Lapin ympäristökeskuksen moniste

43

Liisa Lepistö, Sami Mäkikyrö ja Annukka Puro-Tahvanainen

Inarijärven kasvi- ja eläinplanktontutkimukset

Osa I: Inarijärven veden laadun sekä kasviplanktonin määrän ja lajiston alueellinen vaihtelu vuonna 1999

Osa II: Inarijärven eläinplankton vuosina 1997–1999

Rovaniemi 2002

LAPIN YMPÄRISTÖKESKUS

ISSN 1455-2639

Taitto: Kyllikki Koskela ja Mari Pyhäjärvi
Paino: Lapin yliopistopaino
Rovaniemi 2002

Alkusanat

Tämä raportti on jatkoa vuosina 1992–1997 toteutetulle Inarijärvi-tutkimukselle ja sen pohjalta annetuille suosituksille. Tuolloin saatiin hieman ristiriitaisia tuloksia Inarijärven mahdollisesta alkavasta rehevöitymiskehityksestä. Sedimentin piileväanalyysit ilmensivät järvessä 1980-luvun lopussa alkanutta lievää rehevöitymiskehitystä. Kuitenkaan veden laadun perusteella vastaavaa kehitystä ei ollut havaittavissa, vaan ravinteiden pitoisuudet olivat pikemminkin laskeneet. Asian selvittämiseksi Inarijärvi-tutkimuksen suosituksissa esitettiin järven veden laadun ja rehevyystason alueellisen vaihtelun tarkempaa tutkimista. Lisäksi suosituksissa esitettiin Inarijärven seurantojen kehittämistä ja biologisen seurannan lisäämistä. Kesällä 1999 toteutetun kartoitustutkimuksen tavoitteena oli saada entistä tarkempi kuva Inarijärven veden laadun ja rehevyystason alueellisesta vaihtelusta. Lisäksi tutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää jatkossa Inarijärven biologisen seurannan kehittämisessä.

Inarijärvi-tutkimuksen tulosten perusteella esitettiin kalaston hoidon osalta mm. sopeutuvaan velvoitehoitoon siirtymistä eli sitä, että istutuksissa otetaan entistä paremmin huomioon järven ravinto-olot ja kalastus. Tutkimustarpeena tuotiin esiin myös järven ulappa-alueen nykyisen tuotantopotentiaalin selvittäminen erityisesti planktonia syövien kalojen (muikku, reeska) kannalta.

Tähän liittyen raporttiin on koottu Inarijärvestä vuosina 1997–1999 kerätyn eläinplanktonaineiston tulokset. Eläinplanktontutkimuksen tavoitteena oli selvittää eläinplanktonyhteisön lajistoa ja biomassaa sekä vertailla niiden välisiä eroja järven eri alueilla. Tuloksissa tarkastellaan myös vuosien välisiä eroja ja verrataan niitä aikaisempiin tutkimustuloksiin. Lisäksi tuloksissa tarkastellaan eläinplanktonin ja planktonia syövien kalojen, etenkin muikun ja siian poikasten, esiintymisen välistä suhdetta.

Rovaniemi 15.5.2002

Annukka Puro-Tahvanainen

Sisällys

Alkusanat *3*

Osa I: Inarijärven veden laadun sekä kasviplanktonin määrän ja lajiston alueellinen vaihtelu vuonna 1999

1 Johdanto *9*

2 Tutkimusalue *10*

3 Aineisto ja menetelmät *11*

4 Tulokset *14*
4.1 Veden laatu 14
4.2 Kasviplankton 18
4.2.1 Horisontaalinen jakautuminen 18
4.2.2 Lajisto järven eri osissa 22
4.2.3 Kasviplanktonin kehitys kesä-elokuun aikana 22
4.2.4 Pitkän ajan muutokset Vasikkaselän (151) havaintopaikalla 24

5 Yhteenveto *26*

Kirjallisuus *27*

Osa II: Inarijärven eläinplankton vuosina 1997–1999

1 Johdanto *31*

2 Aineisto ja menetelmät *32*
2.1 Näytteenotto 32
2.2 Määritykset 34

3 Tulokset *36*
3.1 Yksilömäärät ja biomassat Moossina- ja Sammakkoselällä vuosina 1997–1998 36
3.2 Yksilömäärät ja biomassat vuonna 1999 40
3.3 Lajisto 45
3.4 Tärkeimpien taksonien esiintyminen 45

4 Tulosten tarkastelu *51*
4.1 Menetelmien tarkastelu 51
4.2 Inarijärven eläinplanktonyhteisön rakenne ja biomassa 51
4.3 Alueiden ja vuosien väliset erot 52
4.4 Eläinplanktonin ja planktonsyöjäkalojen välinen suhde 54

5 Yhteenveto *56*

Kirjallisuus ***57***

Liitteet ***58***

Kuvailulehdet ***62***

Osa I: Inarijärven veden laadun sekä kasviplanktonin määrän ja lajiston alueellinen vaihtelu vuonna 1999

Liisa Lepistö ja Annukka Puro-Tahvanainen

Johdanto

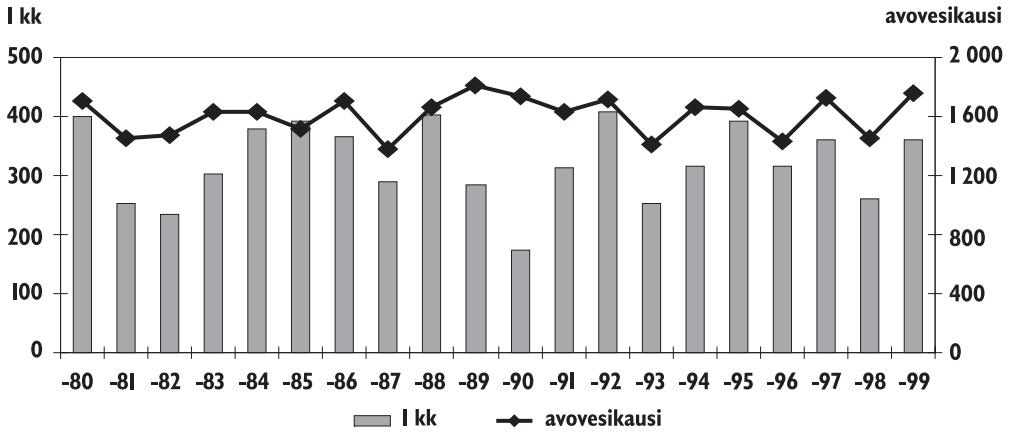
Inarijärven veden laatua ja kasviplanktonin koostumusta on seurattu intensiivisemmin järven karussa pohjoisosassa sijaitsevalla Vasikkaselän havaintopaikalla. Veden laadun seurantatulosten perusteella Inarijärveä voidaan pitää karuna järvenä, mutta sedimentin piileväanalyysit antoivat viitteitä järvessä mahdollisesti 1980-luvun lopussa alkaneesta lievästä rehevöitymiskehityksestä. Kesällä 1999 toteutetun kartoitustutkimuksen tarkoituksena oli saada entistä tarkempi kuva Inarijärven veden laadun ja rehevyystason alueellisesta vaihtelusta. Rehevyystasoa tarkastellaan ravinnepitoisuuksien, klorofylli *a*:n pitoisuuden sekä kasviplanktonlajiston ja biomassan perusteella.

2 Tutkimusalue

Inarijärvi on Pohjoiseen Jäämereen laskevan Paatsjoen vesistöalueen (71) keskusjärvi, jonka pinta-ala on 1 043 km^{2}ja suurin syvyys 95 m. Järven keskisyvyys on 14,3 m ja teoreettinen viipymä 3,3 vuotta. Inarijärvessä on rantaviivaa yhteensä 3 308 kilometriä ja saaria 3 318 kappaletta (Marttunen ym. 1997). Inarijärvi on karu ja kirkasvetinen järvi, jossa suoraan ihmistoiminnasta aiheutuvan ravinnekuormituksen osuus järven ainetaseesta on hyvin pieni. Inarijärvestä löytyy sekä suuria selkiä että kapeita salmia ja lahtia eli vuonoja. Tyypillisimmillään Inarijärven rannat ovat jyrkkiä kivikkorantoja, joiden kasvillisuus on hyvin niukkaa. Suojaisissa lahdissa saraikko voi kuitenkin muodostaa tiheitäkin kasvustoja.

Inarijärveä on säännöstelty vuodesta 1942 lähtien. Vuonna 1959 tehtiin sopimus Suomen, Norjan ja Neuvostoliiton kesken Inarijärven säännöstelemisestä Kaitakosken voimalaitoksen ja padon avulla. Säännöstelyluvan mukainen alaraja on N_{hanke} + 117,14 m ja yläraja N_{hanke} + 119,50 m, joten luvan mukainen säännöstelyväli on 2,36 m. Käytännössä vedenkorkeuden vaihteluväli on ollut keskimäärin vain noin 1,5 m ja vedenpinta on ollut keskimäärin noin 55 cm luonnonmukaista ylempänä. Säännöstelyn vaikutukset Inarijärvessä ovat kohdistuneet pääasiassa rantavyöhykkeen eliöyhteisöihin, kuten vesikasvillisuuteen, pohjaeläimiin ja kalastoon (Marttunen ym. 1997).

Jäät ovat lähteneet Inarijärvestä vuosina 1961–1990 keskimäärin kesäkuun alussa (2.6.) ja pysyvä jääpeite on muodostunut lokakuun lopussa (31.10.) (Hyvärinen 1996). Avovesikauden pituus on Inarijärvessä siten keskimäärin vain noin 5 kuukautta. Veden lämpeneminen alkukesällä riippuu suuresti kevään lämpötiloista ja siinä on suuria vuosien välisiä vaihteluja. Nellimin havaintoaseman pintaveden lämpötilatietojen mukaan on laskettu vuosien 1980–1999 jäiden lähdöstä 1 kuukauden ja koko avovesikauden veden lämpösumma (kuva 1). Keskimäärin 1 kk:n lämpösumma on ollut kyseisenä ajanjaksona 323 astetta ja koko avovesikauden lämpösumma 1 608 astetta. Normaalia huomattavasti kylmempää vesi on ollut alkukesällä vuosina 1981–1982 ja 1990. Sen sijaan normaalia selvästi lämpimämpää vesi on ollut alkukesällä vuosina 1980, 1988 ja 1992. Vuonna 1999 vesi on ollut keskimääräistä lämpimämpää sekä jäiden lähtöä seuraavan 1 kk:n että koko avovesikauden ajan. Veden lämpötila vaikuttaa mm. kasvi- ja eläinplanktonin tuotantoon sekä etenkin alkukesällä myös kalanpoikasten kasvuun ja ravintotilanteeseen.



Kuva 1. Nellimin havaintoaseman pintaveden lämpötilatietojen perusteella laskettu jään lähtöä seuraavan 1 kk:n ja koko avovesikauden lämpösumma vuosina 1980–1999. (lähde: Hydrologinen tietorekisteri, muokannut Erno Salonen, RKTL).

Aineisto ja menetelmät

3

Inarijärven veden laatua tutkittiin kesällä 1999 yhteensä 24 havaintopaikalta. Havaintopaikoista 15 arvottiin osittaisen otannan perusteella käyttämällä pohjana Inarijärven merikartan (1:50 000) 10 km^2 ja 1 km^2 ruutuja. Arvonta suoritettiin siten, että arvontaan otettiin mukaan ne 10 km^2 :n ruudut, jotka kuuluvat Inarijärven runko-osaan. Kultakin 10 km^2 :n ruudulta arvottiin satunnaisesti 1 km^2 :n ruutu, joka on valtaosaltaan vesialuetta ja vesisyvyys vähintään 5 m. Arvottujen havaintopaikkojen lisäksi veden laatua seurattiin neljällä eläinplanktonnäytteenoton havaintopaikalla sekä neljällä säännöllisen seurannan piiriin kuuluvalla havaintopaikalla (Juutuanvuono 3, Nuoraselkä P14D, Nellimö 150 ja Vasikkaselkä 151). Näytteitä otettiin kolme kertaa kesän aikana: 29.6.–1.7., 12.–14.7. ja 9.8.–12.8. Havaintopaikalla Vasikkaselkä 151 heinäkuun näytteenotto tapahtui 19.7. ja ja havaintopaikalta Nanguvuono 6 näytteitä otettiin vain kaksi kertaa. Vesinäytteet otettiin 1 m:n ja 5 m:n syvyyksiltä ja ne analysoitiin Lapin ympäristökeskuksen laboratoriossa käytössä olevien SFS-EN ISO standardien mukaan. Näytteistä analysoitiin seuraavat vedenlaatumuuttujat: sameus, sähkönjohtavuus, alkaliniteetti, pH, väriluku, kokonaistyppi, ammoniumtyppi, nitriitti- ja nitraattitypen summa, kokonaisfosfori, fosfaattifosfori ja kemiallinen hapen kulutus sekä klorofylli-*a* syvyydeltä 0–5 m. Näytteenoton yhteydessä mitattiin myös lämpötilat näytesyvyyksiltä.

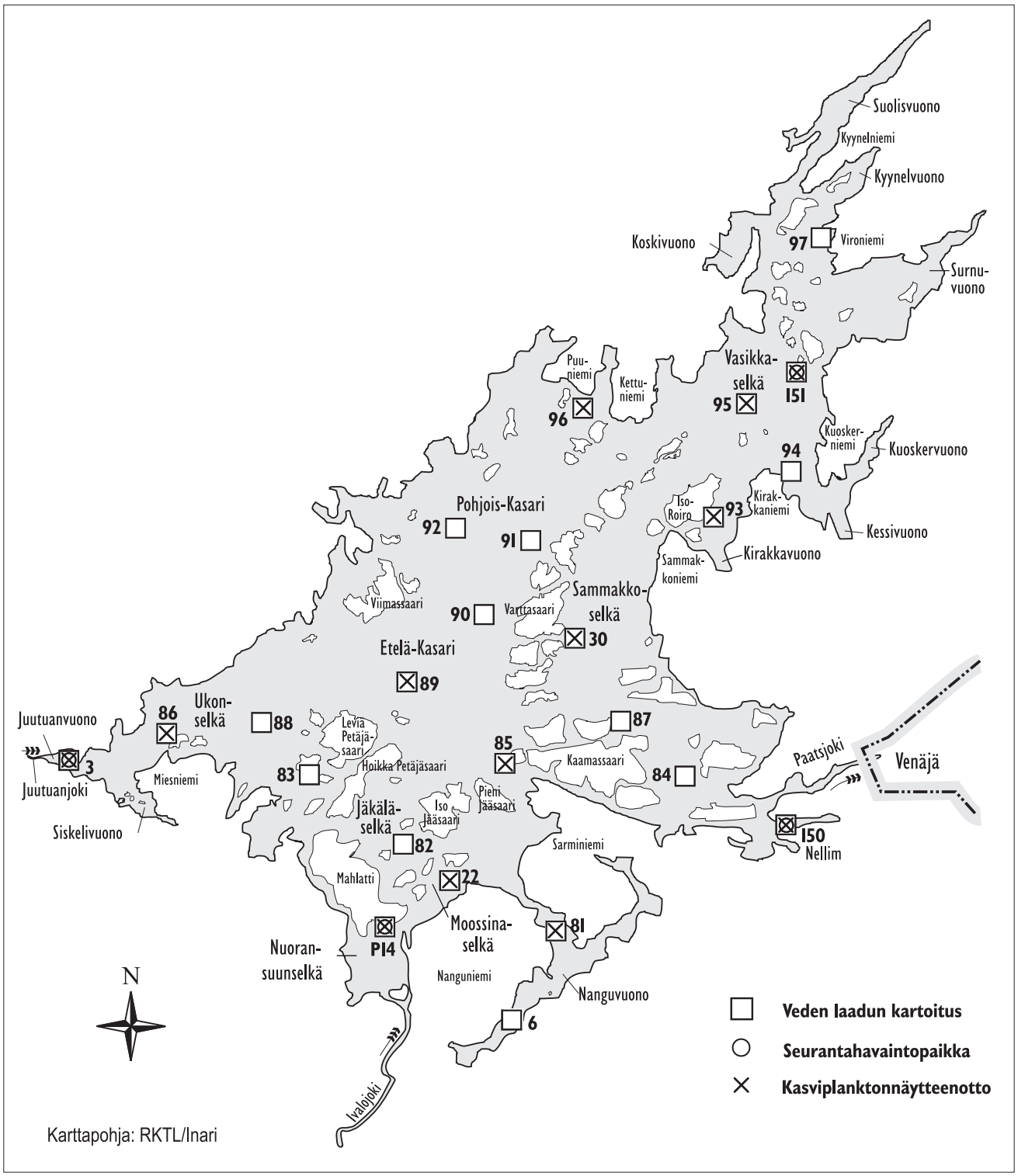
Kasviplanktonnäytteitä otettiin yhteensä 13 havaintopaikalta, joista kahdeksan oli samoja kuin edellä mainitut seurannan ja eläinplanktonnäytteenoton havaintopaikat, minkä lisäksi valittiin viisi havaintopaikkaa eri puolilta järveä. Näytteet otettiin kolme kertaa kesässä 0–5 metrin syvyydestä kokoomanäytteinä ja kestävöitiin näytteenoton yhteydessä Lugol -liuoksella. Heinäkuun näyte Vasikkaselkä 151 havaintopaikasta otettiin kuitenkin valtakunnallisen seurannan ohjelman mukaisesti syvyydestä 0-2 metriä. Näytteitä laskeutettiin 50 ml:aa ja tutkittiin käänteismikroskoopilla 1100x ja 250x -suurennoksilla vaihevastakohtaoptiikkaa käyttäen.

Laskeutetusta näytteestä solurihmat määritettiin ja laskettiin kyvetin osapinta-alalta kaikki leväsolut, yhdyskunnat ja solurihmat. Saatu laskentatulos muutettiin kertoimia ja Suomen ympäristökeskuksen biologiseen rekisteriin tallennettuja solutilavuuksia käyttäen biomassaksi märkäpainona (Tikkanen 1986). Pitkän aikavälin muutoksia tarkasteltiin Vasikkaselän heinäkuun aineiston perusteella, josta on tuloksia vuodesta 1964 lähtien, säännöllisesti vuodesta 1988 lähtien. Heinäkuun kasviplanktontuloksia käytettiin siksi, että joiltakin vuosilta on pelkästään heinäkuun tuloksia, joten kasvukauden keskiarvot eivät ole keskenään vertailukelpoisia. Tarkastelussa kiinnitettiin huomiota kasviplanktonin määrän ja koostumuksen alueellisiin eroihin.

Havaintopaikkojen nimet, lyhenteet ja koordinaatit on esitetty taulukossa 1 ja sijainti kuvassa 2.

Taulukko 1. Inarijärven veden laadun kartoituksen (VL), kasviplankton- (KP) ja eläinplanktonnäytteenoton (EP) havaintopaikat, niistä kuvissa käytetyt lyhenteet ja koordinaatit sekä eri havaintopaikoilta otetut näytteet.

Havaintopaikan nimi	lyhenne	PK-pohjoinen	PK-itä	VL	KP	EP
INARIJÄRVI NANGUVUONO 6	6	7629600	3533680	X		
INARIJÄRVI NANGUVUONO 81	81	7635580	3536400	X	X	
INARIJÄRVI NUORASEL P14D	P14D	7636060	3524480	X	X	
INARIJÄRVI MOOSSINAS.22	22	7639000	3529000	X	X	X
INARIJÄRVI MOOSSINAS. 82	82	7641680	3525530	X		
INARIJÄRVI JUUTUANVUON 3	3	7647400	3503400	X	X	
INARIJÄRVI JUUTUANVUO 86	86	7649630	3509560	X	X	
INARIJÄRVI UKONSELKÄ 88	88	7650380	3515680	X		
INARIJÄRVI ISO KAPAS. 83	83	7646800	3519480	X		
INARIJÄRVI KASARISELK 89	89	7652560	3525620	X	X	
INARIJÄRVI VIEPPISAAR 85	85	7647400	3532500	X	X	
INARIJÄRVI NELLIMÖ 150	150	7643000	3551500	X	X	
INARIJÄRVI SATAPETÄJÄ 84	84	7646450	3545360	X		
INARIJÄRVI KOVASAARI 87	87	7650380	3540600	X		
INARIJÄRVI SAMMAKKOS 30	30	7656340	3538420	X	X	X
INARIJÄRVI VARTTASAAR 90	90	7657500	3531450	X		
INARIJÄRVI KASARISELK 91	91	7662750	3534250	X		
INARIJÄRVI KASARISELK 92	92	7663500	3529570	X		
INARIJÄRVI KETTUNIEMI 96	96	7672180	3538250	X	X	X
INARIJÄRVI ISO-ROIRO 93	93	7664730	3546900	X	X	X
INARIJÄRVI KIRAKKANIE 94	94	7668380	3552500	X		
INARIJÄRVI VASIKKASEL 95	95	7672430	3549450	X	X	
INARIJÄRVI VASIKKAS 151	151	7674620	3552870	X	X	
INARIJÄRVI KYYNELVUON 97	97	7683520	3554440	X		
SURNUVUONO	Su	7681150	3560500			X
UKONSELKÄ	U	7647640	3507350			X
NANGUVUONO	Na	7630750	3534245			X
LUSMANUORA	Lu	7643250	3548500			X



Kuva 2. Inarijärven veden laadun kartoituksen ja kasviplanktonnäytteenoton havaintopaikat.

