelevät lähes liikkumattomina samoilla paikoilla joessa koko talven ajan.

Tuloksista selviää, että jokisuulla merkittyjen pitkän matkan vaeltajien talvehtimisalueena toimi Alakönkään yläpuolelle jäävä Utsjoki–Vetsikko-välinen alue. Tämä alue toimii sopivana välietappina pidemmälle vaeltavilla kaloilla oletettavasti ravinnon saannin kannalta, sillä samalla alueella sijaitsee lohien kutualueita, joista taimen voi saada mätiä ravinnoksi. Alue on myös sopivan matkan päässä jokisuulta helpottaen keväällä jatkuvaa vaellusta esimerkiksi Inarijoelle ja sen sivujoissa sijaitseville kutualueille.

Tenon sivujoesta (Akujoki) merkittyjen taimenten käyttäytymisessä oli havaittavissa vastaavaa käyttäytymistä kuin Tenon sivujoissa kutevilla lohipopulaatiolla. Lohien on havaittu siirtyvän pienistä kutujoista nopeasti kudun jälkeen syys-lokakuussa Tenojoen pääuomaan (Niemelä 2009, 22). Tässä tutkimuksessa seuratut Akujoen taimenet siirtyivät talvehtimaan Tenojoen pääuomaan syyskuun ja lokakuun alun aikana. Oletettavasti kutu tapahtui syyskuun alkupuolella.

### 6.1.2 Talvehtimisen jälkeen nousuvaellusta jatkaneet taimenet

Kaikki keväällä talvehtimisen jälkeen ylävirtaa kohti vaeltavat taimenet olivat tutkimustulosten perusteella sukukypsiä ja niiden vaellus suuntautui kohti lisääntymisalueita. Sekä tämän tutkimusjakson että myöhemmin RKTL:n keräämässä aineistossa on havaittavissa, että Inarijoki ja sen sivujoet ovat hyvin tärkeää taimenen lisääntymisaluetta. Myös Gründler (2009, 3) on havainnut sivujokien tärkeyden Tenon meritaimenen elinalueina. Gründlerin mukaan Inarijoessa ja Karasjoessa tutkituista taimenista suurin osa oli käynyt syönnöksellä meressä, eli Tenojoen sivujoet ovat merkittäviä paitsi paikallisille taimenille (jokitaimenet), myös meritaimenille.

Niemelän ym. (2012, 46) mukaan ”60 % naarastaimenista saavutti sukukypsyyden toisen merikasvukesän jälkeen (iässä 1S), 37 % kolmannen merikasvukesän jälkeen (iässä 2S) ja 3 % vasta neljännen merikasvukesän jälkeen (iässä 3S). Koirailta vastaavat prosenttiosuudet olivat 50, 38 ja 12”. Tutkimuksessa otettujen suomunäytteiden perusteella keväällä 2012 nousuvaellusta ylävirtaan jatkaneet taimenet olivat kaikki iältään vähintään neljä jokivuotta ja kaksi merivuotta. Keskimääräinen joki-ikä oli 5 vuotta ja keskimääräinen meri-ikä 3 vuotta (taulukko 2). Kahden taimenen osalta suomutiedoista iänmäärittelyn yhteydessä selvisi niiden osallistuneen kutuun vuosina 2008–2010. Voidaan olettaa, että loput neljä taimenta olivat sukukypsiä, ja niiden vaellus suuntautui lisääntymisalueille.

