

# Vuollejokisimpukan elinympäristövaatimukset ja liikkuminen Nummenjoen yläosassa

Reetta Ljungberg





# Vuollejokisimpukan elinympäristö- vaatimukset ja liikkuminen Nummenjoen yläosassa

**Reetta Ljungberg**

Helsinki 2007

Uudenmaan ympäristökeskus



UUDENMAAN  
YMPÄRISTÖKESKUS  
NYLANDS  
MILJÖCENTRAL



Painotuote

UUDENMAAN YMPÄRISTÖKESKUKSEN RAPORTTEJA 7 | 2007  
Uudenmaan ympäristökeskus

Kannen taitto: Reetta Harmaja  
Kannen kuva: Reetta Ljungberg

Edita Prima Oy, Helsinki 2007

Julkaisu on saatavana myös internetistä:  
<http://www.ymparisto.fi/uus/julkaisut>

ISBN 978-952-11-2803-5 (nid.)  
ISBN 978-952-11-2804-2 (PDF)  
ISSN 1796-1734 (pain.)  
ISSN 1796-1742 (verkkokoj.)

## ALKUSANAT

Raportin käsikirjoituksena on allekirjoittaneen Helsingin yliopiston Ympäristöekologian laitokselle toukokuussa 2007 valmistunut opinnäytetyö "*Vuollejokisimpukan elinympäristövaatimukset ja liikkuminen Nummenjoen yläosassa*". Uudenmaan ympäristökeskuksen teettämä ja rahoittama raportti esittelee laaja-alaisesti vuollejokisimpukan, *U. crassus*, ja muiden, heimon Unionidae, suursimpukoiden ekologiaa koskevaa kirjallisuutta sekä tutkimuksellisen osion koskien lajin elinympäristövaatimuksia, käyttäytymistä sekä sukeltamalla tehtävää kartoitusta. Raportin taustalla on ympäristöviranomaisten tarve jokikunnostusten ja vastaavien joissa tapahtuvien toimien vaikutusten ymmärtämiseksi suhteessa uhanalaiseen virtavesilajiin.

Työn ideoinnissa on ollut mukana Eläinmuseon intendentti Ilmari Valovirta, jolle kiitos aiheen esittelystä ja simpukoiden tunnistamisopastuksesta. Aineiston käsittelyssä suurena apuna oli Helsingin Yliopiston, Maatalous-metsätieteellisen, lehtori Hannu Rita ja kenttäaineiston hankinnassa korvaamattoman avun antoivat tutkimussukeltaja, LuK, Riikka Puntila, sekä läheiseni.

Helsingissä, elokuussa 2007  
Reetta Ljungberg

## SISÄLLYS

1	Johdanto.....	5
1.1	Vuollejokisimpukka ja muut suursimpukat Suomessa.....	5
1.2	Morfologia ja kasvu .....	6
1.3	Elinkierto ja lisääntyminen .....	8
1.4	Levinneisyys ja esiintyminen Suomessa.....	10
1.5	Virtavesien tila sekä uhat Uudellamaalla .....	11
1.6	Suursimpukoiden käyttäytyminen ja liikkuminen .....	12
1.7	Tutkimuksen tavoitteet .....	12
2	Aineisto ja menetelmät .....	14
2.1	Tutkimusjoet .....	14
2.2	Sukeltaminen tutkimusmenetelmänä .....	15
2.3	Levinneisyyden ja simpukkatiheyksien kartoitus linjalaskennalla .....	16
2.4	Pohjanlaadun vaikutus vuollejokisimpukkatiheyteen, EFRA .....	18
2.5	Vuollejokisimpukan liikkuminen: liikuntakoe .....	19
2.6	Kaivautuneiden simpukoiden osuus populaatiosta .....	21
2.7	Sorakäsittely .....	21
3	Tulokset .....	22
3.1	Simpukkatiheydet Nummenjoella.....	22
3.2	Simpukkatiheydet Mustionjoella .....	24
3.3	Pohjanlaadun vaikutus vuollejokisimpukkatiheyteen, EFRA .....	27
3.4	Simpukoiden liikkuminen: liikuntakoe .....	28
3.5	Kaivautuneiden simpukoiden osuus populaatioista.....	35
3.6	Sorakäsittely .....	36
4	Tulosten tarkastelu .....	37
4.1	Vuollejokisimpukan elinympäristö Nummenjoella .....	37
4.2	Liikkuminen, kaivautuminen ja selviytyminen sorakäsittelystä.....	39
4.3	Johtopäätökset.....	41
5	Jälkikirjoitus .....	43
	Liitteet .....	46
	Kuvailulehti .....	48
	Presentationsblad .....	49
	Documentation page .....	50



# 1 Johdanto

## 1.1 Vuollejokisimpukka ja muut suursimpukat Suomessa

Suomessa tavataan seitsemää suursimpukoiden heimoon, Unionidae, kuuluvaa simpukkalajia. Jokisimpukoiden sukuun *Unio* kuuluvat vuollejokisimpukka, *Unio crassus* (PHIL.), soukkojokisimpukka, *Unio pictorum* (L.), ja sysijokisimpukka, *Unio tumidus* (PHIL.). Järvisimpukoiden sukuun *Anodonta* kuuluvat pikujärvisimpukka, *Anodonta anatina* (L.) ja isojärvisimpukka, *Anodonta cygnea* (L.). Järvisimpukoihin yleisesti luetaan myös sukuun *Pseudoanodonta* kuuluva litteäjärvisimpukka, *Pseudoanodonta complanata* (ROSSM.). Seitsemäs suursimpukka laji on sukuun *Margaritifera* kuuluva jokihelmisimpukka, *Margaritifera margaritifera* (L.).



Kuva 1. Suomessa esiintyvät suvun *Unio*-lajit järjestyksessä ylhäältä alkaen: vuollejokisimpukka (*U. crassus*), sysijokisimpukka (*U. tumidus*) ja soukkojokisimpukka (*U. pictorum*). Kuva: Reetta Ljungberg.

Suomessa, Pohjoismaissa ja Baltiassa esiintyy vuollejokisimpukan alalaji *Unio crassus crassus*. Alalajia *sp. crassus* on havaittu lisäksi eräissä Pohjois-Saksan joissa (Engel & Wächtler 1989). Euroopassa tavataan 28 maassa yhteensä kuutta vuollejokisimpukan alalajia. Aikoinaan vuollejokisimpukka on ollut yksi yleisimmistä jokilajeista Euroopassa, mutta lajin elinympäristössä tapahtuneet muutokset ja kokonaisten populaatioiden häviäminen on ollut havaittavissa selkeästi 1900-luvulla (Mildner & Troyer-Mildner 1992). Syitä häviämislle on arveltu olevan muun muassa ihmisen aiheuttama elinympäristöjen häviäminen ja pirstoutuminen, vedenlaadun muutokset sekä makeanveden tulokaslajin, vaeltajasimpukan (*Dreissena polymorpha*, PALLAS) syrjäyttävä vaikutus. Vuollejokisimpukan ekologia ja uhanalaistumisen syyt tunnetaan huonosti.

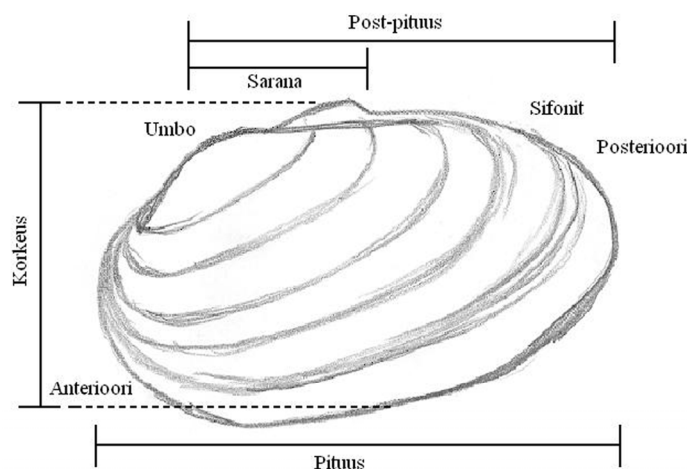
Euroopassa hyvinkin uhanalainen vuollejokisimpukka on Suomessa rauhoitettu ja kuuluu vaarantuneiden (VU) lajien uhanalaisuusluokkaan (v. 2000) samoin kuin jokihelmisimpukka. Molemmat lajit on suojeltu luonnonsuojelulaille (LsL 1996/1096) ja EU:n luontodirektiivillä (92/43/ETY). Rauhoitettujen eliölajien yksilöiden tahallinen tappaminen ja pyynti, sekä kehitysasteiden ottaminen haltuun, siirtäminen paikasta toiseen tai muu tahallinen vahingoittaminen on kiellettyä (LsL 38 §). Samoin eläinten tahallinen häiritseminen etenkin lisääntymisaikana, tärkeillä

levähdysalueilla tai muutoin elämänkierron kannalta tärkeillä paikoilla on kielletty (LsL 38 §). Myöskään kuolleen tavattua rauhoitettua eläintä ei saa ottaa haltuun ellei eläintä luovuteta viranomaisille tai opetus- ja tutkimuskäyttöön (LsL 40 §). Vuollejokisimpukka on EU:n luontodirektiivin liitteen IVa laji ja jokihelmisimpukka liitteen II laji. Molempia koskevat edellä mainitut rauhoitussäännökset, mutta liitteen IVa lajien suojelusta on olemassa tiukemmat erityissäännökset. Edellä mainittujen säännösten lisäksi vuollejokisimpukan lisääntymis- ja levähdyspaikkojen hävittäminen ja heikentäminen on kiellettyä (LsL 49 §). Luontodirektiivin lajien suojelussa on pyrittävä saavuttamaan suotuisan suojelun taso, jonka mukaisesti "Laji pystyy pitkällä aikavälillä säilymään elinvoimaisena luontaisissa ympäristöissä" (LsL 1996/1096). Lajien suojelemiseksi on myös osoitettava erityisiä suojelutoimialueita (Natura 2000-verkosto). Vuollejokisimpukan konfiskaatioarvo eli luontoarvo on 50 €.