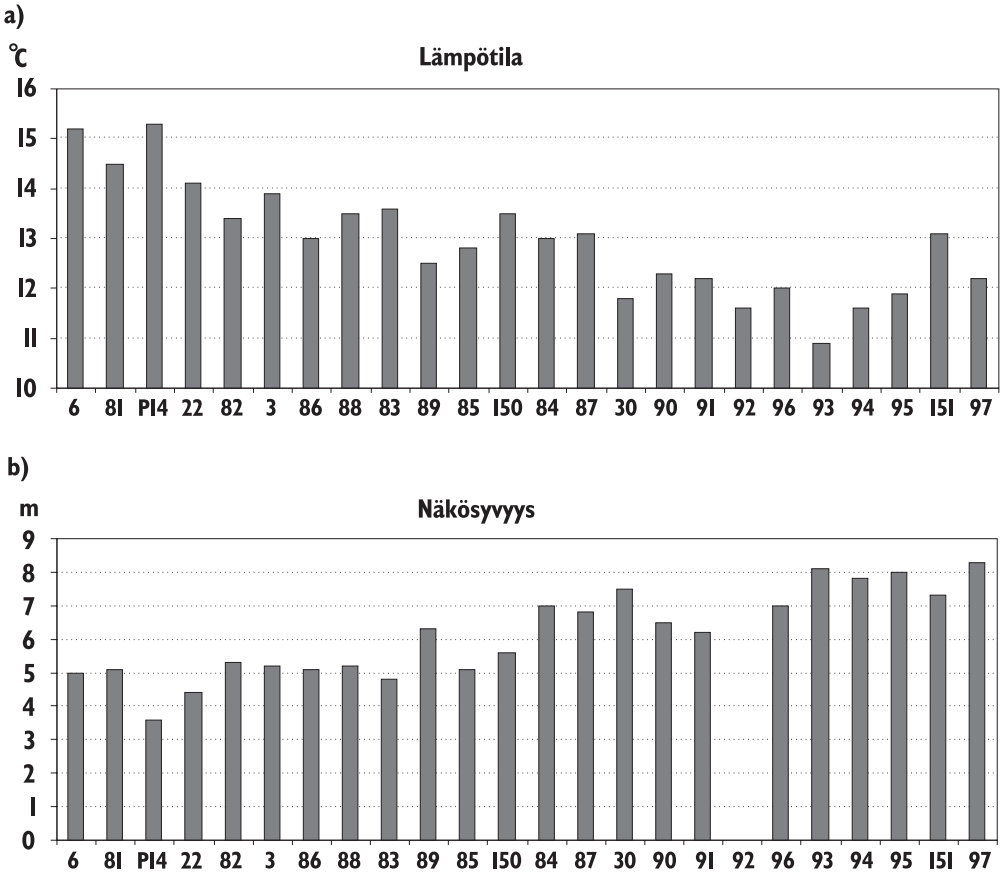
4 Tulokset

4.1 Veden laatu

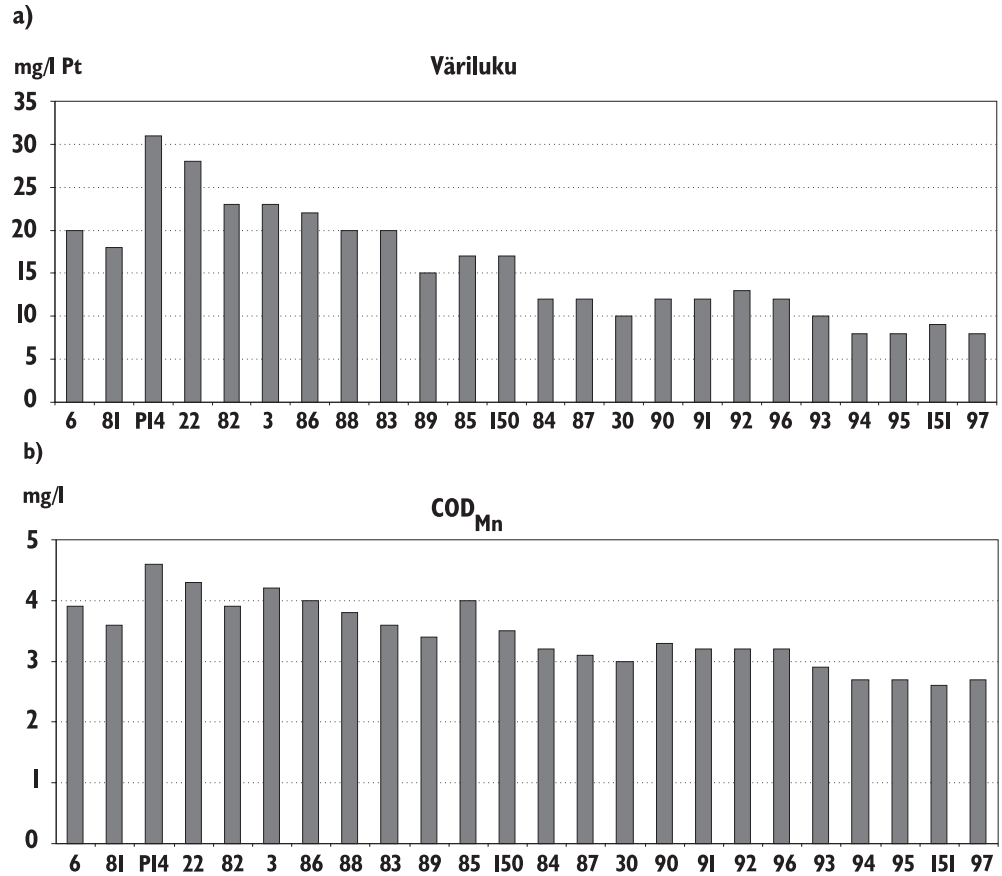
Kesän 1999 tulosten perusteella suurimmat alueelliset erot Inarijärven veden laadussa ovat veden lämpötilassa, näkösyvyydessä, väriluvussa, COD_{Mn}-arvossa sekä kokonaisfosforin ja nitraattitypen pitoisuuksissa. Veden pintalämpötilassa (0–5 m) erot olivat suurimmat ensimmäisellä näytteenottokerralla, jolloin Nanguvuonossa, Moossinaselällä ja Juutuanvuonossa veden pintalämpötila oli noin 13–16 °C ja Nuoraselällä jopa 18,5 °C, kun taas Vasikkaselällä lämpötila oli 11–12 °C ja Iso-Roirossa ainoastaan noin 8 °C . Kolmen näytteenottokerran keskimääräiset pintaveden lämpötilat olivat Nanguvuonossa ja Nuoraselällä 14–15 °C, järven keskiosissa noin 13–14 °C ja pohjoisosassa noin 11–12 °C lukuun ottamatta havaintopaikkaa Vasikkaselkä 151, jossa heinäkuun myöhäisempi näytteenottoajankohta oli syynä korkeampaan keskilämpötilaan (kuva 3a).

Veden näkösyvyys oli alhaisin Ivalojoen edustalla Nuoraselällä, missä se oli 3,6 m ja kasvoi järven pohjoisosiin mentäessä maksimissaan yli 8 metriin (kuva 3b). Muualla järven etelä- ja keskiosassa näkösyvyys oli enimmäkseen noin 5 m, Kasariselällä ja Satapetäjäselällä 6–7 metriä sekä Sammakkoselällä ja järven pohjoisosassa yli 7 metriä.

Veden väriluku ja COD_{Mn}-arvo kuvastavat veden orgaanisen aineen eli lähinnä humuksen määrää. Kuitenkin veden väriarvon vaihtelu järven eri osissa on suurempaa kuin COD_{Mn}-arvon vaihtelu (kuva 4). Vesi on väriltään lievästi ruskeaa Ivalojoen edustalla Nuoraselällä ja Moossinaselällä, jossa veden väriluku oli yli 25 mg/l Pt. Veden väriluku pienenee koilliseen päin mentäessä siten, että muualla järven etelä- ja keskiosassa väri oli 15–25 mg/l Pt ja Vasikkaselällä alle 10 mg/l Pt. Vastaavasti veden COD_{Mn}-arvo oli enimmillään keskimäärin noin 4,4 mg/l Nuoraselällä, Moossinaselällä ja Juutuanvuonossa, kun taas Vasikkaselällä COD_{Mn} oli noin 2,7 mg/l.



Kuva 3. a) Pintaveden lämpötila ja b) näkösyvyys Inarijärven eri havaintopaikoilla kesällä 1999.



Kuva 4. a) Veden väriluku ja b) COD_{Mn}-arvo Inarijärven eri havaintopaikoilla kesällä 1999.

Veden kokonaisfosforipitoisuuden perusteella Inarijärveä voidaan pitää kauttaaltaan karuna järvenä. Kesän 1999 kaikkien havaintojen keskiarvo oli 5,5 μg/l. Kokonaisfosforin pitoisuus oli suurimmillaan järven eteläosassa, Nanguvuonossa, Nuoraselällä-Moossinaselällä ja Juutuanvuonossa, jossa se vaihteli välillä 6–9 μg/l ja oli keskimäärin 7,3 μg/l (kuva 5). Muualla järven keski- ja pohjoisosassa kokonaisfosforin pitoisuus vaihteli noin 4–6 μg/l ja järven pohjoisosassa se oli keskimäärin 4,7 μg/l. Järven eteläosassa kokonaisfosforin pitoisuus oli siten noin 50 % suurempi kuin järven pohjoisosassa.

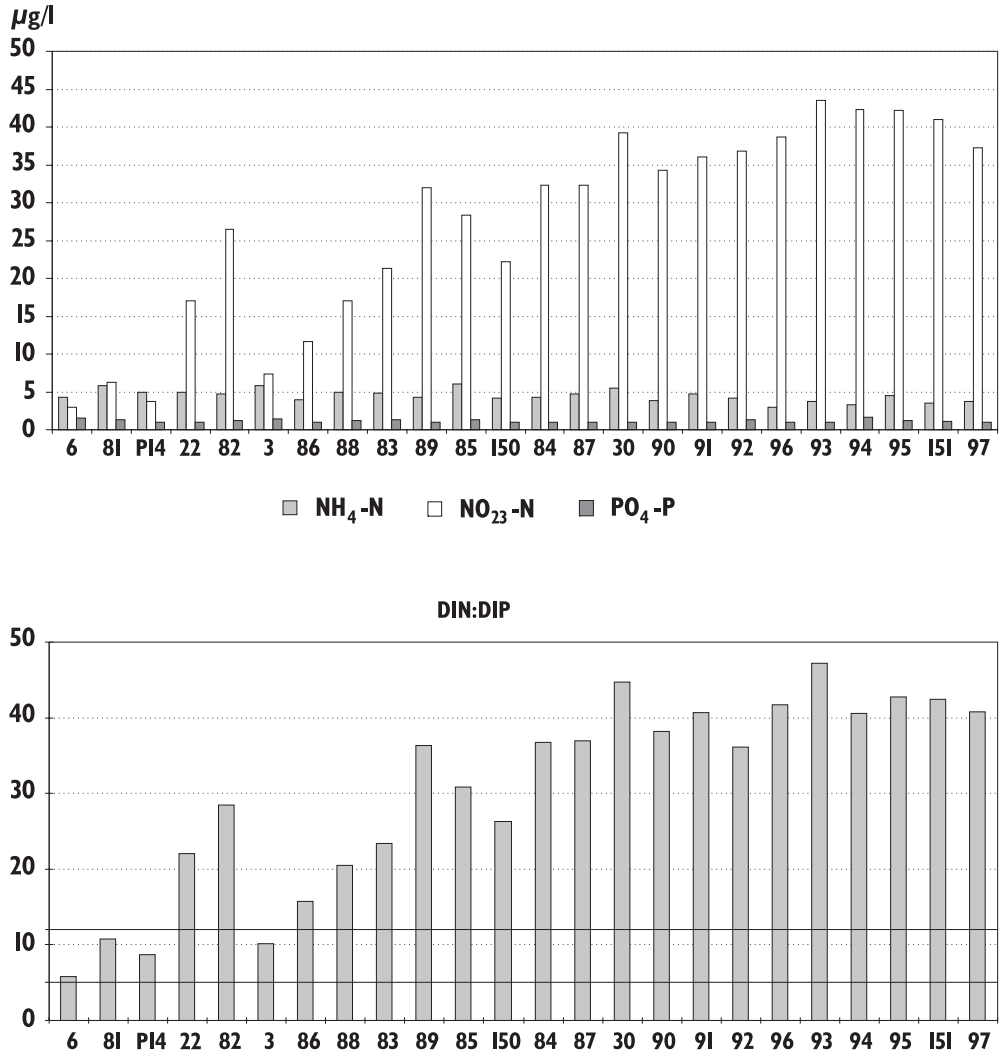
Kuva 5. Veden keskimääräinen kokonaisfosforin pitoisuus Inarijärvessä kesällä 1999.

Kokonaistypen pitoisuudessa ei ollut havaittavissa selvää alueellista vaihtelua. Havaintopaikkakohtaiset keskipitoisuudet vaihtelivat välillä 150–200 μg/l ja kaikkien havaintojen keskiarvo oli noin 170 μg/l. Epäorgaanisten ravinteiden osalta fosfaattifosforin (PO_4-P) pitoisuus oli hyvin alhainen kaikilla havaintopaikoilla, keskimäärin 1–2 μg/l (kuva 6a). Myös ammoniumtypen (NH_4-N) pitoisuudet olivat alhaisia, keskimäärin alle 6 μg/l. Sen sijaan nitriitti- ja nitraattitypen (NO_{23}-N) pitoisuudessa havaittiin selvää alueellista vaihtelua. Nitraattitypen pitoisuudet olivat pieniä (< 10 μg/l) jokisuiden edustoilla ja Nanguvuonossa, kun taas suurimmillaan pitoisuudet olivat järven pohjoisosissa Vasikkaselällä, jossa ne olivat yli 40 μg/l.

Leville käyttökelpoisen typen eli mineraalitypen (DIN = NH_4-N + NO_{23}-N) ja liuenneen epäorgaanisen fosforin (DIP) suhdetta on käytetty vesistön minimiravinteen indikaattorina. Vakioseurannoissa ei kuitenkaan ole yleensä mitattu liuenneen fosfaattifosforin pitoisuutta, vaan suodattamattoman fosfaattifosforin pitoisuus. Kirkasvetisessä Inarijärvessä suodatetun ja suodattamattoman fosfaattifosforin pitoisuuksien välillä ei todennäköisesti ole suurta eroa, koska humukseen sitoutuneen fosforin määrä on vähäinen. Inarijärvessä myös suodattamattoman fosfaattifosforin pitoisuus on kesällä ollut useimmiten alle määritysrajan (< 2 μg/l), jolloin pitoisuutena on käytetty arvoa 1 μg/l.

Forsbergin ym. (1978) mukaan fosfori rajoittaa levien tuotantoa, kun mineraaliravinteiden painosuhde on yli 12, ja typpi, kun suhde on alle 5. Kun suhde on 5–12, sekä typpi että fosfori voivat samanaikaisesti rajoittaa tuotantoa. Mineraaliravinnesuhteen perusteella Inarijärvi on pääosin selkeästi fosforirajoitteinen, mutta järven "rehevimmät alueet", Nanguvuono ja jokisuiden edustat voivat olla samanaikaisesti typpi- ja fosforirajoitteisia (kuva 6b). Kuitenkaan pienissä ravinnepitoisuuksissa mineraaliravinnesuhde ei osoita minimiravinnetta luotettavasti, vaan tällöin ravinteiden kiertonopeudet ratkaisevat pitkälti hetkellisen minimiravinteen (Pietiläinen 1999).

Kesällä 1999 Inarijärven pintaveden muiden vedenlaatumuuttujien arvoissa ei ollut suuria alueellisia vaihteluja. Sameus oli keskimäärin 0,3 FNU (vaihteluväli 0,2–0,7 FNU), sähkönjohtavuus 2,9 mS/m (2,7–3,3 mS/m), alkaliniteetti 0,17 mmol/l (0,15–0,22 mmol/l) ja pH:n vaihteluväli oli 6,96–7,48.

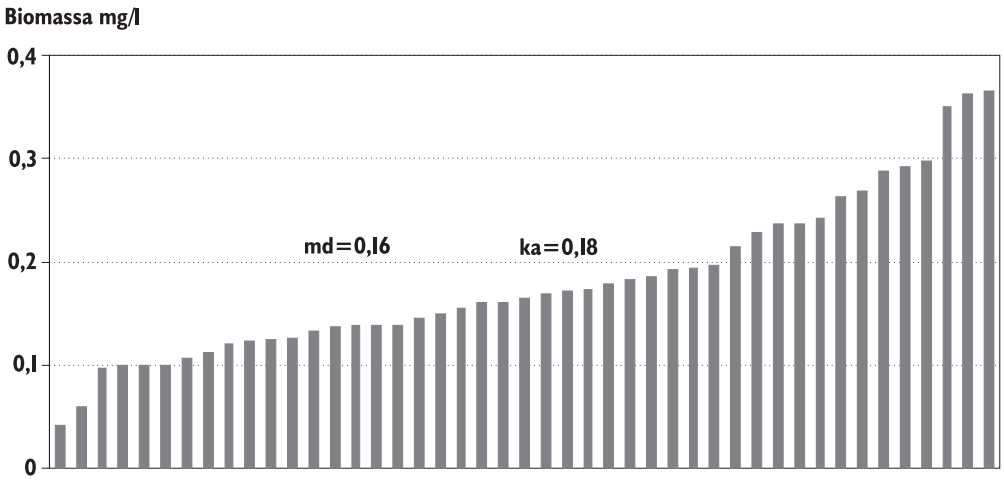


Kuva 6. a) Fosfaattifosforin (PO_4-P), nitriitti- ja nitraattityppen (NO_{23}-N) sekä ammoniumtypen (NH_4-N) pitoisuudet b) DIN:DIP –suhde Inarijärven eri havaintopaikoilla kesällä 1999.

4.2 Kasviplankton

4.2.1 Horisontaalinen jakautuminen

Koko Inarijärven keskimääräinen kasviplanktonbiomassa oli alhainen, ultraoligotrofiaa ilmentävä 0,18 mg l^{-1} ja vaihteluväli oli 0,04–0,36 mg l^{-1} (Kuva 7). Kasviplanktonin keskimääräisen biomassan perusteella järvessä oli kolme aluetta: etelässä "rehevöitynyt" alue, jossa biomassa oli keskimäärin 0,23 mg l^{-1} ja "lievästi rehevöitynyt" alue (Nuoraselän ja Nellimön havaintopaikat), jossa biomassa oli keskimäärin 0,16 mg l^{-1}. Pohjoisosassa biomassa oli keskimäärin 0,13 mg l^{-1} (kuva 8). Kasariselällä ja Nanguvuonossa todettiin suurin keskimääräinen biomassa, 0,25 mg. Tutkimuksen suurimmatkaan biomassat eivät ylittäneet oligotrofian raja-arvoja 0,2–0,5 mg l^{-1} (Heinonen 1980). Inarijärven kokonaisfosforin pitoisuus (5,5 μg l^{-1}) vastaa myös oligotrofisia olosuhteita (Premazzi ja Chiaudani 1992, Lepistö 1999).



Kuva 7. Inarijärven kaikkien havaintopaikkojen kasviplanktonbiomassan (tuorepainona) jakauma. Mediaani ja keskiarvo ilmoitettu.

Kasviplanktonin määrän perusteella eteläosa on kokonaisuudessaan rehevämpi kuin pohjoisosan alueet. Biomassa-arvot ovat kuitenkin alhaisia, oligotrofiaa ilmentäviä. Edes biomassan kaksinkertaistuminen ei näy selkeänä lajiston muutoksena. Tosin lajidiversiteetti ja lajien solumäärät kasvavat mutta lajisto ei muutu suurikokoisemmaksi, kuten tapahtuu kun vedet rehevöityvät voimakkaasti (mm. Lepistö 1999). Toisin sanoen, vaikka eteläosan alueet ovat rehevämpiä tai lievästi rehevämpiä järven pohjoisosiin verrattuna, ne ovat kuitenkin kaikki kasviplanktonin määrän perusteella selkeästi karuja ja pohjoisosan alueet ovat erittäin karuja (kuva 8).

Järven pohjoisosassa Vasikkaselän, Sammakkoselän, Kettuniemen ja Iso-Roiron havaintopaikoilla kasviplanktonin keskimääräinen biomassa, 0,13 mg l^{-1}, oli noin puolet eteläosan biomassa-arvoista ja kuvasti erittäin karuja olosuhteita. Ultraoligotrofiaa ilmentävän biomassan raja-arvo on < 0,2 mg l^{-1} (Heinonen 1980).

Kuva 8. Kasviplanktonin biomassan (tuorepainona) keskiarvot havaintopaikoittain Inarijärvessä kesällä 1999.

Kasviplanktonin määrää kuvaava klorofylli *a*:n pitoisuus koko järvessä oli keskimäärin 1,2 $\mu g\ l^{-1}$. Järven eteläpään klorofylli *a*:n pitoisuus, 1,7 $\mu g\ l^{-1}$ oli noin kaksinkertainen verrattuna pohjoispään arvoon, 0,8 $\mu g\ l^{-1}$ (kuva 9). Myös nämä pitoisuudet kuvastavat selkeästi oligotrofiaa (Premazzi ja Chiaudani 1992, Lepistö 1999). Klorofylli *a*:n pitoisuuden vaihtelu oli vähäinen, 0,5–2,2 $\mu g\ l^{-1}$.

Kuva 9. Kasviplanktonin määrää kuvastavan klorofylli-a:n keskiarvot havaintopaikoittain Inarijärvessä kesällä 1999.

4.2.2 Lajisto järven eri osissa

Määritettyjen taksonien lukumäärä vähenee etelästä pohjoiseen järven karuuntuessa (Taulukko 2). Pohjoisosassa eutrofiaa indikoivien lajien määrä oli keskimäärin alhaisempi kuin eteläosassa, mutta oligotrofiaa indikoivien lajien (Järnefelt 1952, Heinonen 1980) määrä oli saman suuruinen järven eri osissa (E:O = 2:5 ja 3:5), mikä kuvastaa kasviplanktonin oikean suuntaista reaktiota veden laadun vähäisiin eroihin. Indikaattorilajien epävarmuutta osoittaa kuitenkin se, että "lievästi rehevöityneillä" havaintopaikoilla (Nuoraselkä ja Nellimö) vastaava E:O -suhde oli 3:6, eli siellä oligotrofiaa indikoivien lajien määrä oli suurempi kuin kaikkein karuimmilla alueilla. Tämä saattaa osaltaan ilmentää sitä, että indikaattorijärjestelmä ei ole täysin sopiva pohjoisiin olosuhteisiin.

Järven leväyhteisö oli lähes poikkeuksetta pienikokoisten, siimallisten kultalevien dominoima, sillä kultaleviä oli vähintään 30 % mutta runsaimmillaan jopa 70 % kokonaisbiomassasta. Kultalevien ryhmä oli myös taksonimäärältään runsas. Yleisimpiä olivat pienet taksonit *Synura* sp., *Pseudopedinella* sp. ja *Uroglena* sp. kaikilla havaintopaikoilla (Taulukko 2).

Eteläosan "rehevöityneissä" osissa nielulevät ja eutrofiaa indikoiva (Järnefelt ym. 1963) panssarisiimalevä *Peridinium umbonatum* ja "lievästi rehevöityneillä" alueilla piilevä *Rhizosolenia longiseta* olivat tyypillisiä. Sinilevien määrä oli huomattavan vähäinen. Sinileväyhteisö koostui pääasiassa pienisoluisista pieniä yhdyskuntia muodostavista lajeista, mikä on tyypillistä karuille vesille. Sinilevien biomassaa, etenkin elokuussa ja lähinnä järven eteläpäässä, lisäsi mesotrofisille vesille tyypillisen *Woronichinia naegeliana* -lajin runsastuminen (Lepistö 1999).

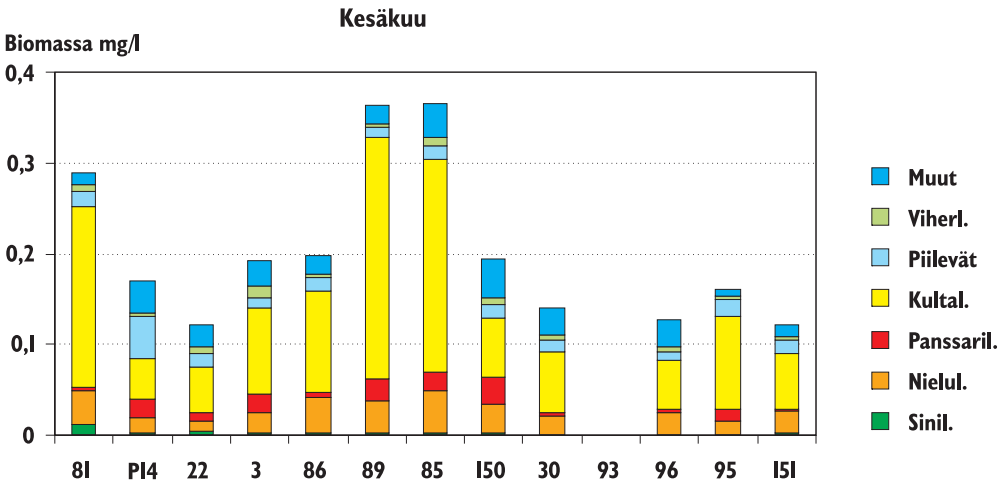
Järven karussa pohjoisosassa *Pseudopedinella* sp., nielulevä *Rhodomonas lacustris*, karuille vesille tyypilliset kultalevä *Dinobryon crenulatum*, piilevä *Aulacoseira distans* ja karujen vesien viherlevä *Botryococcus* sp. olivat yleisiä.

