

KALA- JA RIISTARAPORTTEJA nro 404

Jouni Tulonen (toim.)

**Vesistösäännöstelyn vaikutuksista rapuihin
ja niiden elinpiiriin**

Helsinki 2007

Jouni Tulonen (toim.)

Vesistösäännöstelyn vaikutuksista rapuihin ja niiden elinpiiriin

Tutkimusraportti

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos ja Maa- ja metsätalousministeriö

Joki- ja täplärapukantojen kehittymiseen vaikuttavat tekijät, 202 840

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos toteutti vuosina 2003–2005 yhteistyössä Suomen ympäristökeskuksen, Raputietokeskuksen ja Fortum Oyj:n kanssa vesistösäännöstelyn vaikutuksia rapuihin selvittävän tutkimushankkeen osana tutkimuslaitoksen rapututkimusta. Hanke toteutettiin osapuolten oman rahoituksen ja Suomen Akatemialta saadun tutkimusrahoituksen sekä Maa- ja metsätalousministeriön myöntämän yhteistutkimusmäärärahan turvin.

Hankkeen tavoitteena oli tuottaa tietoa säännöstelyjen vesien ravuntuottokyvyn arvioimiseksi ja selvittää vedenpinnan vaihtelun, etenkin talviaikaisen vedenpinnan laskun, vaikutuksia rapuihin ja niiden elinolosuhteisiin. Hankkeessa toteutettiin mittauksia ja kokeita säännöstelyissä ja säännöstelemättömissä luonnonvesissä sekä tutkittiin kokeellisesti säännöstelyn vaikutuksia rapuihin Evon kalantutkimusaseman tutkimuslammikoissa, joiden olosuhteet muokattiin jäljittelemään säännöstelyjen luonnonvesien olosuhteita.

Tutkimuksissa selvitettiin rapujen vuodenaikaista aktiivisuutta ja sijoittumista eri syvyysvyöhykkeille. Lisäksi selvitettiin rapujen reagointia vaihtelevaan tai laskevaan veden korkeuteen eri olosuhteissa ja ravun elinkierron eri vaiheissa sekä kalapredaation vaikutusta rapujen kuolleisuuteen näissä tilanteissa. Habitaatin jäätymisen ja jäänpainamaan vaikutusta vesistön pohjaan tutkittiin kevättalvisin mittauksin muutamalla säännöstellyllä ja säännöstelemättömällä järvellä. Lammikoissa ja luonnonvesissä selvitettiin, mitkä ovat painuvan jään alle jäävien rapujen eloonjäätymismahdollisuudet erilaisilla pohjatyypeillä ja suojapaikoissa.

Tässä julkaisussa esitetään keskeisimmät tulokset tehdyistä kokeista ja tutkimuksista kahdeksana erillisenä raporttina.

rapu, jokirapu, täplärapu, aktiivisuus, säännöstely, vedenkorkeus, vaihtelu, jää, jäätyminen

Kala- ja riistaraportteja 404

978-951-776-554-1

1238-3325

51 s.

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Viikinkaari 4
PL 2
00791 Helsinki
Puh. 0205 7511 Faksi 0205 751 201
<http://www.rktl.fi/julkaisut> (pdf)

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Viikinkaari 4
PL 2,
00791 Helsinki
Puh. 0205 7511 Faksi 0205 751 201

Sisällys

RAPUJEN AKTIIVISUUS JA ESIINTYMISSYVYYS ERI VUODENAIKOINA	1
Jouni Tulonen, Esa Erkamo, Japo Jussila	
SUKUKYPSIEN TÄPLÄRAPUJEN REAGOINTI KEVÄTTALVISEEN VEDENPINNAN LASKUUN	6
Jouni Tulonen, Esa Erkamo, Japo Jussila, Ari Mannonen	
SUKUKYPSIEN RAPUJEN SUOJAJAIKAN VALINTA KEVÄÄLLÄ MATALASSA RANTAVYÖHYKKEESSÄ	12
Jouni Tulonen, Esa Erkamo, Japo Jussila, Ari Mannonen	
JÄÄTYMISEN JA JÄÄNPAINAMAN VAIKUTUS RANTAHABITAATTIIN JA TÄPLÄRAPUJEN KUOLLEISUUTEEN ERILAISILLA POHJATYYPEILLÄ.....	19
Jouni Tulonen, Esa Erkamo, Japo Jussila	
KEVÄISEN VEDEN PINNAN LASKUN JA KALAPREDAATION VAIKUTUS PIENTEN TÄPLÄRAPUJEN KUOLLEISUUTEEN	25
Jouni Tulonen, Esa Erkamo, Japo Jussila, Ari Mannonen	
JOKIRAVUN JA TÄPLÄRAVUN POIKASTEN ESIINTYMINEN RANNAN ERI SYVYYSVYÖHYKKEILLÄ	31
Joonas Rajala, Jouni Tulonen, Esa Erkamo, Japo Jussila, Ari Mannonen	
VUOROKAUSISÄÄNNÖSTELYN JA KALAPREDAATION VAIKUTUS JOKIRAVUNPOIKASTEN KUOLLEISUUTEEN.....	42
Jouni Tulonen, Esa Erkamo, Japo Jussila	
SUOJAJAIKKOJEN SIJAINNIN VAIKUTUS JOKIRAPUIHIN KOHDISTUVAAN PREDAATIOON SÄÄNNÖSTELLYISSÄ OLOSUHTEISSA	47
Jouni Tulonen, Esa Erkamo, Japo Jussila	

Rapujen aktiivisuus ja esiintymissyvyys eri vuodenaikoina

Jouni Tulonen¹⁾, Esa Erkamo²⁾ ja Japo Jussila³⁾

¹⁾ RKTL, Evo, Rahtijärventie 291, 16970 EVO (jouni.tulonen@rktl.fi)

²⁾ RKTL, Evo, Rahtijärventie 291, 16970 EVO (esa.erkamo@rktl.fi)

³⁾ Raputietokeskus, Meijerintie 1, 17200 Vääksy (raputietokeskus@jippii.fi)

1. Johdanto

Ravut ovat vaihtolämpöisiä ja niiden vuodenaikainen aktiivisuus riippuu siten oleellisesti veden lämpötilasta (Holdich 2002). Täplärapujen on todettu liikkuvan myös talviaikaan (Mäkinen 2001) ja käyvän jopa hanakasti mertoihin. Yksikkösaalis oli tässä pyynnissä jopa 4. Myös jokirapu liikkuu talvella, joskin saaliit ovat olleet talvipyyntineissä erittäin pieniä, Kuopion korkeudelta tiheästä jokirapukannasta saatiin talvipyyntineissä noin 0,04 jokirapua mertayötä kohti (Kuopion yliopiston koeravustus, julkaisematon tieto). Tämän lisäksi rapujen aktiivisuus vaihtelee lämpötilasta riippumatta mm. kuorenvaihtokierron vaiheeseen, parittelun, predaattorien läsnäolon ja rapukannan tilan (tiheys, tms.) mukaan (Westman ja Nylund 1984). Näiden viimeksi mainittujen biotististen tekijöiden aiheuttama aktiivisuuden vaihtelu on nähtävissä selkeästi ravustuskauden aikana, jolloin rapusaaliit saattavat vesistö- ja paikkakohtaisesti vaihdella.

Ravut hakeutuvat yleensä siihen syvyyteen, jossa on niiden elinvaiheen kannalta optimaalinen lämpötila, kotimaisten rapujen osalta optimaali on kasvukauden aikana noin 20°C. Syvyyslevinneyttä rajoittaa lämpötilan lisäksi ravuille soveltuva pohjahabitaatti, sillä ravut suosivat kovaa, kaivukelpoista pohja-alueita, josta löytyy helposti suojapaikkoja (Westman ja Nylund 1984, Salo 1997). Täplärapun on todettu hakeutuvan jopa 80 metrin syvyyteen (Abrahamsson ja Goldman 1970, Lowery ja Holdich 1988) ja jokirapujakin on saatu saaliiksi hyviltä rapuvesiltä muutaman kymmenen metrin syvyydestä (Jussila 2002). Rapujen levinneyteen vaikuttaa myös veden liikkeet, erityisesti aallokon vaikutus, joka voi vaikeuttaa rapujen elämää viileän veden aikana (Abrahamsson ja Goldman 1970). Rapujen syvyysjakaumaan vaikuttaa myös ravun koko siten, että pienemmät ravut ja siis nuoremmat ikäluokat, asuttavat keskimäärin matalampia elinalueita (Blake ja Hart 1993, Järvenpää ym. 1996, Tulonen ym. 1998, Jussila 2002), joskin elinpiirit menevät usein päällekkäin esimerkiksi syönnösalueiden osalta.

2. Tutkimuksen tarkoitus

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää koeravustusten avulla jokirapujen ja täplärapujen aktiivisuuden vaihtelua ja rapujen sijoittumista eri syvyyksille eri vuoden aikana.

3. Tutkimuksen toteutus

Koeravustuksia tehtiin Lammin Ormajärvellä Hämeessä sekä Petäjaveden Kintausräjärvellä Keski-Suomessa. Ormajärvessä on erittäin tiheä 1990-luvun alun istutuksista al-

kunsa saanut täplärapukanta ja Kintausjärvi puolestaan on perinteinen hyvä jokirapujärvi. Molemmista järvistä pyydetään rapuja kulutukseen ja istukkaiksi.

Ormajärvellä koeravustukset aloitettiin 1.6.2004 ja niitä tehtiin kaikkiaan yhdeksän seuraavan vuoden kesään mennessä. Koeravustettu alue oli sama, millä tehtiin kesällä 2003 ja 2004 myös poikastutkimuksia pohjaimuroinneilla. Kintausjärvellä toteutettiin yksi ravustus heinäkuussa 2004 ja yksi ravustus helmikuussa 2005.

Molemmissa järvissä koeravustettu alue oli samantyyppinen jyrkästi syvenevä kivikoranta, jossa kivikkoa jatkui jopa kymmenen metrin syvyyteen. Mertojen määrä vaihteli ravustuksittain, kuitenkin niin, että aina pyynnissä oli vähintään 39 merta kolmessa 13 merran linjassa. Linjat alkoivat rantaviivasta puolen metrin syvyydestä, mertojen väli oli lähempänä rantaa 2,5 metriä, mutta syvemmällä loivemmalla alueella 5 metriä. Syvimmillään mertoja oli Ormajärvessä 15 metrin ja Kintausjärvessä 11 metrin syvyydessä. Mertalinjojen etäisyys toisistaan oli 50 metriä. Näiden syväjatojen lisäksi pyynnissä oli vaihteleva määrä mertoja rannansuuntaisessa jadassa alle kahden metrin syvyydessä.

Pyynnin yhteydessä mertojen syvyys ja etäisyys rannasta mitattiin ja saalis käsiteltiin mertakohtaisesti. Myös veden syvyysuuntainen happi- ja lämpötilaprofiili määritettiin joka pyynnissä.



Kuva 1. Talvista ravustuslinjaa Ormajärvellä.



Kuva 2. Sama alue kuin edellisessä kuvassa kesällä. Ravustuksessa käytettiin ns. ”Evo-mertaa”.

4. Tulokset

Täplärapuja saatiin Ormajärvestä heinäkuussa lähes kahdeksan kertaa enemmän kuin helmikuussa. Jokiravuilla Kintausjärvessä ero oli lähes viisitoistakertainen. Täplärapuja saatiin heinäkuussa mertamäärään suhteutettuna kolminkertainen määrä verrattuna heinäkuussa saatuun jokirapusaaliiseen. Samalla tavalla laskettuna helmikuussa täplärapuja saatiin lähes kuusinkertainen määrä jokirapuihin verrattuna (Taulukko 1).

Täplärapuja saatiin eri vuodenaikoina tehdyissä ravustuksissa aina eniten 2-5 metrin syvyyvyöhykkeeltä. Pienin mertamäärään suhteutettu kokonaissaalis (0,5 täplärapua/mertayö) saatiin huhtikuussa juuri ennen jäiden lähtöä. Eniten täplärapuja/mertayö saatiin ensijäiltä joulukuussa 2-5 metrin syvyydestä, jolloin jokaisesta pyynnissä olleesta merrasta saatiin keskimäärin 28 täplärapua (Taulukko 2).

Parittelukauden jälkeen lokakuussa Ormajärvessä saatiin mätiäkantavia täplärapunaa-raitia tasaisesti lähes kymmenen metrin syvyyteen asti. Joulukuussa ja helmikuussa mätinaaraiden osuus saaliissa kasvoi syvällä, mutta huhtikuussa ei saatu ainuttakaan mätinaarasta miltään syvyydeltä. Toukokuussa jäiden lähdön jälkeen pyynnissä saatiin pieni määrä mätiä kantavia naaraita, eniten 2-10 metrin syvyydeltä. Kesäkuussa 16,2 % alle kahden metrin syvyydestä saaduista ravuista oli mätinaaraita, syvemmällä niitä oli saaliissa selvästi vähemmän (Taulukko 3).

Taulukko 1. Jokirapujen (Kintausjärvi) ja täplärapujen (Ormajärvi) saalis (kpl) ja saalis/mertayö (kpl) syvyyssvyöhykkeittäin sekä yhteensä heinäkuussa 2004 ja helmikuussa 2005.

Syvyyssvyöhyke	Kintausjärvi kesä jokirapua/ mertayö	Kintausjärvi talvi jokirapua/ mertayö	Ormajärvi kesä täplärapua/ mertayö	Ormajärvi talvi täplärapua/ mertayö
0-2 m	3,6	0,25	10,5	1,6
2-5 m	4,6	0,31	12,3	3,3
5-10 m	1,2	0,18	8,6	0,8
> 10 m	0	0	3,7	0,2
yhteensä, rapua/mertayö	3,5	0,24	10,6	1,4
saalis yhteensä, kpl	311	9	753	108

Taulukko 2. Täplärapujen saalis/mertayö (kpl) syvyyssvyöhykkeittäin sekä yhteensä ja kokonaissaalis (kpl) eri pyyntikerroilla Lammin Ormajärnessä heinäkuusta 2004 kesäkuuhun 2005.

Syvyyssvyöhyke	heinä	loka	joulu	helmi	huhti	touko	kesä
0-2 m	10,5	8,2	6,3	1,6	0,6	2,6	6,6
2-5 m	12,3	13,3	28,0	3,3	1,4	2,6	10,6
5-10 m	8,6	12,9	8,4	0,8	0,3	2,2	6,9
> 10 m	3,7	4,7	3,4	0,2	0,0	0,1	0,6
yhteensä, rapua/mertayö	10,6	10,3	7,9	1,4	0,5	2,0	6,6
yhteensä (kpl)	753	668	294	108	21	132	428

Taulukko 3. Mätinaaraiden osuus (%) kaikista saaliiksi saaduista täplärapuista eri syvyyssvyöhykkeillä Lammin Ormajärvellä lokakuusta 2004 kesäkuuhun 2005.

Syvyyssvyöhyke	loka	joulu	helmi	huhti	touko	kesä
0-2 m	5,2	5,2	0,0	0,0	2,7	16,2
2-5 m	4,5	4,9	3,9	0,0	13,8	4,7
5-10 m	4,1	9,4	11,3	0,0	12,3	2,2
> 10 m	0,0	11,8	0,0	0,0	0,0	0,0

Järviltä mitatut lämpötilaprofiilit olivat kullekin ajankohdalle tyypillisiä. Happipitoisuudet olivat rapujen kannalta hyvät kaikilla syvyyksillä muina aikoina paitsi helmikuussa, jolloin Kintausjärnessä happipitoisuus laski jyrkästi yhdeksän metrin jälkeen lähes nolnaan. Samanaikaisesti Ormajärnessä happipitoisuus oli yli kymmenen milligrammaa litrassa vielä 15 metrin syvyydessä, jota syvemmältä rapuja ei pyydetty. Happitilanne säilyi Ormajärnessä hyvänä aina jäiden lähtöön asti, Kintausjärnessä tilannetta ei helmikuun jälkeen seurattu.

5. Tulosten tarkastelu

Sukukypsien täplärapujen ja jokirapujen pyydystettävyydellä mitattu aktiivisuus oli selvästi pienempää talvella kuin kesällä. Täplärapuilla talviaikainen aktiivisuus näytti olevan suurempi kuin jokirapuilla. Koko vuoden parhaat mertakohtaiset täplärapusaa-liit saatiin 2-5 metrin syvyydestä pari päivää ennen joulua, jolloin jäätä oli jo noin kymmenen senttiä ja veden lämpötila alle kaksi astetta.

Mertasaalis kuvaa vain osaa rapujen aktiivisuudesta. Se perustuu syötin houkuttelevuuteen ja rapujen ruokahaluun. Ravut voivat ravinnonhaun lisäksi liikkua myös sopivimpien lämpötilojen perässä. Mätinaaraita saatiin saaliiksi eniten niistä syvyyksistä, missä veden lämpötila oli korkein. Mädin kehityksen ja poikasten kuoriutumisen kannalta on eduksi, jos emot hakeutuvat mädin kehitystä nopeuttaviin lämpötiloihin. Aivan rannan tuntumaan mätinaaraat tulivat vasta noin puolitoista kuukautta jäiden lähdön jälkeen, joten keväisellä vedenpintojen laskulla ei liene mätinaaraisiin sen suurempaa haitallista vaikutusta kuin muihinkaan rapuryhmiin.

6. Kirjallisuus

Abrahamsson, S.A.A. ja Goldman, C.R. 1970: Distribution, density and production of the crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) Dana in lake Tahoe, California-Nevada. OIKOS 21: 83-91.

Blake, M.A. ja Hart, P.J.B. 1993: Habitat preferences and survival of juvenile signal crayfish, (*Pacifastacus leniusculus*) - the influence of water depth, substratum, predatory fish and gravid female crayfish. Freshwater Crayfish 9: 318-332.

Holdich, D.M. 2002: Biology of freshwater crayfish. Blackwell Scientific, London. 702 s.

Jussila, J. 2002: Pirkanmaan keskeisten järvien säännöstelyjen kehittäminen. Säännöstelyn vaikutukset täplärapukantoihin. Alueelliset ympäristöjulkaisut 266. Pirkanmaan ympäristökeskus, Tampere. 48 s.

Järvenpää, T., Tulonen, J., Erkamo, E., Savolainen, R. ja Setälä, J. 1996: Ravunviljely. Menetelmät ja kannattavuus. Riistan- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki. 111 s.

Lowery, R.S. ja Holdich, D.M. 1988: (*Pacifastacus leniusculus*) in North America and Europe, with details of the distribution of introduced and native crayfish species in Europe. *Teoksessa*: Freshwater crayfish: Biology, management and exploitation. Holdich, D.M. ja Lowery, R.S. (Eds.). Croom Helm, London. 283-308 s.

Mäkinen, P. 2001: Täplärapu liikkuu talvellakin. Suomen kalastuslehti 108 (5): 30-31.

Salo, H. 1997: Säännöstelyn vaikutus Ähtärinjärven, Väliveden ja Hankaveden hauki-, muikku- ja rapukantaan. Maa- ja metsätalousministeriö, Kala- ja riistaosasto, Helsinki. 46 s.

Tulonen, J., Erkamo, E., Järvenpää, T., Westman, K., Savolainen, R. ja Mannonen, A. 1998: Rapuvedet tuottaviksi. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki. 152 s.

Westman, K. ja Nylund, V. 1984: Rapu ja ravustus. Weilin+Göös, Espoo. 173 s.