Vuollejokisimpukan kuten myös jokihelmisimpukan seuranta ja suojelutoimia kehitetään Luonnontieteellisen keskusmuseon, Metsähallituksen ja Suomen ympäristökeskuksen yhteisen Nilviäistyöryhmän toimesta. Tällä hetkellä Suomessa tunnetaan noin 25 vuollejokisimpukkajokea (Eläinmuseon suursimpukkarekisteri), mutta lajia löydetään edelleen uusilta alueilta. Populaatioiden kunnosta tai suuruudesta joissa ei ole tarpeeksi tietoa suojelun suotuisan tason julistamiseksi. Tätä varten myös spesifistä tutkimusta lajin ekologiasta ja sietokyvystä tarvitaan. Muilla suursimpukoilla, pääosin pikkujärvisimpukalla ja sysijokisimpukalla, tehtyjä ekologisia tai etologisia (eläinten käyttäytymistiede) tutkimuksia ei voida suoraan yleistää vuollejokisimpukkaan.

## 1.2 Morfologia ja kasvu

Vuollejokisimpukka on soikea paksukuorinen simpukka, jonka etu- (anterioori) ja takapää (posterioori) ovat suhteellisen samanmuotoiset (kuva 2). Suursimpukkoisamme vuollejokisimpukka on muodoltaan pyöreä (kuva 1). Kuoren väri vaihtelee vihreän ruskeasta melkein mustaan. Kuoren sisällä vuollejokisimpukalla ovat tunnusomaiset nystymäiset keskiahampaat (kardinaalihampaat) ja pitkät reuna-hampaat (lateraalihampaat) (Pennak 1978). Kuoren hampaiden muotoa käytetään apuna suursimpukoiden lajimäärityksessä (Liukko 2001).



Kuva 2. Vuollejokisimpukan morfologia ja kuoren osat. Kuva: Reetta Ljungberg.



Suursimpukoista järvisimpukoilla on tutkittu jonkin verran kasvua ja energian allokaatiota mm. lisääntymisen ja kasvun välillä. Järvisimpukat panostavat energiaan enemmän lisääntymiseen kuin somaattiseen kasvuun, mutta ympäristön muuttuessa epäsuotuisaksi simpukat keskeyttävät toukkatuotannon ja siirtyvät energiankäytössään normaalitoimintojen ylläpitoon (Jokela & Mutikainen 1995; Jokela 1996; Jokela ym. 2005). Vuollejokisimpukan energian käyttöä ei ole juuri tutkittu muutoin kuin vertailemalla kasvua erilaisissa ympäristöissä. Vuollejokisimpukka kasvaa tavallisesti 5-9 cm pitkäksi, mutta yli 10 cm pituisiakin simpukoita tavataan. Ruotsissa ja entisessä Neuvostoliitossa on mitattu kenties Euroopan suurimmat vuollejokisimpukat, Ruotsissa 10 cm ja Neuvostoliitossa 11 cm (*Unio crassus sp. grontieri*) (Brander 1956). Suomessakin on tavattu kookkaita vuollejokisimpukoita. Muun muassa Beloff (1998) on löytänyt Keravanjoelta lukuisia 10 cm pituisia vuollejokisimpukoita. Vuollejokisimpukat kasvavat 2-3 ensimmäinen vuotensa aikana noin 30 mm pitkiksi ja 5-vuotiaana ovat jo 55-75 mm pitkiä. Kasvu yleensä hidastuu noin 10 vuoden paikkeille (Beloff 1998). Jokilajeista *Unio crassus* on hidaskasvuisimpia (Lewandowski 1990). Kasvunopeudessa ei tunnu olevan suurta eroa Pohjois- ja Keski-Euroopan välillä (Engel & Wächtler 1989; Lewandowski 1990; Beloff 1998). Jokien välillä ja jokiekosysteemin sisällä vuollejokisimpukan morfologia suhteessa ikään ja painoon voi kuitenkin vaihdella suuresti (Timm 1994; Beloff 1998). Pituuskasvuun vaikuttavat useat tekijät ja rehevissä joissa simpukat saattavat kasvaa nopeammin ravinteikkuudeltaan köyhempiin jokiin verrattuna, mutta kuolla nuorempina (Timm 1994). Morfologian selittäminen vedenlaadun muutoksilla on osoittautunut hyvin haastavaksi (Timm 1994).



Kuva 3. Erikokoisia ja -ikäisiä simpukoita Koskenkylänjoen Käkikoskella. Vasemmalla vuollejokisimpukoita, keskellä soukkojokisimpukka ja oikealla sysisjokisimpukoita. Kuva: Ville Toivonen.

Suursimpukoiden painoon ja kuntoon vaikuttavat mm. vuodenaika, sukupuoli sekä mahdolliset loiset ja taudit (Pekkarinen 1993; Jokela ym. 2005). Lämpötilan noustessa keväällä suursimpukoiden pehmytkudosmassa alkaa kasvaa ja suurin painon nousu on kesä-heinäkuussa ja kuoren kasvu seuraa jokseenkin allometrisesti hieman perässä. Simpukoiden kunnossa on havaittu huomattavia vuosien välisiä eroja (Pekkarinen 1993).

Suursimpukoiden ikää ja kasvua voidaan laskea kuoreen muodostuvista vuosirenkaiden, jotka syntyvät lämpötilamuutosten vaikutuksesta kasvuun. Ensimmäiset viisi ikäluokkaa on yleensä helppo laskea vuosirenkaiden avulla. Vanhempien yksilöiden varmaa iänmäärittystä varten kuoresta tehdään ohutleike, jota mikroskopioimalla voidaan laskea ikävuodet sekä kasvunopeus eri vuosille. Suojellulla lajilla yksilöiden käsittely on luvanvaraista. Engelin & Wächtlerin (1989) mukaan vuollejokisimpukan iänmäärittäminen tummistakin kuorista on tarpeeksi tarkka iänmäärittämenetelmä kunnan valaistuksessa. Myös monet muut tutkijat ovat tyytyneet käyttämään kuoren vuosirenkaita suursimpukoiden iänmäärittämisessä (Haukioja & Hakala 1978; Lewandowski 1990; Jokela 1996). Virossa Timm ja Mutvei (1993), sekä Timm (1994) ovat määrittäneet vuollejokisimpukan ikää kuoresta ohutleikkeiden avulla. Monissa tutkimuksissa ikäluokat kuitenkin erotellaan toisistaan epäsuorasti pituusluokkien perusteella (Pekkarinen 1993). Suomessa vuollejokisimpukan iänmäärittästä kuorista on tehnyt Beloff (1998).

Vuollejokisimpukat voivat elää Suomessa jopa 25-35-vuotiaiksi (Liukko 2001), vaikka Etelä-Suomessa jokivedet ovat alle 5 asteisia jopa 7 kuukauden ajan ja kasvukausi jää lyhyeksi. Virossa on löydetty jopa 84- ja 90-vuotiaat simpukkayksilöt, joilla oli pituutta 51,5 ja 54,0 mm (Timm & Mutvei 1993). Jokien ja maiden välillä populaatioiden ikäjakaumissa voi olla suuriakin eroja. Virossa simpukat saavuttavat verrattain huomattavan korkean iän, keskieliniän ollessa jopa 38 vuotta (Timm & Mutvei 1993). Maksimi-ikä vuollejokisimpukalle Ruotsissa ja Keski-Euroopassa on yleisesti alle 50 vuotta (Mutvei, ei julkaistu, ref. Timm & Mutvei 1993).

### 1.3 Elinkierto ja lisääntyminen

Vuollejokisimpukka saavuttaa sukukypsyyden noin 4 vuoden iässä (Valovirta 2005b), vaikka tämä voi vaihdella maantieteellisesti populaatioiden välillä. Pohjois-Saksassa eräissä populaatioissa sukukypsyys saavutetaan vasta 7 tai jopa 11 vuoden iässä (Engel & Wächtler 1989). Vuollejokisimpukka on yksineuvoinen laji, mutta Suomessa tavataan jossain määrin myös hermafrodismia. Varmaa ei ole voivatto nuoret simpukat vielä vaihtaa sukupuolta vai johtuuko hermafrodismi ympäristöhäiriöistä. Nuorilla simpukoilla hermafrodismi tuntuu olevan aikuisia yleisempää (Pekkarinen 1993).

Hedelmäitys jokisimpukoilla tapahtuu touko-kesäkuun vaihteessa (Pekkarinen 1993). Koiras päästää vesipatsaaseen sukusolut (gameetit), jotka kulkeutuvat virtaavan veden mukana naaraan vaippaonteloon sisäänhengitysaukkona toimivasta alemmasta sifonista. Koirasgameetit tulevat kosketuksiin naarasgameettien kanssa emon ulkokiduspussin sisällä (Pennak 1987). Zygotit, eli alkioit, kehittyvät naaraan ulkokiduksissa ja kidusten seinämistä erittyvät yhdisteet eristävät ne suorralta vesikosketukselta. Kiduksiin muodostuu alkioitaskuja, joissa simpukan toukat eli glokidiot kehittyvät. Glokidioiden koko on vuollejokisimpukalla 230 x 210 µm ja yksi naaras voi tuottaa tuhansia tai jopa kymmeniätuhansia glokidiota (Engel & Wächtler 1989).

Järvisimpukoilla hedelmäitys tapahtuu syksyllä ja glokidiot kehittyvät talven ajan. Tarkkaa vuollejokisimpukan kantoaikaa ei tiedetä, mutta jokisimpukoilla se

on lyhyempi kuin järvisimpukoilla ja kestää noin kuukauden. Jokisimpukoiden hedelmöitys keväällä korreloi positiivisesti lämpötilan nousun kanssa ja glokidioiden vapautuminen emosta osuu yleensä yhteen lämpötilamaksimien kanssa (Pekkarinen 1993). Vuollejokisimpukan lisääntyminen saattaa alkaa aikaisemmin keväällä kuin muilla jokilajeilla jo huhtikuun lopulla tai toukokuun puoliväliin mennessä (Maass 1987 ref. Pekkarinen 1993). On myös epäilty, että jokisimpukat saattaisivat lisääntyä useammin kuin kerran kesän aikana (Pekkarinen 1993).