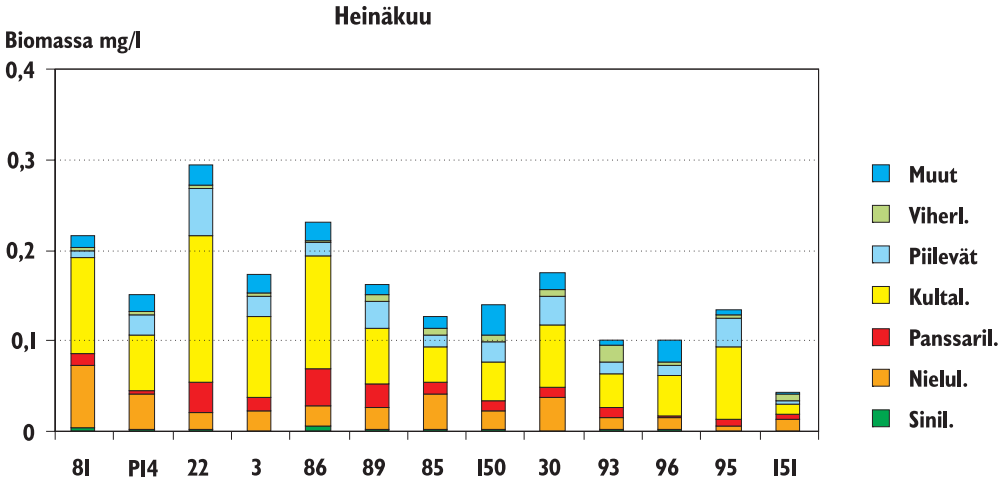
4.2.3 Kasviplanktonin kehitys kesä-elokuun aikana

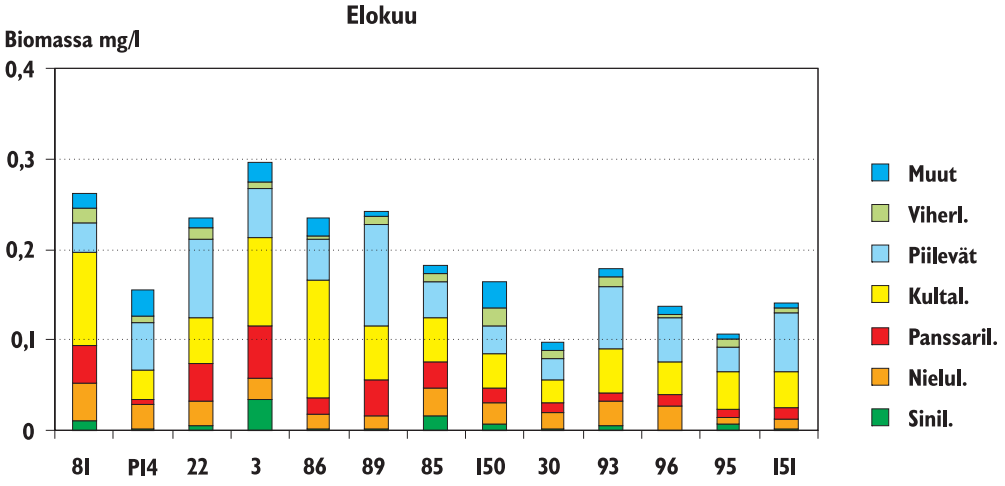
Kesäkuussa kasviplanktonia oli keskimäärin 0,2 mg l^{-1}. Biomassa oli suurin Kasariselällä ja Vieppisaaren kärjessä (Kuva 10) ja alhaisin Moossinaselällä sekä järven pohjoisosissa. Kultalevät, joista tärkeimpiä taksonit *Synura* sp., *Pseudopedinella* sp. ja *Uroglena* sp., olivat lähes poikkeuksetta vallitseva leväryhmä. Nieluleviä oli järven eteläosassa runsaammin kuin pohjoisosassa. Sinilevää oli vähäisiä määriä lähes kaikissa näytteissä.

Heinäkuun biomassat (Kuva 10) olivat kesäkuuhun verrattuna laskeneet lähes kaikilla havaintopaikoilla, mikä alensi keskimääräistä biomassaa, 0,16 mg l^{-1}:aan. Moossinaselällä biomassa oli kuitenkin liki kolminkertainen kesäkuuhun verrattuna. *Pseudopedinella* sp. ja *Uroglena* sp., olivat tärkeimmät taksonit. Eteläosan kasviplanktonin määrä oli edelleen suurempi kuin pohjoisosassa. Sinilevää oli vähän.

Elokuun biomassa (Kuva 10) oli edelliseen kuuhun verrattuna jonkin verran korkeampi, keskimäärin 0,19 mg l^{-1}. Järven eteläosan biomassat olivat korkeampia kuin pohjoisosassa. Kultalevät olivat vallitsevina mutta piilevien määrä oli selvästi lisääntynyt kaikilla havaintopaikoilla. Tärkeimpiä olivat erikokoiset kiekkomaiset Eupodiscales - piilevät ja *Aulacoseira distans*. *Woronichinia naegeliana* -sinilevän osuus oli Juutuanvuonossa 11 % kokonaisbiomassasta.



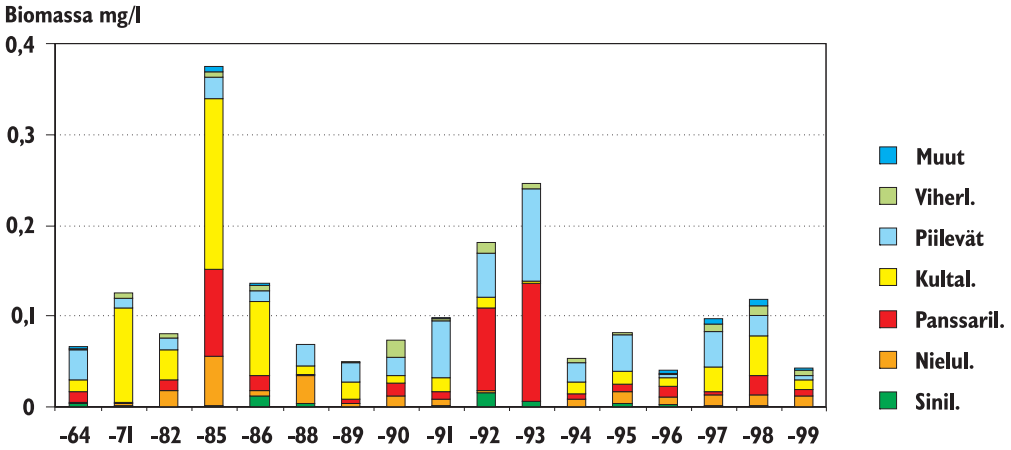




Kuva 10. Kasviplanktonin biomassa ja koostumus eri havaintopaikoilla kesä-elokuussa vuonna 1999 Inarijärvessä.

4.2.4 Pitkän ajan muutokset Vasikkaselän (151) havaintopaikalla

Kasviplanktonin määrä havaintopaikalla on keskimäärin noin 0,1 mg l^{-1} ja se on vain poikkeuksellisesti kohonnut yli 0,2 mg l^{-1}, kuten vuosina 1985 ja 1993, jolloin syynä oli kultalevien ja piilevien runsastuminen (Kuva 11). Vuoden 1985 maksimibiomassan aiheutti *Uroglena* -kultalevien massaesiintymä. Toistuvana ilmiönä nämä massaesiintymät ennakoivat rehevöitymistä (Talling 1993, Lepistö 1999). Kasviplanktonin määrä on keskimäärin samansuuruinen 1980-luvun ja 1990-luvun loppupuoliskoilla, jos vuosien 1992 ja 1993 maksimit jätetään huomioimatta. Piilevien biomassa on 1990-luvulla kaksinkertaistunut, mikä saattaa olla merkki vähittäisestä rehevöitymisestä. Heinäkuussa on Vasikkaselällä ollut sinileviä 1990-luvun alkupuoliskolla vähän (keskimäärin 0,006 mg l^{-1}) ja vuosikymmenen loppupuoliskolla hyvin vähän (keskimäärin 0,001 mg l^{-1}), mikä toisaalta osoittaa veden laadun hyvää tilaa.



Kuva 11. Kasviplanktonin määrä ja koostumus Inarijärven Vasikkaselän havaintopaikalla heinäkuussa vuosina 1964–1999.

Taulukko 2. Kaksi runsainta taksonia havaintopaikoittain kesä-elokuussa %-osuutena koko biomassasta ja taksonien määrä Inarijärvessä vuonna 1999. Perid. umb. = *Peridinium umbonatum* ja Aulac. distans = *Aulacoseira distans.*

Havainto-	Kesäkuu		Heinäkuu		Elokuu		Taksoni-
paikka	Taksoni	% biom.	Taksoni	% biom.	Taksoni	% biom.	määrä
3	Pseudopedinella	22	Pseudopedinella	20	Synura	13	57
	Synura	16	Synura	18	Perid. umb.	12	
86	Synura	15	Pseudopedinella	23	Pseudopedinella	16	56
	Pseudopedinella	13	Synura	10	Synura	13	
89	Synura	29	Pseudopedinella	15	Aulac. distans	29	48
	Pseudopedinella	27	Synura	14	Pseudopedinella	12	
85	Pseudopedinella	22	Rhodomonas	20	Ceratium	12	53
	Synura	19	Pseudopedinella	15	Pseudopedinella	11	
P14D	Rhizosolenia	19	Pseudopedinella	19	Rhizosolenia	14	53
	Mallomonas	5	Rhizosolenia	10	Asterionella	11	
22	Pseudopedinella	23	Uroglena	14	Asterionella	14	56
	Mallomonas	7	Rhizosolenia	13	Rhizosolenia	10	
81	Uroglena	32	Uroglena	17	Uroglena	24	54
	Pseudopedinella	20	Pseudopedinella	12	Pseudopedinella	10	
150	Uroglena	12	Eupodiscales	12	Pseudopedinella	9	58
	Pseudopedinella	7	Pseudopedinella	7	Uroglena	4	
30	Pseudopedinella	29	Pseudopedinella	20	Pseudopedinella	12	48
	Rhodomonas	7	Rhodomonas	13	Eupodiscales	7	
93	ei näytettä		Pseudopedinella	29	Pseudopedinella	17	45
			Botryococcus	14	Aulac. distans	14	
95	Pseudopedinella	29	Pseudopedinella	26	Pseudopedinella	21	41
	Synura	14	Synura	21	Synura	13	
96	Uroglena	20	Pseudopedinella	16	Eupodiscales	12	45
	Pseudopedinella	6	Uroglena	8	Pseudopedinella	10	
151	Pseudopedinella	34	Rhodomonas	19	Pseudopedinella	19	41
	Rhodomonas	10	Pseudopedinella	9	Aulac. distans	1	

TIETOLAATIKKO

Inarijärven kasviplankton vuonna 1999

Biomassa keskimäärin	0,18 mg l^{-1}
Minimi biomassa	0,04 mg l^{-1}
Maksimi biomassa	0,36 mg l^{-1}

Raja-arvoja (Heinonen 1980)

Ultraoligotrofinen	$<$0,20 mg l^{-1}
Oligotrofinen	0,21-0,50 mg l^{-1}
Oligomesotrofinen	0,51-1,00 mg l^{-1}

5 Yhteenveto

Vaikka Inarijärveä voidaan kokonaisuudessaan pitää karuna ja kirkasvetisenä järvenä, veden laadussa ja rehevyystasossa on kuitenkin havaittavissa alueellista vaihtelua. Selvimmät alueelliset erot veden laadussa havaittiin orgaanisen aineen määrää kuvaavien muuttujien kuten veden värin ja kemiallisen hapen kulutuksen arvoissa sekä ravinteista kokonaisfosforin ja nitraattitypen pitoisuuksissa. Nitraattityppeä lukuun ottamatta näiden muuttujien pitoisuudet ovat suurimmillaan jokisuiden edustoilla ja Nanguvuonossa, josta ne pienenevät vähitellen järven pohjois- ja koillisosiin mentäessä. Järven eteläosassa veden väriluku on 2–3 -kertainen pohjoisosaan verrattuna ja kokonaisfosforin pitoisuus on noin 50 % suurempi kuin järven pohjoisosassa.

Havaitut erot johtunevat pääasiassa jokivesien mukana kulkeutuvasta orgaanisesta humusaineesta ja siihen sitoutuneesta fosforista. Kuitenkaan kokonaistypen pitoisuudessa ei havaittu vastaavanlaisia alueellisia eroja. Sen sijaan nitraattitypen pitoisuudet ovat jokisuiden edustalla ja Nanguvuonossa huomattavasti pienempiä kuin järven keski- ja pohjoisosissa. Näillä järven ”rehevimmillä alueilla”, missä myös perustuotanto on suurempaa, typpi voi yhdessä fosforin kanssa rajoittaa levien tuotantoa. Muualla fosfori on selkeästi tuotantoa rajoittava minimitekijä. Mahdollisesti näillä rehevimmillä alueilla jokivesien mukana tulevasta humukseen sitoutuneesta kokonaisfosforista osa voi irrota leville käyttökelpoiseen muotoon, vaikka mitatut fosfaattifosforin pitoisuudet ovatkin pieniä.

Myös kasviplanktonin määrän perusteella Inarijärvi on karu, ja pohjoisosaltaan erittäin karu. Järven eteläosassa kasviplanktonin määrä sekä tuorepainona että klorofylli *a*:n pitoisuutena mitattuna on 80–100 % suurempi kuin järven pohjoisosassa. Kasviplanktonin määrän muutokset ovat samansuuntaisia fosforin pitoisuuksien vaihtelun kanssa, vaikkakin erot kokonaisfosforin pitoisuuden vaihtelussa ovat pienempiä.

Kasviplanktonlajiston koostumus on kuitenkin pääosin samanlainen, karuille vesille tyypillinen (mm. Lepistö 1999), kautta koko järven. Lajisto on pienikokoista ja etenkin kultalevien diversiteetti on suuri. Taksonien lukumäärä on kuitenkin ”rehevämmillä” alueilla jonkin verran suurempi ja eutrofiaa indikoivia lajeja on enemmän kuin pohjoisessa karuilla alueilla. Nielulevien ja kultalevien kyky liikkua siimojensa avulla syvyyssuunnassa runsasravinteisempiin vesikerroksiin ja monien lajien kyky siirtyä tarvittaessa miksotrofiaan, eli käyttämään mm. bakteereita ravintonaan, on niille suuri kilpailuetu näissä karuissa olosuhteissa (Salonen ym. 1984, Jansson ym. 1996).

Pitkän aikavälin muutoksena voidaan todeta piilevien osuuden biomassasta 1990-luvulla lisääntyneen ja kultalevien vähentyneen, mikä saattaa olla merkki vähittäisestä rehevöitymisestä, mutta biomassahavainnot eivät ilmaise kasvavaa trendiä etenkään 1990-luvun loppupuolella.

Kirjallisuus

Järnefelt, H. 1952. Plankton als Indikator der Trophiegruppen der Seen. Ann. Acad. Scient. Fennicae A IV (18): 1-29.

Heinonen, P. 1980. Quantity and composition of phytoplankton in Finnish inland waters. Publ. Water Res. Inst. 37: 1-91.

Hyvärinen, V. 1996 (toim.). Hydrologinen vuosikirja 1993. Suomen ympäristö 69. 163 s.

Jansson, M., Blomqvist, P. ja Jonsson, A. 1996. Nutrient limitation of bacterioplankton, autotrophic and mixotrophic phytoplankton, and heterotrophic nanoflagellates in Lake Örträsket. Limnol. Oceanogr. 41: 1552-59.

Järnefelt, H., Naulapää, A. & Tikkanen, T. 1963. Kasviplanktonopas. Kalavesitutkimus II. Suomen Kalastusyhdistyksen julkaisuja 34, 133 s.

Lepistö, L. 1999. Phytoplankton assemblages reflecting the ecological status of lakes in Finland. Monographs of the Boreal Environment Research, n:o 16, 43 pp.

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

Pietiläinen, O.-P. 1999. Typpi ja fosfori Pien-Saimaan, Nuorajärven, Nerkoonjärven ja Kemijärven kasviplanktontuotannon säätelijöinä. Suomen ympäristö 312. 52 s.

Premazzi, G. ja Chiaudani, G 1992. Ecological quality of surface waters. Quality assessment shemes for European community lakes. Environment Quality of Life series – Commission. Brussels / Lugembourg. 124 s.

Salonen, K., Jones, R.I. ja Arvola, L. 1984. Hypolimnetic phosphorus retrieval by diel vertical migrations of phytoplankton. Freshw. Biol. 14: 4331-438.

Talling, J.F. 1993. Comparative seasonal changes, and inter-annual variability and stability, in a 26-year record of total phytoplankton biomass in four English lake basins. Hydrobiologia 268: 65-98.

Tikkanen, T. 1986. Kasviplanktonopas. Suomen Luonnonsuojelun Tuki Oy. Helsinki 278 s.

Osa II: Inarijärven eläinplankton vuosina 1997–1999

Sami Mäkikyrö

Johdanto

Eläinplanktonyhteisö muodostaa yhden keskeisimmistä tekijöistä vesistöjen pelagiaalialueiden ravintoketjussa. Eläinplanktonissa on kasviplanktonia syöviä herbivoreja ja myös petoja, jotka syövät muita eläinplanktonyksilöitä. Osa lajeista käyttää ravinnokseen sekä kasvi- että eläinkuntaan kuuluvia eliöitä riippuen yksilönkehityksen vaiheesta. Monien kalalajien aikuiset yksilöt, esim. muikulla, eräillä siikamuodoilla ja kuoreella, käyttävät eläinplanktonlajeja pääasiallisena ravintonaan, samoin useimpien kalalajien poikaset.

Inarijärvestä on tehty yksi laajempi eläinplanktontutkimus (Hakkari & Selin 1980), josta on aikaa jo kaksi vuosikymmentä. Tälle ajanjaksolle mahtuu kaksi eläinplanktonyhteisöön ilmeisen suuresti vaikuttavaa tapahtumaa; muikkukannan runsastuminen 1980-luvun alkupuolella sekä kannan romahtaminen seuraavan vuosikymmenen alussa. Kalojen predaatiopaineella on havaittu olevan vaikutuksia sekä eläinplanktonin määrään että lajikoostumukseen (Sarvala 1988, Karjalainen et al. 1992), joten uusien tietojen hankkiminen Inarijärven planktonyhteisöistä on tullut ajankohtaiseksi.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää eläinplanktonyhteisön rakennetta sekä eläinplanktonin määrän ja biomassan alueellista vaihtelua Inarijärvellä. Lisäksi tutkittiin, onko vuosien välillä havaittavissa vaihtelua alueiden lajistossa ja biomassassa. Tulosten perusteella arvioitiin myös eläinplanktonin ja planktonia syövien kalojen, etenkin siian ja muikun poikasten, esiintymisen välistä suhdetta.

2 Aineisto ja menetelmät

2.1 Näytteenotto

Eläinplanktonnäytteiden keruun suorittivat Lapin ympäristökeskuksen sekä Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen Inarin toimipaikan henkilökunta vuosina 1997–1999. Näytteenottopaikat ja -ajankohdat on esitetty taulukossa 1 ja kuvassa 1. Näytteenottopaikoista Moossinaselkä, Sammakkoselkä, Iso-Roiro ja Kettuniemi olivat lähes samoja, kuin Hakkarin ja Selinin (1980) tutkimuksessa. Jatkossa näytteenottoajankohdat ilmoitetaan siten, että (lukuun ottamatta vuotta 1997) kesäkuun näytteet ovat 1., heinäkuun 2., elokuun alkupuolen 3. ja elokuun lopussa sekä syyskuussa kerätyt 4. näytteitä. Vuoden 1999 Nanguvuonon, Ukonselän, Lusmanuoran ja Surnuvuonon näytteet kerättiin RKTL :n suorittamien muikunpoikastroolausten yhteydessä elo-syyskuussa. Näytteet kerättiin Sormusen putkinoutimella (pituus 1 m, tilavuus 6,4 l) 0–5 metrin ja 5–10 metrin syvyysvyöhykkeiltä kokoomanäytteiksi; yksi noutimellinen kultakin syvyydeltä. Lisäksi Moossinaselältä otettiin vertailuja varten nostohaavinäytteet (suuaukon halkaisija 29 cm, pituus 140 cm ja silmäkoko 200 μm) 0–10 metrin syvyydeltä vakionopeudella. Jokaisena ajankohtana otettiin kaksi näytettä paikkaa kohti (0–5 ja 5–10 m), joten kokonaisnäytemääräksi muodostui 62 (lisäksi 4 haavinäytettä). Näytteet siivilöitiin silmäkooltaan 50 μm:n planktonhaavin läpi, minkä jälkeen niihin lisättiin neutraloitua formaliinia siten, että lopulliseksi formaliinipitoisuudeksi tuli 4%. Näytteenoton yhteydessä mitattiin veden lämpötila vastaavilta paikoilta eri syvyyksiltä.

Taulukko 1. Inarijärven eläinplanktontutkimuksen näytteenottopaikat ja -ajat vuosina 1997–1999.

	1.	2.	3.	4.
1997				
Moossinaselkä 22	17.6.			18.8.
Sammakkoselkä 30	17.6.			18.8.
1998				
Moossinaselkä 22	30.6.	21.7.	10.8.	1.9.
Sammakkoselkä 30	30.6.	21.7.	12.8.	1.9.
1999				
Moossinaselkä 22	30.6.	12.7.	12.8.	30.8.
Sammakkoselkä 30	29.6.	13.7.	11.8.	
Iso-Roiro 93	29.6.	13.7.	10.8.	8.9.
Kettuniemi 96	29.6.	14.7.	11.8.	6.9.
Nanguvuono				31.8.
Ukonselkä				9.9.
Lusmanuora				2.9.
Surnuvuono				7.9.

Kuva 1. Inarijärven eläinplanktontutkimuksen havaintopaikat vuosina 1997–1999.

2.2 Määritykset

Näytteet jaettiin aluksi kahteen osaan suodattamalla 250 μm :n seulan läpi, jolloin isommat plankterit jäivät seulaan ja pienemmät (alkueläimet, rataseläimet ja hankajalkaisten pienet naupliustoukat) menivät läpi. Isommat plankterit laitettiin laskentamaljalle ja määritettiin preparointimikroskoopin avulla lajilleen ja lukumäärät laskettiin. Määritykset varmistettiin tarvittaessa preparaateista. Pienempiä planktereita sisältävä suodos laimennettiin vakiotilavuuteen ja siitä otettiin pipetillä sopivan suuruinen osite, jonka annettiin laskeutua tarvittava aika käänteismikroskooppikyvettiin. Kyvetistä eläinplankton pyrittiin mikroskoopilla määrittämään lajilleen sekä laskettiin kappalemäärät. Haavinäytteistä määritettiin vain seulaan jäävät planktoneliöt. Määrityksissä käytettiin apuna seuraavia teoksia: Enckell (1980), Pontin (1978) ja Särkkä (1984).

Työmäärän pienentämiseksi näytteistä otettiin osanäytteitä, joiden koko pyrittiin määrittämään siten, että yleisimmän taksonin lukumääräksi osanäytteessä saatiin ainakin 50 yksilöä. Preparointimikroskoopilla tarkasteltujen ositteiden koko vaihteli välillä 1/3–1/1 alkuperäisestä näytteestä ja käänteismikroskoopilla välillä 1/20–1/2. Osanäytteiden edustavuutta testattiin vertaamalla samasta näytteestä tehtyjä ositteita keskenään. Osanäytteiden välillä ei ollut eroja preparointimikroskooppinäytteessä (Kendallin konkordanssikerroin $W=0{,}960$, $X^2=25{,}923$, $n=10$, $p<0{,}001$) eikä käänteismikroskooppinäytteessä (Spearmanin järjestyskorrelaatiokerroin $r_s= 0{,}1$, $n = 9$, $p > 0.05$).

Jokaisesta näytteestä mitattiin biomassamäärityksiä varten vesikirpuista kaikilta lajeilta, ja hankajalkaisista lisäksi erikseen aikuisilta ja kopepodiiteilta kahdenkymmenen ensimmäisen yksilön pituudet. Rataseläimiltä pituus mitattiin vain *Asplanchna*-suvun yksilöiltä. Biomassojen laskemiseen käytettiin kirjallisuudesta löytyneitä yhtälöitä (taulukko 2) ja ne ilmoitettiin hiilenä kuutiometriä (1000 litraa) vettä kohti. Eräille taksoneille ei löytynyt tuloksen hiilenä ilmoittavaa yhtälöä, jolloin käytettiin tuloksen kuivapainona antavaa kaavaa. Tällöin hiilen määräksi arvioitiin 50 % kuivapainosta (Keskitalo & Salonen 1994). Rahkolan et. al. (1998) esittämät yhtälöt on otettu heidän raporttinsa taulukosta 3. ja *Holopedium gibberum*in sisältämä hiilimäärä on laskettu keskiarvona Vasaman (1986) esittämistä vuoden 1982 arvoista. Alkueläimille ei laskettu biomassoja, koska niille ei kirjallisuudesta löytynyt tarvittavia yhtälöitä.

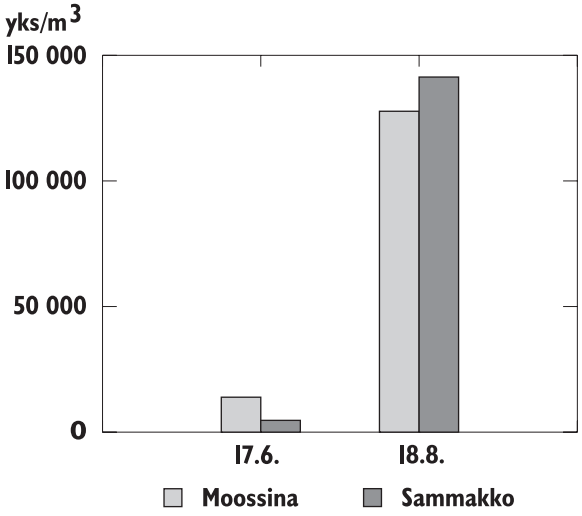
Taulukko 2. Planktoneläinten yksilöpainojen laskemiseen käytetyt yhtälöt ja niiden esittäjät. Kaavat ilmoittavat yksilöpainon (μg) hiilenä tai kuivapainona, jolloin kaavan esittäjän perässä on dw. L on eliön mitattu pituus millimetreinä (joissakin mikrometreinä; μm): vesikirpuilla kuoren pituus ilman takapiikkiä, *Daphnioilla* silmästä takapiikin tyveen ja hankajalkaisilla kokonaispituus ilman furcan sukasia.