Sukukypsien täplärapujen reagointi kevättalviseen vedenpinnan laskuun

Jouni Tulonen¹⁾, Esa Erkamo²⁾, Japo Jussila³⁾ ja Ari Mannonen³⁾

¹⁾ RKTL, Evo, Rahtijärventie 291, 16970 EVO (jouni.tulonen@rktl.fi)

²⁾ RKTL, Evo, Rahtijärventie 291, 16970 EVO (esa.erkamo@rktl.fi)

³⁾ Raputietokeskus, Meijerintie 1, 17200 Vääksy (raputietokeskus@jippii.fi)

1. Johdanto

Täplärapujen on todettu liikkuvan aktiivisesti myös talvella (Mäkinen 2001) ja poikasten vaihtavan kuortaan laitosoloissa jopa +2°C lämpötilassa (Jussila 2002). Talviaikainen aktiivisuus saattaa siten liittyä ravinnonhakuun ja jopa kasvuun, mutta antaa mahdollisuuden myös väistää epäedullisia elinoloja ja esimerkiksi veden pinnan laskua. Talviset veden lämpötilat tekevät ravuista kuitenkin passiivisia (Crawshaw ym. 1980, Holdich 2002), joka voi osaltaan vaikuttaa veden korkeuden vaihtelun täplärapukannalle aiheuttamiin vaikutuksiin.

Täpläravut voivat kaivaa pitkiä, syvälle pohjan alle ulottuvia pesäkoloja (Holdich 2002), joissa täplärapujen on todettu talvehtineen laitosoloissa vaikka lammikko on tyhjennetty vedestä talven ajaksi (Pekka Ilmarinen, Lohjan kala- ja rapumestarit, suullinen tiedonanto). Täplärapu voi siten pitäytyä pesäkolossaan myös säännöstellyssä vesistössä, jossa kevätkuopan aikana vesi lasketaan rapuhabitaatin alarajan alapuolelle.

2. Tutkimuksen tarkoitus

Tutkimuksen tarkoituksena oli havainnoida sukukypsien täplärapujen aktiivisuutta ja sijoittumista eri syvyysvyöhykkeillä oleviin suojakoloihin talven ja säännöstelystä aiheutuvan ns. ”kevätkuopan” aikana. Tavoitteena oli selvittää miten täpläravut reagoivat habitaatin jäätymiseen, vedenlaskuun ja jäänpainamaan, aiheutuuko niistä niille kuolleisuutta, kaivautuvatko ravut sulaan pohjaan vai väistävätkö ne epäedullisia olosuhteita syvemmälle?

3. Tutkimuksen toteutus

Kuusi Evon kalantutkimusaseman suorakaiteen muotoista maalammikkoa (pinta-alat 120-140 m², suurin syvyys 140-180 cm) kunnostettiin syys-lokakuussa 2003 talvella tehtäviä säännöstelykokeita varten. Kävelysillat, munkit ja tulovesitykset muutettiin sellaisiksi, että ne kestävät keväisen vedenpinnan ja jäiden laskun ja siitä aiheutuvan mekaanisen rasituksen. Lammikoissa hiekalla ja murskeella loivennettiin yhtä sivua, jolle rakennettiin erityyppisiä suojapaikkoja ravuille eri syvyysvyöhykkeille. Jotta mahdollisimman suuri määrä rapuja saatiin asettumaan vain tälle koalueelle, peitettiin lammikoiden pohjat muilta sivuilta muovilla.

Jokaiseen lammikkoon tehtiin kolme rannasta vajaan metrin syvyyteen asti ulottuvaa kolmionmuotoista kivikkosuistetta, jotka tarjosivat ravuille luonnonmukaisen suoja-

paikan sekä kannattivat keväällä veden mukana laskeutuvia jäitä. Kivisuisteiden väleihin laitettiin seitsemälle eri syvyydelle rannasta alkaviin riveihin ravunviljelyssä yleisesti käytettäviä muovisista taimikenoista rakennettuja suojapaikkaelementtejä. Rannassa kennot olivat noin 10 cm:n syvyydessä ja syvimmillään niitä oli noin 125-130 cm syvyydessä noin neljän metrin etäisyydellä rantaviivasta. Jokaisessa lammikossa oli 24 suojapaikkaelementtiä, joissa jokaisessa oli kahdeksan suojakoloa ravuille. Yhteensä keinotekoisia suojakoloja oli 192 kpl jokaisessa lammikossa. Lisäksi eri syvyyksillä oli muutamia pohjan päälle tuettuja laattakiviä ja painotettuja lautoja.



Kuva 1. Lammikon suojapaikkarakenteet syksyllä ennen kokeen alkua. Veden pinnan korkeus on kuvassa samalla tasolla, mihin se keväällä tultiin laskemaan.

Altaat vesitettiin Syrjäalusen lähdelammen vedellä. Kirkas vesi helpotti rapujen tarkkailua. Uuden veden määrä säädettiin mahdollisimman pieneksi, jotta lammikoihin muodostuisi riittävän paksu jääkansi, kuitenkin niin, että happitilanne säilyisi ravuille tyydyttävänä.

Jokaiseen lammikkoon istutettiin marraskuun 2003 alussa 150 sukukypsää täplärapua (selkakilven keskimitta 46,2 mm), joista puolet oli koiraita ja puolet naaraita. Naaraita 75 % oli mätiä kantavia. Alkuvaiheessa, ennen joulukuun 5. päivänä tapahtunutta lammikoiden jäätymistä, rapujen suojapaikan valintaa seurattiin varren päässä olevalla liikuteltavalla vedenalaisella videokameralla kolme kertaa noin viikon välein.

Kaikissa lammikoissa seurattiin talven aikana veden lämpötilaa ja happipitoisuutta pohjan lähellä. Leudon talven takia tavoitteena olleeseen 50 cm jäänpaksuuteen ei helmikuun alkuun mennessä päästy. Veden pinnanlasku aloitettiin vasta maaliskuun puolivälissä, jolloin jäätä oli neljässä lammikossa keskimäärin 35 cm:n paksuudelta. Kahdessa altaassa jäätä oli vallien läpi tapahtuneen vedenvaihdon takia vain 5-10 cm, eivätkä edes ylimmät suojapaikat olleet jäässä. Nämä kaksi allasta valittiin vertailuaitaksi, joiden veden pintaa ei laskettu. Kolmen altaan vedenpintaa laskettiin 16.3.-

10.4.2004 välisenä aikana arkipäivisin tasaisesti pari senttiä vuorokaudessa poistamalla munkista iltapäivällä haluttu määrä sentin korkeita settilautoja. Kaikkiaan näissä altaissa vedenpintaa laskettiin noin puoli metriä (53,5 cm, 53,8 cm ja 41,7 cm). Yhdessä, muita syvemmissä lammikossa vedenpintaa laskettiin 61,5 cm 24.3.-10.4. välisenä aikana eli keskimäärin viisi senttimetriä jokaisena arkipäivänä.



Kuva 2. Jääkansi on keväällä romahtanut lammikossa suojaosien päälle ja vesi noussut jäälle.

Veden pintojen laskua jatkettiin siihen asti, että ravuille sisustettu koealue kaikissa lammikoissa jakautui samassa suhteessa kolmeen erityyppiseen jään vaikutusvyöhykkeeseen. Ylimpänä oli 35 cm:n syvyydelle ulottuva alkutalvesta jäätyvä rantavyöhyke, jonka alueella oli noin puolet kivisuisteista ja joka rivistä kaksi ylintä muovista suojaosaelementtiä. Sen alapuolella oli jäänpainamavyöhyke, jonka laajuus määrittyi vedenpinnan laskusta. Tämä vyöhyke jäi vedenlaskun seurauksena kuiville ja jäiden puristukseen. Sillä sijaitsi alempi osa kivisuisteista ja keskimäärin kolme muovista suojaosaelementtiä joka rivissä. Alimpana säilyi keskimäärin 50 cm syvä jäätymätön vapaan veden alue, jolla olivat loput keinotekoiset suojakolot.

Vedenpinnan laskun aikana rapuja ja niiden aktiivisuutta sekä habitaatissa tapahtuvia muutoksia havainnoitiin vedenalaisella kauko-ohjattavalla sukellusrobotilla, jossa oli kuvaamista varten valot ja herkkä videokamera (Loxus Technologies Ltd). Kameraa kuljetettiin siten, että kaikki suojaosapaikat ja niissä olevat ravut saatiin kuvattua. Kuvia tehtiin keskimäärin joka toinen päivä iltapäivisin, yhteensä 12 kertaa. Kahtena päivänä kuvauksia tehtiin lisäksi illalla klo 18.00-20.00 ja klo 22.00-24.00.



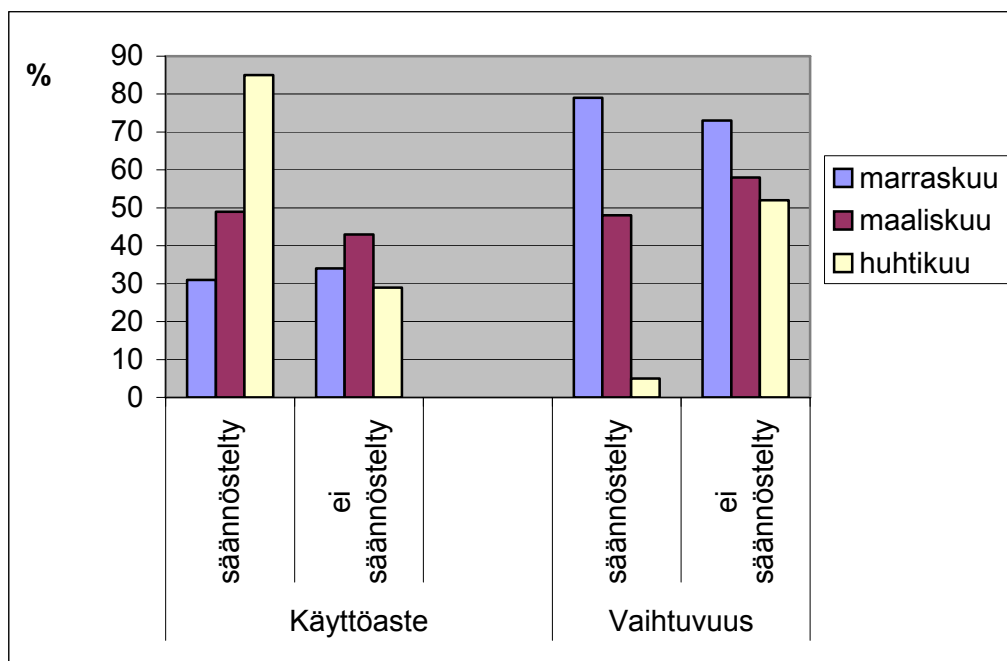
Kuva 3. Rapuja tarkkailtiin talvella jään alla kaapeliohjattavalla sukelluskameralla.

Kun vedenpinnan lasku lopetettiin, jätettiin lammikot siihen tilaan odottamaan jäiden sulamista. Välittömästi sulamisen jälkeen (26.-29.4.2004) lammikot tyhjennettiin vedestä ja elävät ravut kerättiin talteen. Talvella rannan tuntumassa jäätyneet suojapaikat sekä keväällä vedenlaskun yhteydessä kuiville ja jäänpainamiksi jääneet suojapaikat tarkastettiin kuolleiden rapujen löytämiseksi.

4. Tulokset

Altaisiin johdetun veden happipitoisuus oli jatkuvasti välillä 5,2-5,8 mg/l. Tuloveden lämpötila laski marraskuun alun 8,5 asteesta joulukuun lopussa 2,5 asteeseen, missä se pysyikin kokeen loppuun asti. Lammikoissa happipitoisuus ei laskenut missään vaiheessa alle 4,2 mg/l ja lämpötila pohjalla oli 2,2-2,5 astetta. Säännöstelyissä altaissa lämpötila laski veden pinnan laskun yhteydessä 1,2-1,3asteeseen.

Rapujen määrä keinotekoisissa suojakoloissa lisääntyi kaikissa altaissa marraskuusta maaliskuuhun. Säännöstelyissä altaissa rapujen suhteellinen osuus käytettävissä olevissa muovisuojapaikoissa sekä vapaalla pohjalla kasvoi vedenpinnan laskun edetessä. Loppuvaiheessa, kun vain alimmat suojapaikat olivat vedessä, suurin osa havaituista ravuista oli kuitenkin vapaalla pohjalla, mutta tarkkoja lukumääriä ei voitu enää laskea, koska tilaa kameran liikutteluun jään alla ei juuri ollut. Aktiivisen tarkkailujakson alussa maaliskuussa rapujen havaittu vaihtuvuus suojakoloissa oli pienempää kuin alkutalvesta, mutta edelleenkin varsin suurta. Säännöstelemättömissä altaissa 56 %:ssa tapauksista sama kolo ei ollut asuttuna kahtena peräkkäisenä kertana, ja säännöstelyissä altaissa näin oli 48 %:ssa tapauksista. Huhtikuussa tilanne säilyi säännöstelemättömissä altaissa lähes samana, mutta säännöstelyissä altaissa vain 5 %:ssa tapauksista suojakolo ei ollut asuttuna kahta peräkkäistä havainnointikertaa (Kuva 1).



Kuva 1. Keinotekoisien suojapaikkojen käyttöaste ja täplärapujen vaihtuvuus suojakoloissa säännöstellyissä ja säännöstelemättömissä altaissa kolmena ajanjaksona talvella 2003-2004. Marraskuussa lammikot olivat sulia, maaliskuussa vedenpinnan lasku aloitettiin säännöstellyissä altaissa ja huhtikuussa vedenpinta oli niissä alimmillaan.

Vertailualtaissa, joiden veden pintaa ei laskettu ja jään paksuus jäi alle 10 cm, talven aikana muovisissa suojapaikkaelementeissä eri syvyyksillä suojakolojen lukumäärään suhteutettuna keskimäärin 17,5 % ravuista oli rantavyöhykkeessä alle 35 cm syvyydessä vedessä, 34,8 % oli syvyydellä 35-80 cm ja loput 43,2 % tätä syvemmällä. Kaikissa altaissa rapuja tavattiin säännöllisesti myös suojapaikoissa, jotka olivat aivan jääkanneen alla tai jopa osittain siihen kiinnijäätynä.

Altaat kuvattiin 29.3. ja 6.4. päiväkuvausten lisäksi myös illalla. Kaikissa lammikoissa illalla suojapaikoissa havaittujen rapujen määrät olivat pienempiä kuin päivällä ja pohjalla aktiivisesti liikkuvien rapujen määrät olivat suuremmat illalla kuin päivällä. Keskimäärin puolet päivällä muovisissa suojaelementeissä olleista ravuista oli poistunut kolostaan ja parhaimmillaan vapaalla pohjalla saattoi olla liikkeellä yli 60 rapua. Rapujen liikkumisnopeus oli silmämääräisesti arvioituna lähes samaa tasoa kuin kesällä. Parhaimmillaan yksittäinen rapu saattoi kulkea altaan päästä päähän (n. 8m) alle minuutissa. Poikkeuksena kesään vain hyvin harvoin ravut pakenivat kameraa uimalla, vaikka niitä sillä yritettiin pelotella.

Lammikoiden tyhjennyksessä ei lähimpänä rantaa olleista talvella jäätynä muovisuojapaikoista tai kivisuisteista löytynyt ainuttakaan kuollutta rapua. Myöskään vedenlaskun yhteydessä kuiville ja jäämassojen alle puristuksiin jääneiden ns. jäänpainama-alueen suojakolojen tai kivikoiden sisällä tai alla ei ollut kuolleita rapuja. Kuvausten yhteydessä havaittiin yksittäisiä kuolleita rapuja vapaalla pohjalla (kaksi joulukuussa ja viisi keväällä), mutta tyhjennyksen aikana löytyneet kuolleet ravut olivat niin hajanneita, että niiden kuolinsyy ei selvinnyt. Keskimääräinen hävikki altaissa (kuolleet ja löytymättä jääneet) oli erittäin vähäistä. Vain 3,9 % kaikista ravuista jäi löytymättä eikä altaiden välillä ollut juuri eroja. Sekä suurin (5,3 %) että pienin (1,3 %) hävikki oli vertailualtaissa, joiden vedenpintaa ei laskettu.

5. Tulosten tarkastelu

Sukukypsien täplärapujen talviaikainen aktiivisuus oli varsin suurta. Lisäksi käytetty aktiivisuuden arviointimenetelmä kertoo vain rapujen aktiivisuuden minimitason. Joulu-marraskuussa tarkkailua tehtiin viikon välein ja keväällä pääasiassa joka toinen päivä, jolloin väliajoista ei ole havaintoja.

Rapujen vuorokauden aikainen aktiivisuuden vaihtelu oli ainakin keväällä samankaltaista kuin lämpimän veden aikaan kasvukaudella. Hämärän laskeutuessa ravut lähtivät liikkeelle suojakoloistaan ilmeisesti ravinnon hakuun ja päivällä liikkeellä olevien rapujen määrä oli pieni. Rapujen aktiivisuuden vuorokautisen vaihtelun tahdisti tai teki mahdolliseksi se, että valaistuserot päivän ja yön välillä olivat selvät myös jään alla. Kuvausten perusteella voi olettaa, että täplärapujen vuorokautinen aktiivisuus vaihtelee talvella luonnonvesissä samalla tavoin kuin koealtaissa.

Rapujen aktiivisuus selittää suurelta osin myös havaitun pienen kuolleisuuden. Rantojen ja siellä olleiden suojapaikkojen jäätyminen tapahtui niin hitaasti, että rapujen siirtyminen syvemmälle tapahtui vähitellen täysin automaattisesti loogisena seurauksena jäätyminen etenemiselle. Myös veden lasku ja jäiden romahtaminen oli kohtalaisen hidas prosessi, eikä ravuille tuottanut ongelmia ehtiä pois vaaravyöhykkeeltä. Suojapaikkakivikoiden päälle laskeutunut jää jäi myös ns. kantamaan, jolloin jään ja pohjan väliin jäänyt tyhjä tila mahdollisti jopa kuiville jääneiden rapujen pääsyn myöhemmässä vaiheessa veteen. Ylipäättään kostealla pohjalla jään alla oli ravuille erinomaisen hyvät olosuhteet pitkääkin oleskelua ajatellen.

6. Kirjallisuus

Crawshaw, L.I., Daniel, D.E. ja Russo, K.E. 1980: Crawfish behavior in relation to power plants. *Teoksessa*: Power plants: Effects on fish and shellfish behavior. Hocutt, C.H. (Eds.). Academic Press, New York. 241-259 s.

Holdich, D.M. 2002: Biology of freshwater crayfish. Blackwell Scientific, London. 702 s.

Jussila, J. 2002: Pirkanmaan keskeisten järvien säännöstelyjen kehittäminen. Säännöstelyn vaikutukset täplärapukantoihin. Alueelliset ympäristöjulkaisut 266. Pirkanmaan ympäristökeskus, Tampere. 48 s.

Mäkinen, P. 2001: Täplärapu liikkuu talvellakin. Suomen kalastuslehti 108 (5): 30-31.

Sukukypsien rapujen suojapaikan valinta keväällä matalassa rantavyöhykkeessä.

Jouni Tulonen¹⁾, Esa Erkamo²⁾, Japo Jussila³⁾ ja Ari Mannonen³⁾

¹⁾ RKTL, Evo, Rahtijärventie 291, 16970 EVO (jouni.tulonen@rktl.fi)

²⁾ RKTL, Evo, Rahtijärventie 291, 16970 EVO (esa.erkamo@rktl.fi)

³⁾ Raputietokeskus, Meijerintie 1, 17200 Vääksy (raputietokeskus@jippii.fi)

1. Johdanto

Rapujen elinkierrossa suojapaikalla on erityinen rooli ja suojapaikkojen määrä ja laatu voivat jopa säädellä rapukannan kokoa (Foster 1993, Tulonen ym. 1998). Ravut, erityisesti suomalaiset kaupalliset lajit, suosivat ranta-alueita, joilla on runsaasti ja helposti saatavilla erikokoisia suojapaikkoja (Goldman ja Rundqvist 1977). Kovapohjaiset rannat ja kivikot ovat erityisen hyvin soveltuvia rapujen elinpiiriksi (Westman ja Pursiainen 1978, 1982). Suojapaikan valinnan kriteereitä on useita: suojapaikan koko, veden syvyys, katteiden määrä, ravinnon läheisyys, rapukannan tila ja tiheys sekä veden liike sekä aaltojen että virtausten osalta. Elinkierron aikana rapu vaihtaa suojapaikkaa useasti jo yksin kasvaessaan ja suojapaikan käydessä pieneksi.