Vuollejokisimpukan samoin kuin muiden suursimpukoiden glokidiotoukat ovat parasiittisia ja tarvitsevat kehittyäkseen isäntäkalan, jonka kiduksissa ne kehittyvät toukkamuodosta nuoruusvaiheiksi. Järvisimpukoiden glokidiotoukkien tiedetään selviävän noin 10 päivää ilman isäntäkalaa (Huebner & Pynnönen 1991), mutta jokisimpukoilla tämä aika voi olla lyhyempi. Vuollejokisimpukka ei ole yhtä tarkka isäntäkalan suhteen parasiittivaiheessaan kuin jokihelmisimpukka, jonka lisääntyminen on lohisukuisten kalojen varassa (Bauer ym. 1991; Oulasvirta 2006). Vuollejokisimpukan glokidiot käyttävät isäntäkalana ainakin kymmenpiikkiä (*Pungitius pungitius*, L.) ja kolmipiikkiä (*Gasterosteus aculeatus*, L.) sekä ahventa (*Perca fluviatilis*, L.), sorvaa (*Scardinius erythrophthalmus*, L.), turpaa (*Leuciscus cephalus*, L.) ja seipiä (*Leuciscus leuciscus*, L.) (Engel & Wächtler 1989). Isäntäkalaksi kelpaavat myös mutu (*Phoxinus phoxinus*, L.) sekä kivisimppu (*Cottus gobio*, L.) (Hochwald 1988 ref. Valovirta 1999; Engel & Wächtler 1989). Eri simpukkapopulaatiot saattavat käyttää eri isäntäkalajoja kehityksessään, eivätkä pysty hyödyntämään kaikkia yllä mainittuja lajeja, vaikka niitä kalastossa tavattaisiinkin (Engel & Wächtler 1989).

Vuollejokisimpukka ei käytä isäntäkalana lohisukuisia kaloja (Engel & Wächtler 1989; Bauer ym. 1990). Glokidiot voivat kuitenkin koteloitua lohikalan ja useiden muiden kalalajien kiduksiin silmiin, operculumiin, eviin ja kuonoon. Ainoastaan sopivien isäntäkalajojen kiduksissa glokidiot kuitenkin saattavat kehityksensä loppuun nuoruusvaiheiksi eli juveniileiksi. Nämä aikuissimpukan piirteet omaavat nuoruusvaiheet pudottautuvat kalasta 3-4 viikon kuluessa koteloitumisesta (Engel & Wächtler 1989). Kalasta irrottuaan nuori simpukka kaivautuu joenpohjaan, jossa se viettää pari ensimmäistä vuottaan.

Suodattavina eliöinä simpukat ovat alttiita sekä lyhyt- että pitkäaikaisille vedenlaadun muutoksille ja käyttäytymisellä on merkittävä vaikutus ympäristömuutosten sietokyvyssä. Aikuiset suursimpukat voivat suojautua akuutilta uhalta sulkeamalla kuorensa ja täten vähentää haitallisten tekijöiden pääsyä kontaktiin pehmytkudosten kanssa (Seppänen 1998, Huebner & Pynnönen 1991). Simpukat aukovat kuortaan mm. poistaakseen nopeasti epätoivottuja aineenvaihduntatuotteita kuten happamoittava hiilidioksidi ja laktaatti (Pynnönen ym. 1987, Jacobson ym. 1997, Seppänen 1998). Normaalityössä simpukoiden kuori on kokonaan sulkeutunut sifoneja lukuun ottamatta.

Simpukan elinkierron vaiheista emosta vapautuneet glokidiot ja kalasta irtautuneet nuoruusvaiheet ovat kaikista herkimpiä ympäristön muutoksille (Buddensiek ym. 1993). Emon kiduspusseissa ja kalan kiduksissa kehittyvät glokidiot välttyvät suoralta kontaktilta ympäröivän veden kanssa. Glokidiot kuitenkin altistuvat jossain määrin alentuneelle vedenlaadulle jo emon kiduspusseissa kehittyessään. Altistuneiden emojen sisällä kehittyneet glokidiot selviävät heikommin kuin puhtaassa vedessä elävien emojen glokidiot, vaikka vedenlaatu paranisi glokidioiden vapauttamiseen mennessä (Pynnönen 1995).

## I.4 Levinneisyys ja esiintyminen Suomessa

Suomen vuollejokisimpukkajoista vain neljä on mukana Natura 2000-verkostossa: Mustionjoki, Paimionjoki, Kiskonjoki ja Vantaanjoki. Vaikka vuollejokisimpukkaa on tavattu noin 25 joessa, niin harvasta joesta on tietoa vuollejokisimpukan populaatiokoosta tai tarkoista esiintymisalueista joen sisällä. Suursimpukoiden jakautumista vesistöissä säätelee pohjanlaatu, syvyys, valonmäärä, virtaus ja vedenlaatu sekä joen historia kuten myös mahdollisesti joen tuottavuus.

Järvisimpukoista pikkujärvisimpukkaa ja litteäjärvisimpukkaa tavataan yleisesti myös jokiympäristöissä, sekä satunnaisesti isojärvisimpukkaa (Haukioja & Hakala 1974). Jokisimpukoista seisovissa vesissä voidaan tavata sysisimpukkaa ja soukkojokisimpukkaa (Haukioja & Hakala 1974; Kołodziejczyk 1992). Jokisimpukat esiintyvät yleensä hieman matalammassa vedessä kuin järvisimpukat. Simpukoiden elinympäristöä rajaavista ympäristötekijöistä on kuitenkin vain vähän kvantitatiivista vertailevaa tutkimusta.

Vuollejokisimpukan esiintymisen kannalta muita merkittäviä tekijöitä ovat pohjanlaatu ja virtaus. Unionidae heimon simpukat suosivat kasvualustanaan pehmeää, mutta pysyvää hiekka- ja sorapohjaa (Harman 1972; Haukioja & Hakala 1974; Lewandowski 1990; Timm & Mutvei 1993). Virtavesilajina vuollejokisimpukka vaatii elinympäristöltään kohtalaisen virtauksen (Koli 1961; Lewandowski 1990; Timm & Mutvei 1993) ja Suomessa parhaita vuollejokisimpukan esiintymisalueita tuntuvat olevan koskialueiden alapuoliset suvannot ja nivat (Valovirta 2005b).

Vedenlaadun vaikutuksista suursimpukoiden levinneisyyteen Keski-Euroopassa on joitain tutkimuksia (Bauer ym. 1991; Timm & Mutvei 1993), mutta laajaa vertailevaa tutkimusta eri maiden vuollejokisimpukkajoista tai ehdottomista ympäristömuuttujien ylä- tai alarajoista ei ole. Laboratoriokokeilla happamuuden, anoksian ja metallien vaikutusta suursimpukoiden elinkierron eri vaiheille ovat tutkineet mm. Pynnönen ym. 1987, Huebner & Pynnönen 1992, Pynnönen 1995 ja Jacobson ym. 1997. Vuollejokisimpukan vedenlaatu vaatimuksista ja vaikutuksista populaatioihin Suomessa tiedetään erittäin vähän (Beloff 1998; Seppänen 1998).

Virtavesissä hapettomuus ei vedessä ole ongelma jokivesien pysyessä yleensä hapekkaina ympärivuoden. Hapettomissakin oloissa suursimpukat kykenevät anaerobiseen metaboliaan glykolyysillä ja toisaalta kylmä jokivesi hidastaa aineenvaihduntaa, jolloin simpukat voivat kestää hapettomuutta pidempiä aikoja (Seppänen 1998). Vuollejokisimpukan hapenkulutus riippuu yksilön pehmytkudoksen massasta ja vedenlämpötilasta ja vaihtelee noin  $0,009-0,02 \text{ mg l}^{-1} \text{ h}^{-1}$  ( $T=10^{\circ}\text{C}$ ) (Bauer ym. 1991).

Vuollejokisimpukan esiintymisalueen joet Suomessa ovat pääosin savisameita ja voimakkaasti maatalouden kuormittamia jokia. Keski-Euroopassa vuollejokisimpukkaa tavataan happamuudeltaan neutraaleissa vesissä, joissa kiintoainepitoisuudet vaihtelevat välillä  $90-450 \text{ mg l}^{-1}$  ja lajia tavataan myös humuspitoisissa joissa (Timm & Mutvei 1993). Saksalaisissa vuollejokisimpukkajoissa vedenlaadun nitraattipitoisuus on  $16,5 \text{ mg l}^{-1}$  ja kalsium  $38,3 \text{ mg l}^{-1}$  (Bauer ym. 1991). Eräissä puolalaisissa vuollejokisimpukkajoissa kalsiumin pitoisuudet ovat korkeampi  $55 \text{ mg l}^{-1}$  Ca ja sähkönjohtokyky  $0,9 \text{ mS m}^{-1}$  (Kołodziejczyk 1992). Eräiden suomalaisten vuollejokisimpukan esiintymisjokien sähkönjohtokyky,  $11-29 \text{ mS m}^{-1}$ , (taulukko 1) on selkeästi alhaisempi kuin puolalaisissa joissa ylipäänsä (vuollejokisimpukan esiintymisjoet  $128 \text{ mS m}^{-1}$ , muut joet  $36 \text{ mS m}^{-1}$ ). Ravinnetipitoisuudet keskieuropalaisissa joissa (Bauer ym. 1991; Kołodziejczyk 1992; Hus ym. 2006) joissa ovat yleisesti korkeampia kuin suomalaisissa joissa (taulukko 1). Monien muuttujien osalta, kuten raskasmetallit tai biologinen hapenkulutus (BOD), ei määriä

Uudellamaalla ole juurikaan tehty. Näytteenoton puutteet ehkäisevät tarkemman vertailun eurooppalaisten ja suomalaisten jokien kesken.

Taulukko 1. Vedenlaatutietoja Nummenjoelta (Pirkkulansilta), Mustionjoelta (Landsbron silta) sekä Tuusulanjoelta (Katariinansilta) (HERTTA-tietokanta). Ammoniumin pitoisuudet vain kesiltä, K, Ca, Mg ja Na määritykset vain vuodelta 2006 (elokuu). Muut ympärivuotisia arvoja vuosilta 1990-2006.