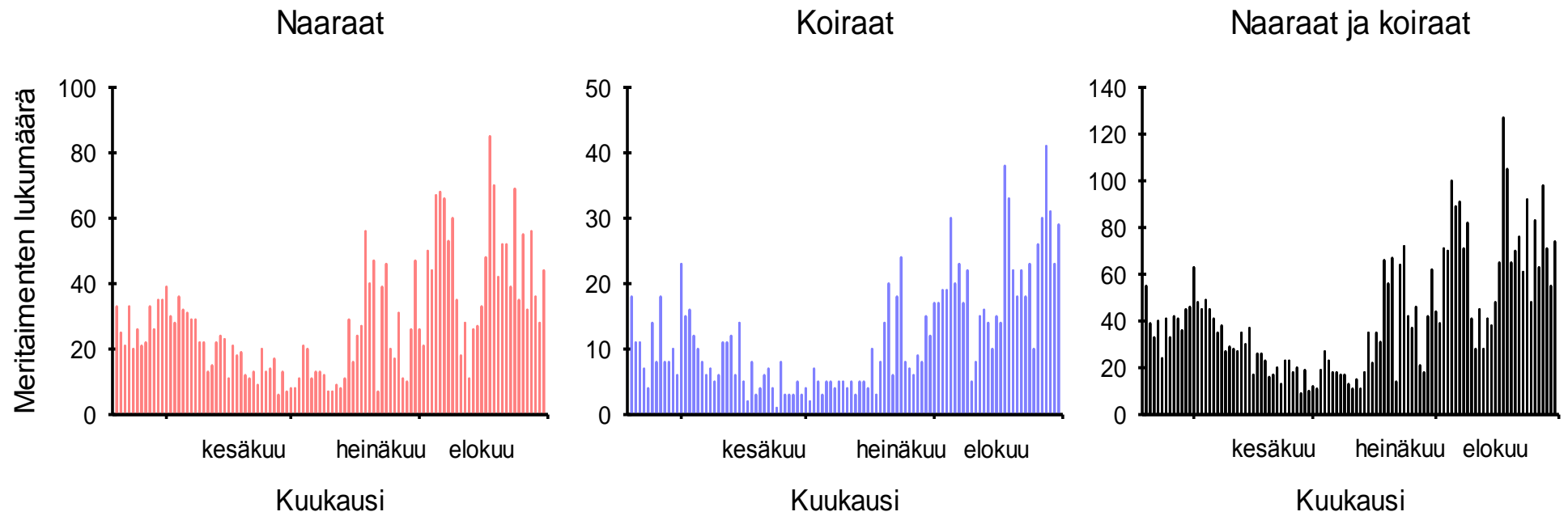
Taulukko 2. Talvehtimisen jälkeen 2012 ylävirtaan vaellusta jatkaneiden taimenten ikätaulukko.

<u>Taimen:</u>	<u>Merkintä (pvm ja paikka)</u>	<u>Pituus</u>	<u>Ikä vuonna 2012</u>	<u>Kutenut</u>
142.004 (45 ppm)	30.5.2011 Rovisuvanto	690	7.2S2	x
142.292 (45 ppm)	7.7.2011 Tenojokisuu	550	6.2	
142.183 (45 ppm)	27.7.2011 Tenojokisuu	420	5.2	
142.120 (30 ppm)	3.8.2011 Tenojokisuu	385	5.2	
142.221 (30 ppm)	5.8.2011 Akujoki	485	5.3	
142.105 (45 ppm)	12.8.2011 Tenojokisuu	595	4.2S1	x

## 6.2 Taimenten saaliiksi jäännin todennäköisyys

Tutkimustulosten perusteella vaellushuippujen aikaan taimenen liike on aktiivista, jolloin se jää myös helpoiten saaliiksi (kuvio 3). Kahdeksasta saaliiksi jääneestä taimenesta kuusi jäi saaliiksi touko-kesäkuun vaihteessa (75 %) ja kaksi elokuussa (25 %).

Myös Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen suomunäytteiden perusteella tehdyssä tutkimuksessa meritaimensaaliista (kuvio 6) käy ilmi, että touko-kesäkuun vaihteessa sekä heinäkuun puolenvälin ja elokuun lopun välillä taimenia jää suurempi osuus saaliiksi keskikeseään verraten.



Kuvio 6. Meritaimensaaliin (kpl) ajoittuminen kesän aikana Tenojoessa Suomen ja Norjan puolella yhdessä vuosina 1975–2008. Tiedot perustuvat suomunäytteisiin (Niemelä 2012, 24).