Ravut valitsevat elinpaikkansa mm. veden lämpötilan mukaan ja voivat siten hakeutua matalaan rantaveteen keväällä vesien lämmitessä. Tutkimuksissa, osin kyseenalaistetuissa, on todettu erityisesti kantavien naaraiden hakeutuvan lämpimään rantaveteen keväällä (Blake ja Hart 1993). Syynä voi olla mädinhaudonnan edistäminen, mutta naaraiden on esitetty myös pyrkivän välttämään rapukannan sisäistä kilpailua rantavyöhykkeen syvemmällä alueella. Aikuisten rapujen kilpailusuhteet voivat myös muuttua naaraiden kantaessa mätimunua, jolloin ne voivat käyttää hyväkseen kilpailuetua ja hakeutua parhaille (lämpimille) alueille (Fast ja Momot 1973). Pääsääntönä suomalaisten rapujen käyttäytymisessä lienee tietynlainen passiivisuus, yhteen pesäkolon ja tiettyyn vedensyvyyteen pitäytyminen sekä ravinnon haku pesäkolon välittömästä läheisyydestä (Hamrin 1987, Bohl 1999).

2. Tutkimuksen tarkoitus

Tutkimuksen tarkoituksena oli kokeellisesti selvittää jokirapujen ja täplärapujen sijoitumista jäiden lähdön ja vedenpinnan nousun jälkeen matalan rantavyöhykkeen eri osiin sekä predaattorin läsnäolon vaikutusta siihen. Tavoitteena oli havaita mahdolliset eroavuudet lajien, sukupuolten ja erityisesti mätiä kantavien ja mädittömien naaraiden välillä.

3. Tutkimuksen toteutus

Kokeet suoritettiin touko-kesäkuun vaihteessa 2005 Evon kalantutkimusasemalla kolmessa syvässä rapualtaassa, missä oli tehty täplärapujen talviaktiivisuutta selvittävät kokeet 2003-2004 sekä kokeet pienten täplärapujen eloonjäännillä talvella 2004-2005. Jokaisessa altaassa oli kaksi väliseinien avulla erotettua osastoa. Joka osastossa oli oma vesitys ja poisto, mutta vedenpinnan korkeuden säätö vaikutti molempiin osastoihin samanaikaisesti.

Osastojen pinta-alat olivat 15-20 m² ja suurin syvyys 120-130 cm. Pohja vietti tasaisesti rannasta syvälle. Osastojen pohjille sijoitettiin rapuja varten muovisia suojapaikkaelementtejä kahteen jonoon rannasta syvälle kolmelle eri syvyydelle (0-35 cm, 36-70 cm, 71-105 cm) siten, että matalimpaan vyöhykkeeseen tuli 18 suojakoloa, keskimmäiseen 24 suojakoloa ja syvimpään 31 suojakoloa. Lisäksi keinotekoisien suojakoloelementtirivien väliin tehtiin laattakivistä viisi ”luonnonmukaista” suojapaikkaa eri syvyyksille joka osastoon. Lämpötilan seuraamiseksi yhteen altaaseen laitettiin kaksi dataloggeria, toinen puolen metrin syvyyteen ja toinen altaan syvimpään kohtaan.



Kuva 1. Suojapaikkakivikko ja keinotekoiset suojapaikat vuorottelivat altaan pohjalla.

Lammikot vesitettiin 26.4. ja jokaisen lammikon yhteen osastoon laitettiin yksi noin puolen kilon painoinen hauki predaattoriksi. Kokeessa käytettiin maalammikoissa talvehtineita sukukypsiä joki- ja täplärapuja, jotka oli kerätty lammikoista huhtikuun lopussa. Jokirapujen selkäkilven keskipituus oli 50,4 mm (vaihtelu 42-58 mm) ja täplärapujen 48,2 mm (vaihtelu 37-57 mm). Rapujen tunnistamiseksi niiden sakset maalattiin erivärisillä spraymaaleilla. Maalauksen jälkeen rapuja tarkkailtiin viikon ajan lasikuitualtaissa, jona aikana yksikään rapu ei kuollut eikä maalaus näyttänyt vaikuttavan muutenkaan niiden käyttäytymiseen.

Kummankin lajin seitsemän koirasta, seitsemän mäditöntä naarasta ja seitsemän mätiä kantavaa naarasta vapautettiin 17.5. jokaiseen allasosastoon, joihin tuli siis kuusi eri tavalla merkittyä rapuryhmää, yhteensä 42 rapua/osasto. Kaikkiaan rapuja oli kokeessa 252 yksilöä.

Rapujen sijoittuminen suojakoloihin tarkastettiin vedenalaisen videokameran avulla 25.5.-10.6. välisenä aikana jokaisena arkipäivänä aamupäivän aikana yhteensä 13 kertaa. Altaat tyhjennettiin ja jäljellä olevat ravut laskettiin 13.6. Veden pinnan korkeutta ei vaihdeltu kokeen aikana.

4. Tulokset

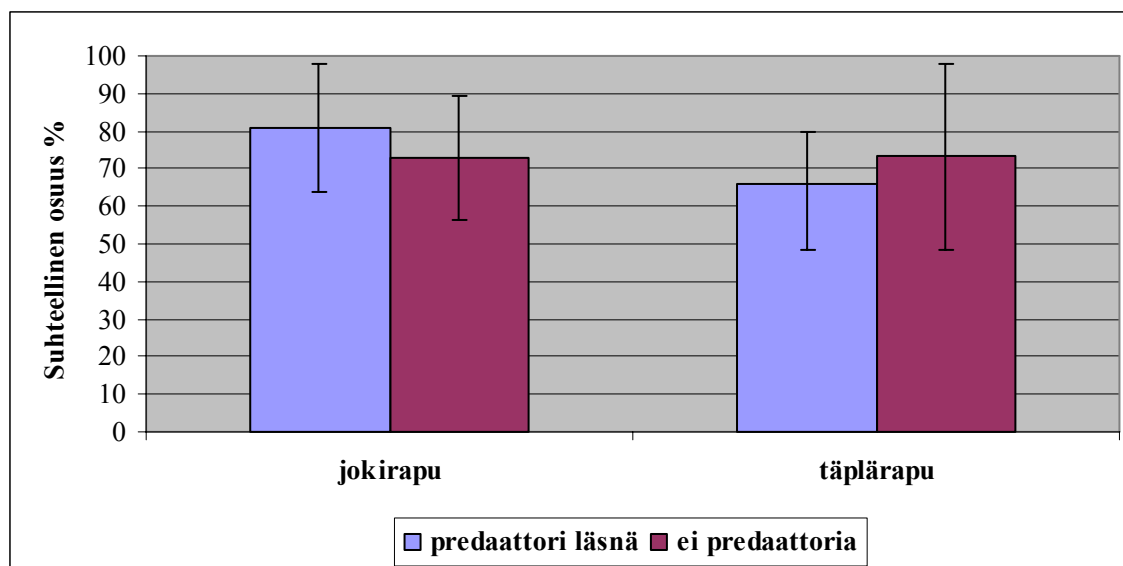
Kaikista altaisiin laitetuista ravuista jäi kokeen loputtua löytymättä 11,9 %. Kokeen aikana löydettiin yksi lokin kuolleeksi nokkima jokirapunaaras ja kaksi jokirapukoirasta yhden osaston rantapenkalta ja kokeen lopussa yhden hauen mahassa oli vähän sulanut koirastäplärapu (sk 37 mm). Osastoista myös karkasi rapuja muoviaidan yli altaiden vapaalle puolelle, mistä kaikkiaan 22 yksilöä palautettiin takaisin koelantaiin. Altaista, joissa oli predaattori läsnä, hävisi yhteensä 17 rapua ja altaissa, joissa ei ollut predaattoria, hävisi yhteensä 13 rapua. Jos todetut lokin tappamat ravut otetaan huomioon, jää ero hävikeissä vain yhteen rapuun. Kummankin lajin koirailta ja mäditömällä naarailta hävikki oli vähäistä (4,7 - 7,1 %), mutta mätiäkantavilla naarailta moninkertaista (jokiravulla 23,8 % ja täpläravulla 26,1 %).



Kuva 2. Kokeen aikana hauki oli syönyt keltasaksiseksi merkityn täpläravun.

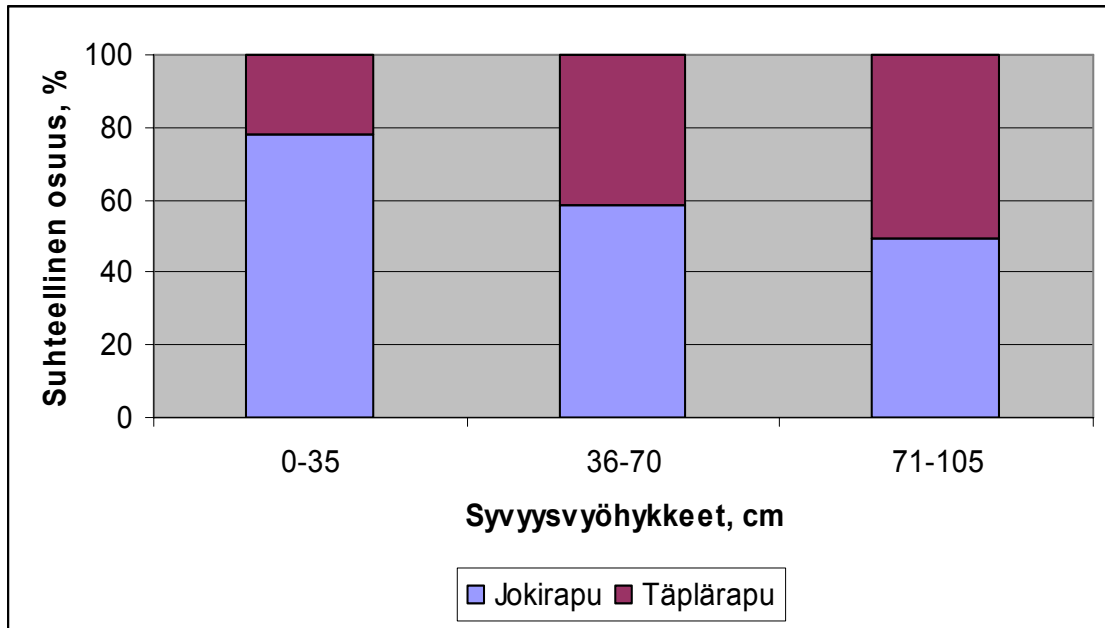
Kokeen aikana yli 65 % kaikista ravuista oli tarkkailuhetkellä aamupäivisin suojakoloissa, jokiravut hieman runsaammin kuin täpläravut. Predaattorin läsnäolo näytti lisäävän jokirapujen suojaan hakeutumista, mutta täpläravuilla se oli toisinpäin. Toi-

saalta ero oli pieni (alle 10 %) ja vaihtelu altaiden ja havaintokertojen välillä oli suuri ($\pm 20\%$) (Kuva 1).

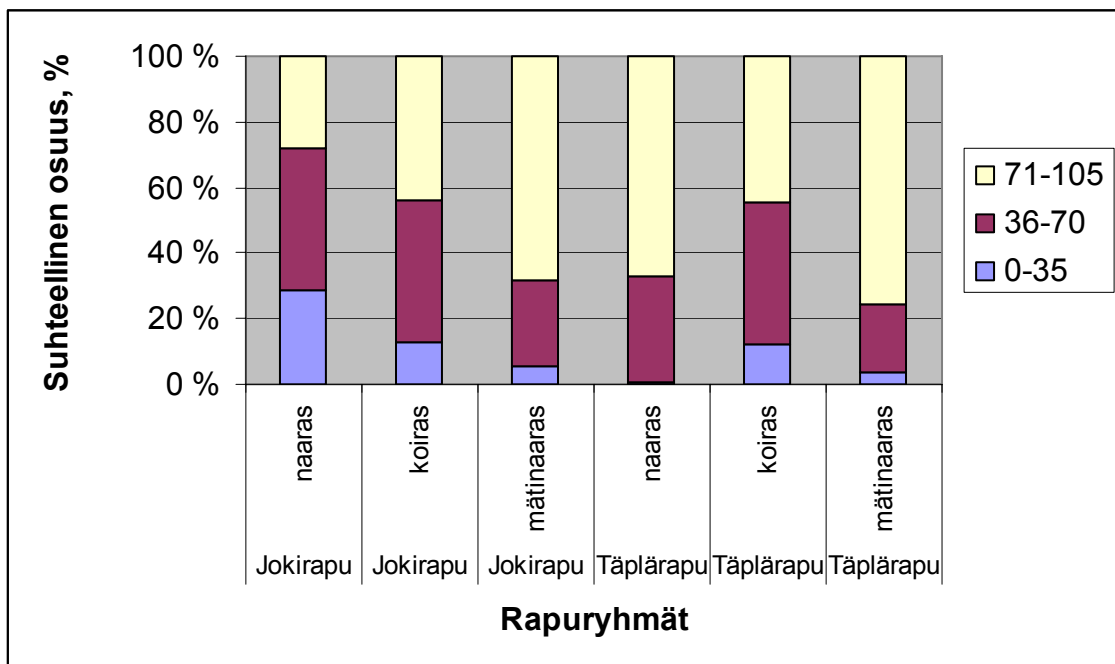


Kuva 1. Suojapaikoissa olleiden rapujen keskimääräinen suhteellinen osuus kaikista lammikossa olleista ravuista. Janat kuvaavat keskihajontaa.

Lähes 80 % kaikista matalimman vyöhykkeen suojapaikoissa olleista ravuista oli jokirapuja (Kuva 2). Syvemmälle mentäessä jokirapujen osuus pieneni täplärapujen osuuden samalla kasvaessa. Kuitenkin syvimmälläkin alueella puolet suojapaikoista oli jokirapujen hallussa. Vapaalla pohjalla lammikon syvimmässä nurkkauksessa (120-130 cm) oli pääasiassa täplärapuja, mutta tarkkaa lukumäärää ei voitu kaikilla havaintokertoilla määrittää. Molempien lajien koiraat ja mätinaaraat olivat sijoittuneet eri syvyysvyöhykkeille samankaltaisesti. Koiraita oli tasaisemmin kaikissa syvyyksissä kun mätinaaraat näyttivät viihtyvän paremmin syvällä. Mädittömät jokirapunaaraat olivat selvimmän kahdella matalammalla syvyysvyöhykkeellä sijainneissa suojakoloissa, mutta täplärapu naaraat puuttuivat rantavyöhykkeestä lähes kokonaan (Kuva 3).



Kuva 2. Rapujen keskimääräinen suhteellinen osuus eri syvyysvyöhykkeillä suoja- ja paikoissa olleista ravuista.



Kuva 3. Rapujen esiintyminen eri syvyysvyöhykkeillä suoja- ja paikkojen määrään suhteutettuna lajin, sukupuolen ja mädin olemassaolon perusteella jaoteltuna.

5. Tulosten tarkastelu

Predaattorilla ei näyttänyt olevan mainittavaa vaikutusta sukukypsien rapujen suoja- paikan valintaan eikä ylipäättään niiden suojaan hakeutumiseen. Hauet juroivat suurimman osan ajasta lähes paikallaan pohjan lähellä, jolloin pelotevaikutusta ei ehkä syntynyt. Myöskään haukien aiheuttama kuolleisuus ei ollut merkittävä. Hyvin todennäköistä on, että ainut hauen syömä rapu oli se, joka löytyi mahasta kokeen lopetuksen yhteydessä. Kahden viikon koejakso oli sen verran lyhyt, jotta kaikki jäänteet syödyistä ravuista olisivat ehtineet sulaa, mikäli rapuja olisi syöty enemmän.

Osa hävinneistä ravuista oli saattanut karata koeosastosta muoviaidan yli altaan suu- remmalle puolelle ja jäänyt löytymättä lopullisessa tyhjennyksessä tai poistunut altaasta poistomunkissa olleen harvahkon rakosihdin läpi (rakoväli 1,5 cm). Hyvin todennäköistä kuitenkin on, että lokkien aiheuttama kato on ollut merkittävä. Vain kolme nokittua rapua löytyi lammikon reunalta, mutta enemmänkin niitä on voitu kantaa kauemmaksi. Altaisiin johdettu vesi oli rapujen tarkkailun mahdollistamiseksi kirkasta pohjavettä, jolloin myös lokeille rapujen havaitseminen oli helppoa. Lammikoilla ruokailevista lähijärvellä pesivistä selkälokeista on ollut aiemminkin harmia.

Mätiä kantavien naaraiden muita ryhmiä suurempaa hävikkiä on vaikea luotettavasti selvittää. Eräs mahdollisuus voi olla, että mätiäkantavat naaraat ovat muita arempia, eivätkä pysty valtaamaan suojapaikkaa uusiin olosuhteisiin joutuneina. Tämän seurauksena ne joutuvat liikkumaan enemmän, kulkevat muita useammin myös rannan läheisyydessä ja altistuvat lokkien saalistukselle. Myös muut ympäristöpaineet ovat voineet vaikuttaa hävikkiin.

Vaikka altaat olivat ylipäättään luonnonvesiin verrattuna erittäin matalia, todettiin niissä pienessäkin mittakaavassa samankaltainen lajien välinen eroavaisuus, kuin mikä on havaittu koeravustuksissa järvillä. Jokirapuja oli rannan lähellä selvästi runsaammin kuin täplärapuja ja täplärapuja taas tavattiin runsaammin syvällä kuin rannan lähellä. Myös rapujen aktiivisuus oli kokeen aikana korkea, vaikka vedenlämpö nousi alun 10,1 asteesta vain 14,2 asteeseen koejakson loppuun mennessä. Tarkkailukertojen välillä ravut olivat yleisemmin vaihtaneet suojakoloaan kuin jääneet samaan kerran löytämäänsä suojaan.

6. Kirjallisuus

Blake, M.A. ja Hart, P.J.B. 1993: Habitat preferences and survival of juvenile signal crayfish, (*Pacifastacus leniusculus*) - the influence of water depth, substratum, predatory fish and gravid female crayfish. *Freshwater Crayfish* 9: 318-332.

Bohl, E. 1999: Motion of individual noble crayfish (*Astacus astacus*) in different biological situations: in situ studies using radio telemetry. *Freshwater Crayfish* 12: 677-687.

Fast, A.W. ja Momot, W.T. 1973: The effects of artificial aeration on the depth distribution of the crayfish *Orconectes virilis* (Hagen) in two Michigan lakes. *The American Midland Naturalist* 89 (1): 89-102.

Foster, J. 1993: The relationship between refuge size and body size in the crayfish *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet). *Freshwater Crayfish* 9: 345-349.

Goldman, C.R. ja Rundqvist, J.C. 1977: A comparative ecological study of the California crayfish, *Pacifastacus leniusculus* (Dana), from two subalpine lakes (Lake Tahoe and Lake Donner). *Freshwater Crayfish* 3: 51-80.

Hamrin, S.F. 1987: Seasonal crayfish activity as influenced by fluctuating water levels and presence of a fish predator. *Holarctic Ecology* 10: 45-51.