			Tuusulanjoki	Mustionjoki	Nummenjoki
NH <sub>4</sub>	µg l <sup>-1</sup>	min	1	18	4
	mmol l <sup>-1</sup>	max	210	98	94
Ca+Mg	mg l <sup>-1</sup>		0,85	0,51	0,34
Ca	mg l <sup>-1</sup>		20,9	2,4	7,9
Mg	mg l <sup>-1</sup>		7,9	3,6	3,4
Kiintoaine,F3	mg l <sup>-1</sup>	min	2,7	0,5	2,3
(GF/C lasikuitusuodatin)		max	360	28	140
Kok-P	µg l <sup>-1</sup>	min	25	17	27
		max	300	110	250
Sähkönjohtokyky	mS m <sup>-1</sup>	min	11	11	6,2
		max	29	19,9	15,8
Kok-N	µg l <sup>-1</sup>	min	510	440	450
		max	3500	1500	5400
NO <sub>3</sub> -N	µg l <sup>-1</sup>	min	110		110
		max	1800		110
pH		min	6,5	6,9	6,5
		max	8,2	7,7	7,7

## 1.5 Virtavesien tila sekä uhat Uudellamaalla

Vesistöihin kohdistuva ihmistoiminta on muuttanut Uudellamaalla vesistöjen tilaa huomattavasti. Lähes kaikkia jokia ja puroja on perattu ja suurimmat syyt perkauksille ovat olleet metsien ja peltojen kuivatus, tulvasuojelu sekä uiton ja vesiliikenteen helpottaminen. Uomia on oiottu ja kiviä sekä vesikasvillisuutta poistettu, jolloin eliöstön kannalta merkittäviä habitaatteja on hävinnyt. Uomia suoristamalla ja penkereitä nostamalla myös kiintoaineen pohjavalunta on kasvanut ja pyörteisyys vähentynyt, mutta samalla ylivirtaamat (HQ) ovat kasvaneet ja alivirtaamat (NQ) pienentyneet. Toimenpiteillä on ollut selkeästi havaittavia vaikutuksia vedenlaatuun. (Järvenpää 2003)

Havaittu jokivesistöjen ekologinen yksipuolistuminen ja vaelluskalapopulaatioiden kunnan heikkeneminen ovat tärkeimpiä syitä sille, että Uudellamaalla toteutetaan Uudenmaan ympäristökeskuksen ja TE-keskuksen yhteistyönä virtavesikunnostuksia. Valtaosa Uudellamaalla suoritettavista vesistöistä on joko kalataloudellisia kunnostuksia tai tulvasuojelutöitä. (Saarinen 2006)

Vuollejokisimpukan kannalta virtavesikunnostuksilla voi olla merkitystä pitkällä aikavälillä mahdollisten virtaaman muutosten, kiintoaineen liikkumisen ja pohjan muutosten kautta. Luontaisen jokiympäristön muutoksen suuruutta kunnostusten vaikutuksiin verrattuna ei kuitenkaan tunneta. Kunnostusten aikana suoralla fyysikaalisella uhalla, mm. esimerkiksi pohjan kaivamisella tai kiviaineksen lisäämisellä, voi olla vaikutusta vuollejokisimpukkapopulaatioon.

## I.6 Suursimpukoiden käyttäytyminen ja liikkuminen

Tutkittua tietoa vuollejokisimpukan tai muidenkaan suursimpukoiden käyttäytymisestä luonnollisessa tilanteessa on vähän ja tieto perustuu usein tutkijoiden kokemuksiin. Simpukat viettävät suuren osan aikuiselämästään kaivautuneena pohjaan ja ravinnonotto tapahtuu yläpuolisesta vesifaasista suodattamalla. Valovirran mukaan vedenlaadun pysyessä hyvänä vuollejokisimpukka on käytännössä aloillaan, mutta vedenlaadun heikentyessä työntää itsensä pintaan ja lähteä liikkeelle tai kovassa virrassa ikään kuin heittäytyä virran vietäväksi. Valovirta (julkaisematon) on kerännyt tietoa vuollejokisimpukan kaivautumisesta eri joissa mm. tulkitsemalla kaivautumisasteen kuoren tummuudesta. Pohjan yläpuolella oleva kuoren osa kerää tummempaa väriä.

Kuoren liikkeitä eli aukinaisuusastetta ja tämän vaikutusta vierasaineiden kertymiseen on tutkinut sysijokisimpukalla ja pikkujärvisimpukalla Englund & Heino (1995) sekä Englund & Pynnönen (1995). Saarinen & Taskinen (2003) ovat tutkineet simpukoiden liikkumista pohjaan jääneistä urista ja kaivautumista tietyllä ajanhetkellä. Simpukoiden käyttäytymisestä jokiympäristössä ja yksilöiden liikkumisaktiivisuudesta ei ole saatavilla tietoa. Kartoitusten kannalta ei ole riittävää tietoa pohjan sisälle kaivautuneiden simpukoiden määristä tai sukeltamalla tehtävän työn tarkkuudesta. Lajin suojelun kannalta olisi myös tärkeää ymmärtää simpukakayksilöiden liikettä luonnollisessa ympäristössä ja sen kautta aikuisten mahdollisuutta dispersoida uusille alueilla tai välttää uhkaavia muutoksia ympäristössä.

## I.7 Tutkimuksen tavoitteet

Luonnonsuojeludirektiivi ja Luonnonsuojelulaki ovat aiheuttaneet painetta selvittää uhanalaisen vuollejokisimpukan levinneisyyttä ja ekologiaa. Myös suuri jokien ennallistamistarve Uudellamaalla vaatii tutkimusta lajista.

Opinnäytetyössä selvitettiin vuollejokisimpukan levinneisyyttä ja käyttäytymistä liikkumisen osalta Nummenjoen yläosassa. Kyseiselle alueelle on haettu ruoppauslupaa 1980-luvulla, mutta toimet ovat viivästyneet. Vuollejokisimpukan saatua rauhoitusstatuksen ja lajin löytyminen alueelta on aiheuttanut kunnostustoimien uudelleen tarkastelun.

Levinneisyyttä tarkasteltiin linjasukelluksilla, joissa kerättiin kaikki pohjalla havaittavat simpukat. Varsinaisen levinneisyyden lisäksi joella selvitettiin myös vuollejokisimpukan elinympäristövaatimuksia fyysisen ympäristön (pohjanlaatu, virtaus, syvyys, kaltevuus) sekä kasvuston suhteen (kasvillisuuden sekä järvisien peittävyys). Muuttujien avulla pyrittiin selvittämään valitseeko tai hakeutuuko vuollejokisimpukka joessa tietynlaiseen ympäristöön. Vertailuaineistoa elinympäristövaatimuksista hankittiin Mustionjoelta.

Jotta vuollejokisimpukan käyttäytymisestä luonnollisessa ympäristössä ja leviämismahdollisuuksista uusille alueille saataisiin tietoa, selvitettiin liikuntakokeilla merkittyjen yksilöiden liikkumista. Vain aikuisten simpukoiden liikkumismahdollisuutta tutkittiin, eikä lisääntymisen kautta tapahtuvaa dispersiota tutkittu tässä opinnäytetyössä. Varsinaiseen dispersioon liittyvän horisontaaliliikkeen laajuuden lisäksi myös vertikaalisuunnassa tapahtuvasta liikkumisesta kerättiin tietoa. Näiden tietojen pohjalta selvitettiin simpukoiden kaivautumisasteen ja liikkumisen yhteyttä.

Simpukat liikkuvat pinnan tasossa, mutta voivat kaivautua myös syvemmälle pohjan sisään ja etenkin nuoret alle 3-vuotiaat simpukat löytyvät pääosin pohjan sisältä. Pysyvämpää kaivautumista ja nuorten simpukoiden sijaintia joessa tutkittiin kaivamalla ja seulomalla pohjaa liikuntakokeiden yhteydessä. Tällä selvitettiin todellisia simpukkamääriä suhteessa kartoituksissa normaalisti havaittaviin simpukkamääriin.

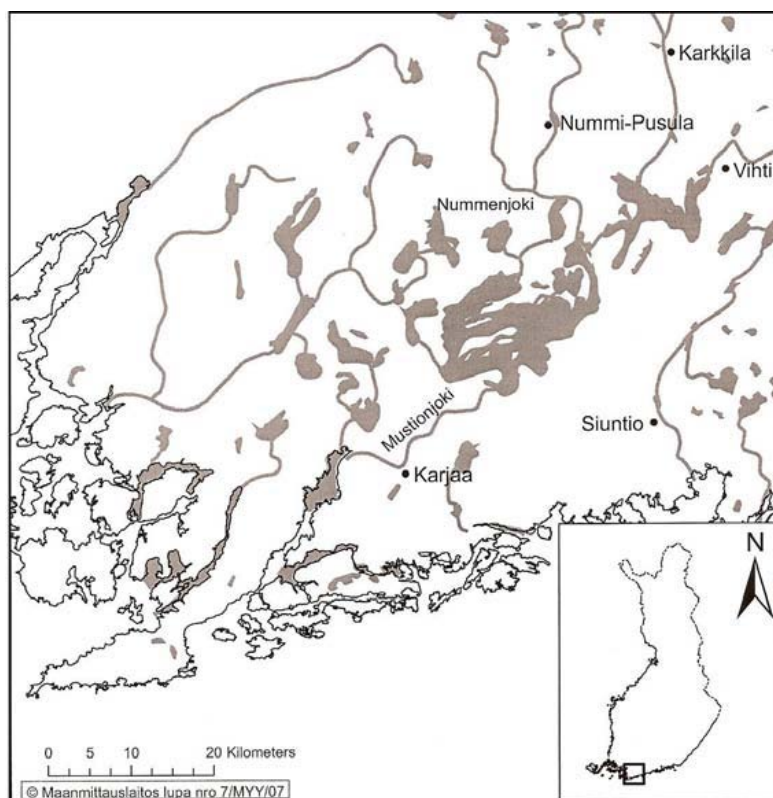
Lopuksi selvitettiin kuinka vuollejokisimpukka selviytyy eräästä kunnostusten aiheuttamasta uhasta. Tätä selvitettiin kokeella, jossa rajatulla alueella olevien simpukoiden päälle kasattiin soraa ja yksilöiden selviytymistä mitattiin mahdollisuutena kaivautua sorapatjan pinnalle. Vuollejokisimpukoiden käsittelyyn oli Uudenmaan ympäristökeskukselta lupa (Lajirauhoituksesta poikkeaminen).



## 2 Aineisto ja menetelmät

### 2.1 Tutkimusjoet

Nummi-Pusulan läpi virtaava Nummenjoki ja Karjaan läpi virtaava Mustionjoki kuuluvat Karjaanjoen vesistöalueeseen. Nummenjoki sijaitsee vesistöalueen keskivaiheilla, kun taas Mustionjoki on vesistön alin osa ja laskee Suomenlahteen Pohjanpitäjänlahden kautta (kuva 4). Karjaanjoen vesistöalueella suurimpia kuormittajia ovat maatalous ja erinäiset pistelähteet. Kokonaisfosforipäästöistä valuma-alueella yhteensä 81 % ja kokonaistypen osalta 69 % ovat peräisin edellä mainituista lähteistä. Nummenjoki, jossa suurimmat kuormittajat ovat haja-asutus ja peltoviljely, kuuluu vedenlaatuluokituksestaan edelleen luokkaan tyydyttävä, vaikka vedenlaadussa on tapahtunut positiivista kehitystä 2000-luvulle tultaessa. Mustionjoki on vedenlaatuluokituksestaan parantunut seurantakaudelta (1998-2000) tyydyttävästä hyväksi (2000-2003). (Enckell ym. 2002)



Kuva 4. Nummenjoen ja Karjaanjoen tutkimusjokien sijainti Länsi-Uudellamaalla.