Asplanchna sp.	$W=1,72*L^{1,94}$	(Rahkola et. al. 1998)
Conochilus unicornis	W=0,042	(Latja & Salonen 1978)
Kellicottia longispina	W=0,038	(Latja & Salonen 1978)
Keratella cochlearis	W=0,028	(Latja & Salonen 1978)
Ploesoma hudsoni	W=0,765	(Latja & Salonen 1978)
P. vulgaris	W=0,033	(Latja & Salonen 1978)
Synchaeta sp.	W=0,1	(Vasama 1986)
Bosmina coregoni var. *obtusirostris*	$W=14,67*L^{2,92}$	(Rahkola et. al. 1998)
Bythotrephes longimanus	W=100	(Puro 1989)dw
Ceriodaphnia quadrangula	$W=1,70*10\text{-}6\ *L^{2,26}$	(μm) (Dumont et. al. 1975)dw
Daphnia cristata	$W=5,17*L^{3,05}$	(Rahkola et. al. 1998)
D. galeata	$W=5,66*L^{1,72}$	(Rahkola et. al. 1998)
Holopedium gibberum	W=1,84	(Vasama 1986)
Leptodora kindti	ln W= -0,822+2,67*ln L	(Rosen 1981)dw
Cyclops scutifer	$W=2,10*L^{4,45}$	(Rahkola et. al. 1998)
Cyclopoida *kopepodiitti*	$W=2,62*L^{1,35}$	(Rahkola et. al. 1998)
Cyclopoida *nauplius*	W=0,94	(Vasama 1986)
Mesocyclops leuckarti	$W=3,13*L^{2,86}$	(Rahkola et. al. 1998)
Eudiaptomus spp. adult	$W=3,15*L^{2,40}$	(Rahkola et. al. 1998)
Eudiaptomus kopepodiitti	$W=3,20*L^{1,59}$	(Rahkola et. al. 1998)
Eudiaptomus nauplius	W=0,46	(Vasama 1986)
Heterocope sp. kopep. + adult	ln W= -19,56+2,996*ln L (μm)	(Persson & Ekbohm 1980) dw

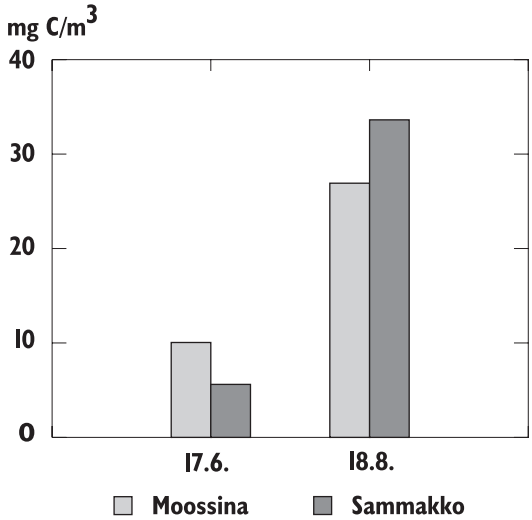
3 Tulokset

3.1 Yksilömäärät ja biomassat Moossina- ja Sammakkoselällä vuosina 1997–1998

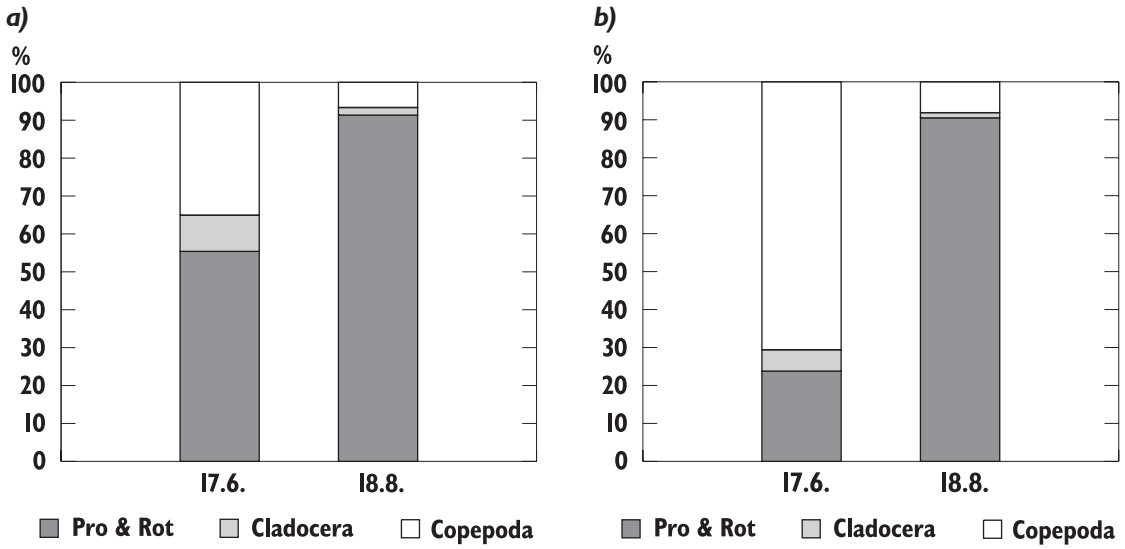
Alueiden kokonaisyksilömäärät ja kokonaisbiomassat laskettiin 0–5 ja 5–10 metrin näytteiden keskiarvoina. Yksilömäärät ja biomassat ovat ryhmittäin eriteltyinä (Protozoa, Rotatoria, Cladocera ja Copepoda) liitteessä 1. Vuonna 1997 Moossinaselän ja Sammakkoselän välillä ei ollut selkeitä eroja kokonaisyksilömäärissä tai kokonaisbiomassoissa (kuvat 2 ja 3). Eroja ei ollut myöskään eri planktonryhmien suhteellisten osuuksien välillä kokonaisyksilömäärissä (kuvat 4a ja b). Sammakkoselällä hankajalkaisten osuus kokonaisbiomassasta oli suhteellisesti suurempi kuin Moossinaselällä (kuvat 5a ja b). Kokonaisbiomassa oli 0–5 metrin syvyydellä suurempi kuin 5–10 metrin syvyydellä kaikissa vuoden 1997 näytteissä sekä Moossinaselällä että Sammakkoselällä (kuvat 6a ja b).



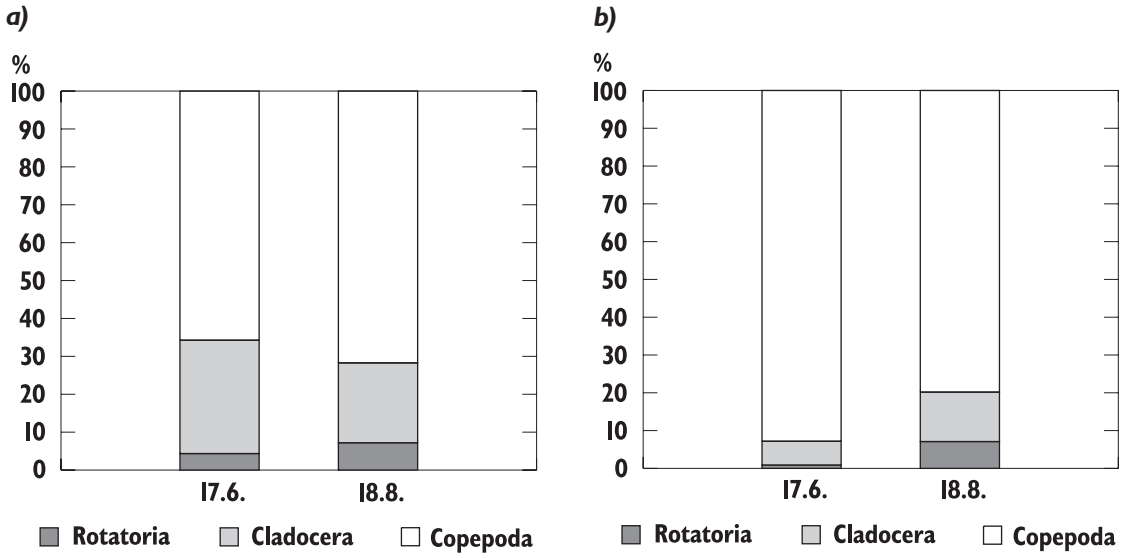
Kuva 2. Eläinplanktonin kokonaisyksilömäärä (yks/m³) Moossina- ja Sammakkoselällä 17.6. ja 18.8. 1997.



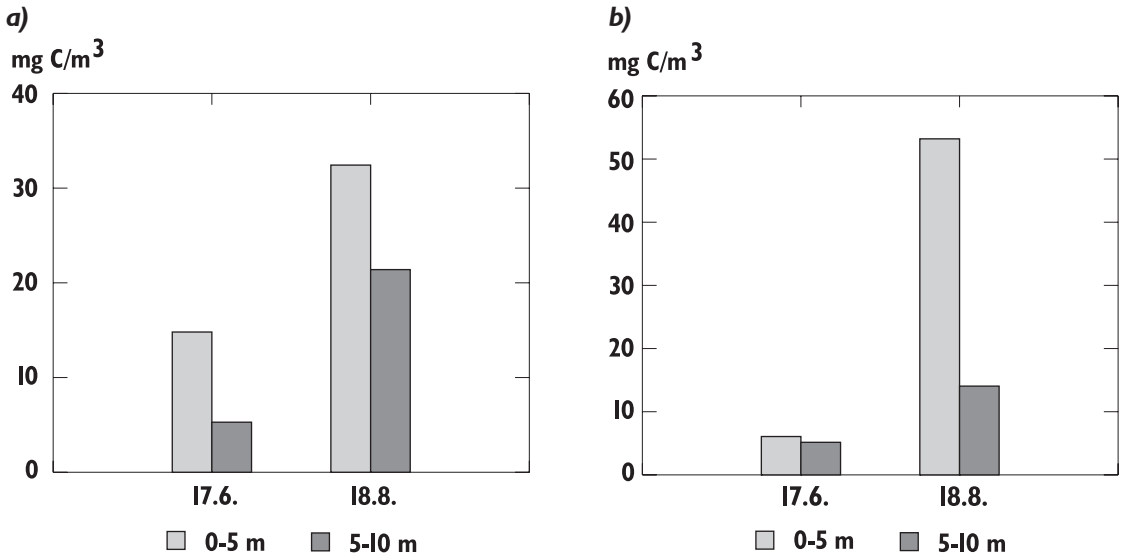
Kuva 3. Eläinplanktonin kokonaisbiomassa (mg C/m³) Moossina- ja Sammakkoselällä 17.6. ja 18.8. 1997.



Kuva 4. Eläinplanktonryhmien suhteelliset osuudet (%) kokonaisyksilömäärästä (a) Moossinaselällä ja (b) Sammakkoselällä vuonna 1997.



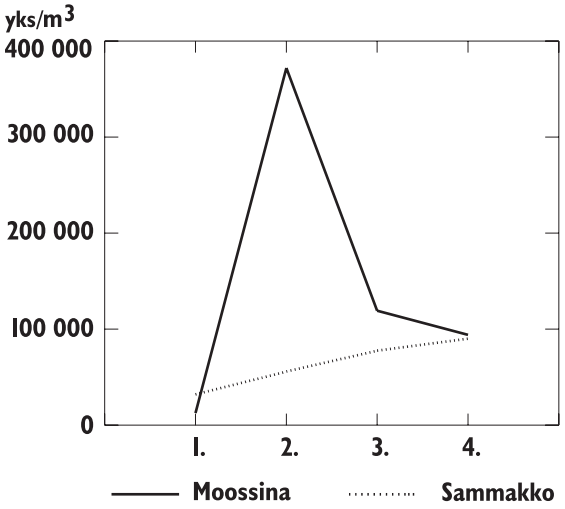
Kuva 5. Eläinplanktonryhmien suhteelliset osuudet (%) kokonaisbiomassasta (a) Moossinaselällä ja (b) Sammakkoselällä vuonna 1997.



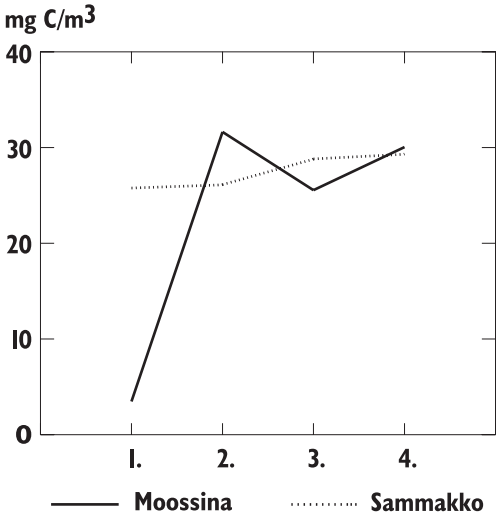
Kuva 6. Kokonaisbiomassa (mg C/m³) eri syvyysvyöhykkeillä (a) Moossinaselällä ja (b) Sammakkoselällä vuonna 1997.

Vuonna 1998 eläinplanktonin kokonaisyksilömäärät olivat Moossinanselällä Sammakkoselkää suurempia 2. ja 3. näytteenottoajankohtana (kuva 7). Kokonaisbiomassoissa oli eroa 1. ajankohtana, jolloin Sammakkoselän arvot olivat selvästi Moossinaselkää suurempia (kuva 8). Alkueläimet ja rataseläimet edustivat Moossinaselällä suurinta osaa kokonaisyksilömäärästä kaikkina ajankohtina (kuva 9a). Sammakkoselällä hankajalkaisten ryhmä oli suurin ensimmäisenä ajankohtana, minkä jälkeen alkueläinten ja rataseläinten osuus kasvoi suurimmaksi (kuva 9b). Hankajalkaisten osuus kokonaisbiomassasta oli suurin molemmilla näytteenottopaikoilla kaikkina aikoina lukuunottamatta Moossinaselän 3. ajankohtaa, jolloin vesikirppujen osuus oli suurin (kuvat 10a ja b). Vesikirppujen osuus kokonaisbiomassasta oli Moossinaselällä kaikissa näytteissä suurempi kuin Sammakkoselällä.

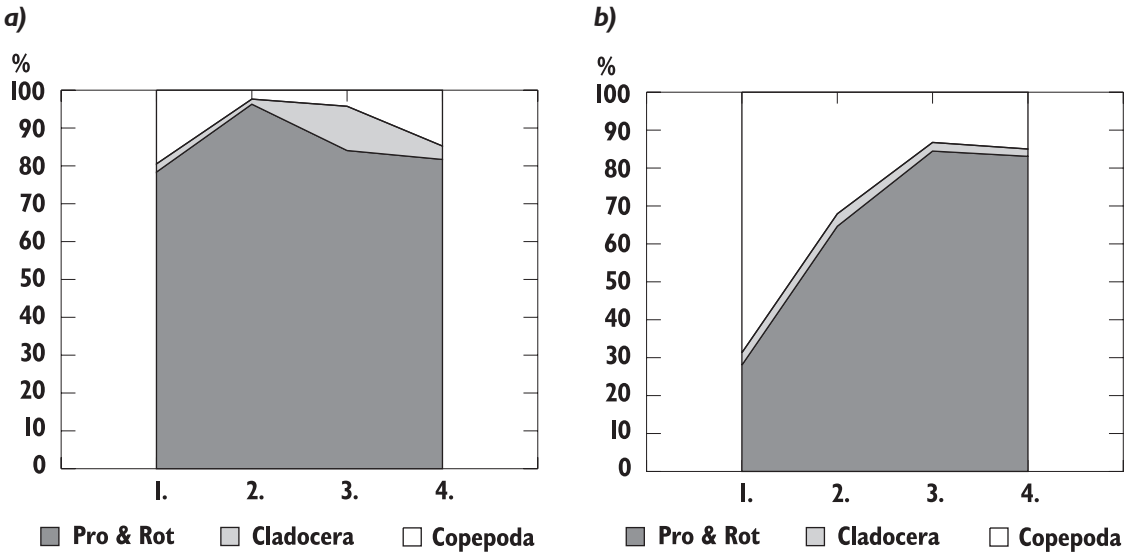
Moossinaselällä kokonaisbiomassat olivat pintavesissä lähes koko kesän ajan suurempia kuin syvemmällä. Sammakkoselällä taas syvemmän vesikerroksen arvot olivat suurempia muulloin paitsi viimeisenä ajankohtana (kuva 11).



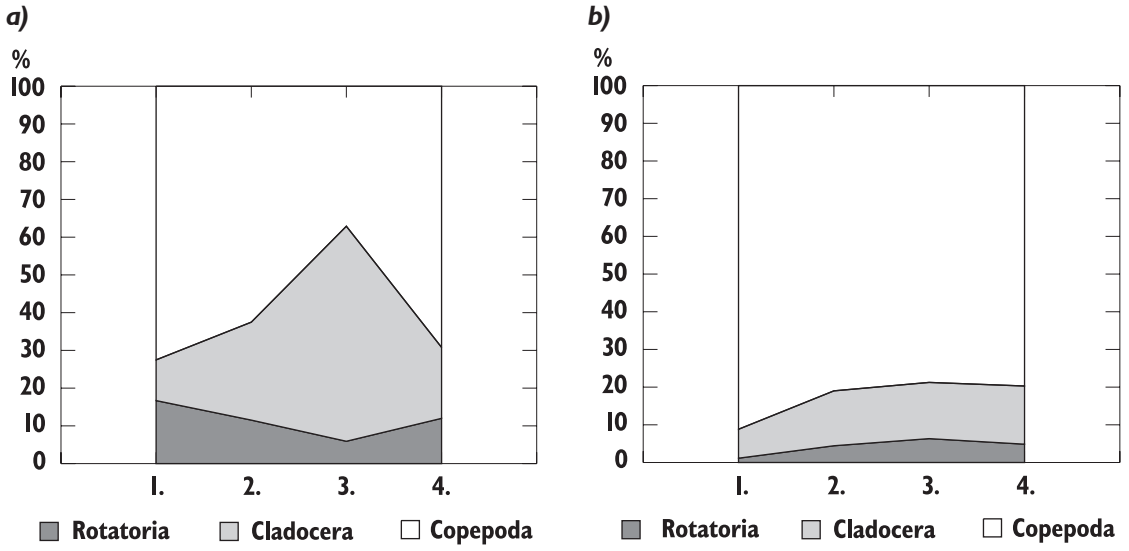
Kuva 7. Eläinplanktonin kokonaisyksilömäärä/m³ Moossina- ja Sammakkoselällä vuoden 1998 eri ajankohtina.



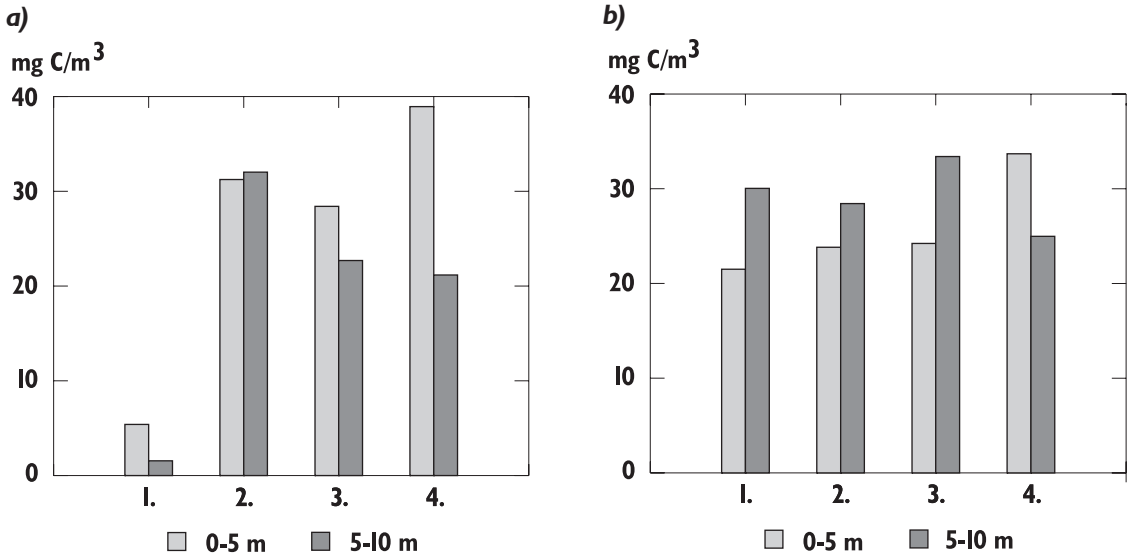
Kuva 8. Eläinplanktonin kokonaisbiomassa (mg C/m³) Moossina- ja Sammakkoselällä vuoden 1998 eri ajankohtina.



Kuva 9. Eläinplanktonryhmien suhteelliset osuudet kokonaisyksilömäärästä (a) Moossinaselällä ja (b) Sammakkoselällä vuoden 1998 eri ajankohtina.



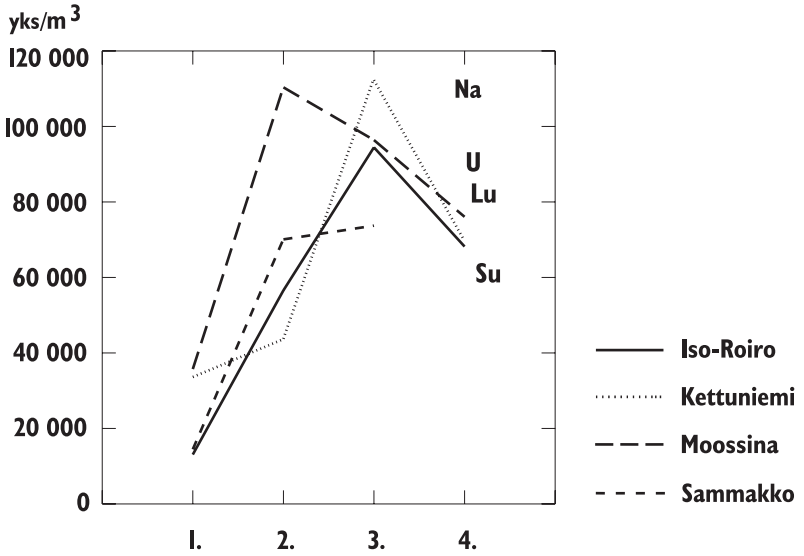
Kuva 10. Eläinplanktonryhmien suhteelliset osuudet kokonaisbiomassasta (a) Moossinaselällä ja (b) Sammakkoselällä vuoden 1998 eri ajankohtina.



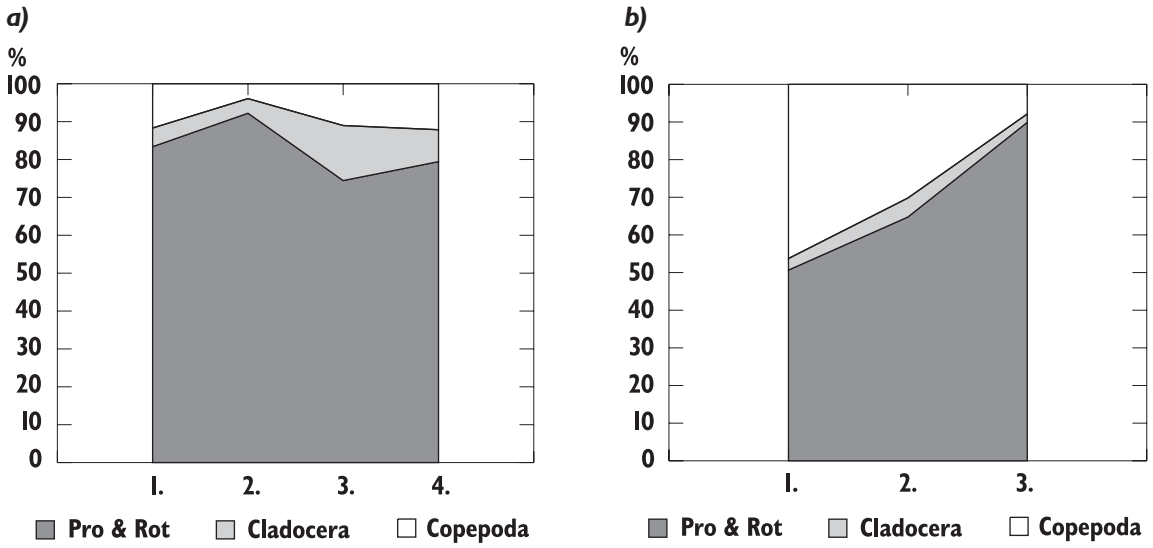
Kuva 11. Eläinplanktonin kokonaisbiomassa (mg C/m^3) (a) Moossinaselän ja (b) Sammakkoselän eri syvyysvyöhykkeillä vuonna 1998.