### 6.3 Veden virtaaman vaihtelun merkitys vaelluskäyttäytymiseen

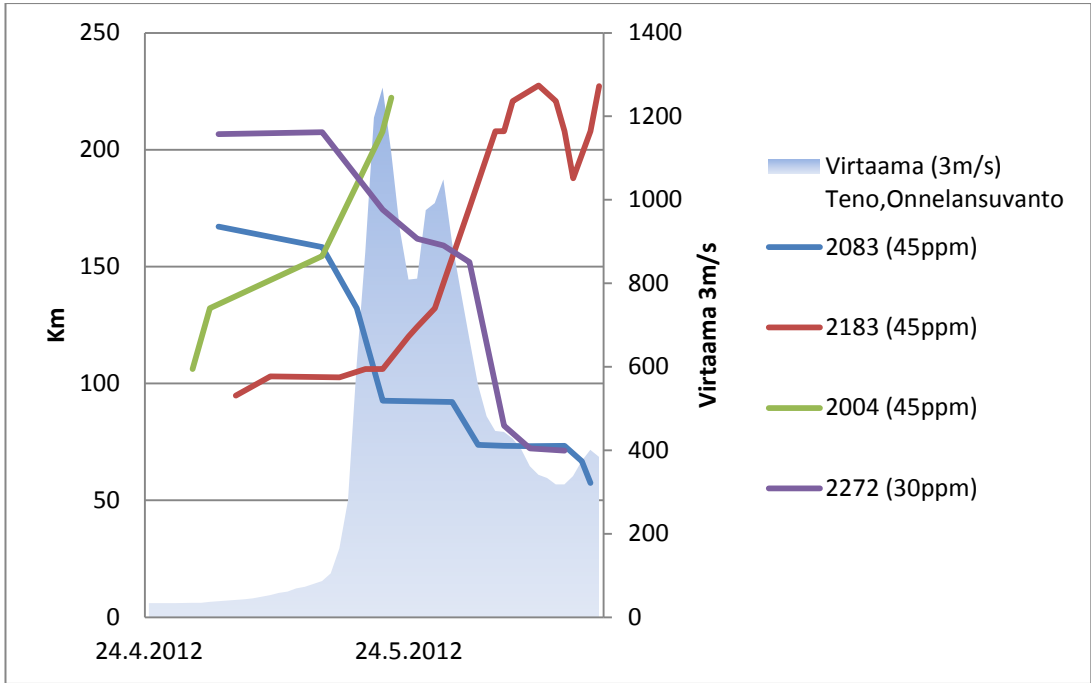
Kerätystä aineistosta voidaan havaita, että keväällä 2012 touko-kesäkuun vaihteessa meritaimenten liikkeet joessa aktivoituivat. Samaan aikaan Tenojoen virtaama muuttui oleellisesti (kuvio 7). Kevättulvan nostaessa joenvirtaaman tulvahuippuun 87 kuutiometristä sekunnissa 1269 kuutiometriin sekunnissa (14.5.2012–21.5.2012) on samanaikaisesti havaittavissa taimenten jokisuuta kohti tapahtuvan vaelluksen kiihtyminen. Tenojoen virtaaman vaihtelulla on siis todennäköisesti yhteys pääuoman yläosassa tapahtuneeseen taimenten liikkeen aktivoitumiseen. Kuviota 7 tarkasteltaessa on kuitenkin otettava huomioon, että virtaama on mitattu Tenojoen pääuomasta Onnelansuvannosta (n. 110 km jokisuulta ylöspäin), jolloin on oletettavaa, että virtaaman huippu on ollut ylävirrassa olevien kalojen kohdalla muutamaa päivää aiemmin.

Ylä-Tenolla 2011 merkityistä taimenista kaksi suuntasi keväällä tapahtuvan vaelluksen aikana kohti ylävirtaa (kuvio 7). Toinen taimenista aloitti liikkumisen ylävirtaa kohden vedenvirtaaman noustessa 33:sta 36 kuutiometriin sekunnissa huhtikuun lopussa. Vedenvirtaaman noustessa 87 kuutiometristä sekunnissa 1269 kuutiometriin sekunnissa (14.5.2012–21.5.2012) saman taimenen vaellusnopeus kiihtyi oleellisesti, ja se nousi viikon aikana 68 kilometriä ylävirtaan Inarijokeen. Taimenista toinen oli hyvin passiivinen liikkeissään kevättulvan nousun ja huipun ajan. Virtaaman lähdettyä laskuun (21.5.2012) kyseinen taimen aloitti vaelluksen kohti Inarijokea.