Mustionjoki on jopa Euroopan mittakaavalla hyvä simpukkajoki (Valovirta 1999) ja siellä tavataan kaikkia suursimpukkalajeja. Nummenjoella ensimmäiset viralliset vuollejokisimpukkahavainnot tehtiin elokuussa 2005 ja yläjuoksulta Nummenjoen viljelylaakson alueelta on kerätty aineistoa vain pistosukelluksin. Nummenjoen yläosa on aikoinaan padottu sähköntuotannon tarpeisiin (vesioikeuden päätös v. 1967) ja laitos on ollut toiminnassa aina vuoteen 1980 asti.

Noin 3,8 km päästä Pitkäjärvestä Nummenjoki yhtyy Pusulanjokeen Hyvelänjärven alueella (kuva 5) ja joen vesimäärä noin kaksinkertaistuu. Yhtymäkohdassa peltojen kuivatukseen liittyvät ongelmat haittaavat viljelyä. Nummenjoen pinnan korkeus voi vaihdella reilusti yli 2 m kevät- ja syystulvien aikana. Vesi nousee yli

törmien Hyvelänjärven alueella (Pusulanjoen ja Nummenjoen yhtymäkohta) erityisesti kesällä ja syksyllä. Laajimmillaan peltopinta-alaa jää veden alle noin 300 ha. Hyvelänjärven kuivattamiseksi on vuonna 1907 laadittu ensimmäinen kuivatussuunnitelma ja aina vuonna 1925 toteutetusta Nummenjoen perkauksesta lähtien alue on ollut voimaperäisessä viljelykäytössä. Ympäristökeskukselta on jo 1980-luvulla haettu eräiden maanomistajien toimesta lupaa täydentää perkauksia ja pengertää jokea sekä suorittaa alueella valtaajituksia ja pumppaustoimintaa (Uudenmaan ympäristökeskus 1983). Eriävät mielipiteet toteutuksesta ja sen laajuudesta ovat olleet lähivuosiin saakka syitä, joiden vuoksi mm. ruoppausten toteutuminen on viivästynyt. Myös vuollejokisimpukan vuoksi ruoppausten toteutusta on jouduttu uudelleen tarkastelemaan.

## 2.2 Sukeltaminen tutkimusmenetelmänä

Simpukkatutkimuksissa käytetään nykyisin yleisesti menetelmänä sukeltamista (Heino 1993; Beloff 1998; Valovirta 2005a; Valovirta 2005b; Oulasvirta 2006). Populaation koon arvioinnissa käytetään joko linjalaskentamenetelmää tai neliöruutujen laskentaa. Linjalaskennassa biosukeltajat inventoivat yleensä metrin leveydeltä sukelluskaistan simpukkayksilömäärät, käyttäen apuna pohjaan uppoavaa köyttä. Samalla sukeltajat arvioivat vuollejokisimpukalle sopivaksi arvioidun uoman pinta-alan suhteessa muuhun jokeen ja lukuisia ympäristömuuttujia (Valovirta 2005a; Valovirta 2005b). Neliömetrin tai muun tunnetun koealan inventointia käytetään esimerkiksi näkyvyyden ollessa erityisen huono (Valovirta 2005a ja Valovirta 2005b). Simpukkatiheyksien ollessa todella suuria kartoitus voidaan tehdä pistosukelluksena myös  $\frac{1}{4}$  tai  $\frac{1}{2}$  m<sup>2</sup> ruutuja käyttämällä (Valovirta 1999).



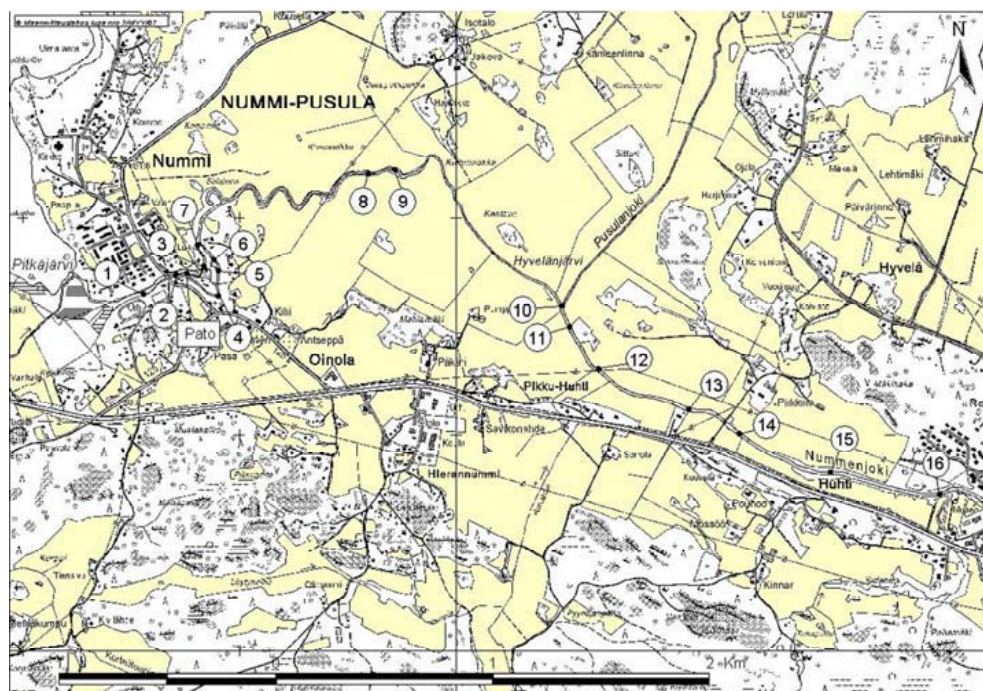
Kuva 5. Sukeltamalla suoritettavaa vuollejokisimpukkainventointia Koskenkylänjoen Niinikoskella kesällä 2006. Kuva: Tero Taponen.

Monissa tutkimuksissa (Haukioja & Hakala 197; Beloff 1998) sukeltamalla on todettu saatavan parempia tuloksia simpukkatiheyksistä kuin pinnalta käsin erilaisilla näytteenottimilla. Perinteisillä pohjanoutimilla suursimpukoiden määrien arviointi on haastavaa ja tulokseksi voidaan saada vaikka vain kolmannes todellisista simpukkamääristä. Pienten simpukoiden laskennassa sukeltamallaakaan ei havainnoi-

da kaikkia yksilöitä, sillä osa aikuisista simpukoista ja kaikki alle 3-vuotiaat simpukat ovat pohjaan kokonaan kaivautuneena.

## 2.3 Levinneisyyden ja simpukkatiheyksien kartoitus linjalaskennalla

Vuollejokisimpukan elinympäristöstä ja tiheyksistä Nummenjoen yläjuoksulla kerättiin aineisto kesä-elokuussa 2006 sukeltamalla tai snorklaamalla. Linjalaskenta- ja pohjanlaatukartoitusmenetelmät on koottu liitteeseen 1. Vertailuaineistoa Mustionjoen simpukkatiheyksistä sekä elinympäristöstä kerättiin vastaavasti saman kesän aikana. Virtaamat kesällä olivat alhaisia vähäsateisuuden vuoksi ja lämpötila joissa tutkimusten aikana vaihteli välillä 16-24 °C.

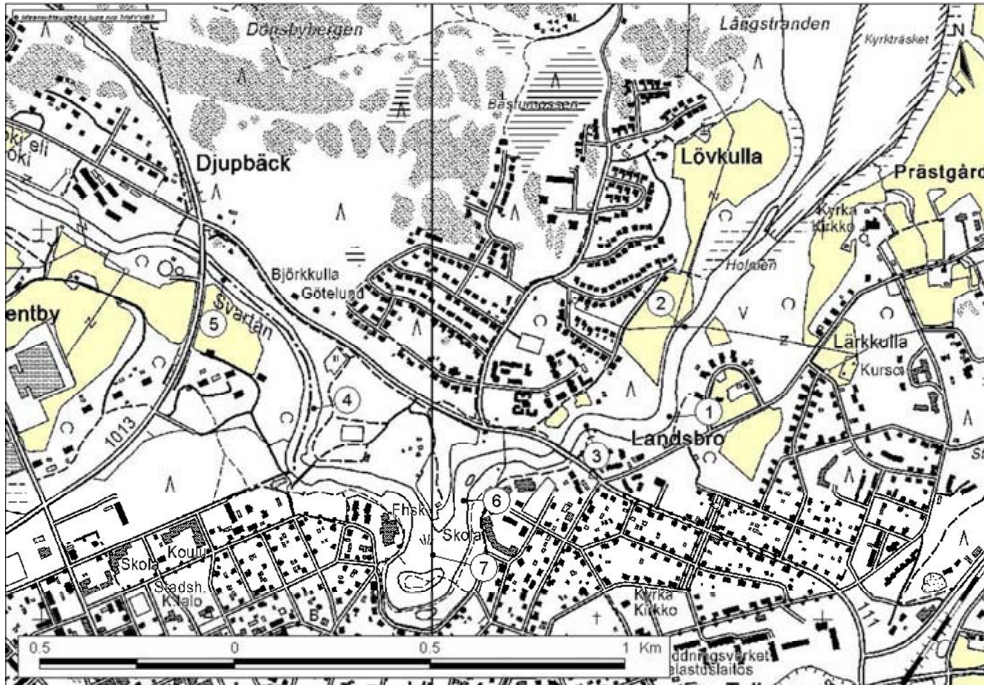


Kuva 6. Nummenjoen sukelluslinjojen (1-16) ja Nummenkosken sähköpadon sijainti Nummi-Pusulassa.