3.2 Yksilömäärät ja biomassat vuonna 1999

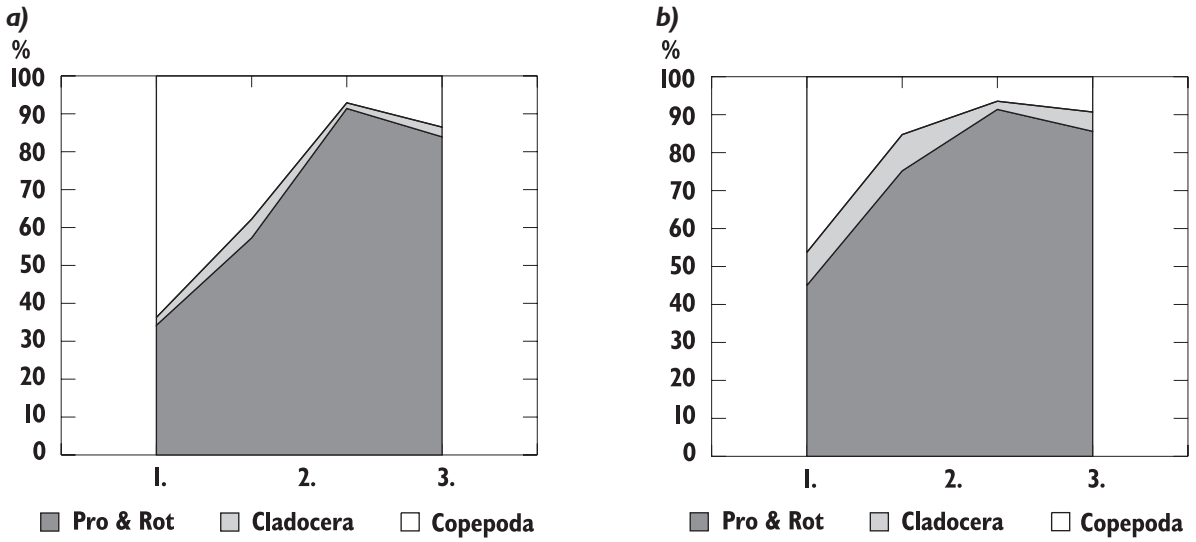
Eniten eläinplanktonyksilöitä vuoden 1999 näytteistä löytyi Kettuniemestä kolmantena näytteenottoajankohtana (kuva 12). Kokonaisyksilömäärä oli 112 000 yksilöä/m^3. Samaan lukuun ylsi myös Nanguvuono. Alimmillaan yksilömäärät olivat ensimmäisenä ajankohtana Iso-Roirolla, 13 100 yksilöä/m^3. Yleensä suurin osa planktoneläimistä kuului alkueläinten (Protozoa) ja rataseläinten (Rotatoria) ryhmiin (kuvat 13-15). Vain ensimmäisenä näytteenottoajankohtana Iso-Roirolla hankajalkaisten (Copepoda) lukumäärä oli suurempi kuin Protozoa & Rotatoria -ryhmän. Vesikirppujen (Cladocera) määrä oli lähes kaikissa näytteissä suhteellisesti alhaisin.



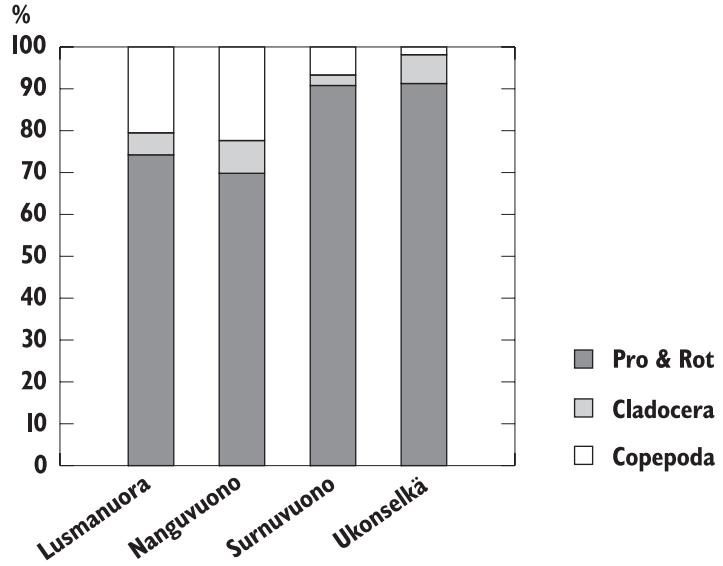
Kuva 12. Eläinplanktonin kokonaisyksilömäärä (yks/m^3) Inarijärven eri alueilla vuonna 1999 neljänä näytteenottoajankohtana. Nanguvuonosta (Na), Ukonselältä (U), Lusmanuorasta (L) ja Surnuvuonosta (Su) näytteet otettiin vain 4. ajankohtana.



Kuva 13. Eläinplanktonryhmien suhteelliset osuudet (%) kokonaisyksilömäärästä a) Moossinaselällä ja b) Sammakkoselällä vuoden 1999 eri ajankohtina.

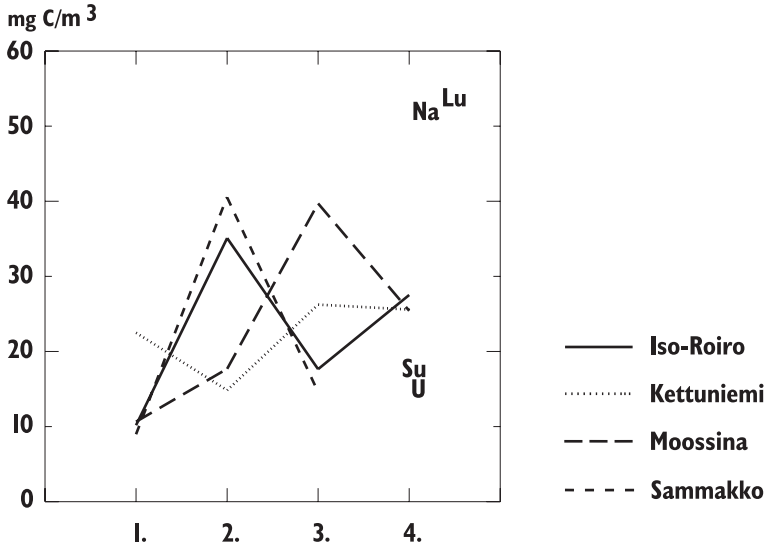


Kuva 14. Eläinplanktonryhmien suhteelliset osuudet (%) kokonaisyksilömäärästä a) Iso-Roirolla ja b) Kettuniemessä vuoden 1999 eri ajankohtina.

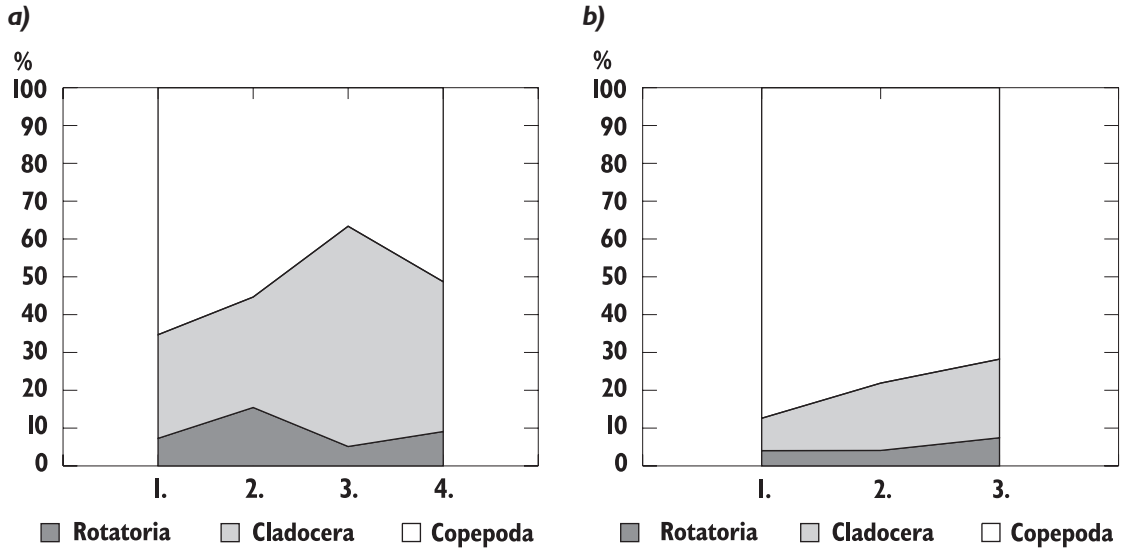


Kuva 15. Eläinplanktonryhmien suhteelliset osuudet (%) kokonaisyksilömäärästä Inarijärven eri alueilla 4. näytteenottoajankohtana vuonna 1999.

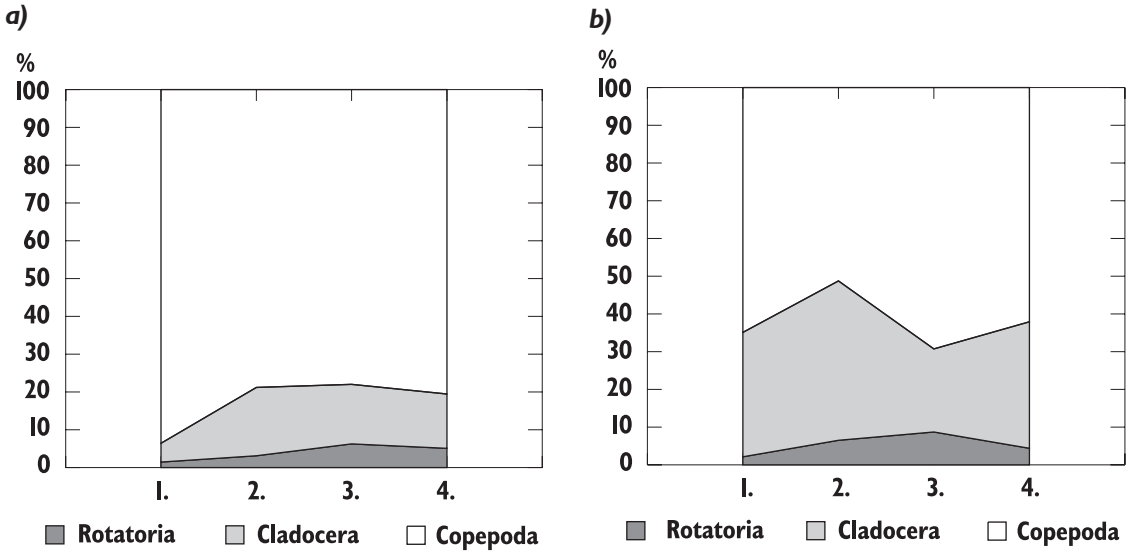
Eläinplanktonbiomassat olivat eri alueilla pienimmillään 1. näytteenottoajankohtana lukuun ottamatta Kettuniemeä, jossa pienin kokonaisbiomassa oli 2. havaintokerralla. Maksimibiomassat havaitiin Sammakkoselällä ja Iso-Roirolla 2. näytteenottokerralla heinäkuun puolivälissä, mutta Moossinaselällä ja Kettuniemessä vasta 3. havaintokerralla elokuussa (kuva 16). Suurimmat kokonaisbiomassat havaittiin Lusmanuorassa ja Nanguvuonossa, jossa biomassat olivat viimeisenä näytteenottoajankohtana vastaavasti 53 mg C/m^3 ja 52 mg C/m^3. Alhaisin kokonaisbiomassa, 9 mg C/m^3, oli Sammakkoselällä ensimmäisenä ajankohtana. Suurin osa biomassasta koostui hankajalkaisista (kuvat 17–18), selvimmin Iso-Roiron ja Sammakkoselän alueella. Vesikirppujen osuus oli hankajalkaisia suurempi Ukonselällä ja Moossinaselällä 3. näytteenottoajankohtana. Rataseläinten biomassat olivat muita ryhmiä selvästi pienempiä. Inarijärven eri alueiden keskimääräiset kokonaisbiomassat vuosina 1997–1999 on esitetty taulukossa 3.



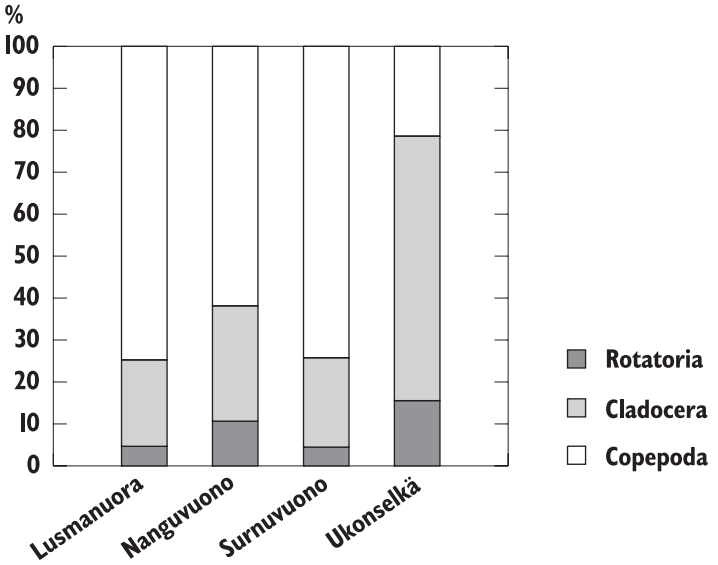
Kuva 16 Eläinplanktonin kokonaisbiomassa (mg C/m³) Inarijärven eri alueilla vuonna 1999. Nanguvuonosta (Na), Ukonselältä (U), Lusmanuoralta (L) ja Surnuvuonosta (Su) näytteet otettiin vain 4. ajankohtana.



Kuva 17. Eläinplanktonryhmien suhteelliset osuudet (%) kokonaisbiomassasta a) Moossinaselällä ja b) Sammakkoselällä vuoden 1999 eri ajankohtina.



Kuva 18. Eläinplanktonryhmien suhteelliset osuudet (%) kokonaisbiomassasta a) Iso-Roiron ja b) Kettuniemen havaintopaikoilla vuoden 1999 eri ajankohtina.

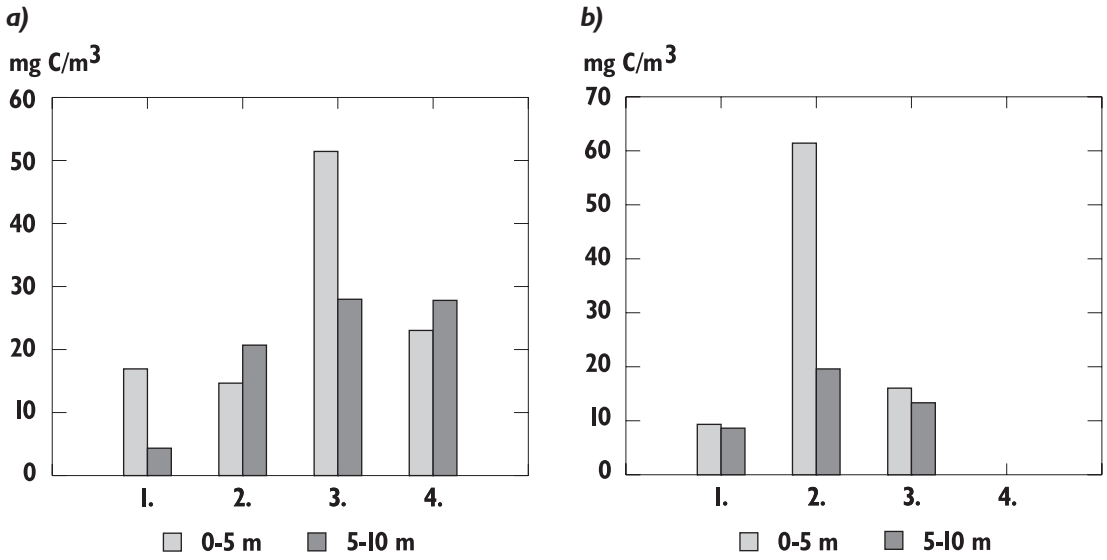


Kuva 19. Eläinplanktonryhmien suhteelliset osuudet (%) kokonaisbiomassasta Inarijärven eri alueilla 4. näytteenottoajankohtana.

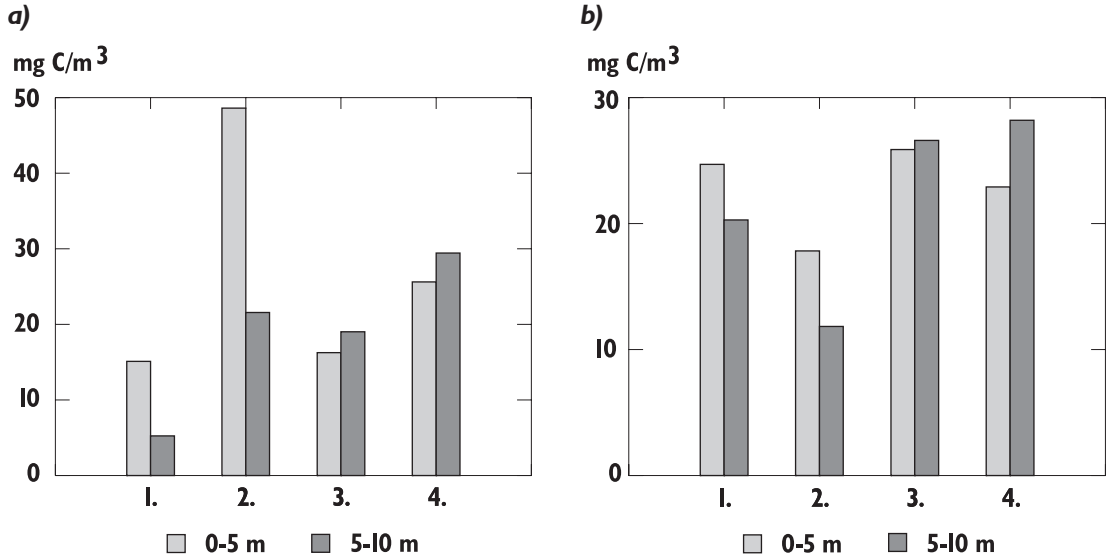
Taulukko 3. Inarijärven eri alueiden keskimääräiset kokonaisbiomassat (mg C/m^3). Vuoden 1997 sekä Nanguvuonon, Ukonselän, Lusmanuoran ja Surnuvuonon arvot eivät ole vertailukelpoisia muiden keskiarvojen kanssa vajavaisesta näytteenotosta johtuen.

	1997	1998	1999
Moossinaselkä	18,5	22,7	23.4
Sammakkoselkä	19,6	27,5	21,4
Iso-Roiro			22,6
Kettuniemi			22,3
Nanguvuono			51,5
Ukonselkä			15,7
Lusmanuora			52,6
Surnuvuono			17,1

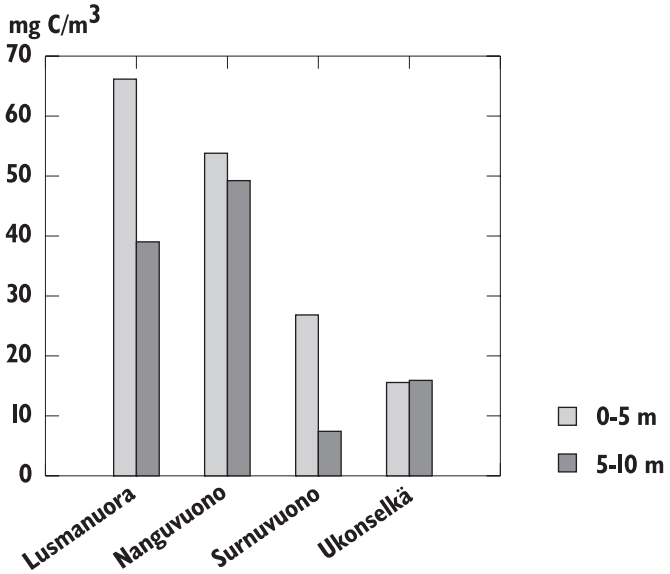
Biomassat jakaantuivat vertikaalisuunnassa epätasaisesti eri aikoina ja paikkojen välillä oli myös havaittavissa lieviä eroja (kuvat 20–22). Tulosten perusteella näyttää siltä, että kahtena ensimmäisenä näytteenottoajankohtana biomassat olivat 0–5 metrin näytteissä suurempia kuin 5–10 metrin näytteissä, mutta loppukesästä tilanne tasoittui. Lusmanuoran, Nanguvuonon ja Surnuvuonon 4. ajankohtana kerätyissä 0–5 metrin näytteissä biomassat ovat suurempia kuin 5–10 metrin näytteissä, mikä eroaa yleisestä linjasta. Ero syntyy ilmeisesti siitä, että nämä näytteet (samoin kuin Ukonselän näyte) on kerätty iltahämärän aikaan muun näytteenoton tapahduttua päiväsaikana. Erityisesti isokokoisten planktoneläinten on yleisesti havaittu siirtyvän lähemmäksi pintaa ilta- ja aamuhämärän aikaan (ns. vuorokautinen vertikaalivaellus).



Kuva 20. Kokonaisbiomassa (mg C/m³) eri syvyysvyöhykkeillä a) Moossinanselällä ja b) Sammakkoselällä vuoden 1999 eri ajankohtina.



Kuva 21. Kokonaisbiomassa (mg C/m³) eri syvyysvyöhykkeillä a) Iso-Roiron ja b) Kettuniemen havaintopaikoilla vuoden 1999 eri ajankohtina.



Kuva 22. Kokonaisbiomassa (mg C/m³) eri syvyysvyöhykkeillä Lusmanuoran, Nanguvuonon, Surnuvuonon ja Ukonselän havaintopaikoilla vuoden 1999 4. näytteenottoajankohtana.

3.3 Lajisto

Inarijärven eläinplanktonnäytteistä löytyi 48 taksonia, joista 6 alkueläimiä, 25 rataseläimiä, 10 vesikirppuja ja 7 hankajalkaisia (liite 2). Taksonien lukumäärät eri näytteenottopaikoilla (taulukko 4) eivät ole keskenään täysin vertailukelpoisia, sillä näytemäärät vaihtelevat alueittain suuresti (esim. Nanguvuono 2 näytettä, Moossinaselkä 24 näytettä).

Alkueläinten suhteen näytteiden konsentrointiin käytetty 50 μm:n haavi on liian harva, joten niiden osalta tutkimus ei anna kvantitatiivista tietoa. Yleisin alkueläintaksoni oli *Vorticella* sp., joka esiintyi runsaslukuisena useimmissa näytteissä. Moossinaselällä esiintyi yleisesti myös *Tintinnidium fluviatile* ja *Tintinnopsis lacustris* -lajeja.

Rataseläimet muodostivat useimmissa näytteissä runsaslukuisimman ryhmän, vaikkakin pienikokoisina niiden osuus biomassasta jäi vähäiseksi. Yleisimpiä rataseläintaksoneja olivat *Kellicottia longispina* ja *Keratella cochlearis*. Lähes yhtä yleisesti esiintyi *Conochilus unicornis*, *Polyarthra vulgaris* ja *P. remata* -lajeja. *Collotheca* ja *Synchaeta* -sukujen yksilöt määritettiin vain sukutasolle, koska niiden lajilleen määrittäminen on säilötyissä näytteissä hankalaa kokoonvetäytymisen vuoksi. *Asplanchna* -suvun yksilöiden kohdalla tyydyttiin myös sukutasoiseen määritykseen.

Vesikirpuista selvästi yleisin laji oli *Bosmina coregoni* var. *obtusirostris*. Näytteissä mahdollisesti olleet *B.c.* var. *longispina* -yksilöt on yhdistetty samaan taksoniin kuuluviksi. Myös *Holopedium gibberum* -lajia esiintyi useimmissa näytteissä. Moossinaselän, Nanguvuonon ja Ukonselän näytteissä oli runsaasti *Daphnia cristata* -lajin yksilöitä.