Tulonen, J., Erkamo, E., Järvenpää, T., Westman, K., Savolainen, R. ja Mannonen, A. 1998: Rapuvedet tuottaviksi. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki. 152 s.

Westman, K. ja Pursiainen, M. 1978: Development of the European crayfish (*Astacus astacus*) (L.) and the American crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) (Dana) populations in a small lake. *Freshwater Crayfish* 4: 243-250.

Westman, K. ja Pursiainen, M. 1982: Size and structure of crayfish (*Astacus astacus*) populations on different habitats in Finland. *Hydrobiologia* 86: 67-72.

Jäätymisen ja jäänpainaman vaikutus rantahabitattiin ja täplärapujen kuolleisuuteen erilaisilla pohjatyypeillä

Jouni Tulonen¹⁾, Esa Erkamo²⁾ ja Japo Jussila³⁾

¹⁾ RKTL, Evo, Rahtijärventie 291, 16970 EVO (jouni.tulonen@rktl.fi)

²⁾ RKTL, Evo, Rahtijärventie 291, 16970 EVO (esa.erkamo@rktl.fi)

³⁾ Raputietokeskus, Meijerintie 1, 17200 Vääksy (raputietokeskus@jippii.fi)

1. Johdanto

Veden pinnan laskun lisäksi jään painama vähentää ravulle soveliasta ranta-aluetta talven aikana (Jussila 2002). Tutkituilla vesistöalueilla jääntyneen ranta-alueen leveys saattoi olla jopa 40 metriä ylävesirajasta, jolloin ravun kannalta paras, rannan läheinen elinpiiri on joko kuivilla tai jääpeitteen sisällä.

Osa ravuista ei poistu pesäkolostaan veden pinnan laskiessa ja voi siten joko murskautua jään paineen alla tai jäätyä kuoliaaksi, mikäli pesäkolon pienilmasto kylmenee ratkaisevasti. Osa ravuista voi selvitä hengissä, niinkuin on todettu esimerkiksi ravunviljelylaitosten lammikoissa, joihin markkinakokoiset täpläravut ovat kaivaneet riittävän syviä pesäkoloja selvitäkseen talven yli. Tästä on käytännön kokemusta mm. RKTL:n rapulammikoista (Pekka Ilmarinen, Porlan tutkimusasema, suullinen tiedonanto).

Täpläravut voivat liikkua talvella hyvinkin aktiivisesti (Mäkinen 2001), joten ne voivat väistää syvemmälle veden pinnan laskiessa. Täplärapujen selviäminen seuraavaan kesään riippuu oleellisesti siitä, kuinka paljon pesäkoloja on tarjolla vesialueen syvemmällä ranta-alueella. Suojapaikkojen puute altistaa täpläravut predaattoreille, mukaan lukien lajikumppanit, joiden kanssa kilpaillaan pesäkoloista (Tulonen ym. 1998, Westman 2000, Jussila 2002).

2. Tutkimuksen tarkoitus

Tutkimuksen tarkoituksena oli mitata ja havainnoida olosuhteita jään alla säännöstelyjen ja luonnontilaisten järvien rantavyöhykkeessä kevätkuopan aikana tai välittömästi sen jälkeen. Lisäksi haluttiin selvittää pohjan rakenteen vaikutusta eri syvyyksillä yksilöllisissä suojapaikoissa olevien täplärapuvun poikasten ja sukukypsien täplärapujen kuolleisuuteen säännöstellyissä koelaitaissa sekä luonnonolosuhteissa, kun veden pinta keväällä laskeutuu ja jäät painuvat pohjaan ja suojapaikkojen päälle.

3. Tutkimuksen toteutus

Jäämittauksia erilaisilla rantahabitaateilla tehtiin vuosina 2003-2005 maaliskuuhun saakka säännötellyillä Näsijärvellä, Vanajaveden reitillä ja Päijänteellä sekä säännöstelemättömillä Lammin Ormajärvellä ja Luopioisten Kukkiajärvellä. Järvillä mitattiin yhteensä kymmenessä kohteessa kaikkiaan 53 erillistä mittaussinjaa. Osa tutkituista ranta-alueista sijaitsi rapujen istutusalueilla, mutta osa kohteista valittiin muilla perusteilla. Tavoitteena oli saada kaltevuudeltaan ja pohjanlaadultaan erilaisia ranta-alueita tutkimuksen kohteeksi.

Valituilta ranta-alueilta tehtiin aina useampia muutaman kymmenen metrin välein sijaitsevia rinnakkaisia mittaussinjoja. Linjoille kairattiin syvältä aloittaen tihein välein reikiä sen hetkiseen vesirajaan ja siitä eteenpäin arvioituun yläveden aikaiseen rantaviivaan asti. Pohjasta otettiin näyte, josta arvioitiin pohjan laatu ja pohja-aineksen jäätymisen aste. Samalla mitattiin jään päällä olevan lumikerroksen paksuus sekä jäänpaksuus. Jäätyn pohjan raja arvioitiin mahdollisimman tarkasti ja merkittiin pohjaan laskettavan maalatun kiven avulla. Lisäksi vaadittiin rannan kaltevuuden määrittämiseksi vedenpinnantasot ja linjalta tehtyjen reikien pohjatasot ja mitattiin niiden etäisyys rannasta. Lopuksi linjan koordinaatit kirjattiin ja linja valokuvattiin.



Kuva 1. Rantaprofiilia vaaitaan Kukkialla.

Päijänteellä Padasjoen Nyystölänlahdella sekä Evon kalantutkimusaseman koealtaissa tehtiin sumputuskokeita talvella 2004-2005. Altaat on kuvailtu jutussa ”Veden pinnan laskun ja predaation vaikutus pienten täplärapujen kuolleisuuteen”. Kokeissa käytettiin kesän vanhoja täplärapun poikasia (keskipituus 31 mm, vaihteluväli 23-39 mm) sekä sukukypsiä täplärapuja (keskipituus 98 mm, vaihteluväli 82-112mm).

Maa-altaisiin laitettiin Evon kalantutkimusasemalla 7.10.-14.10.2004 täplärapuja molemmista ryhmistä, mutta Päijänteelle vietiin vain sukukypsiä täplärapuja 21.12.2004. Sukukypsät täplärapuvat sijoitettiin yksittäin minkkiverkosta tehtyihin litteisiin koteloi-

hin (noin 20 cm x 20 cm), joissa yhdellä sivulla oli muovisesta salaojaputken pätkästä tehty suojakolo.



Kuva 2. Täpläravut laskettiin Päijänteen koelaitteille yksilöllisissä sumpuissa.

Päijänteellä näitä sumppuja laitettiin yhteensä kuusikymmentä kymmeneen kuuden sumpun linjaan kolmelle erityyppiselle ranta-alueelle. Linja suuntautui kohtisuoraan rannasta, se alkoi puolen metrin syvyydestä ja ulottui syvyyssuuntaisesti 25 cm välein 1,75 metrin syvyyteen. Ranta-alueet avautuivat kohti pohjoista ja tuulen vaikutus oli kaikille samankaltainen. Pohjien kaltevuudet olivat eri alueilla samat, mutta pohjan rakenne vaihteli. Yhdellä alueella pohja oli tasaista hiekkaa ja soraa, toisella alueella oli tasaisesti noin nyrkinkokoista kivikkoa ja kolmannella alueella oli kivikkoa, lohka-reita ja suuria kiviä. Sumpulinjoja tuli eri rannoille vastaavassa järjestyksessä 2, 3 ja 5.

Vastaavanlaisia sumppuja laitettiin myös koelaitteisiin neljälle eri syvyysvyöhykkeelle (30-40 cm, 40-60 cm, 60-80 cm ja yli 80 cm) yhteensä 40 kpl. Kolmella ylimmällä vyöhykkeellä sumput olivat kivisuisteiden välissä, mutta syvimmällä vyöhykkeellä paljaalla pohjalla. Samoille syvyyksille altaissa laitettiin lisäksi kesänvanhoja täplärapun poikasia omissa sumpuissaan. Poikassumpuissa oli minkkiverkkoon kääritty 20-40 mm murskeesta kasetti, jonka sisään poikaset hakeutuivat turvaan. Tämä murskekasetti ympäröitiin väljästi tiheällä verkolla, joka esti poikasten karkaamisen. Poikasumpuja laitettiin kahteen matalimpaan vyöhykkeeseen kolme kumpaankin ja kahteen syvimpään vyöhykkeeseen kaksi kumpaankin. Jokaisessa sumpussa oli kahdeksan kesän vanhaa täplärapua.



Kuva 3. Lammikossa jäänpainamavyöhykkeeltä suojakivikon vierestä paljastuneissa sumpuissa osa täpläruvuista oli keväällä hyvässä kunnossa.

Koelammikot jäättyivät jo marraskuun loppuun mennessä ja maaliskuun puolivälissä jää oli kaikissa altaissa keskimäärin 48 cm paksua. Kussakin lammikossa vettä laskettiin kunnes enää alle kolmasosa syvällä olevista kivisuisteista oli vedessä. Säännöstellyn alaraja saavutettiin vajaan kuukauden kuluessa (18.4.). Lammikoiden syvimmissä kohdassa oli tällöin vapaata vettä 30-40 cm ja jäät olivat kauttaaltaan romahtaneet sumpujen ja suojapaikkakivikoiden päälle. Tästä noin viikon päästä sulamattomat jäät nosteltiin pois altaasta, sumput tyhjennettiin ja elävät ja kuolleet täpläruvut laskettiin. Päijänteellä Nyystölänlahdella jäätä oli kevättalvella noin 50-60 cm ja vedenpinta laski joulukuun tasosta maaliskuulle noin 60 cm. Jäät olivat keväällä paikoitellen kasautuneet röykkiöiksi rannalle. Päijänteellä sumput käytiin tarkastamassa jäiden lähdön jälkeen 4.5.2005.

4. Tulokset

Jäämittauksia tehtiin monenlaisilla rannoilla. Pohjan kaltevuus vaihteli jyrkästä erittäin loivaan ja pohjan laatu mudasta ja savesta, hienosta tai karkeasta hiekasta ja murskeesta aina kivikkoiseen tai hyvin suurten lohkareiden hallitsemaan rantaan. Käytetty mittausten menetelmä soveltui kaikille rantatyypeille. Kivikkoisilla tyypillisillä rapurannoilla menetelmä oli kuitenkin työläämpi kuin pehmeäpohjaisilla ranta-alueilla.

Kaikilla rantatyypeillä pohja-aines oli yleensä rantaviivasta kulloinkin mitatun jäänpaksuuden verran jäässä, vaikkakin joissain tapauksissa keväinen veden pinnan nousu ja valumavedet olivat ehtineet sulattaa pohja-aineksen ennen mittauksia. Säännöstelyissä vesistöissä jäätyneestä rannasta syvälle päin ns. jäänpainama-alueelle siirryttäessä pohja-aines oli jäässä yleensä vain tasaisilla muta-, savi- tai hiekkapohjilla, missä jää pääsee painumaan tiiviisti pohjaa vasten. Karkea sorapohja saattoi olla vain pinnastaan jäässä, mutta sulaa heti pintakerroksen alla. Kivikko- ja lohkarerannoilla jään-

painama-alueen pohja-aines oli yleensä jäätyneeseen rantaviivaan asti sulana - kivien jäitä kannattavan vaikutuksen takia. Kuitenkin esim. talvella 2003 syksyn poikkeuksellisten sääolojen vuoksi matalalle jääneen vedenpinnan takia matalat kivikkorannat olivat laajoilla alueilla jäätyneet pohjaan asti. Muun muassa Vanajaveden reitillä Lussinselkä oli arviolta kolmasosaltaan jäässä pohjaan asti. Hyvin loivilla ja laakeilla rannoilla jäätynyt ja sula pohja muodostivat vaihtelevan mosaiikkikuvion. Jäätyneen alueen keskellä saattoi olla sulia, vetisiä painanteita.

Koealtaissa kaksikolmasosaa molempien ikäryhmien täplärapuista oli kuollut lähimpänä rantaa olleissa sumpuissa. Syvemmälle siirryttäessä molemmissa ryhmissä kuolleiden osuus väheni, sukukypsillä täplärapuilla nopeammin kuin kesän vanhoilla täplärapun poikasilla. Syvimmällä alueella kaikki täpläraput olivat pysyneet hengissä (Taulukko 1).

Taulukko 1. Kesän vanhojen ja sukukypsien täplärapujen kuolleisuudet (%) säännöteltujen koealtaiden eri syvyyksillä sijainneissa sumpuissa talvella 2004-2005.

Ikä	Täplärapujen kuolleisuus - % eri syvyyksillä			
	30-40 cm	40-60 cm	60-80 cm	> 80 cm
1-kesäiset	67	38	13	0
sukukypsät	71	20	0	0

Päijänteellä 28,3 % kaikista sumpuissa olleista täplärapuista oli kuollut. Vähäisintä kuolleisuus oli lohkarikkorannalla. Kivikko- ja hiekkarannalla kokonaiskuolleisuus oli samaa tasoa. Kaikilla rantatyypeillä täpläraput olivat pysyneet hengissä yli 150 cm syvyydellä olleissa sumpuissa. Suurinta kuolleisuus oli ollut puolen metrin syvyydessä, lohkarikkorannalla kuitenkin kaksi viidestä täplärapusta oli säilynyt hengissä tälläkin syvyydellä. Kivikkorannalla kuolleisuus väheni tasaisesti syvälle siirryttäessä, mutta hiekkarannalla metrin syvyydessä molemmat täpläraput olivat säilyneet hengissä vaikka matalammalla kaikki olivat kuolleet ja syvemmälläkin olleista toinen oli kuollut (Taulukko 2). Seitsemästätoista kuolleesta täplärapusta kuudessa oli jälkiä, jotka viittasivat painuvien jäiden tai liikkuvien kivien aiheuttamaan mekaaniseen vaurioon. Näistä kuudesta vauriosta yksi oli lohkarikkorannalta, yksi hiekkarannalta ja neljä kivikkorannalta.

Taulukko 2. Sukukypsien täplärapujen kuolleisuudet (%) eri syvyydellä olleissa yksilösumpuissa Päijänteen Nyystölanlahdella eri rantatyypeillä talvella 2004-2005. Lohkarikkoisella rannalla rapuja oli viisi joka syvyydessä, kivikkorannalla kolme joka syvyydessä ja hiekkarannalla kaksi joka syvyydessä.

	Täplärapujen kuolleisuus - % eri syvyyksillä						Kaikki
	50 cm	75 cm	100 cm	125 cm	150 cm	175 cm	
lohkareita	60	20	20	0	0	0	16,7
kivikkoa	100	67	33	33	0	0	38,9
hiekkaa	100	100	0	50	0	0	41,7

5. Tulosten tarkastelu

Hiekkaranta ja kova kivikkoranta olivat ravuille kaikkein epäedullisimpia ympäristöjä. Näillä rannoilla jäitä ei kannattele mikään vaan ne voivat painua täydellä voimalla suojapaikkojen päälle. Hiekkapohjalla voi kuitenkin olla pehmeitä kohtia, joissa suojakolo painuu pohjan sisään ja rapu saattaa säilyä hengissä. Näin kävi tässäkin kokeessa metrin syvyydellä kahdelle täpläravulle.

Lohkareikkorannalla ravuilla on suurin mahdollisuus säilyä hengissä jäiden laskiessa. Suuret pintaan ulottuvat kivet ja lohkareet kannattelevat jäitä. Monimuotoisella pohjalta jäätyminen on epätasaista, jolloin lohkareiden vierustat ja aluset voivat myös säilyä pitempään sulana ja rapujen on mahdollista säilyä hengissä lähempänä rantaa kuin mitä pelkän jäänpaksuuden perusteella voisi arvioida.

Suurin osa koealtaissa rantaviivan tuntumassa kuolleista ravuista oli kuollut ilmeisesti jäätymiseen talven aikana. Vyöhykkeet 40-60 cm ja 60-80 cm olivat jäänpainaman alueella. Tällä alueella kuolleet ravut olivat todennäköisesti menehtyneet jäiden puristuksen aiheuttamaan mekaaniseen vaurioitumiseen, mistä osoituksena oli useassa tapauksessa kasaan ja osittain pohjan sisään painunut suojapaikkasumppu. Toisaalta suurin osa molempien ikäryhmien ravuista oli säilynyt hengissä tällä alueella, mikä viittaa siihen, että sumppujen viereiset kivisuisteet kannattelivat jäitä ja lievensivät niiden murskaavaa vaikutusta. Sukukypsien täplärapujen suojapaikkana ollut muovinen salaojaputken pätkä toimi myös hyvänä suojakolona. Pienten täplärapujen murskekaseteissa sen sijaan painuvat jäät ilmeisesti liikuttivat kiviä ja jauhoivat poikasia hengiltä.

Päijänteellä jäiden paksuudesta ja vedenpinnan laskusta voi päätellä, että jäiden vaikutus on ko. rannoilla ulottunut noin 110-120 cm syvyyteen, mihin viittaavat myös sumputuksilla saadut kuolleisuushavainnot.

6. Kirjallisuus

Jussila, J. 2002: Pirkanmaan keskeisten järvien säännöstelyjen kehittäminen. Säännöstelyn vaikutukset täplärapukantoihin. Alueelliset ympäristöjulkaisut 266. Pirkanmaan ympäristökeskus, Tampere. 48 s.

Mäkinen, P. 2001: Täplärapu liikkuu talvellakin. Suomen kalastuslehti 108 (5): 30-31.

Tulonen, J., Erkamo, E., Järvenpää, T., Westman, K., Savolainen, R. ja Mannonen, A. 1998: Rapuvedet tuottaviksi. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki. 152 s.

Westman, K. 2000: Comparison of the crayfish *Pacifastacus leniusculus* Dana, a species introduced into Finland, with the native species, *Astacus astacus* L., in allopatry and sympatry. Doctoral dissertation. Department of Limnology and Environmental Protection, University of Helsinki, Helsinki. 50 s.

Keväisen veden pinnan laskun ja kalapredaation vaikutus pienten täplärapujen kuolleisuuteen

Jouni Tulonen¹⁾, Esa Erkamo²⁾, Japo Jussila³⁾ ja Ari Mannonen³⁾

¹⁾ RKTL, Evo, Rahtijärventie 291, 16970 EVO (jouni.tulonen@rktl.fi)

²⁾ RKTL, Evo, Rahtijärventie 291, 16970 EVO (esa.erkamo@rktl.fi)

³⁾ Raputietokeskus, Meijerintie 1, 17200 Vääksy (raputietokeskus@jippii.fi)

1. Johdanto

Säännöstellyissä vesistöissä vedenpinnan lasku kevätkuopan aikana voi olla useita metrejä, tosin tutkimuksen kohdevesistöissä säännöstelyn aiheuttama veden pinnan vaihtelu oli 90 - 180 sentin välillä (Jussila 2002). Jo puolen metrin lasku veden pinnan korkeudessa paljastaa runsaasti ravulle soveliasta elinpiiriä Pirkanmaan järvillä ja yhdessä paksun jään kanssa sula rantaviiva voi olla jopa 30 metrin päässä korkean veden tasosta. Veden pinnan korkeuden muutoksen vuoksi rannan läheisyydessä elävät ravut joutuvat väistämään uusille elinalueille. Kevätkuopan aikana veden lämpötila on alhainen, jään läheisyydessä lähellä nollaa ja vaihtolämpöisten rapujen aktiivisuus vähäistä.