Nummenjoella elinympäristöä kartoitettiin 16 sukelluslinjalla (kuva 6) ja Mustionjoella 7 linjalla (kuva 7). Sukelluslinjat valittiin satunnaisesti tutkimusalueelta sen mukaan mistä oli mahdollista päästä jokeen. Nummenjoen tutkimusalueen pituus on noin 4,5 km ja ulottuu Nummi-Pusulan Pitkäjärven luusuasta jokiosuudelle ennen Saukkolan taajamaa. Nummenjoen linjat 1 ja 2 sijaitsevat lähimpänä Pyhäjärveä vanhan sähköpadon yläpuolella ja linjat 3-7 padon jälkeisellä katveisella ja puustoisella alueella. Linjat 3, 4 ja 7 ovat koskimaista aluetta ja 5 sekä 6 suvanto-kohtia. Linjat 1-7 ovat ihmisasutuksen välittömässä yhteydessä (lähin asutus < 100 m päässä joesta). Linjat 8-16 sijaitsevat peltojen välissä avoimemmalla jokiosuudella. Vilja- ja rypsieltojen välissä kiemurtelevan uoman törmät ovat keskimäärin 3 metriä korkeat. Mustionjoen vertailuaineisto kerättiin 2 km pituiselta osuudelta Karjaan Kirkkojärveltä (Kyrkräsket) Djupbäckan sillalle. Alue sijaitsee aivan Karjaan keskustassa. Linjoilla jokiuoman poikki pohjalle vedettiin uppoava, metrin välein merkattu, linjaköysi, jonka yläpuolelta sukeltaja keräsi 0,2 m levyiseltä kaistalta kaikki simpukat. Nummenjoella simpukoiden keruu suoritettiin koko



joen leveydeltä, mutta Mustionjoki on Nummenjokea (keskimäärin 10 m leveä) huomattavasti leveämpi (tutkimusalueella 40-60 m) ja syvämpi (kohteissa aina 4,6 m syvyyteen), joten linjat vedettiin toiselta rannalta niin pitkälle kuin köyttä riitti (50 m). Mustionjoella simpukkatihetyksien ollessa suuria simpukoita kerättiin eri syvyyksiltä muutaman metrin pätkinä eikä koko linjan pituudelta.



Kuva 7. Mustionjoen sukelluslinjojen (1-7) sijainti Karjaan keskustassa.

Simpukat kerättiin erillisiin pusseihin ottaen huomioon ympäristötekijöiden muutokset linjalla. Kun pohjanlaatu, kasvillisuus tai syvyys muuttui selkeästi (syvyyden osalta 1 m), keruupussia vaihdettiin ja kustakin elinympäristöstä kirjattiin syvyys, pohjanlaatu, virtausnopeus sekä kasvillisuuden ja järvisien peittävyys. Ainoastaan syvyyden mittaamisessa käytettiin mittaria. Peittävyys, pohjanlaatu (kunkin lajitteen peittävyys ruudulla) ja virtausnopeus perustuivat sukeltajan arvioon. Pohjanlaatu jaettiin aineiston keruuvaiheessa seuraaviin luokkiin: pulteri/kallio (0,5 - >1 m), kivikko (10-50 cm), sora (0,2-10 cm), hiekka (~0,2-2 mm), hieta-hiesu (~0,002-0,2 mm) savi (<0,002 mm) ja lieju. Jaottelu tehtiin silmämääräisenä arviona. Orgaanista ainesta sisältävä pohja luettiin aina liejuksi, riippumatta rae-koosta. Orgaaninen aines erottuu pohjassa tummempana aineksena. Tarkkaa rajaa pehmeän epäorgaanisen ja orgaanisen pohjan välille ei pyritty tekemään. Tutkimuksessa haluttiin erottaa vain selkeästi orgaanista ainesta sisältävät pohjat niukasti orgaanista ainesta sisältävistä pohjista.

Tulosten analysointivaiheessa pohjan muuttujat jaettiin seuraaviin luokkiin: orgaaninen (lieju), pehmeä (savi, hiesu ja hiekka) ja kova pohja (sora ja sitä suurempi kiviaines). Syvyydestä laskettiin sukeltajan alan keskisyvyys - syvyyden ylä- ja alarajan keskiarvona - josta yhdessä tarkastellun alan pituuden kanssa laskettiin koealalle keskimääräinen kallistuskulma. Johtuen simpukoiden vähintään osittaisesta kaivautumisesta pohjan sisälle, simpukoita on mahdotonta tunnistaa kaivamatta niitä esiin. Työn nopeuttamiseksi tunnistaminen lajilleen tapahtui pinnalla, jonka jälkeen simpukat palautettiin linjalle.



Kuva 8. Opinnäytetyön aineiston keräämistä Nummenjoen linjalla 8. Kuva: Vuokko Ljungberg.

## 2.4 Pohjanlaadun vaikutus vuollejokisimpukka-tiheyteen, EFRA

Ympäristömuuttujien vaikutusta vuollejokisimpukan tiheyteen tutkittiin korrelaation ja regressiomallien avulla. Luonnonaineistoissa on aina paljon vaihtelua ja eri muuttujien välisiä riippuvuuksia. Kaikkia relevantteja muuttujia on mahdoton tunnistaa ja mitata, joten käytettävien mallien on kyettävä yhdistämään aineiston muuttujia. Tässä tärkeänä tekijänä on se, että mallit perustuvat ilmiön ekologisiin mekanismeihin. Sen sijaan, että pyrittäisiin laskemaan yksinkertaisia tunnuslukuja aineistosta, on mielekkäämpää pureutua siihen, mitkä tekijät todella määräävät tai rajoittavat tietyssä ympäristössä tutkimuskohteen esiintymistä.

Vuollejokisimpukan menestystä mitattiin tässä tutkimuksessa tiheytenä, jolla on merkitystä esimerkiksi lisääntymiskelpoisuuden kannalta. Lisääntymisaikana koiraiden ja naaraiden on sijaittava tarpeeksi lähellä toisiaan hedelmöityksen onnistumiseksi, sillä vain murto-osa koirassukusoluista pääsee kontaktiin naarassukusolujen kanssa. Tiheämmässä paikallispopulaatiossa hedelmöityksen todennäköisyys on suurempi. Vuollejokisimpukan parhaan elinympäristön kuvaamiseen simpukkatiheyden perusteella ja keskeisten muuttujien vaikutuksen ja roolin kuvaamiseen käytettiin apuna ns. EFRA-menetelmää (explanatory framework regression analysis), jota muun muassa Sah ym. (2006) sekä Rita & Lehtonen (käsikirjoitus) ovat käyttäneet.

EFRA-menetelmässä kustakin tarkasteltavasta ympäristömuuttujasta voidaan luoda erikseen joukko regressioanalyysipohjaisia malleja, jotka eroavat toisistaan muiden mukaan otettujen selittäjien suhteen. Uusien muuttujien lisäämisen vaikutus kiinnostuksen kohteena olevan alkuperäismuuttujan kulmakertoimeen antaa tietoa sen merkityksestä ja roolista suhteessa tutkittavaan vasteeseen. Numeeristen muuttujien tapauksessa on kyse monen selittäjän regressiomalleista (suull. tiedonanto Rita 2007).

Menetelmä on ei-tilastollinen tapa esittää tilastollisen parametrin, tässä tapauksessa regression kulmakertoimen muutosta, lisättäessä regressioon yksitellen uusia muuttujia. Tulokset, eli muutos, voidaan esittää esimerkiksi kuvassa. Mallia tarkasteltaessa siis seurataan lisättävien muuttujien vaikutusta alkuperäismuuttujan kulmakertoimeen. Lisättävien muuttujien vaikutus (confounding) saattaa to-

dellisuudessa kohdistua sekä alkuperäiseen ympäristömuuttujaan, että vasteeseen eli tutkimuskohteeseen. Tällöin lisätty muuttuja välittää mallissa alkuperäisen muuttujan vaikutusta vasteeseen (intervening). Käytännössä malliin lisättävien muuttujien järjestys vaikuttaa kulmakertoimen suuruuteen. Tämä näkyy graafisessa tulkinnassa poikkeamana edellisen kulmakertoimen arvosta. Uusi muuttuja voi kasvattaa tai pienentää kulmakerrointa, joka on tulkittavissa alkuperäismuuttujan vaikutuksen voimistumisena tai heikkenemisenä. Jos kulmakerroin ei juurikaan muutu uusien muuttujien lisäyksen myötä, voidaan muuttujalla tulkita olevan vakaa, muista tekijöistä itsenäinen vaikutus tutkittavan vasteen suhteen. Mallissa tapahtuvien muutosten tulkinnassa käytetään ekologista tietämystä tutkimuskohteen suhteesta muuttujiin. Mallia tulkitaan tässä tutkimuksessa kvalitatiivisesti, sillä kvantitatiivisen tulkinnan ehtona on, että lisättävät muuttujat eivät korreloi alkuperäismuuttujan kanssa tai keskenään. Myös epälineaariset vasteet heikentävät kvantitatiivista tulkintaa. (suull. tiedonanto Rita 2007)

Vuollejokisimpukkaa tavataan pääosin pehmeällä pohjalla (Koli 1961, Lewandowski 1990, Kołodziejczyk 1992, Valovirta 1999), jonka vuoksi EFRAmenetelmällä tarkasteltavaksi ympäristömuuttujiksi valittiin pohjanlaadut (orgaaninen, pehmeä ja kova). Muiden muuttujien ja pohjanlaadun yhteisvaikutusta vuollejokisimpukkaan tutkittiin lisäämällä nämä muuttujat yksi kerrallaan. Mustionjoen vertailuaineistosta ei mallia rakennettu.

Alkuperäisen pohjanlaatumuuttujan jälkeen malliin lisättiin erikseen muut pohjanlaadut ja sitten kaikki kolme pohjanlaadua yhdessä. Tämän jälkeen lisättiin syvyys, kaltevuus, virtausnopeus sekä kasvillisuuden ja järvisien peittävyys. Tällaisessa tapauksessa uuden muuttujan luoma kulmakerroin syntyy kaikkien edellisten muuttujien yhteisvaikutuksesta. Lisäysjärjestyksen kannalta erityisesti seuraavanlaisiin asioihin kiinnitettiin huomiota. Pohjan syvyysuhteet (keskisyvyys koelalla) joessa pysyvät muuttumattomina, vaikka vedenkorkeus vaihtelee vuoden aikana jopa 3 m. Myös kaltevuus on vakaa tekijä. Virtausnopeus lisättiin malliin jokimorfologiaa kuvaavien muuttujien jälkeen, sillä se on muuttujista herkin esimerkiksi sään muutoksille. Kasvillisuus ja järvisien kasvustot muuttuvat hitaammin kuin virtausnopeus, mutta koska Nummenjoessa on niukasti kasvillisuutta ja järvisientä, näiden vaikutus jää aineistossa pieneksi. Jos Nummenjoessa olisi enemmän kasvillisuutta, olisi virtauksen ja kasvillisuuden lisäysjärjestyksestä mielekkäämpää pohtia enemmän.

Ympäristömuuttujien yhteisvaikutusmallin lisäksi, syvyyden, pohjan kaltevuuden, virtausnopeuden, kasvillisuuden ja järvisien peittävyyden vaikutusta suoraan pohjanlaatuihin testattiin kahden selittävän tekijän multiregressiolla, jotta kyseisten yksittäisten muuttujien ja pohjanlaadun suhtautuminen toisiinsa ja vuollejokisimpukkatihetyteen selkiytyy.