Tämä tulos viittaa siihen, että ylävirtaan vaellusta jatkamaan lähtevät taimenet ajoittavat aktiivisimman liikkeen joko juuri ennen kevättulvahuippua tai hieman sen jälkeen. Jokisuuta kohti vaeltavat taimenet säästävät energiaansa vaelluksellaan käyttämällä hyödykseen voimakasta vedenvirtaamaa. Suuri virtaama touko-kesäkuussa myös vähentää veden suolaisuutta jokisuulla murtoveden vaikutusalueella, mikä auttaa taimenia sopeutumaan suolaiseen meriveteen. Niemelä (2011, 22) on aikaisemmin todennut, että talvikkolohien



kohdalla makean veden määrällä murtovesialueella on suuri merkitys, ja vastaavaa virtaaman nousun hyödyntämistä on havaittu talvikkolohilla niiden vaeltaessa keväällä Tenojoesta Jäämereen.



Kuvio 7. Tenojoen virtaaman nousun vaikutus meritaimenten kevätvaellukseen alkamiseen.

6.4 Kalastuskauden pidentämiseen vaikuttavat tekijät

Kuviosta 6 voidaan saalismäärien perusteella päätellä, että elokuun loppupuolella taimenten liikehdintä on aktiivisimmillaan. Tällöin kalastuskauden jatkaminen esimerkiksi syyskuun puoleenväliin asti voisi tarjota uusia saalismahdollisuuksia.

Kalastuskauden jatkamisen mahdollisuuksiin Tenojoen vesistössä on suuri merkitys todetulla taimenen kahdella eri käyttäytymismallilla, sillä tulosten perusteella vain osa kaloista nousee joen ylempiin osiin. Suomen ja Norjan yhteiselle jokiosuudelle nousevat taimenet ovat lähes yksinomaan sukukypsiä yksilöitä, jolloin tuolla osuudella tapahtuva kalastus kohdentuisi syksyisin sukukypsiin ja keskikooltaan suurempiin kaloihin, kun taas Tenojoen alaosassa

tilanne on päinvastainen, eivätkä joessa talvehtivat kalat ole pääsääntöisesti sukukypsiä. Jos kalastus kohdistuu vain sukukypsiin kaloihin, vaikutus kalakannalle on negatiivinen. Tämän perusteella kalastuskauden jatkamisen Suomen ja Norjan yhteisellä rajaosuudella harkinnassa tulee ottaa huomioon, kestäkö meritaimenpopulaation koko sukukypsien yksilöiden kalastuksen lisäämistä. Toisaalta ”pyydä ja päästä” (*catch and release*) -menetelmin tapahtuvalla kalastuksella olisi todennäköisesti pienemmät negatiiviset vaikutukset sukukypsien taimenten määrään, jolloin kalastuskauden pidentäminen voisi tällä menetelmällä olla mahdollista.

Ala-Tenolla talvehtivien, vielä sukukypsyyttä saavuttamattomien kalojen pyynnin lisääminen taas supistaisi reservissä olevien, tulevaisuuden sukukypsien taimenien määrää. Kuitenkin vastaavanlaisesti kuin joen ylemmissä osissa, myös Ala-Tenolla ”pyydä ja päästä” -menetelmin tapahtuva kalastus voisi olla kalastuskauden jatkamisen perusta. Toisena vaihtoehtona olisi käyttää tiukkaa saaliskiintiötä, jolloin kalastaja saisi ottaa ylös esimerkiksi kaksi taimenta kalastusvuorokauden aikana. Tällöin taimenkannan kokoon ei oletettavasti kohdistuisi liian suurta painetta. Lisäksi rajoittamalla sallitun saaliiksi otetun taimenen koko vaikkapa 30–45 senttimetriin, kutukypsät yksilöt säästyisivät kalastuspaineelta.