Suomalaisten rapujen pahimpia predatoreita ovat ahven ja ankerias (Söderbäck 1992, Tulonen ym. 1998), erityisesti matalissa rantavesissä elävät ravunpoikaset ovat ahven-ten herkkua (Dehli 1981, Söderbäck 1994). Myös made, hauki ja muutamat muut pohjaeläimistä kiinnostuneet kalat pitävät rapuja ruokalistallaan. Näiden lisäksi saukko voi napsia talvella rapuja tehokkaasti, kuten on huomattu RKTL:n Evon tutkimusasemalla (Jouni Tulonen, suullinen tiedonanto). Predaattorin ollessa läsnä ravut ovat haittomia jättämään piilopaikkansa ja saaliiksi joutuneen lajikumppanin haju tekee ravut passiivisiksi (Stein ja Magnuson 1976, Appelberg ym. 1993, Hill ja Lodge 1995). Vedenpinnan lasku predattorin läsnäollessa pakottaa siis ravun valitsemaan kahdesta huonosta vaihtoehdosta: pesäkolon kuiville jääminen tai liikkuminen ja predattorille alttiiksi joutuminen.

2. Tutkimuksen tarkoitus

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää pienten täpläravun poikasten kuolleisuutta koealtaissa, joissa veden pintaa keväällä lasketaan ja jäät painuvat pohjan ja suoja- paikkojen päälle. Lisäksi haluttiin tutkia predation vaikutusta kuolleisuuteen ja rapujen käyttäytymiseen tällaisissa olosuhteissa.

3. Tutkimuksen toteutus

Tutkimusta varten muutettiin edellisenä talvena sukukypsien täplärapujen kuolleisuutta selvittävässä säännöstelykokeissa olleita altaita tähän kokeeseen paremmin sopiviksi. Jokainen allas jaettiin muovisella väliseinällä puoliksi siten, että edellisenä vuonna rakennettu tasaisesti viettävä koealue jäi kokonaisuudessaan toiseen puoliskoon. Tämän jälkeen tämä alue jaettiin väliseinällä edelleen kahteen symmetriseen osastoon. Kumpaankin osastoon järjestettiin oma tulovesitys ja veden poisto väliseinän alareunan sihtilevyn kautta kuitenkin niin, että vedenpinnan korkeuden säätö lammikon poistomunkilla vaikutti molempiin osastoihin samanaikaisesti. Kaikkiaan koeyksiköitä saatiin näin 12 kpl. Osastojen pinta-alat vaihtelivat 15-20 m² ja suurin syvyys 90-120 cm.

Kuhunkin osastoon rakennettiin neljä metriä pitkä rannanmyötäinen noin 35-40 cm syvyyteen yltävä kivikkovyöhyke ja sen kumpaankin päähän 80-90 cm syvyyteen yltävät kolmionmuotoiset kivisuisteet. Yhteensä rantakivikkoa oli jokaisessa osastossa 1,5-2 m² ja syvemmälle ulottuvaa suojapaikkaa 2,5-3 m². Muita suojapaikkoja ei altaisiin laitettu.



Kuva 1. Koelammikot jaettiin syksyllä väliseinällä samankaltaisiin osastoihin, joiden pohjille lisättiin poikasille suojapaikkoja tarjoavaa kivikkoa.

Koska koerapuja ei kokeessa aiottu tarkkailla vedenalaisella videokuvauksella, niin lammikot vesitettiin elokuussa Majajoen vedellä, joka on humuksen värjäämää ja talvella jäähtyy alle puolen asteen lämpötilaan. Altaisiin lisättiin ravuille lehtikariketta talviravinnoksi.

Evolla maa-altaissa kasvatetut koeravut vapautettiin altaisiin 7.10.-14.10.2004. Jokaiseen osastoon tuli 150 kesän vanhaa täpläravun poikasta (keskipituus 31 mm, vaihtelu 23-39 mm) ja 50 vuoden vanhaa täpläravun poikasta (keskipituus 51 mm, vaihtelu 45-60 mm). Ravut valikoitiin siten, että rapujen pituudet eivät menneet ryhmien välillä

päällekkäin, jolloin rapuja ei tarvinnut merkitä ryhmien erottamiseksi toisistaan. Ennen lammikoiden jäätymistä rapuille tarjottiin kerran viikossa lisäravinnoksi pilkottua kalaa.

Lammikot jäätyivät jo marraskuun loppuun mennessä ja maaliskuun puolivälissä jää oli kaikissa altaissa noin 15-25 cm paksumpaa kuin edellisvuonna. Neljässä altaassa (yhteensä kahdeksan osastoa) jään paksuus oli keskimäärin 48 cm. Kahdessa altaassa (yhteensä neljä osastoa) jää oli kuitenkin ohuempaa, keskimäärin vain 33 cm paksua. Nämä osastot otettiin jälleen vertailuaitaiksi, joiden vedenpintaa ei laskettu. Puoleen osastoista lisättiin predaattoreiksi neljä ahventa (keskipaino 130 g) maaliskuun 22.päivänä (Taulukko 1).

Tämän jälkeen kahdeksassa osastossa veden pintaa ryhdyttiin laskemaan kunnes alle kolmasosa syvällä olevista kivisuisteista oli vedessä. Säännöstelyn alaraja saavutettiin vajaan kuukauden kuluessa (18.4.). Lammikoiden syvimmässä kohdassa oli tällöin vapaata vettä 30-40 cm ja jäät olivat kauttaaltaan romahtaneet suojapaikkakivikoiden kannatukselle.

Noin viikon kuluttua säännöstelyn alarajan saavuttamisesta sulamattomat jäät nostettiin pois altaasta, ahvenet poistettiin ja niiden ruansulatuskanava tutkittiin välittömästi syötyjen rapujen varalta. Tämän jälkeen suojapaikkakivikot purettiin ja niistä löytyneet elävät ja kuolleet ravut kerättiin. Lopuksi kerättiin ravut veden alla olleista kivikoista ja vapaalta pohjalta. Säännöstelemättömät altaat tyhjennettiin ja kalat ja ravut käsiteltiin samalla tavalla kuin edellä.

Taulukko 1. Koealtaiden tilanne 22.3.2005 ennen vedenpinnan laskun aloittamista

allas	syvyys cm	jäätä cm	lämpötila °C	happi mg/l	vedenlasku tavoite, cm	predaattori on/ei
2a	120	49	0,2	10,2	kyllä, 70	4 ahventa
2b	120	49	0,2	10,7	kyllä, 70	4 ahventa
3a	114	50	0,3	9,4	kyllä, 65	ei
3b	114	50	0,3	9,3	kyllä, 65	ei
4a	100	46	0,2	10,4	kyllä, 60	4 ahventa
4b	100	46	0,2	10,7	kyllä, 60	4 ahventa
5a	99	30	0,6	10,3	ei	4 ahventa
5b	99	33	0,5	10,1	ei	4 ahventa
6a	100	44	0,2	10,2	kyllä, 60	ei
6b	100	46	0,2	10,2	kyllä, 60	ei
7a	90	36	0,7	10,2	ei	ei
7b	90	32	0,7	10,2	ei	ei

4. Tulokset

Altaiden tyhjennyksessä löytyi paljaalta pohjalta suojapaikkojen ulkopuolelta yhteensä 17 kuollutta rapua ja suojapaikkakivikoista tai niiden alta yhteensä 47 kuollutta rapua. Rantakivikoista, jotka olivat jäätyneet talven aikana, ei löytynyt ainuttakaan kuollutta rapua.



Kuva 2. Jäätyneestä rantakivikosta ei löytynyt keväällä kuolleita ravunpoikasiasia.

Säännöstelemättömien altaiden tyhjennyksissä keskimäärin 73,4 % ravuista jäi suoja-
paikkaansa veden laskiessa, mikäli ahvenia oli lammikossa, mutta kalattomissa altaissa
näin teki vain 56,1 %. Säännöstellyissä altaissa ero oli vielä selvempi. Mikäli ahvenia
oli ollut paikalla 42,7 % ravuista löytyi tyhjennyksessä kivisuoja-
paikoista, mutta jos kaloja ei ollut lammikossa vain 14,6 % ravuista oli suojakoloissa. Molemmissa ta-
pauksissa 36 % kivikoista löytyneistä elävistä ravuista oli alueella, joka oli kuivunut jo
säännöstelyvaiheessa. Virkeitä rapuja oli jopa kolme viikkoa kuivana olleilla alueilla.
Kaikkiaan 21,8 % 1-vuotiaista ja 32,0 % 1-kesäisistä täpläravuista oli hävinnyt altaista
kokeen aikana (Taulukko 2).

Taulukko 2. Eri koejärjestelyistä tyhjennyksessä kuolleina tai elävänä löydettyjen täplärapujen määrät. Määrät on eritelty löytöpaikan mukaan ja havaittu kokonaishävikki on ilmoitettu kummassakin ikäryhmässä erikseen.

Vettä laskettu On/Ei	Predaattori On/Ei	Kuolleita keskimäärin		Eläviä keskimäärin		Kokonaishävikki	
		kivikossa kpl	pohjalla kpl	kivikossa kpl	pohjalla kpl	1-vuotiaat %	1-kesäiset %
On	On	5,5	1,5	53	71	24	34
On	Ei	3,8	1,3	20	119	21	20
Ei	On	1,0	1,0	95	34	23	40
Ei	Ei	1,5	1,5	69	54	19	45
Yhteensä						21,8	32

Ahvenet olivat syöneet rapuja kaikissa lammikoissa, sillä kokonaisia tai osittain sulaneita rapuja löytyi lammikoiden tyhjennyksen jälkeen avattujen kalojen ruansulatuskanavista yhteensä 30 yksilöä. Kaikki ravut kuuluivat selkakilven pituuden perusteella nuorempaan eli 1-kesäisten rapujen ryhmään. Altaissa, joiden veden pintaa oli laskettu, kuudestatoista ahvenesta kaksitoista oli syönyt rapuja, yhteensä 27 yksilöä. Enimmillään yksi kala oli syönyt neljä rapua. Säännöstelemättömissä altaissa olleista kahdeksasta ahvenesta vain kaksi oli syönyt rapuja, yhteensä vain kolme yksilöä. Rapujen lisäksi kalat olivat syöneet pieniä määriä vesisiirtoja, malluaisia, sudenkorenon toukkia, vesiperhosen toukkia ja mäkärän toukkia.



Kuva 3. Yhden noin sata grammaisen ahvenen mahasta löytyneet 1-kesäiset täpläravut.

5. Tulosten tarkastelu

Syksyllä ennen lammikoiden jäätymistä poikasten havaittiin kaivavan suojakoloja kaikkialle kivikoihin, myös aivan rantaviivan tuntumaan. Kuolleita rapuja ei rantakivien alle kaivetuista, talvella jäätyneistä koloista keväällä löytynyt. Ilmeisesti myös pienet täpläravut ovat talvella sen verran aktiivisia, että kykenevät vaivatta välttämään riittävän hitaasti epäedullisiksi muuttuvia olosuhteita ja siirtymään syvemmälle.

Säännöstelemättömissä altaissa suuri osuus ravuista jäi suojakoloihinsa lopputyhjen-nyksen yhteydessä. Ilmiö on tuttu myös ravunviljelyssä. Veden pinnan nopea lasku päiväsaikaan saa suuren osan pienistä ja osan isoistakin ravuista jäämään koloonsa odottamaan hämärän laskeutumista tai veden nousua takaisin. Predaattorin läsnäolo lisäsi suojakoloihin jääneiden rapujen määrää sekä säännöstelemättömissä, että varsinkin säännöstellyissä lammikoissa.

Säännöstellyissä altaissa, joissa veden pinnan lasku oli vajaan kuukauden aikana vain muutamia senttejä vuorokaudessa, kolmasosa suojakoloista löytyneistä ravuista oli ki-

vikoissa, jotka olivat kuivuneet jo säännöstelyvaiheessa. Ilmeisesti veden mukana laskeutuva jääkansi pitää olosuhteet paljastuneella pohjalla ravun kannalta siedettävänä. Jään alla on toisaalta viileää ja kosteaa, mutta raskaat jäämassat voivat kivikoiden päälle painuessaan aiheuttaa suojapaikkojen romahtamista ja sitä kautta ravuille lisääntyneitä kuolleisuutta. Tähän viittaa säännöstelyissä lammikoissa kuolleina kivikoista löytyneiden rapujen moninkertainen määrä paljaalle pohjalle tai säännöstelemättömien altaiden kivikoihin verrattuna.

Ahvenet olivat kokeen lopettamista edeltävinä aikoina syöneet vain 1-kesäisiä poikasia. Isommista, vuoden vanhoista ravuista ei kalojen mahoissa ollut jäänteitä. Säännöstelyissä altaissa, joissa oli ahvenia, rapujen kokonaishävikki oli puolitoistakertainen verrattuna kalattomiin altaisiin. Säännöstelemättömissä altaissa kokonaishävikki oli suurempi kuin säännöstelyissä altaissa. Näiden altaiden pohjalle ilmeisesti suotautui vettä viereisistä altaista tai sitten niihin nousi pohjavettä maaperästä, mihin viittasi mm. muita altaita hivenen lämpimämpi vesi ja ohuempi jääkerros. Pohjalle nousi todennäköisesti suotoveden mukana maaperästä rautaa, joka havaittiin lammikoiden tyhjennysvaiheessa pohjalle useiden senttien paksuisena kerroksena muodostuneesta rautabakteerikasvustosta. Tämä limamainen paksu kasvusto tai itse rautapitoinen vesi on voinut lisätä pienten rapujen kuolleisuutta. Myös rapujen löytyminen tyhjennyksessä oli kasvuston takia vaikeampaa kuin muissa altaissa ja osa on voinut jäädä kokonaan löytymättä. Vuoden vanhoilla ravuilla ei ollut eroja kuolleisuudessa lammikoiden tai koeryhmien välillä.

6. Kirjallisuus

Appelberg, M., Söderbäck, B. ja Odelström, T. 1993: Predator detection and perception of predation risk in the crayfish *Astacus astacus* L. Nordic Journal of Freshwater Research. Drottningholm 68: 55-62.

Dehli, E. 1981: Åbor og ferskvannskreps. Fauna 34: 64-67.

Hill, A.M. ja Lodge, D.M. 1995: Multi-trophic-level impact of sublethal interactions between bass and omnivorous crayfish. Journal of the North American Benthological Society 14 (2): 306-314.

Jussila, J. 2002: Pirkanmaan keskeisten järvien säännöstelyjen kehittäminen. Säännöstelyn vaikutukset täplärapukantoihin. Alueelliset ympäristöjulkaisut 266. Pirkanmaan ympäristökeskus, Tampere. 48 s.

Stein, R.A. ja Magnuson, J.J. 1976: Behavioral response of crayfish to a fish predator. Ecology 57: 751-761.

Söderbäck, B. 1992: Predator avoidance and vulnerability of two co-occurring crayfish species, (*Astacus astacus*) (L.) and (*Pacifastacus leniusculus*) (Dana). Annales Zoologici Fennici 29 (4): 253-259.

Söderbäck, B. 1994: Interactions among juveniles of two freshwater crayfish species and a predator. Oecologia 100: 229-235.

Tulonen, J., Erkamo, E., Järvenpää, T., Westman, K., Savolainen, R. ja Mannonen, A. 1998: Rapuvedet tuottaviksi. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki. 152 s.

Jokiravun ja täpläravun poikasten esiintyminen rannan eri syvyysvyöhykkeillä

Joonas Rajala¹⁾, Jouni Tulonen²⁾, Esa Erkamo³⁾, Japo Jussila⁴⁾ ja Ari Mannonen⁴⁾

¹⁾ Suomen vesistöpalvelu, Metsäpellontie 39, 15200 Lahti (joonas.rajala@vesistopalvelu.fi)

²⁾ RKTL, Evo, Rahtijärventie 291, 16970 EVO (jouni.tulonen@rktl.fi)

³⁾ RKTL, Evo, Rahtijärventie 291, 16970 EVO (esa.erkamo@rktl.fi)

⁴⁾ Raputietokeskus, Meijerintie 1, 17200 Vääksy (raputietokeskus@jippii.fi)

1. Johdanto

Ravunpoikasten elinpiirinä pidetään matalaa vesialuetta rannan välittömässä läheisyydessä (Blake ja Hart 1993). Elinpiirin valikoitumisen syinä on mainittu ympäristön sopivat fyysiset ulottuvuudet, suojakasvillisuus, predaation välttäminen (Englund ja Krupa 2000) sekä poikasten elintoimintojen kannalta sopivan lämpötila-alueen löytyminen. Täpläravun poikaset elävät suomalaisissa vesissä yleensä alle 1,5 metrin syvyydessä (Esa Erkamo, RKTL, Evon tutkimusasema, suullinen tiedonanto). Jokiravun poikasten väitetään suosivan vieläkin matalampaa ranta-aluetta, mikäli se tarjoaa suojapaikkoja (Hamrin 1987). Ravunpoikaset kilpailevat resursseista vanhempien ikäluokkien kanssa ja pyrkivät esimerkiksi elinpiirin valinnalla välttämään konflikteja isompien rapujen kanssa, mikä on osaltaan johtanut matalan ranta-alueen valikoitumiseen elinpiiriksi.

Säännöstellyissä vesistöissä rannan tuntumassa elävät ravunpoikaset voivat jäädä kuiville veden pinnan laskiessa talvella. On kuitenkin arvioitu, että mikäli ravunpoikasille on soveliaista elinpiiriä myös syvemmillä ovat säännöstelyn vaikutukset ravunpoikasiin, ja sitä kautta rapusaaliiseen, 'vähäiset' (Salo 1997). Tämä viittaisi siihen, että ravunpoikasilla on veden laskun vaikutusta kompensoiva taktiikka: kyky väistää veden pinnan mukana, kyky säilyä hengissä kuiville jääneessä piilopaikassa tai laajempi syvyysjakauma kuin aiemmat tutkimukset ovat antaneet olettaa.

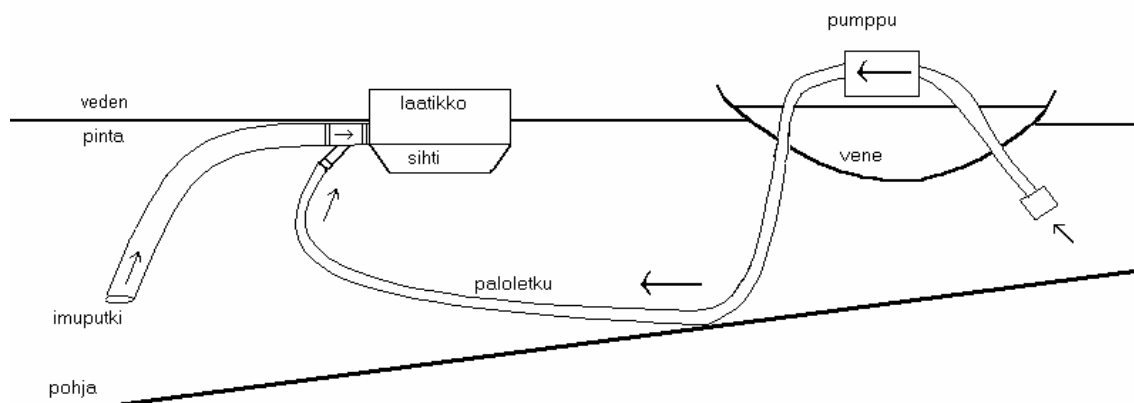
2. Tutkimuksen tarkoitus

Työn tarkoituksena oli tutkia, missä syvyydessä ravunpoikaset avovesikaudella esiintyvät ja mahdollisesti saada tietoa missä syvyyksissä ravunpoikaset oleilevat talviaikaan.