Johtuen aineiston keruumenetelmästä ja jokien morfologiasta tarkasteltu pinta-ala jokien välillä, linjoilla ja habitaateissa erosi jonkin verran. Tällä on luonnollisesti jonkinasteinen vaikutus kulmakertoimiin, mutta tämä on pyritty ottamaan huomioon tulosten tarkastelussa.

## 2.5 Vuollejokisimpukan liikkuminen: liikuntakoe

Vuollejokisimpukan liikkumista sekä horisontaali- että vertikaalisuunnassa tutkittiin liikuntakokeella Nummenjoen Pirkkulansillan yläpuolisella jokiosuudella (kuva 6, alue sijaitsee linjan 13 alapuolella). Kokeissa käytetyt vuollejokisimpukat sukkellettiin koelueen läheisyydestä ja näistä valittiin 50 kappaletta, 60-70 mm mittaista yksilöä, jotka merkattiin siimaan kiinnitetyllä pienellä lipulla, jossa oli

juokseva numerointi. Liput kiinnitettiin liimaamalla siima varovasti pikaliimalla simpukoiden takapäähän (posteriori), noin 1 cm päähän kuoren reunasta. Kuoreen tehtävä suora merkintä olisi hankala kaivautuneiden simpukoiden havaitsemiseen, jonka lisäksi kuoreen kertyy virran mukana ajelehtivia partikkeleita, jotka peittävät esimerkiksi tussilla tehdyn merkinnän. Siima lippuineen oli yhteensä 6 cm pitkä, jotta kaivautuneenkin simpukan löytäminen olisi mahdollista.

Koealueelle (keskisyvyys oli noin 1 m) tehtiin puukepeistä 20 m x 4 m ruudukko, jossa merkkikepit olivat 1 m välein. Aakkostetut ja numeroidut mittakepit aseteltiin alumiinikehikon avulla pohjalle symmetrisen koordinaatiston luomiseksi. Merkatut simpukkayksilöt asetettiin ruudukon keskipaikoille valittuun neliöön siten, että kaikki 50 simpukkaa olivat 10 cm välein toisiinsa nähden. Vuollejo-kisimpukkaa ja muita suursimpukoita esiintyy luonnollisestikin paikoin hyvin tiheässä, joten 50 kpl m<sup>2</sup> tiheyden ei pitäisi aiheuttaa ylimääräistä stressiä. Simpukat painettiin kevyesti (1/4 osa kuoresta) etupää (anterioori) edellä pohjaan simpukoille luonnolliseen pystyasentoon. Liikkumis-, kaivautumis- ja sorakäsittelykokeissa käytetyt menetelmät on koottu liitteeseen 2.



Kuva 9. Nummenjoen liikunta- ja kaivautumiskokeiden perustamista Pirkkulansillan yläpuolella. Sukeltaja vie pinnalla merkatut simpukat joen pohjalle tunnettuun pisteeseen. Kuva: Harri Aulaskari.

Simpukoiden liikettä käytiin seuraamassa aloituksesta ensimmäisen viikon aikana päivittäin. Sijainti ja etäisyys lähtöpisteestä sekä edellisen päivän sijainnista saatiin mittaamalla simpukan etäisyys kahdesta tunnetusta nurkkakepistä ja laskemalla sijainti koordinaatistossa. Pohjan muodon epätasaisuudesta johtuen kepit eivät aina muodostaneet aivan tasasivuista neliötä ja tuloksiin aiheutuu muutamien senttimetrin heitto todelliseen sijaintiin nähden. Tällä ei ole kuitenkaan suurta merkitystä tuloksista tehtävien johtopäätösten kannalta.

Kaivautumisaste kirjattiin arvioimalla simpukan kaivautuneen osan suhde pituuteen; 0 = ei lainkaan kaivautunut, 0,25, 0,5 ja 0,75 = osittain kaivautunut, 1 = kokonaan kaivautunut. Pohjanlaatu on jätetty liikuntakokeissa huomiotta, sillä se ei juurikaan vaihdellut koealueella, vaan oli hiekka-hiesu seosta. Ensimmäisen viikon jälkeen tarkastelussa oli viikon tauko ja toisen ja kolmannen viikon lopussa sijainnit ja kaivautuminen käytiin vielä tarkastamassa. Koe oli siis yhteensä 3 viikon mittainen. Koe lopetettiin kolmannen viikon jälkeen näkyvyyden heikkenemisen ja varusteongelmien vuoksi.



## 2.6 Kaivautuneiden simpukoiden osuus populaatiosta

Liikkumiskokeiden lisäksi haluttiin selvittää sukeltamalla havaittavien simpukoiden osuutta todellisista simpukkamääristä. Tällä toivottiin myös saatavan tietoa ikäluokkien suhteesta pohjan sisällä ja pinnalla, sillä sukeltajan on vaikea havaita etenkin nuoria alle 3-vuotiaita simpukoita. Liikuntakokeissa apuna käytetyltä ruudukolta valittiin satunnaisesti kolme 1 m<sup>2</sup> suuruista ruutua, joiden pinnalta sukeltaja keräsi ensin kaikki silmin havaittavat simpukat. Pintakeruun jälkeen sukeltaja kaivoi sedimenttiä keskimäärin 10 cm (5-15 cm) syvyydeltä erilliseen keruupussiin. Käytännössä pohjaa kaivattiin niin kauan, että vastaan tuli savipohja, mutta yhdellä ruudulla hiekkapohjaa jatkui vielä osassa ruutua 15 cm syvyyden jälkeen, johon kaivaminen päätettiin lopettaa. Vaikka kaivettavat neliöt valittiin ruudukolta satunnaisesti, niin sukeltaja testasi ensin arvottujen ruutujen hiekkakerroksen syvyyden. Hiekkakerroksen paksuuden jäädessä alle 5 cm valittiin uusi ruutu. Kaikki ruudut sijaitsivat liikuntakokeen aloitusruudun alapuolella, jotta liikuntakokeen simpukat eivät häiriintyisi kaivamisesta.

Pinnalla pohjamassa seulottiin ja löytyneet simpukat laskettiin ja mitattiin. Pohjan sisältä ja ruudun pinnalta löytyneitä simpukoita verrattiin määrällisesti ja kokojakauman osalta. Tunnistamisen kannalta alle 1 cm simpukoiden erottelu lajitasolla on haastavaa. Käytännössä vuollejokisimpukoiden kuori on muhkurainen kun taas muilla suursimpukoilla samankokoiset kuoret ovat tasaisempia (suull. tiedonanto Valovirta 2006a).

## 2.7 Sorakäsittely

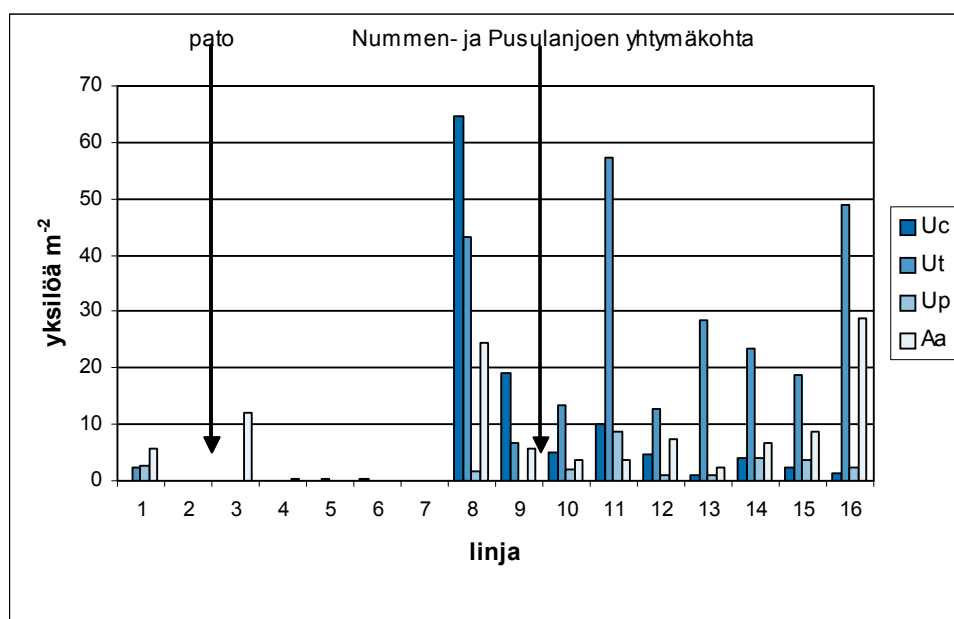
Kalataloudellisten kunnostusten yhteydessä pohjaa muokataan usein lisäämällä taimenelle kutusoraikkoa. Pohjalle kipattavan soran muodostaman kerroksen paksuudesta on vain arvioita, mutta kerros voi olla jopa puolen metrin paksuinen ja käytännössä sen paksuutta on lähes mahdoton kontrolloida. Tutkimuksessa testattiin sorakerroksen paksuuden vaikutusta simpukoiden selviytymiseen.

Nummenjoen liikuntakokeen yhteyteen rajattiin pohjaan kanaverkosta pyöreä halkaisijaltaan 0,5 m oleva häkki, jolla oli korkeutta 0,5 m. Kanaverkko pultattiin kepeillä pohjaan ja 15 merkattua simpukkaa asetettiin pohjalle, jonka jälkeen niiden päälle lisättiin 10 cm soraa, raekooltaan noin 2-5 cm. Kokeen aloituksesta seuraavana päivänä havaittiin, että kaikki simpukat olivat kaivautuneet kerroksen läpi pintaan, joten koe uusittiin. Sora poistettiin ja simpukat asetettiin jälleen pohjalle, mutta nyt lisättiin 30 cm soraa niiden päälle ja pintaan tiensä löytäneiden simpukoiden määrää havainnoitiin seuraavana päivänä ja seuraavan kahden viikon aikana liikuntakokeiden yhteydessä.