Hankajalkaisista yleisimpiä taksoneita olivat Cyclopoida sp. ja *Eudiaptomus* spp. Cyclopoida -taksonista selvästi yleisin laji oli *Cyclops scutifer*. Cyclopoideista lajilleen määritettiin vain aikuiset yksilöt, sillä kopepodiittivaiheen määritykset ovat epävarmoja. *Eudiaptomus* -taksonissa oli sekä *E. gracilis* että *E. graciloides* -lajien yksilöitä, joista jälkimmäinen laji oli yleisempi. *Eudiaptomus* -suvun nuoret yksilöt määritettiin sukutasolle.

Taulukko 4. Eläinplanktontaksonien määrä Inarijärven eri näytteenottopaikoilla.

	Näytteitä (kpl)	Taksoneja (kpl) 1997	1998	1999
Moossinaselkä	24	35	37	35
Sammakkoselkä	18	24	29	30
Iso-Roiro	8			28
Kettuniemi	8			32
Nanguvuono	2			30
Ukonselkä	2			27
Surnuvuono	2			21
Lusmanuora	2			24

3.4 Tärkeimpien taksonien esiintyminen

Vorticella sp. muodosti alkueläimistä yleisimmän taksonin ensimmäisen ajankohdan näytteitä lukuun ottamatta. Taksoni oli runsaslukuisin Moossinaselällä, jossa määrät olivat suurimmillaan toisen ajankohdan näytteissä. Muilla näytteenottopaikoilla taksonia oli eniten kolmannen ajankohdan näytteissä. Suurin yksilömäärä havaittiin Moossinaselän toisen ajankohdan 5–10 metrin näytteessä vuonna 1998; 302 000 yksilöä/m^3. Yleensä määrät olivat, myös Moossinaselällä, selvästi pienem-

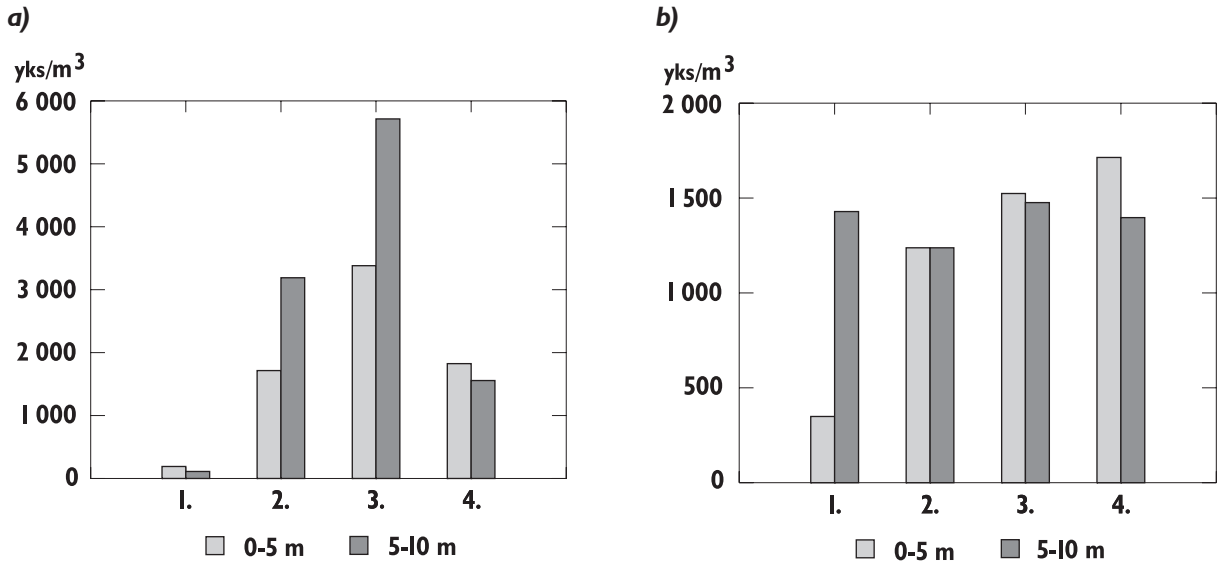
piä. Kokonaisbiomassasta *Vorticella* sp. pienikokoisena tuskin muodostaa runsaslukuisuudestaan huolimatta kovin suurta osaa, vaikkakaan asiaa ei voitu mitata biomassa-arvion puuttumisen takia.

Kellicottia longispina ja *Keratella cochlearis* -lajit olivat rataseläimistä yleisimpiä ja niiden yksilöitä löytyi kaikista näytteistä. Yksilömäärät kasvoivat alkukesän viileän veden lämmettyä; ei kuitenkaan niin selvästi kuin *Conochilus unicorniksella* ja *Polyarthra* -suvun lajeilla. Yksilömääräisesti runsaimman *C. unicornis* -lajin maksimit olivat vuonna 1998 Moossinaselällä toisena ja Sammakkoselällä kolmantena ajankohtana. Myös vuonna 1999 maksimimäärät saavutettiin toisena tai kolmantena ajankohtana, vaikkakaan yksilömäärissä ei erottunut niin selviä piikkejä kuin edellisenä vuonna. *Polyarthra* -suvun lajien runsaudet vaihtelivat samalla tavalla kuin *C. unicornis*; Sammakkoselän maksimi oli vuonna 1998 viimeisenä näytteenottoajankohtana. Yleisimpien rataseläinten suurimmat yksilömäärät ja vastaavat näytteet esitetään taulukossa 5.

Vesikirpuista *Bosmina coregoni* var. *obtusirostris* -lajia löytyi kaikista näytteistä. Vuosien 1997–1998 näytteissä *B. coregoni*a oli eniten Moossinaselällä. Maksimilukumäärä löytyi vuoden 1998 3. ajankohdan 5–10 metrin näytteestä Moossinaselältä; 5 700 yksilöä/m^3. Sammakkoselällä *B. coregoni*n määrät pysyivät vuonna 1998 varsin tasaisina läpi kesän, mutta Moossinaselällä määrät kasvoivat kolmanteen ajankohtaan saakka ja kääntyivät sen jälkeen laskuun (kuva 23).

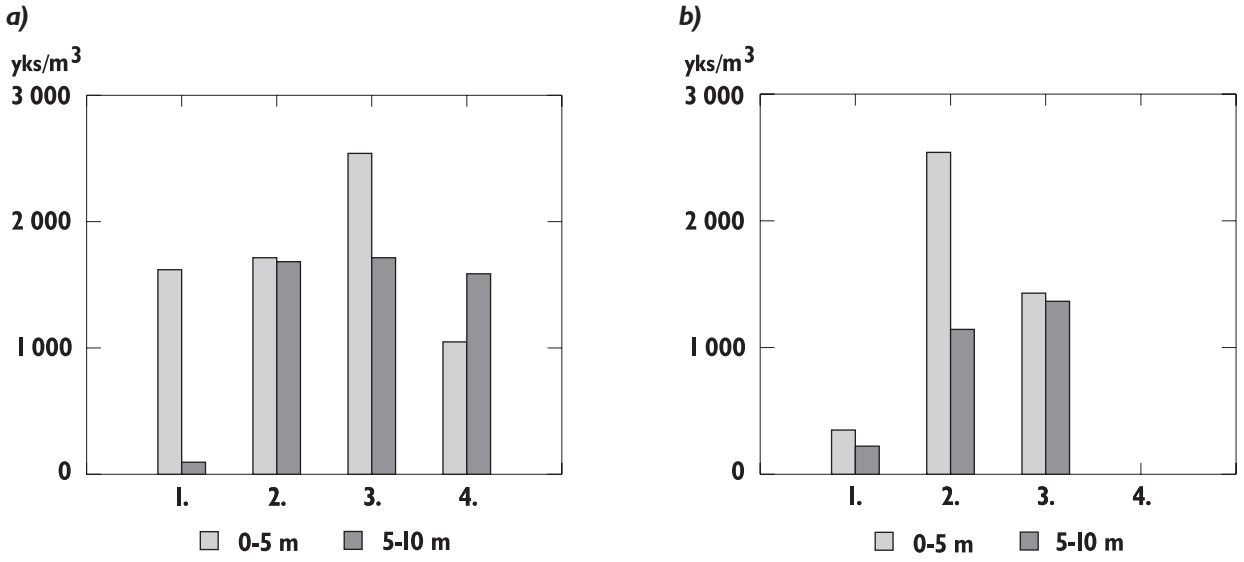
Taulukko 5. Yleisimpien rataseläinten suurimmat yksilömäärät. Mo=Moossinaselkä, Sa=Sammakkoselkä, U=Ukonselkä ja Lu=Lusmanuora. Vuosiluku ja järjestysnumero ilmoittavat näytteenottoajankohdan.

	Yksilömäärä/m^3	Näyte
Kellicottia longispina	19 400	Sa 1999 3. 0-5
Keratella cochlearis	19 300	U 1999 4. 0-5
Conochilus unicornis	47 800	Lu 1999 4. 0-5
Polyarthra vulgaris	24 900	Mo 1999 2. 5-10
P. remata	34 000	Mo 1998 2. 0-5

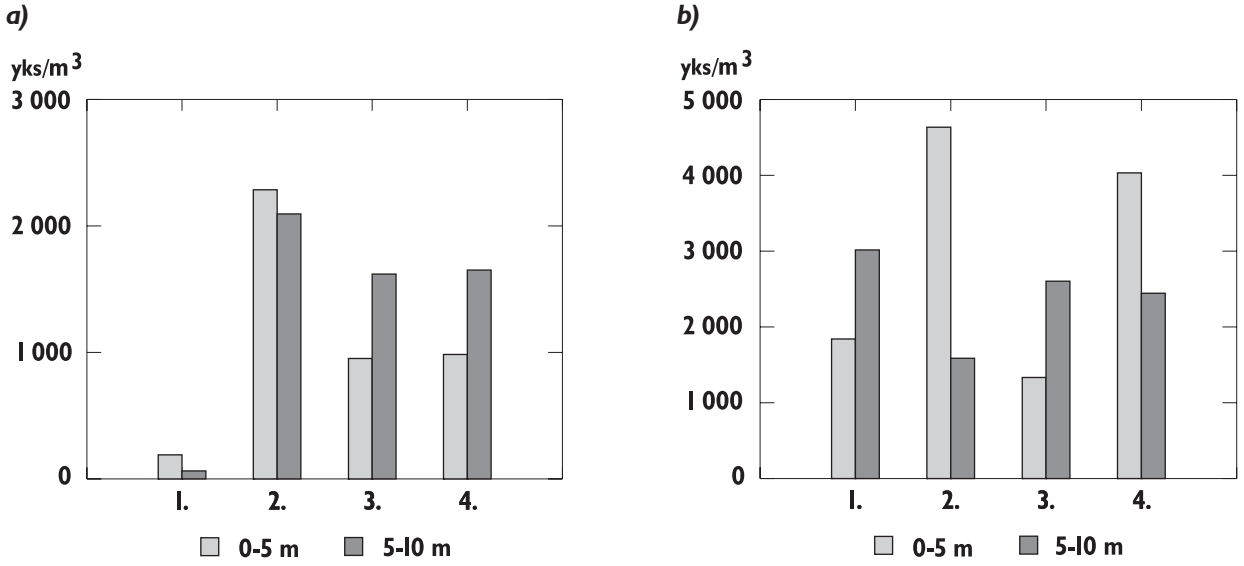


Kuva 23. Bosmina coregoni var. obtusirostris -lajin yksilömäärät (yks/m^3) ajankohdittain eri syvyysvyöhykkeillä a) Moossinaselällä ja b) Sammakkoselällä vuonna 1998.

Vuonna 1999 *B. coregoni*a esiintyi runsaimmin Kettuniemen havaintopaikalla; keskimäärin 2 600 yksilöä/m^3 vuoden kaikista näytteistä laskettuna. Seuraavaksi eniten lajia oli Moossinaselällä; keskimäärin 1 500 yksilöä/m^3. Jos vertaillaan vain viimeisen näytteenottokerran tuloksia, eniten lajia esiintyi Nanguvuonossa. Nanguvuonon näytteiden keskiarvoksi tuli 4 500 yksilöä/m^3, ja Ukonselän ja Lusmanuoran noin 2 000 yksilöä/m^3. *B. coregoni*n yksilömäärät vaihtelivat ajankohdittain epäsäännöllisesti eri alueilla (kuvat 24–25). Ensimmäisen ajankohdan näytteissä määrät olivat yleensä kuitenkin alhaisimpia. Samoin yksilöiden jakautuminen eri syvyysvyöhykkeisiin vaihteli paikasta riippuen. Suurin yksilömäärä oli Nanguvuonossa 0–5 metrin näytteessä; 5 100 yksilöä/m^3. *B. coregoni*n pituuksien keskiarvot eri näytteissä on esitetty taulukossa 6.



Kuva 24. Bosmina coregoni var. obtusirostris -lajin yksilömäärät (yks/m^3) ajankohdittain eri syvyysvyöhykkeillä a) Moossinaselällä ja b) Sammakkoselällä vuonna 1999.

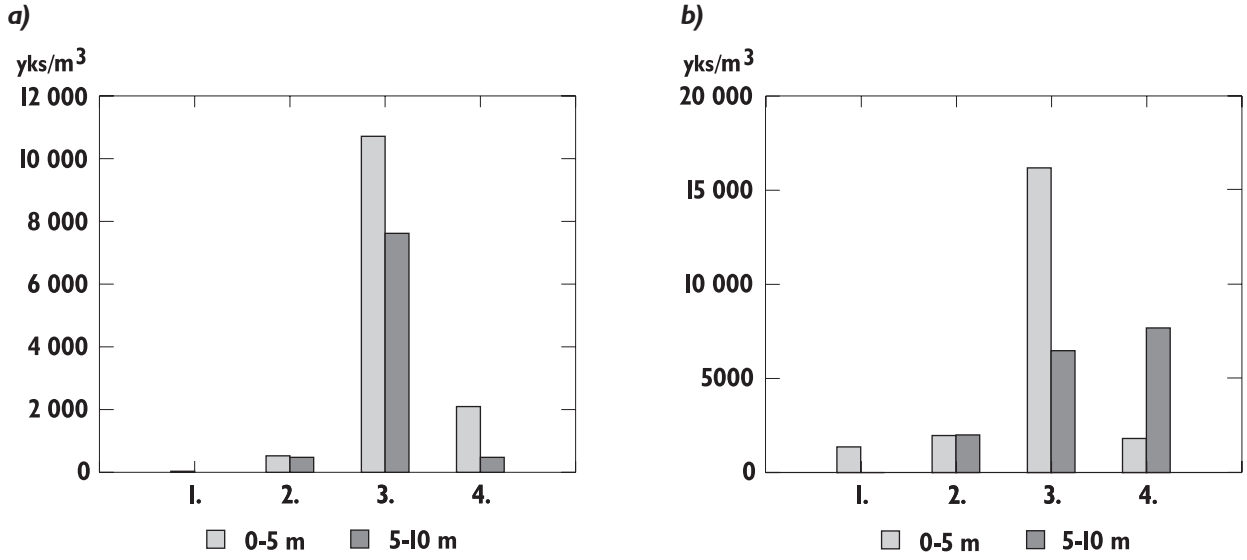


Kuva 25. Bosmina coregoni var. obtusirostris -lajin yksilömäärät (yks/m^3) ajankohdittain eri syvyysvyöhykkeillä a) Iso-Roiron ja b) Kettuniemen havaintopaikoilla vuonna 1999.

Taulukko 6. Bosmina coregoni obtusirostris -lajin yksilöiden keskipituudet (mm) eri näytteissä. Pituus on mitattu otsasta peräpiikin tyveen.

	1.		2.		3.		4.	
	0-5 m	5-10 m	0-5 m	5-10m	0-5 m	5-10 m	0-5 m	5-10 m
1997								
Moosinaselkä	0,532	0,531					0,528	0,504
Sammakkoselkä	0,443	0,437					0,560	0,496
1998								
Moossinaselkä	0,420	0,432	0,533	0,424	0,402	0,364	0,479	0,436
Sammakkoselkä	0,544	0,487	0,521	0,527	0,493	0,597	0,497	0,472
1999								
Moossinaselkä	0,508	0,369	0,435	0,401	0,447	0,423	0,416	0,440
Sammakkoselkä	0,499	0,479	0,539	0,461	0,496	0,473		
Iso-Roiro	0,524	0,387	0,588	0,459	0,505	0,493	0,536	0,537
Kettuniemi	0,631	0,509	0,453	0,440	0,560	0,540	0,539	0,547
Nanguvuono							0,396	0,409
Ukonselkä							0,397	0,449
Lusmanuora							0,575	0,557
Surnuvuono							0,537	0,532

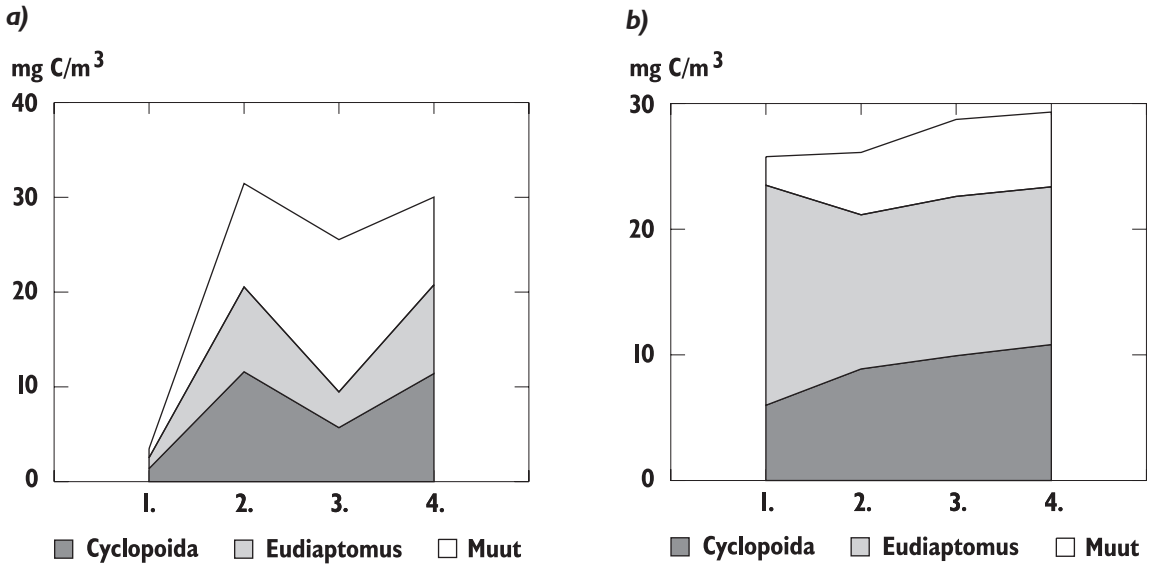
Daphnia cristata -lajin yksilöitä esiintyi Moossinaselällä ajoittain erittäin runsaasti. Yksilömäärät olivat suurimmillaan kolmantena näytteenottoajankohtana. Suurin yksilömäärä oli vuonna 1999 0–5 metrin näytteessä; 16 200 yksilöä/m^3. Yksilömäärän ollessa runsaimmillaan esiintyminen painottui 0–5 metrin vesialueeseen (kuva 26). *D. cristata*a esiintyi runsaasti myös Ukonselällä ja Nanguvuonolla, mutta muilla alueilla määrät olivat vähäisiä. Myös isokokoista *D. galeata*a oli jonkin verran Moossinaselällä, mutta määrät jäivät huomattavasti *D. cristata*n määriä alhaisemmiksi. Eniten *D. galeata*a esiintyi Nanguvuonossa 0–5 metrin näytteessä; 1 900 yksilöä/m^3.



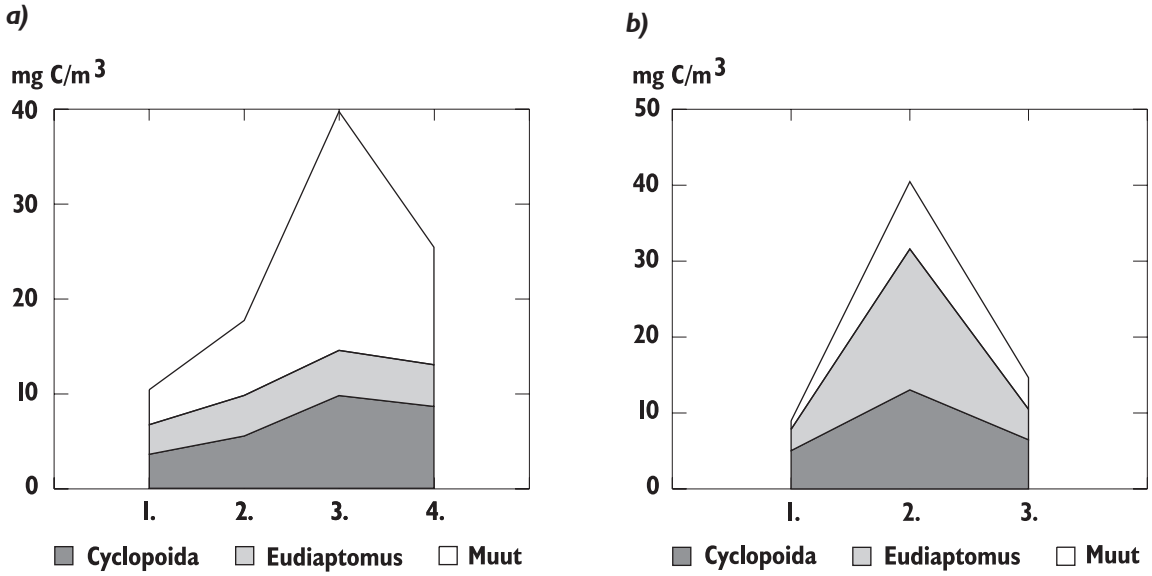
Kuva 26. Daphnia cristata -vesikirpun yksilömäärät (yks/m^3) ajankohdittain Moossinaselän eri syvyysvyöhykkeillä vuosina a) 1998 ja b) 1999.

Vuosina 1998 ja 1999 Cyclopoida-hankajalkaisten biomassa oli suurimmillaan Sammakkoselällä ja Moossinaselällä (kuvat 27–30). Suurin biomassa löytyy Nanguvuonon neljännen ajankohdan näytteistä (kuva 30). Yleisimmän Cyclopoida-lajin, *Cyclops scutifer*in, aikuisia yksilöitä löytyi eniten kolmannen ajankohdan näytteistä. Cyclopoida-kopepodiitteja oli eniten toisen ja nauplius-toukkia viimeisen ajankohdan näytteissä kaikilla näytteenottopaikoilla. Syvyysvyöhykkeiden välillä ei ollut havaittavissa säännönmukaisia eroja Cyclopoidien määrissä.

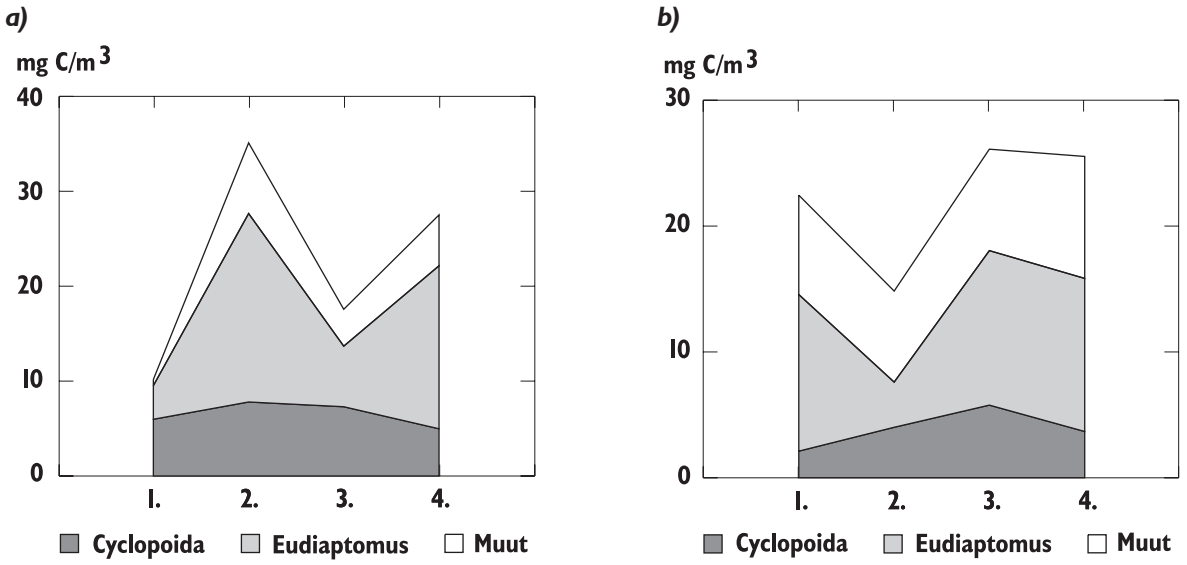
Eudiaptomus spp. muodosti useimmilla näytteenottopaikoilla lähes kaikkina ajankohtina suurimman osan biomassasta. Moossinaselällä *Eudiaptomuksen* osuus oli kuitenkin muihin alueisiin verrattuna pieni. Näytteenottopaikkojen välillä oli suuria eroja siinä, milloin eri kehitysvaiheiden määrät olivat suurimmillaan ja pienimmillään. *Eudiaptomus* spp. -taksonin yksilöt jakautuivat varsin tasaisesti tutkittuun vesipatsaaseen.