Todennäköisesti sekä Ala- että Ylä-Tenolla talvehtivissa kaloissa on suureksi osin Tenon sivujoissa lisääntyvää kantaa. Esimerkiksi tässä tutkimuksessa tarkasteltu Tenon sivujoki Akujoki on lähes kokonaan rauhoitettu kalastukselta, jolloin sen taimenpopulaatioon kohdistuva kalastus tapahtuu Tenojoessa ja sen jokisuulla. Sivujokien taimenkannan koko voi olla usein yllättävänkin pieni. Syksyisin tapahtuvien emokalalaskentojen perusteella Akujoessa kutee vuosittain noin 10–15 meritaimenta (Orell & Kanninen 2012, 19). Tämän perusteella kovan kalastuspaineen vaikutukset sivujoen taimenkantaan voivat olla varsin haitallisia. Useissa Tenon sivujoissa kalastaminen onkin tällä hetkellä kielletty kokonaan tai sallittu vain paikallisille asukkaille, eikä tähän ole tämän tutkimuksen perusteella järkevää tehdä muutoksia. Sen sijaan olisi

harkitsemisen arvoista, pitäisikö tärkeinä taimenen lisääntymisalueina toimivien sivujokien läheisyydessä tapahtuvaa kalastusta jopa rajoittaa.

## 6.5 Tutkimuksen virhelähteet ja ongelmat

Virhelähteiden ja -tulkintojen vaikutukset on pyritty minimoimaan siten, että jokainen kenttätööhön osallistuva käyttää samanlaisia työtapoja. Kenttätöön perusteella kerätty aineisto pohjautui aktiiviseen paikannustyöhön, joka toteutettiin kevästä syksyyn viikoittain ja talvisin kuukausittain. Näissä manuaalisissa paikannuksissa tapahtuvat virheet pyrittiin minimoimaan saadusta datasta.

Esimerkiksi jos taimen paikannettiin häiriösignaalin takia 30 kilometriä väärään kohtaan jokea, virhe saatiin selville vertailemalla taimenen aiempaa paikannuskerran sijaintia sekä virhesignaalihavainnon jälkeistä paikannussijaintia keskenään. Lisäksi paikannuksien tukena käytettiin kiinteitä paikannusasemia, joiden tuottamaan dataan verrattiin käsipaikannuksista saatua dataa.

Taimenet merkittiin vatsaonteloon kirurgisesti asennettavalla radiolähettimellä. Tällöin voidaan olettaa, että merkinnästä koituva stressi ja vaurioiden riski kasvavat, vaikkakin oikeaoppisesti kirurgisesti asennettavan lähettimen vaikutukset merkinnän jälkeen kalan selviytymiseen, kasvuun ja käyttäytymiseen ovat minimaaliset (Bridger & Booth 2003, 25). Merkinnässä tapahtuvat virheet voivat toki olla hyvinkin kohtalokkaat kalan selviytymisen kannalta.

Ongelmalliseksi todettiin myös pyydystyksen yhteydessä kaloihin kohdistuneet koukkuvauriot. Taimenten kunto arvioitiin ennen merkintää ja vain hyväkuntoiset kalat merkittiin. Jokisuulla tapahtuvien merkintöjen yhteydessä ongelmana oli nousu- ja laskuvesi. Kalastajien laitettua taimenen sumppuun odottamaan merkintää osa taimenista vahingoittui voimakkaiden virtausten vaihteluiden sekä vedenpinnan laskun tai nousun takia. Tämä on luultavasti huomattavissa yhdestä merkintäerästä, josta peräti seitsemän taimenta havaittiin liikkeiltään

passiiviseksi noin kuukauden kuluttua merkinnästä. On oletettavaa, että taimenet vahingoittuivat merkinnän yhteydessä ja/tai ennen merkintää sumpussa ollessaan.

On myös otettava huomioon, että tutkimuksessa analysoitujen taimenten määrä (27 aktiivista taimenta 43 pyydystetystä) oli otoksena varsin pieni. Aineiston sisäinen vertailu, esimerkiksi taimenryhmien alueellinen luokittelu, jää tämän takia useasti muutaman yksilön varaan. Näin ollen tutkimuksen ja tuloksien vertailuun käytetty otanta ei välttämättä vastaa todellisuutta. Aineistoon pohjautuvia tuloksia on vertailtu työryhmän jäsenten kesken, millä on pyritty minimoimaan tulosten arvioinnissa syntyvät virhetulkinnat ja tulkintaerot.