3. Tutkimuksen toteutus

Työt aloitettiin alkukesästä 2003 Luopioisten Kukkiajärvellä, Lammin Pääjärvellä, Katumajärvellä Hämeenlinnassa sekä Padasjoella Päijänteellä. Päijännettä säännöstelään voimatalouden ja tulvasuojelun lähtökohdista, Kukkiassa ja Pääjärvässä vedenkorkeutta säännöstellään pohjapadoilla tulvasuojelun takia ja Katuma on veden korkeuksiltaan luonnontilainen. Tutkimukset Kukkialla, Katumajärvellä, Päijänteellä ja Pääjärvellä suoritettiin 18.6.-31.7.2003 välisenä aikana alueilla, joiden rapukantaa oli seurattu koeravustuksilla jo useiden vuosien ajan. Päijänteellä ja Kukkialla oli lisäksi käyty tekemässä kevättalvella jäämittauksia samoilta koealueilta. Loppukesästä tutkimusjärjiksi lisättiin kaksi säännöstelemätöntä vesistöä, joissa oli tiheä rapukanta ja sopiva syvyysprofiili: Lammin Ormajärvi (täplärapuvesistö) ja Laukaan Pyhtääjärvi (jokirapuvesistö). Näillä kahdella järvellä tutkimuksia jatkettiin vielä vuonna 2004.

Poikastiheyksiä selvitettiin pohjaimuroinneilla. Menetelmässä imettiin ns. mammutti-pumpulla yhden neliön alalta pohja-ainesta vedenpinnalla kelluvaan vanerilaatikkoon, jonka pohjalla oli vaihdettava sihtilaatikko. Laitteisto koostui imuletkusta (halkaisijaltaan 75mm), kelluvasta laatikosta, laatikon pohjasihdistä ja polttomootorilla toimivasta korkeapainevesipumpusta. Vesipumpusta johdettiin vesi imuletkun laatikon puoleisessa päässä olevaan injektoriin, jolloin imuletkuun muodostui alipaineen vuoksi imu (Kuva 1).



Kuva 1. Kaaviokuva imuroinnissa käytetystä kalustosta.

Neliön alan mittana oli harjateräksestä valmistettu ja valkoisella sähköputkella päällystetty kehikko. Sukeltaja asetti kehikon pohjalle ennalta määrätulle syvyydelle satunnaisesti valitulle kohdalle. Kun merkitty ala oli tarkasti imuroitu, niin sihtilaatikko irrotettiin ja sihdissä oleva pohja-aines seulottiin ja ravut kerättiin mittauksia varten.

Rannan kaltevuus mitattiin laskemalla 1 m, 2 m, 3 m, 4 m, 5 m ja 6 m:n mittainen koholla ja painolla varustettu naru rannasta ulappaa kohden vedetylle linjalle ja tarkistamalla etäisyys rannasta laseretäisyysmittaria käyttäen. Pohjanlaadun ja kasvillisuuden peittävyuden sukeltaja arvioi imuroinnin yhteydessä. Pohjan laatuluokkia oli 6: kallio, kivi, sora, hiekka, hieta ja hiesu sekä muta ja lieju.

Saaliiksi saatujen rapujen selkakilven pituus mitattiin työntötulkilla. Ravut punnittiin jousivaa'alla tai elektronisella vaa'alla. Rapujen sukupuoli määritettiin, mikäli se oli silmämääräisesti erotettavissa.



Kuva 2. Poikasimurointia Kukkiajärven koealalla.



Kuva 3. Sukeltaja imuroimassa näytealaa alla puolen metrin syvyydestä.

4. Tulokset

4.1. Kukkia, Katuma, Päijänne ja Pääjärvi

Vuonna 2003 Kukkiolla imuroitiin neljä koealaa rannasta 0,2-0,4 metrin syvyydestä, neljä koealaa metrin syvyydestä ja kaksi koealaa kahden metrin syvyydestä. Saaliiksi saatiin kaksi sukukypsää täplärapua. Katumajärvellä imuroitiin samoista syvyyksistä kuin Kukkiassa, kaksi koealaa kultakin. Saaliiksi ei saatu yhtään täplärapua. Päijänteellä näytealoja oli yhteensä 38 kpl neljästä eri syvyydestä (0,2-0,4 m, 1 m, 2 m, 3 m). Näistä 25 oli yhden neliön suuruisia aloja, seitsemän kahden neliön suuruisia aloja ja kuusi kolmen neliön suuruisia aloja. Saaliiksi saatiin vain yhdeksän täplärapua, jotka kaikki olivat yli 6 cm pituisia sukukypsiä yksilöitä. Pääjärvellä imuroitiin 18 yhden neliömetrin suuruista koeruutua samoilta syvyyksiltä kuin Päijänteessä. Saaliiksi saatiin kolme sukukypsää täplärapua.

4.2. Ormajärvi

Ormajärveltä imuroitiin vuosina 2003 – 2004 yhteensä 119 neliömetrin suuruista koealaa. Koealojen syvyydet ja lukumäärät on esitetty tarkemmin taulukossa 1. Saaliiksi saatiin 812 täplärapua, joiden keskipituus oli 42,0 mm. Koealueen keskimääräinen täpläraputiheys oli 6,13 kpl/m². Suurin täpläraputiheys määritettiin 1 m syvyydeltä, jossa tiheys oli 9,4 kpl/m² ja pienin täpläraputiheys määritettiin 6 m syvyydeltä, jossa tiheys oli 2,1 kpl/m². Koealueella täplärapukannan tiheys pieneni tasaisesti syvemmälle mentäessä.

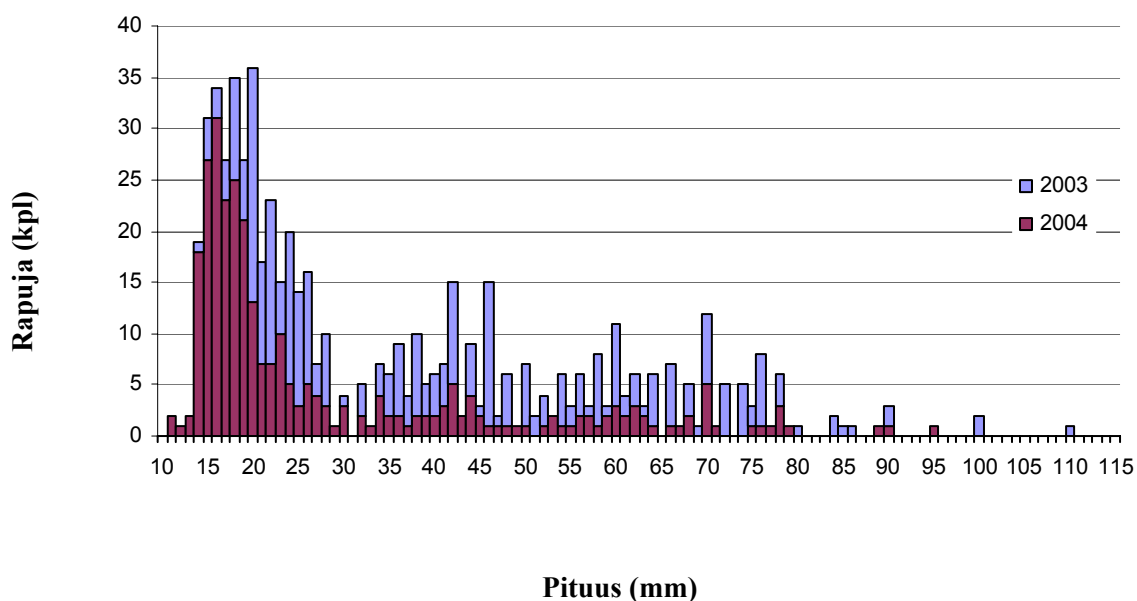
Ormajärven koealueen pohjan kaltevuus oli varsin jyrkkä. Syvyys koealueella kasvoi nopeasti etäisyyden kasvaessa rantapenkasta.

Pohjanlaatu eri syvyyssvyöhykkeillä oli varsin samankaltainen, mutta syvyyssvyöhykkeiden välillä oli eroa pohjan kivisydessä. Koealueen kivisyys (kiven ja soran suhteellinen osuus pohjanlaadusta) oli suurinta 1 m kohdalla ja kivisyys väheni syvemmälle mentäessä. Suurin muutos kivisydessä oli 2-3 m välillä, jolloin kiven ja soran osuus väheni puoleen kahden metrin syvyyssvyöhykkeeseen verrattuna (taulukko 1).

Taulukko 1. Ormajärvestä 20.8.-12.9.2003 ja 11.8.-12.10.2004 välisinä aikoina tehdyt pohjaimuroinnit ja niissä saaliiksi saatujen täplärapujen lukumäärä, keskipituudet ja tiheydet eri syvyyksillä.

Syvyys m	Koeluoja kpl	Saalis kpl	Tiheys Kpl/m ²	Keskipituus mm	Etäisyys rannasta keskimäär.	min	max	Kiven ja soran osuus pohjan laadusta %
0,2-0,4	27	152	5,63	35,4	1,8	0,5	3,5	88,2
1	29	272	9,38	36,1	4,3	3	7	95,2
2	19	170	8,95	42,4	6,5	3	13	82,1
3	13	99	7,62	50,6	9,3	8	15	38,5
4-4,5	12	66	5,50	37,9	10	7,5	11	38,0
5	8	30	3,75	50,5	14,6	7	20	30,6
6	11	23	2,09	41,2	15,1	12,9	20	20,6
yhteensä	119	812	6,13	42,01				

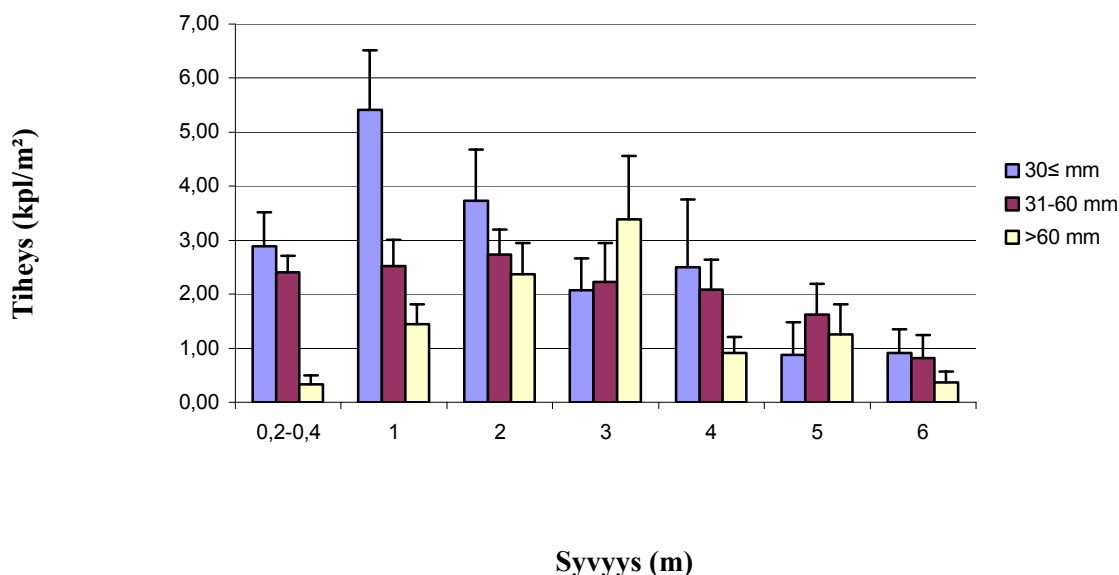
Vuonna 2003 täplärapujen kokonaispituus vaihteli 14 mm ja 110 mm välillä. Rapujen keskipituus ja keskihajonta oli 41,1 mm ± 20,5 mm ja mediaani 38,0 mm. Vuonna 2004 täplärapujen kokonaispituus vaihteli 11 mm ja 95 mm välillä. Rapujen keskipituus ja keskihajonta oli 28,3 mm ± 18,2 mm ja mediaani 19,4 mm. Yhdistetystä vuosien 2003 ja 2004 kokojakaumasta voidaan karkeasti erotella eri vuosiluokat pituuden mukaan. Selvin eroavuus vuosien välillä kokojakaumassa on 11 mm:n ja 30 mm:n välillä, joidenka voidaan olettaa olevan samana kesänä syntyneitä poikasia (0+). Vuoden vanhat poikaset (1+) ovat pituudeltaan 30–50 mm pituisia ja kolmannen kesän jälkeen (2+) poikasten pituus on 50–70 mm (kuva 2). Noin 70 % saaliista oli 11 mm ja 30mm välillä olevia samana kesänä syntyneitä täplärapuja.



Kuva 2. Ormajärvestä 20.8 – 12.9.2003 ja 11.8 – 12.10.2004 välisinä aikoina imuroidun täplärapusaaliin yhdistetty kokojakauma.

Kuvassa 3 ravut on jaettu kolmeen eri kokoluokkaan, jotka edustavat samana kesänä syntyneitä 0+ täplärapuja (alle 30mm), 1-3 vuotiaita täplärapuja (30–60 mm) ja sukukypsyyden saavuttaneita aikuisia täplärapuja (yli 60mm). Alle 30 mm täplärapujen ti-

heydet olivat suuria ranta-alueilla 0,2 – 2 m syvyydellä ja suurin tiheys oli 1 m syvyydessä. 31–60 mm pituisten täplärapujen tiheysvaihtelu eri syvyydsvyöhykkeillä oli taiseempaa kuin ensimmäisen kesän poikasilla. Suurin tiheys oli 2 m syvyydellä ja pienin 6 m syvyydellä. Yli 60 mm täplärapujen suurin tiheys oli 3 m syvyydessä ja vähiten tämän kokoisia täplärapuja tavattiin rantamatalasta ja 6 m syvyydestä.

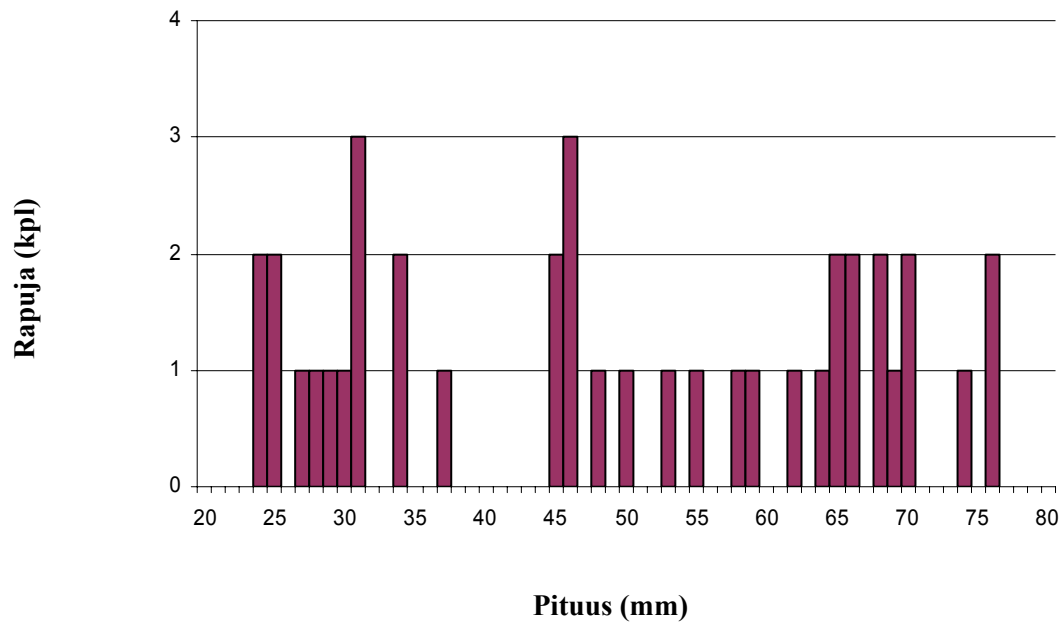


Kuva 3. Ormajärven täplärapujen kokoluokittaiset tiheysvaihtelut ja keskiarvon keskivirhe eri syvyydsvyöhykkeillä, tulokset 20.8–12.9.2003 ja 11.8–12.10.2004 yhdistetty.

Loppukesästä tehtyjen pohjaimurointien lisäksi Ormajärvestä imuroitiin 28.5.2004 pohjapinta-alaa yhteensä 8 m². Koealoja imuroitiin 0,2 – 0,4 m:n syvyydestä 4 kpl ja 1 m:n syvyydestä 4 kpl. Saaliiksi saatiin 39 täplärapua. Saalis oli 0,2 – 0,4 m:n syvyydestä 3 täplärapua, joiden keskipituus oli 47,3 mm ja 1 m:n syvyydestä 36 täplärapua, joiden keskipituus oli 49,4 mm. Koealueen kivisyys oli 0,2 – 0,4 m:n syvyydessä 77,5 % pohjapinta-alasta ja 1 m:n syvyydessä 95 % pohjapinta-alasta (taulukko 2). Täplärapusaaliin kokojakaumassa rapujen pituus vaihteli 24 - 76 mm:n välillä (kuva 4).

Taulukko 2. Ormajärven imurointien tulokset 28.5.2004.

Syvyys m	Koealoja kpl	Saalis kpl	Raputiheys kpl/m ²	Keskipituus mm	Kivisyys %
0.2-0.4	4	3	0,75	47,3	77,5
1	4	36	9	49,4	95
Yht.	8	39			



Kuva 4. Ormajärven täplärapujen kokojakauma 28.5.2004 suoritetuissa imuroinneissa.



Kuva 5. Syksyistä Ormajärven pohjaimurointisaalista. Keskellä kesän vanhoja poikasia, oikealla vuoden vanha ja vasemmalla todennäköisesti kaksi vuotta vanha täpläraju.

4.3. Pyhtääjärvi

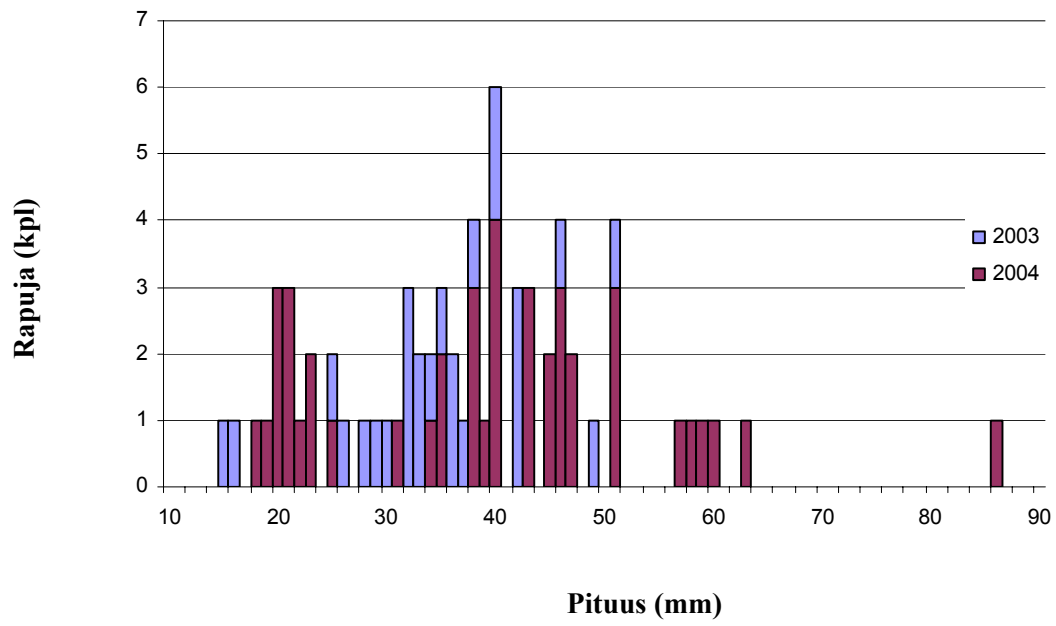
Pyhtääjärveltä tutkittiin pohjaimuroinnilla vuosina 2003 – 2004 yhteensä 28 neliömetrin kokoista koealaa. Saaliiksi saatiin 73 jokirapua, joiden keskipituus oli 36,9 mm. Koealueen keskimääräinen jokiraputiheys oli 2,56 kpl/m². Suurin jokiraputiheys määritettiin 1 m syvyydeltä, jossa tiheys oli 4,75 kpl/m² ja heikoin jokiraputiheys syvyyksiltä 2 ja 3 m, joissa jokiraputiheys oli molemmissa 1 kpl/m².