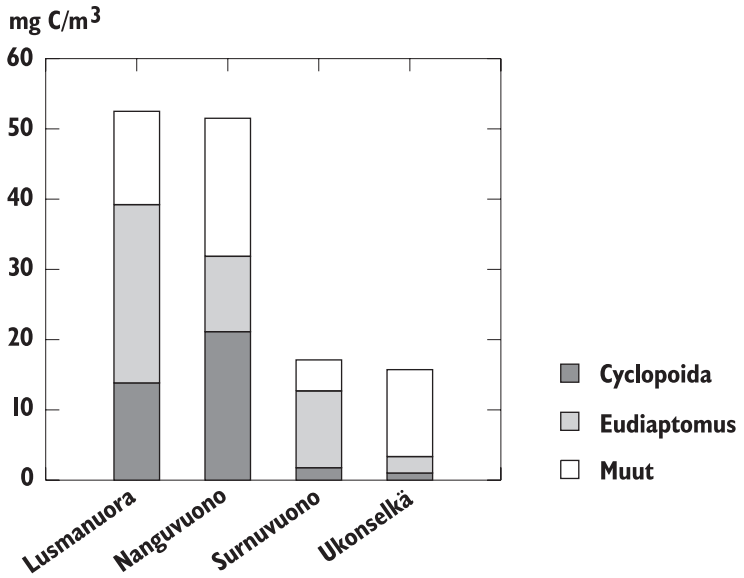
Kuva 27. Cyclopoida, Eudiaptomus spp. sekä muiden taksonien biomassat (mg C/m³) a) Moossinaselän ja b) Sammakkoselän vuoden 1998 näytteissä.



Kuva 28. Cyclopoida, Eudiaptomus spp. sekä muiden taksonien biomassat (mg C/m³) a) Moossinaselän ja b) Sammakkoselän vuoden 1999 näytteissä.



Kuva 29. Cyclopoida, Eudiaptomus spp. sekä muiden taksonien biomassat (mg C/m³) a) Iso-Roiron ja b) Kettuniemen vuoden 1999 näytteissä.



Kuva 30. Cyclopoida, Eudiaptomus spp. sekä muiden taksonien biomassat (mg C/m³) vuoden 1999 4. näytteenottoajankohdan näytteissä Inarijärvellä.

Tulosten tarkastelu

4

4.1 Menetelmien tarkastelu

Tässä tutkimuksessa kerättiin eläinplanktonnäytteitä myös planktonhaavia apuna käyttäen, mutta koska haavinäytteiden määrityksissä saatiin varsin epäselviä tuloksia, jätettiin planktonhaavin ja Sormusen näytteenottimen keskinäinen vertailu suorittamatta. Alueita ei vertailtu keskenään tilastollisten testien avulla lähinnä rinnakkaisnäytteiden puuttumisen takia. Rinnakkaisnäytteitä tarvittaisiin erilaisten virhelähteiden ja eläinplanktonin epätasaisen esiintymisen selvittämiseksi. Jatkossa vastaavanlaisia tutkimuksia suunniteltaessa olisikin syytä harkita sekä rinnakkaisnäytteiden keräämistä että näytteenottoa myös pintavesiä syvemmistä vesikerroksista. Eläinplanktontutkimuksissa yleisenä ongelmana on näytteiden määritysten vaatima suuri työmäärä. Vaikka edellä mainitut parannukset osaltaan lisäisivät näytemäärää, kannattaisi pyrkiä myös tihentämään avovesikauden näytteenottoa eli lisäämään näytteenottoajankohtien määrää.

4.2 Inarijärven eläinplanktonyhteisön rakenne ja biomassa

Hakkarin ja Selinin (1980) tutkimuksessa eläinplanktonin keskimääräinen kokonaisbiomassa pelagiaalissa oli vuosina 1977–1979 Munuaissaaren havaintoasemalla (Moossinaselkä) 11,4 mg C/m^3, Roiron havaintoasemalla (Iso-Roiro) 12,3 mg C/m^3 ja Väylän havaintoasemalla (Kettuniemi) 11,8 mg C/m^3. Tutkimuksessa ilmoitetut biomassat on tässä laskettu 0–5 metrin ja 5–10 metrin näytteiden keskiarvoina sekä muutettu alkuperäisistä tuorepainoista hiilipainoiksi kertoimella 0.052 (Vasama 1986). Tässä tutkimuksessa vuosien 1998–1999 keskiarvo Moossinaselällä oli 23,1 mg C/m^3, Iso-Roirossa 22,6 mg C/m^3 ja Kettuniemessä 22,3 mg C/m^3, eli kokonaisbiomassat olivat suurin piirtein kaksinkertaisia Hakkarin ja Selinin tutkimukseen verrattuna. Koska Inarijärven veden laadussa ja kesäaikaisissa lämpötiloissa ei ole ollut tutkimusten välillä suuria eroja, ei ole luultavaa, että tulos kertoisi todellisista eroista biomassoissa. Erot johtuvat mitä ilmeisimmin menetelmällisistä eroista biomassojen mittaamisessa. Tähän viittaisi myös se, että molemmissa tutkimuksessa yleisimpien taksonien maksimiyksilömäärät ovat samaa luokkaa. Joillekin planktonlajeille on yksilöbiomassojen laskemiseen tarjolla kirjallisuudessa runsaasti erilaisia yhtälöitä, kun taas erityisesti pienemmille lajeille kaavojen löytäminen on vaikeaa. Tarkkojen hiilimääritysten tekeminen edellyttäisi useita vuosittaisia mittauksia hiilianalysaattorilla tutkittavan järven planktonlajeista, mihin vain harvoissa tutkimuksissa on riittävästi resursseja.

Tässä tutkimuksessa Moossinaselältä löytyi 40 eläinplanktontaksonia, Iso-Roirolta 28 ja Kettuniemeltä 32 taksonia. Hakkari ja Selin löysivät vastaavilta alueilta maksimissaan 52, 42 ja 54 taksonia. Ero selittyy sillä, että heidän tutkimuksessaan näytemäärä oli huomattavan suuri, jolloin hyvin harvalukuisetkin lajit löytyivät näytteistä. Yleisempien lajien osalta tutkimusten väliset erot olivat pieniä. Tässä tutkimuksessa havaittua *Daphnia galeata*a eivät Hakkari ja Selin mainitse,

mikä selittyy luultavasti lajin esiintymisellä vain muutamilla harvoilla paikoilla Inarijärvessä. Hakkarin ja Selinin löytämiä *Cyclops lacustris*ta ja *Limnocalanus macrurus*ta ei vuosina 1997–1999 löytynyt. Hankajalkaisten määritykset pyrittiin varmistamaan etsimällä munia kantavia aikuisia ja niiden puuttuminen aiheutti *C. lacustriksen* putoamisen pois lajilistalta. *L. macrurus* esiintyy lähinnä syvemmissä vesikerroksissa, mikä voi olla syynä siihen, että sitä ei löytynyt; Hakkarin ja Selinin tutkimaa 10–20 metrin vesikerrosta ei tässä tutkimuksessa tarkasteltu.

Vuonna 1996 tehdyssä opinnäytetyössä (Mäkikyrö 1998) määritettiin elo-syyskuun vaihteessa kerätyistä näytteistä keskimäärin 104 800 eläinplanktonyksilöä/m^3 Moossinaselältä, 74 600 yksilöä/m^3 Iso-Roirolta ja 181 000 yksilöä/m^3 Nanguvuonolta. Vastaavana ajankohtana kerättyjen näytteiden kokonaisyksilömäärien keskiarvo tässä tutkimuksessa oli 85 100 yksilöä/m^3 Moossinaselältä, 68 200 yksilöä/m^3 Iso-Roirolta ja 112 000 yksilöä/m^3 Nanguvuonolta. Tutkimusten väliset erot kokonaisyksilömäärissä selittynevät ympäristötekijöiden aiheuttamalla vuosien välisellä vaihtelulla sekä vuoden sisäisellä populaatiodynamiikalla.

Inarijärven keskimääräinen eläinplanktonbiomassa on noin puolet eräiden muiden Pohjois-Suomen järvien biomassasta. Moossinaselän, Sammakkoselän, Iso-Roiron ja Kettuniemen vuosien 1998–1999 biomassojen keskiarvoista laskemalla Inarijärven keskimääräiseksi kokonaisbiomassaksi saadaan 23,1 mg C/m^3. Lokan tekoaltaalla keskimääräinen kokonaisbiomassa vuonna 1988 oli 55,8 mg C/m^3 (Puro 1989) ja Kitkajärven Ala-Kitkan altaalla vuosien 1981–1982 keskiarvo oli 42,6 mg C/m^3 (Vasama 1986). Oulujärvellä vuosien 1982 ja 1984 keskimääräiseksi kokonaisbiomassaksi mitattiin 27,6 mg C/m^3 (Sutela 1985), mikä on aika lähellä Inarijärven arvoja. Oulujärven keskiarvoa laskee vuoden 1982 alhainen lukema, ja yleensä biomassat lienevätkin keskimääräistä arvoa huomattavasti korkeampia.

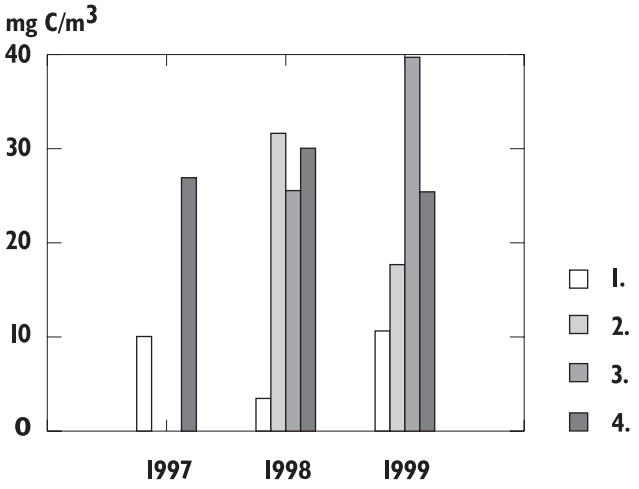
Muihin järviin verrattuna Inarijärven eläinplanktonyhteisössä huomiota herättää vesikirppujen vähäisyys. Vesikirppulajeista pelagiaalissa yleisemmin esiintyi vain *Bosmina coregoni*a ja *Holopedium gibberum*ia, sekä paikoin *Daphnia cristata*a. Hankajalkaisten biomassat olivat samaa luokkaa kuin esimerkiksi Ala-Kitkalla vuosina 1981–1982, joten vesikirppujen pienet yksilömäärät selittävät suureksi osaksi hankajalkaisten suuren suhteellisen osuuden Inarijärven kokonaisbiomassasta. Hankajalkaislajiston osalta Inarijärvi eroaa muista pohjoisen järvistä *Cyclops scutifer*in runsaan esiintymisen ja muualla varsin yleisen *Eurytemora lacustriksen* puuttumisen vuoksi. Lokan tekoaltaalta ei tosin myöskään löytynyt *E. lacustris*ta. Samoin sekä Lokalla että Inarijärvellä *Eudiaptomus graciloides* esiintyi varsin runsaana. Rataseläinlajisto on samankaltainen kuin muiden pohjoisten järvien lajisto, mutta rataseläinten kokonaisbiomassat ovat Inarijärvellä selvästi pienempiä kuin esimerkiksi Ala-Kitkalla. Ankarat ilmasto-olosuhteet eli lyhyt avovesikausi sekä veden kylmyys ja ravinteiden vähäisyys eteläisempiin järviin verrattuna ovat pääasiallisena syynä Inarijärven alhaiseen eläinplanktonbiomassaan, ja erityisesti vesikirppujen pieneen määrään.

4.3 Alueiden ja vuosien väliset erot

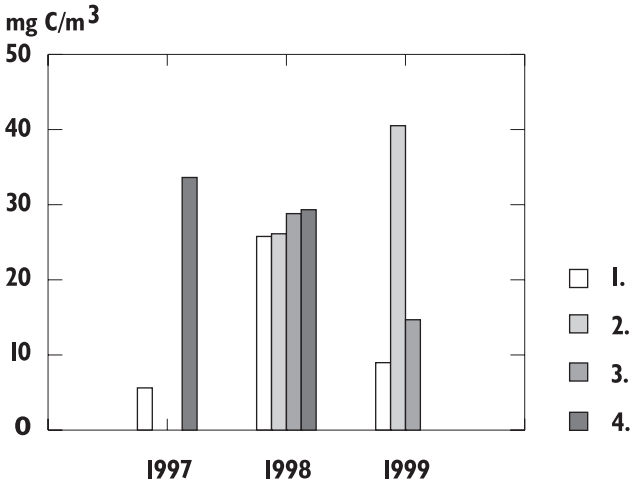
Inarijärven eri alueiden välillä oli havaittavissa joitakin eroja sekä eläinplanktonin määrässä että lajistossa. Vuonna 1999 kokonaisbiomassassa ei ollut suuria eroja neljän intensiivisemmin seuratun havaintopaikan välillä (Moossinaselkä, Sammakkoselkä, Iso-Roiro ja Kettuniemi). Sen sijaan elo-syyskuun vaihteessa muikun poikastroolausten yhteydessä otetuissa näytteissä eläinplanktonbiomassa oli Nanguvuonon ja Lusmanuoran näytteissä yli kaksinkertainen muiden alueiden keskibiomassaan verrattuna. Nanguvuonon osalta runsaita eläinplanktonmääriä on havaittu myös aiemmissa tutkimuksissa (Mäkikyrö 1998). Surnuvuonossa ja Ukonselällä biomassat olivat sen sijaan loppukesällä 1999 selvästi alhaisempia. Ukonse-

llä hankajalkaisten pieni määrä laskee biomassaa; Inarijärvellä hankajalkaiset muodostavat yleensä suurimman osan biomassasta. Lajistossa selvimmin havaittava ero alueiden välillä on vesikirppujen määrässä ja esiintymisessä. *Daphnia* -vesikirppuja esiintyi suuremmassa määrin vain Moossinaselällä, Nanguvuonossa ja Ukonselällä. Yleisimmän vesikirpun, *Bosmina coregoni*n, määrissä vaihtelu eri alueiden välillä ei ollut yhtä suurta kuin *Daphnia* -lajeilla, mutta kuitenkin selvästi havaittavissa.

Moossinaselältä ja Sammakkoselältä kerättiin näytteitä kolmena peräkkäisenä vuonna. Vuoden 1997 tuloksia ei kuitenkaan voida täysin verrata seuraaviin vuosiin vähäisen näytemäärän vuoksi. Tulosten perusteella eläinplanktonin kehittymisessä oli normaalia vuosien välistä vaihtelua (kuvat 31 ja 32). Kuitenkin vuosien 1998 ja 1999 keskimääräiset biomassat olivat Moossinaselällä ja Sammakkoselällä lähellä toisiaan, vaikka esimerkiksi vuonna 1998 eläinplanktonin kokonaisbiomassa pysyi Sammakkoselällä hyvin tasaisena koko kesän ajan, kun taas Moossinaselällä vaihtelu kesän aikana oli suurempaa.



Kuva 31. Keskimääräiset kokonaisbiomassat (mg C/m³) Moossinaselällä vuosien 1997–1999 eri näytteenottoajankohtina.



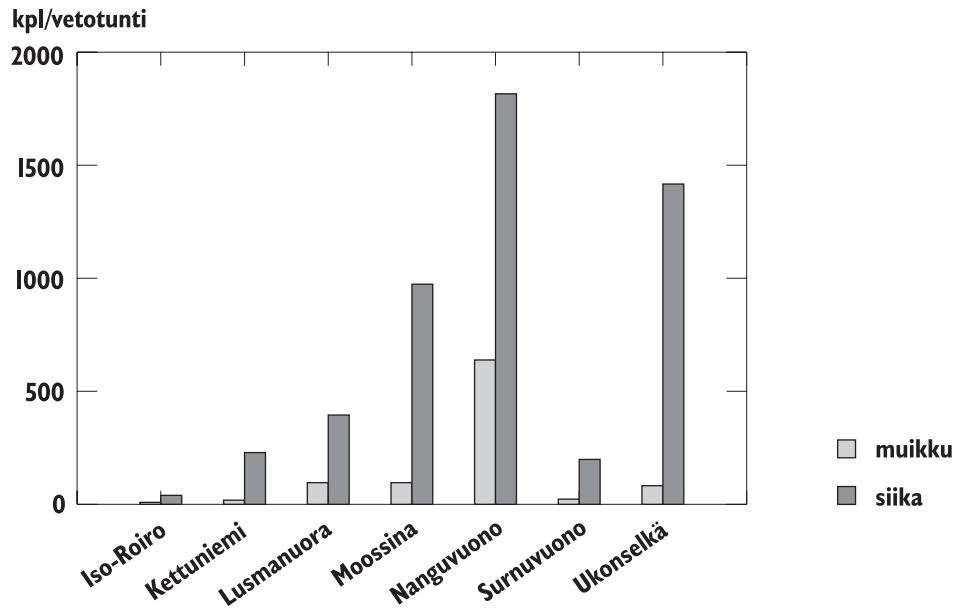
Kuva 32. Keskimääräiset kokonaisbiomassat (mg C/m³) Sammakkoselällä vuosien 1997–1999 eri näytteenottoajankohtina.

Eläinplanktonyhteisössä havaittujen vähäisten alueiden välisten erojen syistä merkittävimpiä ovat luultavimmin veden laadun ja ympäristötekijöiden vaihtelut järven eri osissa. Inarijärven ravinteikkuus kasvaa järven pohjoisosasta etelään päin siirryttäessä. Kokonaisfosforipitoisuus ja kasviplanktonin määrää kuvastava klorofylli *a*:n pitoisuus saavat suurimmat arvonsa Juutuan- ja Ivalojokisuiden alueella sekä Nanguvuonossa. Nanguvuonon runsaan eläinplanktonmäärän selittäjänä voi olla veden ravinteikkuuden lisäksi lämpötilaolojen suotuisuus verrattuna avoimempiin selkävesiin. Suojaisilla alueilla (nuorat, vuonot) vesi lämpenee alkukesällä nopeammin ja lisäksi tuottoisaa ranta-aluetta on suhteessa huomattavasti enemmän kuin avoimilla selillä. Lisäksi eläinplankton esiintyy järvissä satunnaisen laikuttaisesti, minkä vuoksi joillakin alueilla voidaan havaita yksittäisiä korkeita "kertymiä".

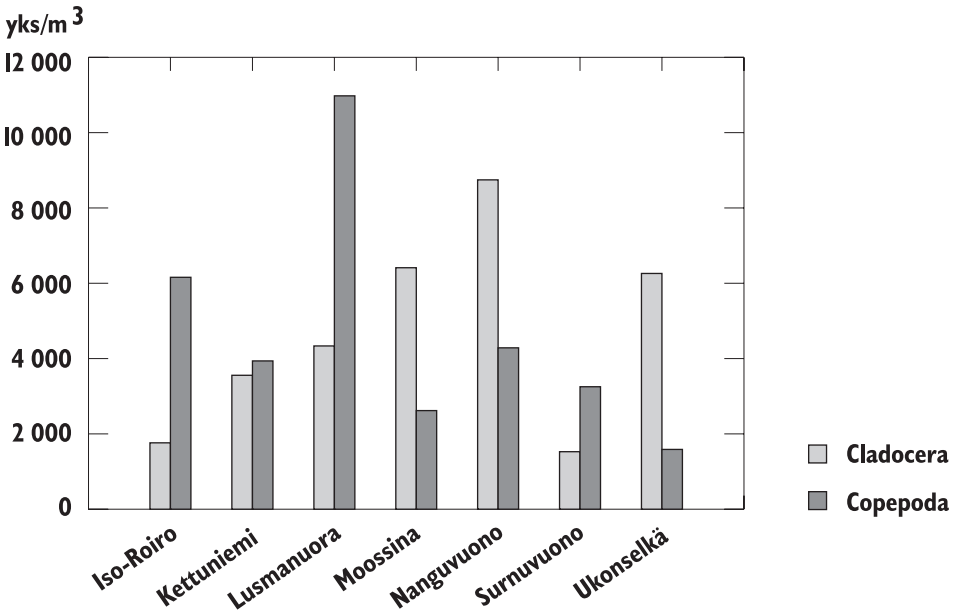
4.4 Eläinplanktonin ja planktonsyöjäkalojen välinen suhde

Eläinplanktonyhteisöissä ei ole kovin selviä kalapredaation aiheuttamia merkkejä. Ainoastaan Ukonselän näytteissä oli pieniä viitteitä saalistuksesta. *Bosmina coregoni* -vesikirpulla yksilöiden pituuksien keskiarvo oli suurempi syvemmässä vesivyöhykkeessä kuin pintavesissä, mikä on useissa tutkimuksissa (esim. Sutela 1985) havaittu kalojen saalistusta indikoiva ilmiö. Hankajalkaisten vähäisyyden syy Ukonselällä voi olla niihin kohdistuva suuri predaatiopaine, mikä pakottaa ne siirtymään nyt tutkittuja vesialueita syvemmälle.

Verrattaessa eläinplanktonmääriä planktonsyöjäkalojen esiintymiseen Inarijärvellä havaitaan niiden välillä lievää riippuvuutta. Alueilla, missä eläinplanktonmäärät ovat suurimmat, myös planktonia syövien kalojen määrä on runsaimmillaan. Tämä näkyy erityisesti vesikirppujen ja planktonsyöjäkalojen määrän välisenä riippuvuutena (kuvat 33 ja 34). Muikkujen ja siikojen kesänvanhat poikaset käyttävät Inarijärvellä vesikirppuja pääasiallisena ravintonaan ainakin loppukesällä (Mäkikyrö 1998). Myös useissa muissa tutkimuksissa (esim. Sutela 1985, Vasama 1986, Huusko et. al. 1988) vesikirppujen on havaittu olevan muikkujen ja planktonia syövien siikojen pääasiallisinta ravintoa. Vähätuottoisissa vesistöissä vastakuoriutuneiden muikunpoikasten ravinto voi käsittää suureksi osaksi eri rataseläintaksoneja (Sutela 1994). Lentua ja Ontojärvillä muikunpoikaset alkoivat 20-30 millimetrin mittaisina käyttää ravinnokseen samankokoisia *Bosmina coregoni* -vesikirppuja kuin aikuiset muikut. Muikunpoikaset alkoivat saalistaa suurimpia eläinplanktonlajeja, *Bythotrephes* sp. ja *Leptodora kindti* -vesikirppuja, kasvettuaan 40–60 millimetrin mittaisiksi (Huusko et. al. 1988).



Kuva 33. Muikkujen ja planktonia syövien siikojen määrä (kpl/vetotunti) syksyllä suoritettujen poikastroolaustulosten perusteella Inarijärven eri osissa vuonna 1999 (Erno Salonen: suullinen tieto).



Kuva 34. Vesikirppujen (Cladocera) ja hankajalkaisten (Copepoda) kokonaislukumäärä (yks/m^3) Inarijärven eri alueilla vuoden 1999 4. näytteenottoajankohtana. Planktonnäytteet kerättiin kalanpoikastroolauksen yhteydessä. Hankajalkaisten pylväisiin ei ole laskettu nauplius -toukkia mukaan, koska kalat eivät käytä niitä tähän aikaan kesästä ravinnokseen.