Jatkotutkimukset aiheesta ovat ensiarvoisen tärkeitä ja tämän tutkimuksen perusteella niiden tulisi kohdistua erityisesti Tenojoen vesistön taimenpopulaation koon ja sukukypsien taimenten osuuden arviointiin sekä taimenten lisääntymisalueiden paikantamiseen.

## 7 KIITOKSET

Suuret kiitokset Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitokselle, jonka ansiosta olen saanut osallistua erityisen mielenkiintoiseen kenttätyöskentelyyn sekä opinnäytetyön tekemiseen.

Erityisesti kiitos opinnäytetyön ohjaajille, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen tutkijalle Panu Orellille sekä Turun ammattikorkeakoulun kala- ja ympäristötalouden lehtorille Arto Huhdalle. Lisäksi haluan kiittää Utsjoen RKTL:n toimipisteen henkilökuntaa sekä kaikkia muita projektiin osallistuneita. Kiitokset oikoluvusta Ulpu Mankiselle sekä Laura Nurmiselle.

# LÄHTEET

Advanced Telemetry System R4500S 2012. User manual.  
Saatavissa <http://www.atstrack.com/pdfs/17269%20-%20R4500S%20Manual%20R05-11-A.pdf>.

Bridger, C.J. & Booth, R.K. 2003. The effects of biotelemetry transmitter presence and attachment procedures on fish physiology and behavior. College of Marine Sciences, The University of Southern Mississippi. Saatavissa <http://www3.carleton.ca/fecpl/pdfs/Bridger%20and%20Booth%20PDF.pdf>

Erkinaro, J. & Karppinen, P. 2004. Telemetria kalantutkimuksessa. Vesitalous 5/2004. Saatavissa [http://www.vesitalous.fi/upload/lehtiarkisto/2004/5\\_2004.pdf](http://www.vesitalous.fi/upload/lehtiarkisto/2004/5_2004.pdf).

Gründler, S. A. 2009. Investigating different migration patterns of *Salmo trutta* (L.) in the Teno river system using stable isotope analyses. Master's thesis. University of Jyväskylä, Department of Biological and Environmental Science. Saatavissa [https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/21275/URN\\_NBN\\_fi\\_jyu-200907141765.pdf?sequence=1](https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/21275/URN_NBN_fi_jyu-200907141765.pdf?sequence=1)

Halonen, J. 2003. Taimen – Elintavat, kalastus ja suojelu. Helsinki: Edita Prima Oy.

Huusko, A.; Kreivi, P.; Mäki-Petäys, A.; Nykänen, M. & Vehanen, T. 2003. Virtavesikalojen elinympäristövaatimukset – Perustietoa elinympäristömallisovelluksiin. Kala- ja riistaraportteja nro 284. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Saatavissa <http://www.rkti.fi/www/uploads/pdf/raportti284.pdf>.

Kallio-Nyberg, I.; Jutila, E & Saura, A. 2002. Meritaimenen tila ja kalastus Pohjanlahden alueella. Helsinki: Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Saatavissa <http://www.rkti.fi/www/uploads/pdf/kt182verkko.pdf>.

Lapin Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2011. Tulvariskien alustava arviointi Tenojoen vesistöalueella. Saatavissa <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=126373&lan=fi>.

Lapin ympäristökeskus 2006. Teno – Luonnontilainen lohijoki. Viitattu: 18.4.2012 <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=69215>.

Lehtonen, H. 2006. Kalavesillä. Osa 1. Porvoo: Weilin+Göös Oy.

Lehtonen, H. 2006. Kalavesillä. Osa 2. Porvoo: Weilin+Göös Oy.

MOT kielitoimiston sanakirja 2012. Kotimaisten kielten keskus ja kielikone Oy.

Niemelä, E.; Julkunen, M. & Erkinaro, J. 1999. Densities of the juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in the subarctic Teno River watercourse, northern Finland.

Niemelä, E. 2004. Variation in the yearly and seasonal abundance of juvenile atlantic salmon in a long-term monitoring programme. Finnish Game and Fisheries Research Institut. Department of Biology, University of Oulu. Saatavissa <http://herkules.oulu.fi/isbn9514273702/isbn9514273702.pdf>.