Pyhtääjärven pohjan kaltevuus oli loivempi kuin Ormajärven. Suurin kivisyys määritettiin rantamatalasta 0,2 – 0,4 m syvyydestä. Kivi- ja sorapohjainen alue ylettyi vain metrin syvyyteen. 2 m syvyydessä on pohjasta enää vain 12 % kiveä ja soraa ja 3 m syvyydessä kiveä ja soraa on 6,7 % (taulukko 3).

Taulukko 3. Pyhtääjärven pienpoikaspumppausten tulokset vuosilta 2003 ja 2004

Syvyys m	Koealoja kpl	Saalis kpl	Tiheys Kpl/m ²	Keskipituus mm	Etäisyys rannasta keskimäär.	min	max	Kiven ja soran osuus pohjan laadusta %
0,2-0,4	6	21	3,50	38,1	0,8	0,5	1,5	82,5
1	8	38	4,75	37,0	3,8	2,5	5,0	73,8
2	8	8	1,00	28,5	9,3	5,0	13,0	12,0
3	6	6	1,00	44,0	13,2	10,0	15,5	6,7
yhteensä	28	73	2,56	36,91				

Pyhtääjärven vuoden 2003 saaliissa jokirapujen kokonaispituus vaihteli 15-51 mm välillä. Rapujen keskipituus ja keskihajonta oli 38,1 mm ± 9,4 mm ja mediaani 37,4 mm. Lukumääräisesti eniten jokirapuja oli kokovälillä 32–42 mm. Samana kesänä syntyneitä poikasia saatiin saaliiksi vain muutama. Vuonna 2004 saaliin kokojakauma vaihteli 18–86 mm välillä. Rapujen keskipituus ja keskihajonta oli 37,2 mm ± 13,9 mm ja mediaani 37,4 mm. Kokojakaumasta voidaan erottaa vuoden vanhat poikaset, jotka ovat omana ryhmänään 18 – 25 mm välillä (kuva 5).



Kuva 5. Pyhtääjärvestä 12.8.2003 ja 17.6.2004 imuroidun jokirapusaaliin yhdistetty kokojakauma (n = 69).

5. Tulosten tarkastelu

Rapujen syvyysjakauman määrittämiseksi koelohja imuroitiin valituilla järvilla niillä alueilla, joissa aikaisempien vuosien koeravustusten perusteella tiedettiin olevan kohdalainen rapukanta. Alkukesästä 2003 Kukkiolla, Pääjärvässä, Katumalla ja Päijänteellä tehdyissä pohjaimuroinneissa ei kuitenkaan saatu saaliiksi vastakuoriutuneita ravunpoikasia.

Myöhemmin on selvinnyt, että vuoden 2003 täplärapujen poikastuotanto epäonnistui monissa vahvoissa täplärapuvesissä. Syntynyt vuosiluokka oli paikoitellen todella pieni tai puuttui kokonaan, mikä on heijastunut mm. vuoden 2005 ennakoitua pienempään saaliiseen. Raputiheyksien arvioimista erityyppisillä jäänvaikutusvyöhykkeillä ei voitu poikasten puuttumisen vuoksi toteuttaa. Pohjaimuroinnit keskitettiin jatkossa Lammin Ormajärvelle ja Laukaan Pyhtääjärvelle, joiden tuloksissa ei havaittu em. kesän 2003 poikaskatoa.

Ormajärven ja Pyhtääjärven pumppaustulokset osoittavat, että ravunpoikasia esiintyy myös syvemmillä alueilla, eikä pelkästään rantamatalassa niin kuin oletettiin. Poikastiheydet olivat suurimmat kivi- ja sorapohjaisilla alueilla. Pohjan kivisyys oli suurinta Ormajärvässä alle 3 m syvyysvyöhykkeellä ja Pyhtääjärvässä alle 2 m syvyydellä. Syvemmälle mentäessä pohjan partikkelikoko pienenee ja poikasille sopivien suojapaikkojen määrä vähenee.

Kevään 2004 poikasimuroinneissa Ormajärvellä havaittiin, että alle 0,2 – 0,4 m syvyydestä ei löytynyt täplärapuja kuin muutama, kun taas 1 m syvyydessä täplärapuja oli kymmenkertaisesti. Todennäköisesti alle 1 m ranta-alue oli talvella jäässä tai jään peitossa pohjaan asti ja on näin saattanut pakottaa täpläravut syvemmälle. Poikasia imuroitiin 28.5. noin kuukausi jäiden lähdön jälkeen, jolloin pintaveden lämpötila oli 11 °C. Täplärapujen siirtyminen takaisin vapaille kivialueille näyttää olevan hidasta, vaikka matalien ranta-alueiden tuotanto on keväällä suurta ja tarjoaisi poikasille hyvät elinolosuhteet. On todennäköistä, että rantamatalasta myöhemmin tavattavat ensimmäisen kesän poikaset ovat syntyneet sinne, eivätkä aktiivisesti itse siirtyneet alueelle. Emot voivat hakeutua alkukesästä lähemmäksi rantaa, missä lämpimämpi vesi nopeuttaa poikasten kuoriutumista suoraan edullisiin olosuhteisiin. Poikasten levittäytymistä rantamatalaan saattaa keväällä hidastaa myös aallokko vaikutus. Aallokko vaikuttaa tuulille alttiilla matalilla ranta-alueilla pohjaan saakka heikentäen täplärapujen elinolosuhteita.

Ormajärven pohja soveltuu syvemmilläkin täpläravun poikasille, osin pohjan suuren partikkelikoon vuoksi. Pyhtääjärven koelohjoilla jokiravun poikasille sopivia elinalueita ei löytynyt yli 3 m syvyydestä. Normaalisti vesistöjen ravuille soveltuvat liettymättömät kivi- ja sorapohjaiset alueet loppuvat pikkujärvissä yli 3 m syvyydessä ja siten rajoittavat poikastuotannon vesistöjen ranta-alueille. Soveltuvan alueen koko on riippuvainen pohjaprofiilista eli pohjan kaltevuudesta. Pohjaprofiili rantaviivan läheisyydessä ja pohjan partikkelikoko syvemmillä vesialueilla vaikuttanevat ratkaisevasti jääty-misen ja veden pinnan laskun ravunpoikasille aiheuttaman vahingon suuruuteen. Mitä suurempi vaikutus vedenpinnan säännöstelyllä on ravunpoikasille soveltuvan kivi- ja sorapohjaisen habitaatin määrään, sitä enemmän säännöstely vaikuttaa rapukantaan.

6. Kirjallisuus

Blake, M.A. ja Hart, P.J.B. 1993: Habitat preferences and survival of juvenile signal crayfish, (*Pacifastacus leniusculus*) - the influence of water depth, substratum, predatory fish and gravid female crayfish. *Freshwater Crayfish* 9: 318-332.

Englund, G. ja Krupa, J.J. 2000: Habitat use by crayfish in stream pools: influence of predators, depth and body size. *Freshwater Biology* 43 (1): 75-83.

Hamrin, S.F. 1987: Seasonal crayfish activity as influenced by fluctuating water levels and presence of a fish predator. *Holarctic Ecology* 10: 45-51.

Salo, H. 1997: Säännöstelyn vaikutus Ähtärinjärven, Välliveden ja Hankaveden hauki-, muikku- ja rapukantaan. Kala- ja riistahallinnon julkaisuja Nro 28. Maa- ja metsätalousministeriö, Kala- ja riistaosasto, Helsinki. 46 s.

Vuorokausisäännöstelyn ja kalapredaation vaikutus jokiravunpoikasten kuolleisuuteen

Jouni Tulonen¹⁾, Esa Erkamo²⁾ ja Japo Jussila³⁾

¹⁾ RKTL, Evo, Rahtijärventie 291, 16970 EVO (jouni.tulonen@rktl.fi)

²⁾ RKTL, Evo, Rahtijärventie 291, 16970 EVO (esa.erkamo@rktl.fi)

³⁾ Raputietokeskus, Meijerintie 1, 17200 Vääksy (raputietokeskus@jippii.fi)

1. Johdanto

Ravuilla, myös ravunpoikasilla, on luontainen kyky välttää kalapredaatiota (Söderbäck 1992). Jopa ravunpoikaset, joilla ei ole aiempaa kontaktia kalapredaattoriin, passivoituvat kalan ollessa läsnä (Jussila 2002). Ravut voivat myös välttää petokaloja vaihtamalla elinaluetta (Magoulick 2004). Nämä puolustusreaktiot hankaloittavat rapujen elämää monella tavalla ja saattavat jopa hidastaa ravun kasvua stressin lisääntymisen ohella (Söderbäck 1992, Hinojosa-Garro ja Zambrano 2004, Nyström 2005). Kalapredaation suora vaikutus nuoressa rapuikäluokassa voi näkyä jopa 25% kuolleisuutena, joka tosin on vain lisänä nuoren ikäluokan jopa 90% kokonaiskuolleisuuteen. Ravunpoikaset voivat kuitenkin olla ranta-alueen petokaloille merkittävä osa ravinnosta (Dehli 1981, Söderbäck 1994).

Vuorokausisäännöstelyn vaikutuspiirissä veden pinta sahaa edes takaisin nopeassa, alle 24 tunnin rytmissä (Jussila 2002). Tällöin ravunpoikasten pääasiallinen elinpiiri, matala ranta-alue, on jatkuvan vedenkorkeuden vaihtelun vaikutuksen alainen. Ravunpoikaset voivat joutua vaihtamaan suojapaikkaa useaan kertaan, mikäli ranta-alueen asuttaminen on yleensä ravulle mahdollinen. Ravunpoikaset eivät säännöstelyn vuoksi voi valita liikkeelle lähtönsä ajankohtaa eivätkä voi käyttää evoluution myötä kehittyneitä käyttäytymismalleja (Söderbäck 1992, 1994, Blake ja Hart 1995) predation välttämiseksi. Ravunpoikaset voivat siten altistua kalapredaatiolle olosuhteissa, jotka suosivat predaattoria.

2. Tutkimuksen tarkoitus

Tarkoituksena oli kokeellisesti selvittää nopeiden eri vuorokauden aikoina tapahtuvien vedenpinnan vaihteluiden ja niihin yhdistyvän predation merkitystä ensimmäisen kesän kasvukaudella olevien jokiravun poikasten kuolleisuudelle.

3. Tutkimuksen toteutus

Tutkimus tehtiin kolmessa samanlaisessa maa-altaassa, joissa kaikissa oli kahdeksan väliseinin toisistaan erotettua osastoa. Osastojen pinta-alat vaihtelivat kahdeksasta kymmeneen neliömetriin ja suurin syvyys oli 60-70 cm. Kaikissa altaissa oli ravuille suojapaikkoina kaksi 10 cm leveää ja 2 m pitkää halkaisijaltaan 2-6 cm kivistä tehtyä kohtisuoraan rannasta alkavaa valliä.

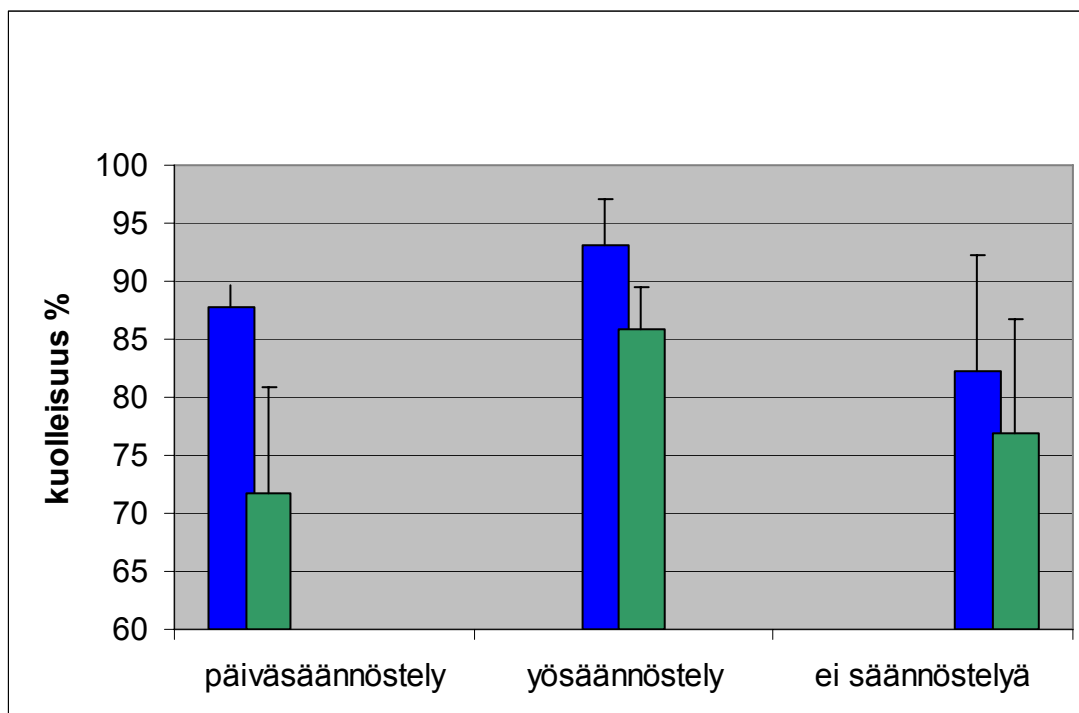
Säännöstelyissä altaissa suojavallista jäi kuiville noin puolet vedenpinnan laskun yhteydessä. Altaat vesitettiin kesäkuun alussa ja jokaiseen osastoon laitettiin 160 vasta-kuoriutunutta jokiravun poikasta 20.-21. kesäkuuta. Poikaset saivat kasvaa altaissa luonnonravinnon varassa elokuun puoliväliin asti, jolloin aloitettiin vedenpinnan säännöstelyvaihe. Kunkin altaan neljään satunnaisesti valittuun osastoon laitettiin predaattoreiksi 18. elokuuta neljä tasakokoista ahventa (keskipituus 16,4 cm, keskipaino 51,7 g).

Vedenpinnan korkeuden vaihtelut aloitettiin 22. elokuuta. Säännöstely tehtiin altaittain kahdeksan osaston ryhmissä. Yhdessä altaassa toteutettiin ns. päiväsäännöstelyä, toisessa altaassa yösäännöstelyä ja kolmannessa altaassa vedenpinta ei vaihdellut lainkaan koejakson aikana. Päiväsäännöstely toteutettiin siten, että veden pintaa ryhdyttiin laskemaan aamulla klo 7:50 – 8:15 välisenä aikana ja veden pinta laski noin 30-40 cm kuuden tunnin aikana. Altaan täyttö aloitettiin illalla klo 19:30 – 20:30 välisenä aikana ja vedenpinta nousi noin 6 tuntia. Yösäännöstely toteutettiin muuten samalla tavalla kuin päiväsäännöstely, mutta vedenpinnan lasku aloitettiin illalla noin klo 18:00-19:00 ja altaan täyttö alkoi aamulla noin klo 8:00.

Säännöstelyvaihe lopetettiin 2. syyskuuta, jolloin myös predaattoreina toimineet kalat poistettiin altaista. Altaiden lopullinen tyhjennys ja rapujen keräys niistä tehtiin 19.-21. syyskuuta vesien viilennyttyä.

4. Tulokset

Ahvenet olivat käyttäneet ravun poikasia ravinnokseen kokeen aikana. Säännöstelyvaiheen loputtua altaista poistetuista ahvenista kahdeltatoista löytyi ruuansulatuskanavasta rapuja tai niiden jäänteitä. Kaiken kaikkiaan rapujen kuolleisuus kesän aikana oli erittäin suurta, vaihdellen 62,5 %:sta aina 97,5 %:iin. Kalojen läsnä ollessa kuolleisuus oli keskimäärin suurempaa säännöstelyissä altaissa kuin säännöstelemättömissä altaissa, mutta predaation puuttuessa vain yösäännöstelyssä rapuja oli kuollut enemmän kuin vertailualtaissa. Erot kuolleisuuksissa käsittelyjen välillä olivat kuitenkin pieniä (kuva 1). Myös rapujen kokoerot olivat ryhmien välillä pienet, mutta kala-altaissa rapujen keskikoko oli kuitenkin aina pienempi kuin kalattomissa altaissa (taulukko 1).



Kuva 1. Predaation ja eriaikaisen säännöstelyn vaikutus rapujen kuolleisuuden koealtaissa (tummat pylväät = predaattori läsnä, vaaleat pylväät = ei predaattoria)

Taulukko 1. Elossa säilyneiden kesän vanhojen jokirapujen selkäkilpien keskipituudet ja keskituorepainot keskihajontoineen eri koejärjestelyissä.

Koejärjestely		selkäkilpi, mm	tuorepaino, g
Päiväsäännöstely	ei kaloja	12,44 ± 0,35	0,41 ± 0,027
	kaloja	12,26 ± 0,17	0,39 ± 0,018
Yösäännöstely	ei kaloja	12,45 ± 0,56	0,41 ± 0,058
	kaloja	12,16 ± 0,47	0,37 ± 0,040
Säännöstelemätön	ei kaloja	12,65 ± 0,51	0,43 ± 0,064
	kaloja	12,45 ± 0,59	0,41 ± 0,066

5. Tulosten tarkastelu

Ahventen predaatio on merkittävä kuolinsyy ravun poikasille ensimmäisen kesän aikana. Kaikissa koealtaissa ahventen läsnäolo lisäsi ravun poikasten kuolleisuutta. Tämä on todettu myös aiemmin tehdyissä kokeissa Evon kalantutkimusasemalla. Jos ahvenia on ollut altaissa mukana ravun poikasten kuoriutumisen aina altaiden tyhjenytseen asti, on rapujen kuolleisuus vaihdellut välillä 95-99 %. Normaalisti viljelyolosuhteissa poikasten kuolleisuus kesän aikana on 40-60%. Siihen nähden kuolleisuus altaissa, joita ei säännöstelty ja joissa ei ollut ahvenia rapuja syömässä, oli tässä kokeessa poikkeuksellisen korkea (76,9 %). Myös vaihtelu altaiden välillä oli melko suurta (keskihajonta 10,0 %). Myös kalattomissa päiväsaännöstelyaltaissa vaihtelu oli samaa tasoa (keskihajonta 9,1 %).

Suuret altaiden väliset erot samassa käsittelyssä viittaavat muiden kuin tutkittujen muuttujien aiheuttamiin vaikutuksiin. Altaita ei keväällä lannoitettu, eikä rapuja ruokittu kesän aikana. Korkea kuolleisuus myös vertailualtaissa viittaa yleiseen ongelmaan esimerkiksi sopivan ravinnon vähäisyyteen.

Veden pinnan lasku yöllä näyttäisi olevan ravuille lievästi haitallisempaa kuin veden pinnan lasku päivällä. Hämärässä ravut lähtevät helpommin liikkeelle suojakoloistaan ja joutuvat todennäköisemmin ahventen saaliiksi. Lisäksi veden pinnan lasku pienentää ravuille käytössä olevaa pohja-alaa ja laidunnusmahdollisuuksia sekä suojakolojen määrää samalla kun liikkeelle lähtevät poikaset muutenkin lisäävät raputiheyttä syvemmällä sekä kilpailua ravinnosta ja suojapaikoista.