5 Yhteenveto

Inarijärveltä kerättiin eläinplanktonnäytteitä vuosina 1997–1999 tarkoituksena tutkia järven eläinplanktonyhteisön rakennetta ja biomassaa sekä järven eri alueiden välisiä eroja eläinplanktonin osalta. Näytteitä otettiin eri vuosina 2–4 kertaa avovesikauden aikana siten, että näytteenottopaikoilta otettiin kokoomanäytteet 0–5 ja 5–10 metrin syvyyksiltä Sormusen putkinoutimella. Joitakin näytteitä otettiin myös planktonhaavilla 0–10 metrin syvyydeltä. Näytteenottopaikkoja olivat vuosina 1997–1998 Moossinaselkä ja Sammakkoselkä. Vuonna 1999 näytteitä kerättiin Moossinaselän, Sammakkoselän, Iso-Roiron ja Kettuniemen havaintopaikoilta sekä kerran Nanguvuonosta, Ukonselältä, Lusmanuorasta ja Surnuvuonosta. Näytteenottopaikoista Moossinaselkä, Sammakkoselkä, Iso-Roiro ja Kettuniemi olivat lähes samoja kuin Hakkarin ja Selinin (1980) tutkimuksessa. Näytteistä pyrittiin määrittämään kaikki eläinplanktonlajit lajitasolle. Yksilömäärien laskemisen lisäksi suoritettiin eläinten pituusmittauksia biomassojen määrityksiä varten.

Vuosien 1998 ja 1999 tulosten perusteella erot eläinplanktonin kokonaisbiomassassa järven eri osien välillä olivat vähäisiä. Ainoastaan vuoden 1999 elo-syyskuun vaihteessa otetuissa näytteissä eläinplanktonbiomassa oli Nanguvuonossa ja Lusmanuorassa noin kaksinkertainen muiden alueiden biomassaan verrattuna. Keskimääräinen eläinplanktonbiomassa oli noin puolet eräiden muiden Pohjois-Suomen järvien biomassasta. Inarijärven eläinplankton käsitti enimmäkseen tyypillisiä suurten ja karujen vesistöjen lajeja. Tulosten perusteella vesikirppujen suhteellinen osuus Inarijärven pelagiaalialueiden planktonissa on pienempi kuin vertailussa käytetyillä järvillä.

Kalojen saalistuksen vaikutuksesta planktonyhteisöön oli vähäisiä merkkejä havaittavissa vain Ukonselän näytteissä. Tältä alueelta, samoin kuin Nanguvuonosta, Lusmanuorasta ja Surnuvuonosta oli tutkimuksessa vain kaksi näytettä yhdeltä ajankohdalta, joten näiden alueiden tuloksia on pidettävä vain suuntaa-antavina. Alueilla, missä vesikirppujen määrä oli suurempi, myös planktonsyöjäkalojen määrät olivat muita alueita suurempia.

Kirjallisuus

Dumont, H., Van de Velde, I. & Dumont, S. 1975: The dry weight estimate of biomass in a selection of Cladocera, Copepoda and Rotifera from the plankton, periphyton and benthos of continental waters. – Oecologia 19: 75-97.

Enckell, P.H. 1980: Kräftdjur. Lund. 685 s.

Hakkari, L. & Selin, P. 1980: Inarinjärven eläinplanktontutkimus v. 1979. – Jyväskylän yliopisto, hydrobiologian tutkimuskeskus. 39 s.

Huusko, A., Sutela, T., Karjalainen, J., Auvinen, H. & Alasaarela, E. 1988: Feeding of vendace (*Coregonus albula* L.) fry in a natural-state lake and a regulated lake in northern Finland. – Finnish Fish. Res. 9: 447–456.

Karjalainen, J., Viljanen, M., Eskelinen, R., Löytty, M., Rahkola, M. & Tiainen, J. 1992: Eläinplanktonyhteisön muutokset suhteessa muikkukannan suuruuteen Puruveden Hummonselällä. Teoksessa: Viljanen, M. & Ollikainen, S. (toim.) Saimaan seminaari 1992. Tutkimus Saimaalla. Joensuun yliopisto. – Karjalan tutkimuslaitoksen julkaisuja 103: 151–163.

Keskitalo, J. & Salonen, K. 1994: Manual for integrated monitoring. Subprogramme hydrobiology of lakes, zooplankton. – Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja (sarja B) 16.

Latja, R. & Salonen, K. 1978: Carbon analysis for the determination of individual biomasses of planktonic animals. – Verh. Internat. Verein. Limnol. 20: 2556-2560.

Mäkikyrö, S. 1998: Muikun (*Coregonus albula* (L.)) ja reeskan (*C. lavaretus* (L.) s.l.) kesän-vanhojen poikasten ravinnonvalinta Inarinjärvellä. – Pro gradu -tutkielma. Oulun yliopisto. Biologian laitos.

Persson, G. & Ekbohm, G. 1980: Estimation of dry weight in zooplankton populations; methods applied to crustacean ppulations from lakes in the Kuokkel area, Northern Sweden. – Arch. Hydrobiol. 89: 225-246.

Pontin, R.M. 1978: A key to British freshwater planktonic rotifera. – Freshw. Biol. Ass. Sci. Pub. 38. 178s.

Puro, A. 1989: Äyriäisplanktonin koostumuksesta ja tuotannosta Lokan tekojärvessä vuonna 1988. – Pro gradu -tutkielma. Jyväskylän yliopisto. Biologian laitos.

Rahkola, M., Karjalainen, J. & Avinsky, V. A. 1998: Individual weight estimates of zooplankton based on length-weight regressions in lake Ladoga and Saimaa lake system. – Nordic J. Freshw. Res. 74: 110-120.

Ranta, E., Rita, H. & Kouki, J. 1994: Biometria, tilastotiedettä ekologeille. Yliopistopaino. 569 s.

Rosen, R. 1981: Length-dry weight relationships of some freshwater zooplankton. – J. Freshw. Ecol. 1: 225-229.

Sarvala, J. 1988: Muikun ikäryhmien välinen ravintokilpailu. – Suomen Akatemian tutkimushankkeita no. 09/074.

Sutela, T. 1985: Oulujärven eläinplanktontutkimus 1982-1984. – Raportti RKTL :lle ja Oulun kalastuspiirille. 51 s.

Sutela, T. & Huusko A. 1994: Digestion of zooplankton in the alimentary tract of vendace (*Coregonus albula*) larvae. –J. Fish. Biol. 44: 591-596.

Särkkä, J. 1980: Sisävesien eläinplanktontuntemuksen alkeita. – Jyväskylän yliopiston biologian laitoksen opetusmonisteita 25. 57 s.

Vasama, A. 1986: Ala-Kitkan ulappa-alueen eläinplanktonin populaatiodynamiikasta ja tuotannosta. – Pro gradu -tutkielma. Oulun yliopisto. Eläintieteen laitos.

Eläinplanktonryhmien keskimääräiset yksilömäärät (yks/m³) ja biomassat (mg C/m³) Inarijärven eri alueilla vuosina 1997–1999.

1997	17.6.		18.8.	
	yks/m³	mg C/m³	yks/m³	mg C/m³
Moossinaselkä				
Protozoa	1 000		60 900	
Rotatoria	6 700	0,4	57 800	1,9
Cladocera	1 300	3,0	2 600	5,7
Copepoda	4 900	6,6	8 500	19,3
Sammakkoselkä				
Protozoa	32		61 000	
Rotatoria	1 100	0,05	66 800	2,4
Cladocera	260	0,4	1 900	4,4
Copepoda	3 300	5,2	11 500	26,8

1998	30.6.		21.7.		10.–12.8.		1.9.	
	yks/m³	mg C/m³	yks/m³	mg C/m³	yks/m³	mg C/m³	yks/m³	mg C/m³
Moossinaselkä								
Protozoa	2 300		252 000		49 400		11 800	
Rotatoria	7 600	0,6	106 100	3,8	50 800	1,5	65 000	3,6
Cladocera	300	0,4	5 000	8,6	13 900	14,6	3 300	5,7
Copepoda	2 400	2,5	8 800	20,7	5 100	9,5	13 900	20,8
Sammakkoselkä								
Protozoa	190		2 500		16 700		31 100	
Rotatoria	8 800	0,3	33 600	1,2	48 800	1,8	43 900	1,4
Cladocera	1 000	2,0	1 800	3,8	1 800	4,3	1 700	4,5
Copepoda	22 000	23,5	17 900	21,2	10 300	22,7	13 500	23,4

1999	29.–30.6.		12.–14.7.		10.–12.8.		30.8.–8.9.	
	yks/m³	mg C/m³	yks/m³	mg C/m³	yks/m³	mg C/m³	yks/m³	mg C/m³
Moossinaselkä								
Protozoa	7 200		32 000		20 300		28 100	
Rotatoria	22 600	0,8	69 700	2,7	51 500	2,0	32 300	2,3
Cladocera	1 800	2,9	4 200	5,2	14 000	23,1	6 400	10,1
Copepoda	4 200	6,9	4 300	9,8	10 600	14,5	9 200	13,0
Sammakkoselkä								
Protozoa	900		4 300		33 500			
Rotatoria	6 500	0,4	41 100	1,7	32 800	1,1		
Cladocera	400	0,8	3 500	7,2	1 700	3,1		
Copepoda	6 700	7,8	21 200	31,6	5 800	10,5		
Iso-Roiro								
Protozoa	800		2 200		55 600		24 000	
Rotatoria	3 700	0,1	30 300	1,1	30 700	1,1	33 300	1,4
Cladocera	300	0,5	2 800	6,3	1 400	2,8	1 800	4,0
Copepoda	8 300	9,5	21 400	27,7	6 700	13,8	9 200	22,2

1999	29.–30.6.		12.–14.7.		10.–12.8.		30.8.–8.9.	
	yks/m³	mg C/m³	yks/m³	mg C/m³	yks/m³	mg C/m³	yks/m³	mg C/m³
Kettuniemi								
Protozoa	600		2 300		33 700		32 300	
Rotatoria	14 600	0,5	30 500	1,0	69 000	2,3	27 300	1,1
Cladocera	2 900	7,4	4 200	6,3	2 400	5,8	3 600	8,6
Copepoda	15 600	14,6	6 700	7,6	7 300	18,2	6 500	15,9

1999	31.8.–9.9.	
	yks/m³	mg C/m³
Nanguvuono		
Protozoa	17 100	
Rotatoria	61 100	5,5
Cladocera	8 700	14,2
Copepoda	25 000	31,9
Ukonselkä		
Protozoa	22 100	
Rotatoria	60 900	2,5
Cladocera	6 300	9,9
Copepoda	1 700	3,4
Lusmanuora		
Protozoa	13 300	
Rotatoria	48 100	2,5
Cladocera	4 300	10,8
Copepoda	17 000	39,3
Surnuvuono		
Protozoa	35 100	
Rotatoria	20 600	0,8
Cladocera	1 500	3,6
Copepoda	4 100	12,7

LIITE 2

Inarijärven näytteistä löydetyt taksonit ja niiden frekvenssit.

Mo=Moossinaselkä, Sa=Sammakkoselkä, IR=Iso-Roiro, Ke=Kettuniemi, Na=Nanguvuono, U=Ukonselkä, Lu=Lusmanuora ja Su=Surnuvuono.

	Mo	Sa	IR	Ke	Na	U	Lu	Su
PROTOZOA								
Cyphoderia sp.	0,10	0,22		0,25	0,50			0,50
Difflugia sp.	0,05	0,28	0,25	0,38	0,50	1,00		0,50
Epistylis rotans Svec	0,35					0,50		
Tintinnidium fluviatile S. Kent	0,85	0,28	0,38	0,25	0,50	1,00	1,00	0,50
Tintinnopsis lacustris Ehrenberg	0,40	0,56	0,88	0,50	0,50	0,50	1,00	1,00
Vorticella sp.	1,00	0,83	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
ROTATORIA								
Argonotholca foliacea (Ehrenberg)	0,40	0,17	0,13	0,13	1,00	0,50		
Ascomorpha ecaudis Perry	0,35	0,61	0,63	0,75	0,50		1,00	
Ascomorpha ovalis Carlin				0,13				
Ascomorpha saltans Bartsch			0,13					
Ascomorpha sp.		0,56	0,50				0,50	0,50
Asplanchna sp.	0,79	0,44	0,50	0,50	1,00	1,00		1,00
Collotheca sp.	0,25	0,78	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Conochilus unicornis (Rousselet)	0,90	0,94	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Filinia longiseta (Ehrenberg)	0,20	0,22			1,00			
Filinia terminalis (Plate)	0,15							
Gastropus stylifer Imhof	0,75	0,44			1,00			
Kellicottia longispina (Kellicott)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Keratella cochlearis (Gosse)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Keratella hiemalis Carlin	0,05	0,11		0,13				
Keratella quadrata (Miller)	0,20							
Lecane lunaris (Ehrenberg)	0,20	0,17	0,13			0,50		
Lepadella sp.	0,05			0,25				
Ploesoma hudsoni Imhof	0,46				0,50	0,50		
Polyarthra major Burckhardt				0,25				
Polyarthra remata Skorikov	1,00	0,72	0,75	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Polyarthra vulgaris Carlin	0,80	0,89	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Synchaeta sp.	0,95	1,00	0,63	0,63	1,00	1,00	1,00	1,00
Trichocerca porcellus (Gosse)	0,10				0,50	0,50		
Trichocerca rousseleti (Voigt)	0,25		0,13	0,25	0,50	1,00		0,50
Trichocerca sp.	0,20		0,13	0,25	0,50	1,00	1,00	1,00
CLADOCERA								
Alonella nana Baird	0,05			0,13				
Alonopsis elongata Sars		0,06				0,50		
Bosmina coregoni var. *obtusirostris*	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Bythotrephes longimanus Leydig	0,04							
Ceriodaphnia quadrangula					0,50			
Daphnia cristata Sars	0,92	0,28	0,50	0,25	1,00	1,00	0,50	1,00
Daphnia galeata	0,83	0,33	0,13		1,00		0,50	1,00
Holopedium gibberum Zaddach	0,96	0,89	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50	1,00
Leptodora kindti (Focke)	0,38							
Polyphemus pediculus Linne	0,08	0,17		0,25	0,50			

	Mo	Sa	IR	Ke	Na	U	Lu	Su
COPEPODA								
Cyclops scutifer Sars	0,79	0,72	0,75	0,50	1,00	0,50	1,00	1,00
Cyclops strenuus Fischer				0,25				
Cyclopoida sp.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Mesocyclops leuckarti	0,08							
Eudiaptomus gracilis Sars	0,75	0,67	0,50	0,63	1,00	1,00		1,00
Eudiaptomus graciloides (Lilljeborg)	0,92	0,94	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Eudiaptomus spp.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Heterocope appendiculata Sars	0,63	0,39	0,75	0,75		0,50	0,50	1,00
Heterocope borealis (Fischer)	0,38	0,44	0,50	0,25			0,50	
Heterocope spp.	0,08	0,44	0,13					

Kuvailulehti

Julkaisija	Lapin ympäristökeskus	Julkaisuaika Heinäkuu 2002
Tekijä(t)	Liisa Lepistö, Sami Mäkikyrö ja Annukka Puro-Tahvanainen	
Julkaisun nimi	Inarijärven kasvi- ja eläinplanktontutkimukset Osa I: Inarijärven veden laadun sekä kasviplanktonin määrän ja lajiston alueellinen vaihtelu vuonna 1999 Osa II: Inarijärven eläinplankton vuosina 1997–1999	
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut		
Tiivistelmä	Vuosina 1992–1997 toteutetun Inarijärvi-tutkimuksen yhteydessä saadut tulokset Inarijärven mahdollisesta alkavasta rehevöitymiskehityksestä olivat hieman ristiriitaisia. Kesällä 1999 toteutetun kartoitustutkimuksen tavoitteena oli saada entistä tarkempi kuva Inarijärven veden laadun ja rehevyystason alueellisesta vaihtelusta. Rehevyystasoa tarkasteltiin ravinne- ja klorofylli *a*:n pitoisuuksien sekä kasviplanktonlajiston ja biomassan perusteella. Lisäksi raportissa esitetään vuosina 1997–1999 kerätyn eläinplanktonaineiston tulokset. Eläinplanktontutkimuksen tavoitteena oli selvittää eläinplanktonyhteisön lajistoa ja biomassaa sekä vertailla niiden välisiä eroja järven eri alueilla. Inarijärveä voidaan pitää kauttaaltaan karuna järvenä, mutta järven eteläosa ja Nanguvuono ovat kuitenkin rehevämpiä järven pohjoisosaan verrattuna. Järven eteläosassa kokonaisfosforin pitoisuus on noin 50 % suurempi ja kasviplanktonin määrä sekä tuorepainona että klorofylli *a*:n pitoisuutena mitattuna 80–100 % suurempi kuin järven pohjoisosassa. Kasviplanktonlajiston koostumus on kautta koko järven karuille vesille tyypillinen. Taksonien lukumäärä on kuitenkin rehevämmillä alueilla jonkin verran suurempi ja eutrofiaa indikoivia lajeja on enemmän kuin pohjoisessa karuilla alueilla. Erot eläinplanktonin kokonaisbiomassassa järven eri osien välillä olivat vähäisiä. Keskimääräinen eläinplanktonbiomassa oli noin puolet eräiden muiden Pohjois-Suomen järvien biomassasta. Eläinplanktonlajisto käsitti enimmäkseen tyypillisiä suurten ja karujen vesistöjen lajeja. Vesikirppuja oli eniten järven eteläosan rehevimmillä alueilla, missä myös planktonsyöjäkalojen määrät olivat muita alueita suurempia.	
Asiasanat	vedenlaatu, kasviplankton, eläinplankton, Inarijärvi	
Julkaisusarjan nimi ja numero	Lapin ympäristökeskuksen moniste 43	
Julkaisun teema		
Projektihankkeen nimi ja projektinumero		
Rahoittaja/ toimeksiantaja		
Projektiryhmään kuuluvat organisaatiot		
	ISSN 1455-2639	ISBN
	Sivuja 64	Kieli Suomi
	Luottamuksellisuus Julkinen	Hinta -
Julkaisun myynti/ jakaja	Lapin ympäristökeskus PL 8060, 96101 Rovaniemi	puhelin (016) 329 4111, fax (016) 310 340, e-mail: kirjaamo_lap@ymparisto.fi
Julkaisun kustantaja	Lapin ympäristökeskus	
Painopaikka ja -aika	Lapin yliopistopaino, Rovaniemi 2002	

Documentation page

Publisher	Lapland Regional Environment Centre	Date July 2002
Author(s)	Liisa Lepistö, Sami Mäkikyrö and Annukka Puro-Tahvanainen	
Title of publication	Phyto- and zooplankton studies in Lake Inari Part I: Regional variation of water quality as well as the amount of phytoplankton and species composition in Lake Inari in 1999 Part II: Zooplankton in Lake Inari in 1997-1999	
Parts of publication/ other project publications		
Abstract	Lake Inari study, which was carried out in 1992–1997, gave slightly conflicting results on the possible beginning of eutrophication of the lake. The objective of the study in summer 1999 was to obtain a more accurate picture of regional variation of water quality and trophic status in Lake Inari. The trophic status was examined on the basis of nutrient and chlorophyll *a* concentration as well as on the basis of species composition and biomass of phytoplankton. In addition, the report presents the results of the material on zooplankton collected in the years 1997–1999. The objective of the zooplankton study was to examine the species composition and biomass of the zooplankton community as well as to compare the differences between them in different areas of the lake. Lake Inari can be considered throughout as an oligotrophic lake, but the southern part of the lake and Nanguvuono are, however, more eutrophic when compared with the northern part of the lake. In the southern part of the lake, the total phosphorus concentration is approximately 50 % greater and the amount of phytoplankton, measured as fresh weight and as chlorophyll *a* content, is 80–100 % greater than in the northern part of the lake. The composition of the phytoplankton species is typical for oligotrophic waters throughout the lake. However, the number of taxa in the eutrophic areas is somewhat greater and species indicating eutrophication are more numerous than in the oligotrophic areas in the north. The differences in the total biomass of zooplankton between different parts of the lake were small. The average zooplankton biomass was about half that of some other lakes in Northern Finland. The zooplankton species mostly included those species typical for large and oligotrophic waters. Cladocerans occurred mostly in the more eutrophic areas of the southern part of the lake where the amounts of planktivorous fish were also greater than in other areas.	
Keywords	water quality, phytoplankton, zooplankton, Lake Inari	
Publication series and number	Regional environmental publications 43	
Theme of publication		
Project name and number, if any		
Financier/ commissioner		
Project organization		
	ISSN 1455-2639	ISBN
	No. of pages 64	Language Finnish
	Restrictions Public	Price -
For sale at/ distributor	Lapin ympäristökeskus PL 8060, 96101 Rovaniemi tel. (016) 329 4111, fax (016) 310 340	
Financier of publication	Lapland Regional Environment Centre	
Printing place and year	Lapin yliopistopaino, Rovaniemi 2002	

Sisdoallosiidu

Almmustahtti	Lappi birasguovddáš	Almmustahttináigi 2002
Dahkki(t)	Liisa Lepistö, Sami Mäkikyrö ja Annukka Puro-Tahvanainen	
Prentosa namma	Anárjávrri planktonšaddo- ja planktoneallidutkamat Oassi I: Anárjávrri čázi kvalitehta sihke planktonšattuid meari ja šlájaid molsašuddan jávrri sierra osiid gaskkas jagis 1999 Oassi II: Anárjávrri planktoneallit jagiin 1997–1999	
Prentosa oasit / eará seammá prošeavtta prentosat		
Čoahkkáigeassu	Jagiin 1992–1997 ollašuhtton Anárjávrri dutkama oktavuođas ožžojuvvon bohtosat Anárjávrri vejolaš álgi liigešaddamis ledje muhtin muddui ruossalágaid. Geassit 1999 ollašuhtton kártendutkama ulbmilin lei oažžut ovddeža dárkilut gova Anárjávrri čázi kvalitehtas ja liigešaddama mearis guovlluid mielde. Liigešaddama mearri guorahallui biebmoávnnas- ja klorofylla *a*:a doaluid sihke planktonšaddošlájaid ja biomássa vuođul. Lassin raporttas ovdanbuktojit jagiin 1997–1999 čoggojuvvon planktoneallimateriála bohtosat. Planktoneallidutkama ulbmilin lei čilget planktoneallišlájaid ja biomássa sihke veardádallat daid gaskasaš erohusaid jávrri sierra guovlluin. Anárjávrri sáhttá atnit eanaš guorba jávrin, muhto jávrri máttaoassi ja Nanguvuono leat goittotge šattolut jávrri davvioasi ektui. Jávrri máttaoasis ollesfosfora doallu lea sullii 50 % stuorát ja planktonšattu mearri sihke varasdeaddun ja klorofylla *a*:a doallun mihtideamis 80 –100 % stuorát go jávrri davvioasis. Planktonšaddošlájaid čohkiidus lea miehtá jávrri guorba čáziide mihtilmas. Taksonaid mearri lea goittotge šattolut guovlluin muhtin veardde stuorát ja eutrofia almmuheaddji šlájat leat eanet go davvi guorba guovlluin. Erohusat planktonealliid ollesbiomássas jávrri sierra osiid gaskkas leat uhcán. Gaskamearálaš planktoneallibiomássa lei sullii bealli muhtin eará Davvi-Suoma jávrriid biomássas. Planktoneallišlájat ledje váldooasis mihtilmas stuorra ja guorba čázádagaid šlájat. Širrát ledje eanemus jávrri máttaoasi šattoleamos guovlluin, gos maiddái planktonborriguliid mearit ledje eará guovlluid stuorát.	
Guovddášáššit	čázikvalitehta, planktonšaddu, planktonealli, Anárjávri	
Prentosa namma ja nummir		
Prentosa temá		
Prošeaktabarggu namma ja nummir	Lappi birasguovddáža máŋggus 43	
Ruhtadeaddji/ doaibmaaddi		
Prošeaktajovkui gullevaš organisašuvnnat		
	ISSN 1455-2639	ISBN
	Siidut 64	Giella Suomagiella
	Luhtolašvuohta Almmolaš	Haddi -
Prentosa vuovdin / juohkki	Lappi birasguovddáš, telefon (016) 329 4111, fáksa (016) 310 340, PL 8060, 96101 ROAVVENJÁRGA	
Prentosa goasttedeaddji	Lappi birasguovddáš	
Prentenbáiki ja áigi	Lappi universitehtaprentehus, Roavvenjárga 2002	