Niemelä, E.; Hassinen, E.; Muladal, R.; Brors, S. & Sandring, S. 2009. Atlantin lohi (*Salmo salar*, L) Tenojoen vesistössä I ; Ympäristöolosuhteet subarktisella Tenojoen vesistöalueella ja niiden vaikutus lohenkalastukseen ja loheen. Finnmarkin Lääninhallitus, Luonnonsuojeluosasto. Saatavissa [http://www.tenajoki.fi/tenopaasivut/arkisto2/2009\\_5\\_atlantin\\_lohi\\_tenojoen\\_vesistossa\\_1\\_sbfzp.pdf](http://www.tenajoki.fi/tenopaasivut/arkisto2/2009_5_atlantin_lohi_tenojoen_vesistossa_1_sbfzp.pdf).

Niemelä, E.; Hassinen, E.; Haantie, J.; Lämsman, M.; Johansen, M. & Johnsen, K. M. 2011. Atlantin Lohi (*Salmo salar*, L.) Tenojoen Vesistössä V: Uudelleenkuutijalohet; runsaus, vaellusaika ja kannan rakenne. Finnmarkin Lääninhallitus, Luonnonsuojeluosasto. Saatavissa [http://www.tenajoki.fi/tenopaasivut/arkisto2/atlantin\\_lohi\\_tenojoen\\_vesistossa\\_v\\_final\\_fin.pdf](http://www.tenajoki.fi/tenopaasivut/arkisto2/atlantin_lohi_tenojoen_vesistossa_v_final_fin.pdf)

Niemelä, E.; Hassinen, E.; Orell, P.; Lämsman, M.; Falkegård, M.; Johnsen, K.M.; Kylmäaho, M. & Kuusela, J. 2012. Meritaimen (*Salmo trutta*, L) Tenojoen vesistössä VI; Saaliit ja ekologia. Julkaisematon käsikirjoitus. versio 03042012.

Orell, P. & Kanninen, T. 2012. Tenon meritaimenten radiotelemetriatutkimus: lyhyt yhteenveto vuosilta 2011–2012. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos.

Orell, P. & Erkinaro, J. 2011. Tutkimussuunnitelma. Voisiko Tenojoen kalastuskautta pidentää? Meritaimenen biologia ja taimenkantojen hyödyntämismahdollisuudet. Julkaisematon.

Pohjois-Pohjanmaan ELY 2011. RiverLife – jokietopaketti. Sanasto. Viitattu 18.4.2012 <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=13375&lan=fi>.

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2009. Kalantutkimukseen ja kalastukseen liittyviä käsitteitä. Viitattu 2.2.2012 [http://www.rktl.fi/kala/kalavarat/kalantutkimuksen\\_sanastoa/kalantutkimukseen\\_kalastukseen\\_liittyvia.html](http://www.rktl.fi/kala/kalavarat/kalantutkimuksen_sanastoa/kalantutkimukseen_kalastukseen_liittyvia.html).

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2012. Teno- ja Näämämöjoen lohikannat. Viitattu 8.5.2012  
[http://www.rktl.fi/kala/kalavarat/teno\\_naatamojoen\\_lohi/](http://www.rktl.fi/kala/kalavarat/teno_naatamojoen_lohi/).

Sivonen, S. 2006. Ecological state of the river Tenojoki - Periphyton, Macrozoobenthos and fish communities. Saatavissa <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=47747&lan=en>.

Van Der Meer, O.; Louhi, P.; Marttila, M.; Jaukkuri, M.; Erkinaro, J.; Mäki-Petäys, A.; Karjalainen, T.; Laine, A. & Orell, P. 2010. Vaelluskalat palaavat Iijokeen: Vaelluskalojen palauttamisen edellytykset Iijoen vesistöalueella – Esiselvitys. Euroopan unionin Euroopan aluekehitysrahasto. Saatavissa <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=123174&lan=fi>.

Vesihallitus 1980. Lapin vesien käytön kokonaissuunnitelma. Vesihallituksen asettaman työryhmän ehdotus. Osa 1, Suunnittelu ja vesivarat. Vesihallituksen tiedotus no:186. Helsinki. Vesihallitus.