Lajin sisällä yksilöiden välinen aggressiivinen käyttäytyminen ja ääritilanteessa kannibalismi voivatkin nostaa kuolleisuutta säännöstellyissä olosuhteissa. Päiväsaännöstelyssä poikaset jäivät suojakoloihinsa huolimatta veden laskusta, jolloin keskinäistä kilpailua ei syntynyt. Toisaalta vesi nousi takaisin niin nopeasti (kuudessa tunnissa), että poikaset säilyivät hengissä kosteina pysyvissä suojakoloissaan. Mikäli vedenlasku olisi ollut pitkäaikaisempaa tai kuivaksi jäävä alue laajempi kuin tässä kokeessa, olisi kuolleisuus todennäköisesti noussut vielä havaittuakin suuremmaksi. Pienissä keinoaltaissa tehdyistä kokeista ei voi vetää varmoja johtopäätöksiä eri aikaan tapahtuvan vuorokausisaännöstelyn vaikutuksista poikasten kuolleisuuteen. Veden pinnan vaihtelu oli liian pientä, jotta fysikaalisten ympäristöolosuhteiden muutokset (lämpötila, kuivuminen, etäisyys) olisivat päässeet vaikuttamaan yhtä tehokkaasti poikasten selviytymiseen kuin säännöstellyissä vesissä keskimäärin.

6. Kirjallisuus

Blake, M.A. ja Hart, P.J.B. 1995: The vulnerability of juvenile signal crayfish to perch and eel predation. *Freshwater Biology* 33: 233-244.

Dehli, E. 1981: Åbor og ferskvannskreps. *Fauna* 34: 64-67.

Hinojosa-Garro, D. ja Zambrano, L. 2004: Interactions of common carp (*Cyprinus carpio*) with benthic crayfish decapods in shallow ponds. *Hydrobiologia* 515 (1-3): 115-122.

Jussila, J. 2002: Pirkanmaan keskeisten järvien säännöstelyjen kehittäminen. Säännöstelyn vaikutukset täplärapukantoihin. Alueelliset ympäristöjulkaisut 266. Pirkanmaan ympäristökeskus, Tampere. 48 s.

Magoulick, D.D. 2004: Effects of Predation Risk on Habitat Selection by Water Column Fish, Benthic Fish and Crayfish in Stream Pools. *Hydrobiologia* 527 (1): 209-221.

Nyström, P. 2005: Non-lethal predator effects on the performance of a native and an exotic crayfish species. *Freshwater biology* 50 (12): 1938-1949.

Söderbäck, B. 1992: Predator avoidance and vulnerability of two co-occurring crayfish species, (*Astacus astacus*) (L.) and (*Pacifastacus leniusculus*) (Dana). *Annales Zoologici Fennici* 29 (4): 253-259.

Söderbäck, B. 1994: Interactions among juveniles of two freshwater crayfish species and a predator. *Oecologia* 100: 229-235.

Suojapaikkojen sijainnin vaikutus jokirapuihin kohdistuvaan predaatioon säännöstelyissä olosuhteissa

Jouni Tulonen¹⁾, Esa Erkamo²⁾ ja Japo Jussila³⁾

¹⁾ RKTL, Evo, Rahtijärventie 291, 16970 EVO (jouni.tulonen@rktl.fi)

²⁾ RKTL, Evo, Rahtijärventie 291, 16970 EVO (esa.erkamo@rktl.fi)

³⁾ Raputietokeskus, Meijerintie 1, 17200 Vääksy (raputietokeskus@jippii.fi)

1. Johdanto

Rapukannan tuotanto riippuu vesistön suojapaikkojen määrästä ja laadusta (Tulonen ym. 1998). Myös suojapaikkojen sijainnilla on merkitystä erityisesti jos vesialueen vedenkorkeus vaihtelee niin paljon, että ravut joutuvat vaihtamaan elinpiiriä usein. Suojapaikasta poistuminen on ravulle riski joutua syödyksi ja ravut ovat kehittäneet erilaisia taktiikoita predaation välttämiseksi (Söderbäck 1992, 1994, Blake ja Hart 1995). Yleisimmät keinot ovat passivoituminen tai hakeutuminen uuteen, alhaisemman riskin elinpiiriin (Magoulick 2004, Nyström 2005).

Erityinen riski predaatiolle on olemassa, jos rapu joutuu kulkemaan pitkiä matkoja avoimella pohjalla suojapaikkojen välillä (Stein 1977). Parhaan ympäristön tarjoaa sellainen ranta-alue, jossa suojapaikat jatkuvat kauas rannasta, sellaiseen syvyyteen asti jonne veden korkeuden ei vaikuta. Tällöin ravut voivat väistää veden korkeuden muutoksia suojapaikkaalueen sisällä paljastumatta predaattoreille. Myös elinkierron vaiheella on merkitystä suojapaikan välittömälle tarpeelle (Stein 1977), sillä kantavat naaraat ja juuri kuortaan vaihtaneet ravut (Dehli 1981) eivät kykene väistämään veden korkeuden vaihtelun mukana ja ovat siten alttiimpia predaatiolle kuin populaation muut ravut.

2. Tutkimuksen tarkoitus

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää kokeellisesti, miten ravuille soveliaan suojapaikan sijainti säännöstelyllä alueella tai osittain säännöstelyrajan alapuolella vaikuttaa vuoden vanhojen jokirapujen predaatiosta johtuvaan kuolleisuuteen.

3. Tutkimuksen toteutus

Kokeet tehtiin kesällä 2005 Evon kalantutkimusasemalla samoissa syvissä rapualtaissa, missä oli tehty täplärapujen talviaktiivisuutta selvittävät kokeet. Jokaisessa kuudessa altaassa oli kaksi väliseinien avulla erotettua osastoa. Jokaisessa osastossa oli oma vesitys ja poisto, mutta vedenpinnan korkeuden säätö vaikutti molempiin osastoihin samanaikaisesti. Osastojen pinta-alat olivat 15-20 m² ja suurin syvyys 120-130 cm. Pohja vietti tasaisesti rannasta syvälle.

Osastojen pohjalle rakennettiin rapuja varten kaksi noin 2 m pitkää ja 0,3 – 0,4 m leveää suojapaikkavallia kivistä (halkaisija 5-25 cm), reikätiilistä ja kivilaatoista (halkaisija 15-30 cm). Kunkin altaan yhteen osastoon rakennettiin kivisuoijat rannamyötäisesti noin 30-50 cm syvyyteen, jolloin vedenpinnan laskettua säännöstelyn alarajalle suurin osa kivisuojusta jäi vedenpinnan yläpuolelle tai aivan vesirajaan. Vastaavasti toisen osaston kivisuoja rakennettiin siten, että se yletyi rantamatalasta syvälle, jolloin vain noin puolet kivisuojusta jäi kuiville veden laskiessa alakorkeuteen.



Kuva 1. Suojapaikkakivikko oli lammikoissa joko rannan suuntainen tai kohtisuorassa rantaan nähden. Kuvissa vesi on säännöstelyn alarajalla.

Kokeessa käytettiin edellisenä kesänä kuoriutumista aikaistamalla tuotettuja vuoden vanhoja jokirapuja, joiden selkakilven keskipituus oli kokeen alussa 23,0 mm (vaihteluväli 18 mm – 29 mm) ja predaattorina lähijärvistä katiskoilla 27.6.-14.7. pyydettyjä ahvenia.

Jokaiseen osastoon laitettiin 7. heinäkuuta 70 mitattua jokirapua, joista kymmenen oli merkitty polttamalla selkakilven mitan kertova pistekoodi selkäpanssariin. Seuraavana päivänä altaisiin lisättiin kuusi pientä ahventa (keskimitta 10,1 cm), jotka eivät aiheuttaneet jokiravuille todellista uhkaa, mutta saivat ne etsiytymään suojaan nopeammin ja paremmin kotiutumaan altaaseen ennen varsinaisten predaattoreiden lisäämistä. Heinäkuun 14. päivänä jokaiseen osastoon laitettiin seitsemän noin 14-15 cm pituista ahventa ja lisäksi yksi selvästi kookkaampi noin 20 cm pitkä yksilö.

Vedenpinnan korkeuden vaihtelut aloitettiin kolmessa satunnaisesti valitussa altaassa 18. heinäkuuta, kolmessa altaassa vedenpinta pysyi muuttumattomana koko kokeen ajan 4. elokuuta asti. Veden pinnan lasku aloitettiin joka arkipäivä klo 18.00 ja alaveden taso saavutettiin noin puoleen yöhön mennessä. Aamulla veden nosto aloitettiin klo 08.00 ja altaat saavuttivat ylävedenpinnan tason noin kuuden tunnin kuluessa. Kaikkiaan kokeen aikana toteutettiin 12 säännöstelyjaksoa. Kalat poistettiin altaista 4.-

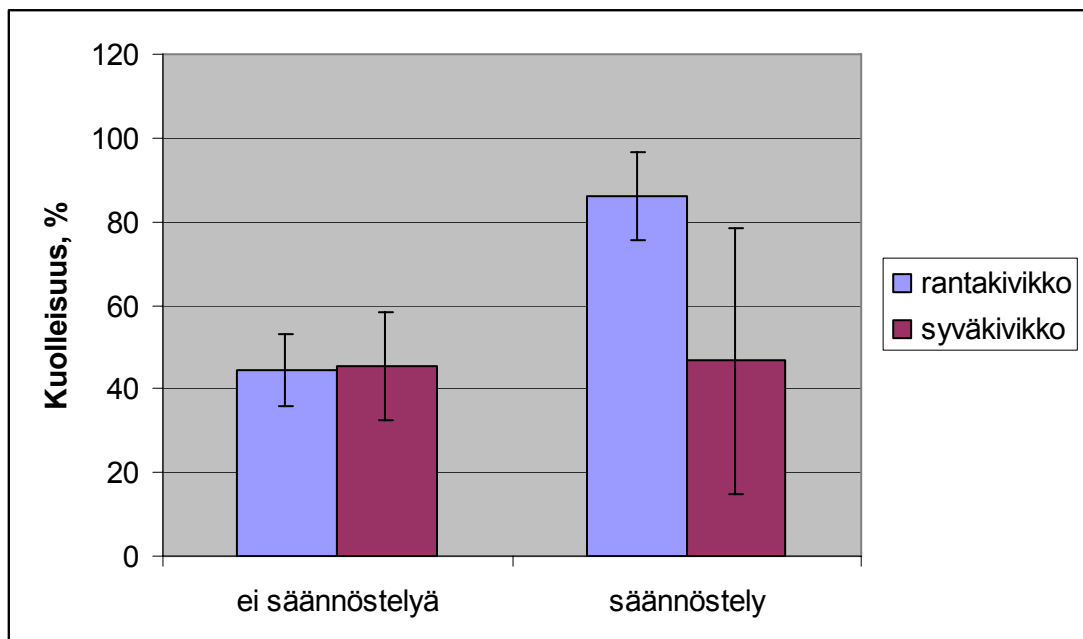
5. elokuuta ja altaat tyhjennettiin lopullisesti vedestä ja jokiravut kerättiin pohjalta ja suojapaikoista 9.-10. elokuuta.

4. Tulokset

Ahvenet olivat syöneet koealtaissa säännöstelyvaiheen aikana jokirapuja. Kymmenestä tutkitusta kalasta kuudella oli jokiravun jäänteitä ruuansulatuskanavassaan.

Säännöstelemättömissä altaissa suojapaikkakivikon sijainnilla ei ollut vaikutusta jokirapujen kuolleisuuteen. Jos suojapaikat olivat rannansuuntaisesti, oli kuolleisuus 35,7 % - 57,1 %. Jos suojapaikat jatkuivat syvälle, oli kuolleisuus 32,9 % - 58,6 %.

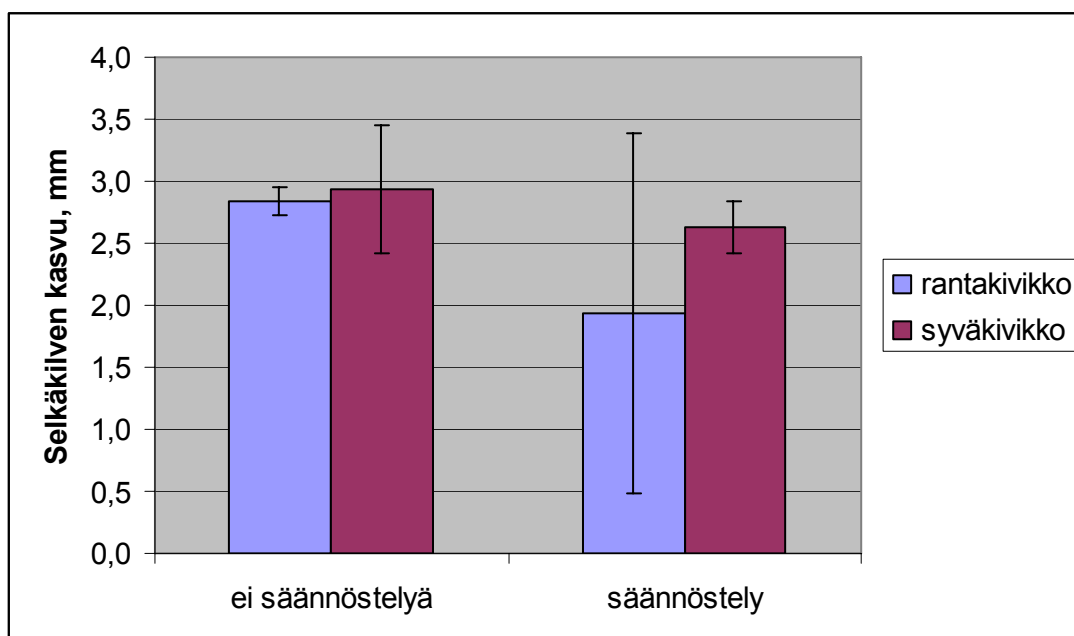
Säännöstellyissä altaissa, joissa suojapaikat olivat kohtisuorassa rannasta syvälle, jokirapujen keskimääräinen kuolleisuus oli samaa tasoa kuin säännöstelemättömissä altaissa, joskin osastojen välinen vaihtelu oli suurta (11,4 % - 72,9 %). Sen sijaan altaissa, joissa veden korkeutta säännösteltiin ja suojapaikat olivat rannansuuntaisesti, oli kuolleisuus keskimäärin lähes kaksi kertaa suurempaa kuin muissa altaissa (vaihtelu 74,3 % - 94,3 %) (Kuva 1). Kaikissa altaissa polttomerkittyjen jokirapujen kokonaiskuolleisuus (64,2 %) ja kuolleisuuden erot eri osastojen välillä olivat samaa tasoa merkitsemättömien jokirapujen kanssa.



Kuva 1. Suojakivikon sijainnin ja vedenkorkeuden vaihteluiden vaikutus vuoden vanhojen jokirapujen keskimääräiseen kuolleisuuteen koealtaissa. Jana kuvaa keskihajontaa.

Säännöstellyissä altaissa ero jokirapujen selkäkilpien keskipituudessa kokeen alussa ja kokeen lopussa oli pienempi kuin säännöstelemättömissä altaissa. Kaikista pienimmät erot alku- ja loppupituuksissa olivat niissä säännöstellyissä altaissa, joissa suojapaikat

olivat rannan suuntaisesti (Kuva 2). Kokeesta hengissä selvinneistä merkityistä jokiravuista (43 yksilöä) 65,1 % oli vaihtanut kuortaan eli kasvanut kokeen aikana. Selkäkilven keskimääräinen lisäkasvu kuortaan vaihtaneilla merkityillä jokiravuilla oli 2,6 mm.



Kuva 2. Jokirapujen selkäkilven pituuden keskimääräinen muutos ja sen keskihajonta eri koeryhmissä.

5. Tulosten tarkastelu

Ravut ovat hämääaktiivisiä ja liikkuvat ravinnonhaussa pääasiassa vain yöllä. Muun ajan ne viettävät kivien tai uppopuiden alle kaivetuissa suojakoloissa. Suojapaikka on ravulle erityisen tärkeä kuorenvaihdon yhteydessä. Ilman suojakoloa pehmeäkuorinen rapu on altis predaatiolle ja kannibalismille.

Suojapaikkojen merkitys korostuu olosuhteissa, joissa veden pinnan taso nopeasti vaihtelee. Veden laskiessa rapu voi joko jäädä koloonsa odottamaan tilanteen palautumista normaaliksi tai siirtyä laskevan veden mukana syvemmälle. Valintaan vaikuttaa jossain määrin kuorenvaihdon vaihe, veden laskun ajankohta ja predaattorin läsnäolo.

Aiemmin on Evolla todettu päivällä valoisana aikana tehdyissä viljelylammikoiden tyhjennyksissä suuren osan ravuista voivan jäädä suojakoloihinsa. Tässä kokeessa veden pinnan laskut tehtiin iltayöstä. Kuiville jääneitä suojapaikkakivikoita tarkistettiin pistokokeen luontoisesti kahtena aamuna ennen veden nostoa. Vain yksi kuortaan vaihtanut jokirapu löytyi kiven alta vesirajan yläpuolelta.

Mikäli suojakoloja oli tarjolla myös syvällä, ei rannan tuntumassa eläneiden jokirapujen siirtyminen syvemmälle näytä aiheuttaneen niille lisääntynyttä kuolleisuutta. Kun suojapaikkakivikot olivat rannansuuntaisina kapeina vyöhykkeinä, joutuivat jokiravut veden laskettua paljaalle pohjalle alttiiksi kalojen predaatiolle, mikä näkyi myös kuolleisuuden lisääntymisenä näissä altaissa.

Kuortaan vaihtaneet vielä pehmeät jokiravut olivat erityisessä vaarassa, mikä havaitaan mm. tarkastelemalla eri osastoissa mitattuja selkäkilven pituuksia ja niiden muutoksia. Säännöstellyissä altaissa, joissa suojapaikat olivat rannansuuntaisesti, kuolleisuus oli suurta ja lisäksi kokeen alun ja lopun välinen jokirapujen kokoero pienempi kuin muissa altaissa. Tämä viittaa siihen, että näissä altaissa kuortaan vaihtaneista liikkeelle pakotetuista jokiravuista muita altaita suurempi osuus tuli syödyiksi, eikä niiden selkäkilven kasvu siten näy loppumittauksissa. Sitä palasivatko jokiravut veden nousun myötä rannan tuntumaan, ei tässä kokeessa kyetty havaitsemaan.

6. Kirjallisuus

Blake, M.A. ja Hart, P.J.B. 1995: The vulnerability of juvenile signal crayfish to perch and eel predation. *Freshwater Biology* 33: 233-244.

Dehli, E. 1981: Åbor og ferskvannskreps. *Fauna* 34: 64-67.

Magoulick, D.D. 2004: Effects of predation risk on habitat selection by water column fish, benthic fish and crayfish in stream pools. *Hydrobiologia* 527 (1): 209-221.

Nyström, P. 2005: Non-lethal predator effects on the performance of a native and an exotic crayfish species. *Freshwater biology* 50 (12): 1938-1949.

Stein, R.A. 1977: Selective predation, optimal foraging, and the predator-prey interaction between fish and crayfish. *Ecology* 58 (6): 1237-1253.

Söderbäck, B. 1992: Predator avoidance and vulnerability of two co-occurring crayfish species, (*Astacus astacus*) (L.) and (*Pacifastacus leniusculus*) (Dana). *Annales Zoologici Fennici* 29 (4): 253-259.

Söderbäck, B. 1994: Interactions among juveniles of two freshwater crayfish species and a predator. *Oecologia* 100: 229-235.

Tulonen, J., Erkamo, E., Järvenpää, T., Westman, K., Savolainen, R. ja Mannonen, A. 1998: Rapuvedet tuottaviksi. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki. 152 s.