## 3 Tulokset

### 3.1 Simpukkatihedyet Nummenjoella

Nummenjoen linjoilta 1-5 ei löydetty vuollejokisimpukkaa (kuva 10). Linjalla 1 ainoat löydetyt simpukat löytyivät muuten niin matalaa (0,2 m) jokipätkää syvemmiltä (0,5 m) ulpukkareunoilta (*Nuphar lutea*, L.). Linjan 2 alapuolelta löytyi vain yksittäinen vuollejokisimpukka. Linjalta 3 eli padon jälkeisestä vasemmasta haarasta löytyi vain pikkujärvisimpukkaa 1 m syvän kovapohjaisen rakennetun uoman pehmeältä törmältä. Linjat 4 ja 5 olivat suurelta osin kivi- tai sorapohjaisia ja syvyyttä linjoilla oli keskimäärin vain 0,3 cm, mutta näiltä löytyi kuitenkin muutama sysijoki- ja pikkujärvisimpukka. Padon alapuolisilla linjoilla, vasta linjalla 6 havaittiin vuollejokisimpukoita (0,24 yksilöä m<sup>-2</sup>). Uoma syvenee linjasta eteenpäin pienelle pätkälle ja virtaus tasoittuu koskimaisen pätkän (linjat 4 ja 5) pyörteilystä. Padon jälkeisten haarojen koskimaisessa yhtymäkohdassa (linja 7) ei tavattu yhtäkään simpukkayksilöä. Yhtymäkohdan pohja on pääosin nyrkinkokoista kiveä ja virtaus 20 cm s<sup>-1</sup>. Pääosin kivikkoisilta linjoilta 2 ja 7 ei havaittu mitään lajeja.



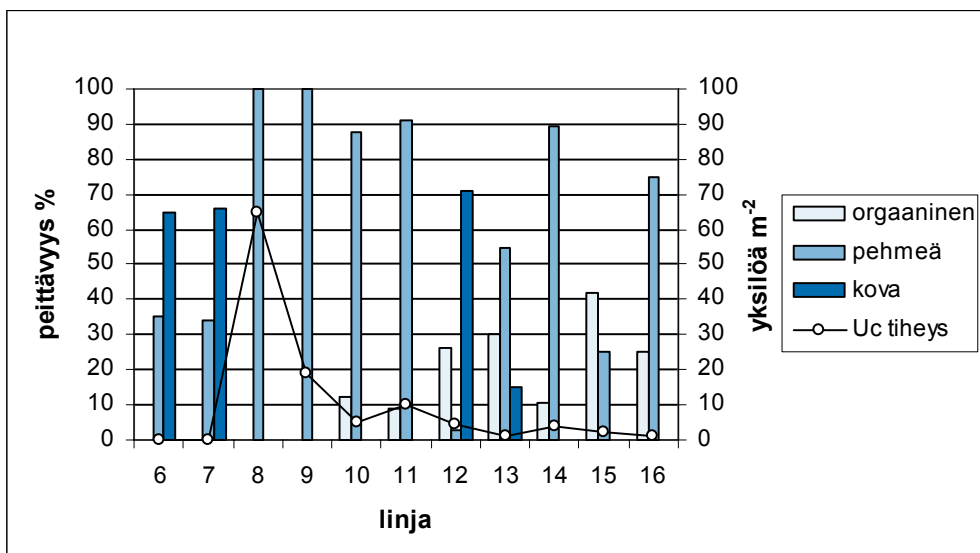
Kuva 10. Vuollejoki- (Uc), soukkojoki- (Up)-, sysijoki- (Ut) ja pikkujärvisimpukan (Aa) esiintymistiheydet Nummenjoen sukelluslinjoilla.

Linjalta 8 ja kaikilta linjoilta alavirtaan tämän jälkeen löytyi poikkeuksetta vuollejokisimpukkaa ja muita jokisimpukkalajeja sekä pikkujärvisimpukkaa. Linjojen syvin piste (1,4 m) löytyi linjalta 13, mutta uoman keskimääräinen syvyys linjoilla oli matalimmillaan vain 0,4 m. Pohjanlaatu linjoilla oli pääosin pehmeää pohjaa ja yleensä vain uoman reunoilla oli liejuuntunutta orgaanista pohjaa. Virtaus uomassa vaihteli 2-10 cm s<sup>-1</sup> ja oli törmillä oli yleensä hieman heikompi kuin uoman keskellä. Kasvillisuutta oli jokiuomassa reilusti ainoastaan Pusulanjoen ja Nummenjoen risteymäkohdassa linjalla 10. Muutoin kasvillisuus, joka oli pääosin ulpukkaa ja ratamosarpiota (*Alismataceae plantago*, L.), rajoittui rantapenkoille tai aivan muutamman senttimetrin pinnan alapuolelle. Nummenjoessa järvisientä (*Spongilla lacustris*, L.) tavattiin ainoastaan linjoilla 12 ja 13 ja näissäkin kasvustoa oli ainoastaan muutamman neliösenttimetrin kokoisella alueella. Puuainesta oli mainittavasti ainoas-

taan linjalla 15, jossa lehdet, oksat, tukit ja juurakko täyttivät uoman vasemmalla reunalla näytealan kokonaisuudessaan. Kyseiseltä linjalta ei löydetty vuollejokisimpukkaa, mutta kylläkin sysijokisimpukkaa, soukkojokisimpukkaa ja pikkujärvisimpukkaa yhteensä tiheydellä 25 yksilöä m<sup>-2</sup>.

Vuollejokisimpukkatihetydet linjoilla vaihtelivat välillä 1-65 yksilöä m<sup>-2</sup> tyhjiä linjoja lukuun ottamatta. Positiivisten koealojen kesken tiheys vaihteli 0,1-85 yksilöä m<sup>-2</sup>, mutta linjoilla oli aina myös vuollejokisimpukasta tyhjiä alueita, jotka eivät silmämääräisesti poikenneet tarkasteltujen muuttujien suhteen muista alueista. Ainoastaan linjalla 8 vuollejokisimpukkaa oli tasaisesti koko linjalla.

Suurin vuollejokisimpukkatihetyys (85 yksilöä m<sup>-2</sup>) koealalla löytyi linjalta 9, jossa linjalle sattuneessa kuopassa vuollejoki-, sysijoki- ja pikkujärvisimpukoita oli vieri vieressä keskenään. Linjoilta löytyi vuollejokisimpukan lisäksi pääasiassa sysijokisimpukkaa (maksimi 57 yksilöä m<sup>-2</sup>), vähemmän pikkujärvisimpukkaa (maksimi 29 yksilöä m<sup>-2</sup>) ja vähäisissä määrin soukkojokisimpukkaa (maksimi 8 yksilöä m<sup>-2</sup>). Näiden simpukkalajien osuudet yhteensä linjoilla tavatuista muista simpukoista (ei siis vuollejokisimpukkaa mukana) olivat *U. tumidus* 70 % *U. pictorum* 6 % ja *A. anatina* 24 %. Näiden simpukoiden tiheydet linjoilla vaihtelivat nolasta aina maksimitiheyksiinsä.



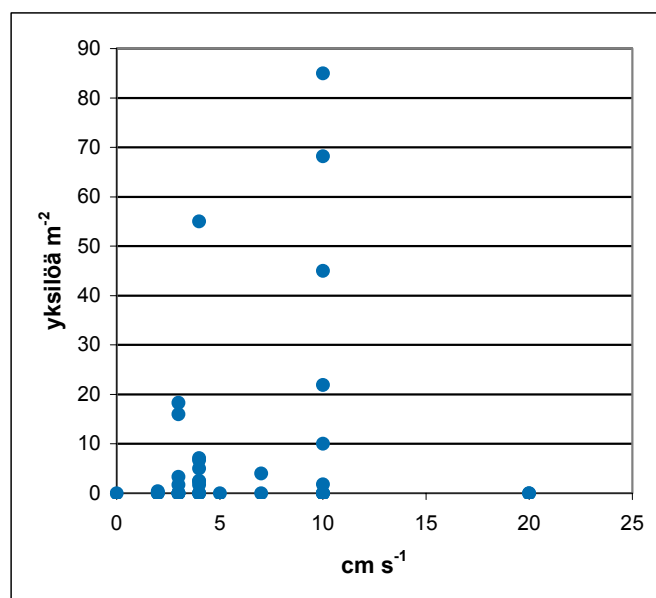
Kuva 11. Orgaanisen, pehmeän ja kovan pohjan peittävyys sekä vuollejokisimpukkatihetydet (Uc) Nummenjoen sukelluslinjoilla.

Pehmeän pohjanlaadun osuus ei suoraan kerro vuollejokisimpukkatihetydestä (kuva 11). Linjoilla, joilla valtaosa pohjasta on pehmeää ainesta, vuollejokisimpukkatihetydet eivät ole sen suurempia kuin muillakaan linjoilla. Pehmeän pohjan määrä näyttää kuitenkin lähestyvän merkittävää korrelaatiota ( $r^2 = 0,314$ ,  $p = 0,055$ , taulukko 2). Vuollejokisimpukkatihetyys ei korreloi yksittäisten ympäristömuuttujien kesken (taulukko 2), paitsi virtausnopeuden kanssa ( $r^2 = 0,358$ ,  $p = 0,022$ ), jos aineistosta rajataan pois virtausnopeuden ääripää (20 cm s<sup>-1</sup>) alue, linja 7. Orgaanisen ja kovan pohjan suurempi osuus, syvyyden kasvaminen ja kallistuksen voimistuminen, sekä kasvillisuus- ja järvisienimassan peittävyys vaikuttavat negatiivisesti vuollejokisimpukkatihetyteen, vaikka kasvillisuuden ja järvisienen peittävyys osalta aineisto on heikko (taulukko 2).

Taulukko 2. Vuollejokisimpukattiheyden ja ympäristömuuttujien välinen korrelaatio Nummenjoella ja Mustionjoessa. Aineistossa Nummenjoen osalta vain linjat 6-16 ja erikseen ilman linjaa 7. \* Tilastollisesti merkitsevä korrelaatio.

	Nummenjoki		Mustionjoki	
	r <sup>2</sup>	p-arvo	r <sup>2</sup>	p-arvo
Orgaanisen pohjan %	-0,192	0,248	-0,277	0,237
Pehmeän pohjan %	0,314	0,055	0,123	0,606
Kovan pohjan %	-0,162	0,330	0,047	0,845
Keskisyvyys	-0,172	0,301	0,532 *	0,016
Kallistus	-0,176	0,292	-0,373	0,105
Virtausnopeus	0,172	0,310	0,261	0,267
Virtausnopeus (ilman linjaa 7)	0,358 *	0,022		
Kasvillisuus %	-0,100	0,549	0,593 *	0,006
Järvisieni %	-0,092	0,583	-0,251	0,285
N	35		20	

Virtausnopeuden ja vuollejokisimpukattiheyden välinen yhteys (kuva 12) ei ole lineaarinen, vaan jossain tulee vastaan liian suuren virtausnopeuden yläraja. Virtausnopeudeltaan yläpään arvoja edustavien alueiden puuttuminen ei anna tietoa vasteen muodosta.

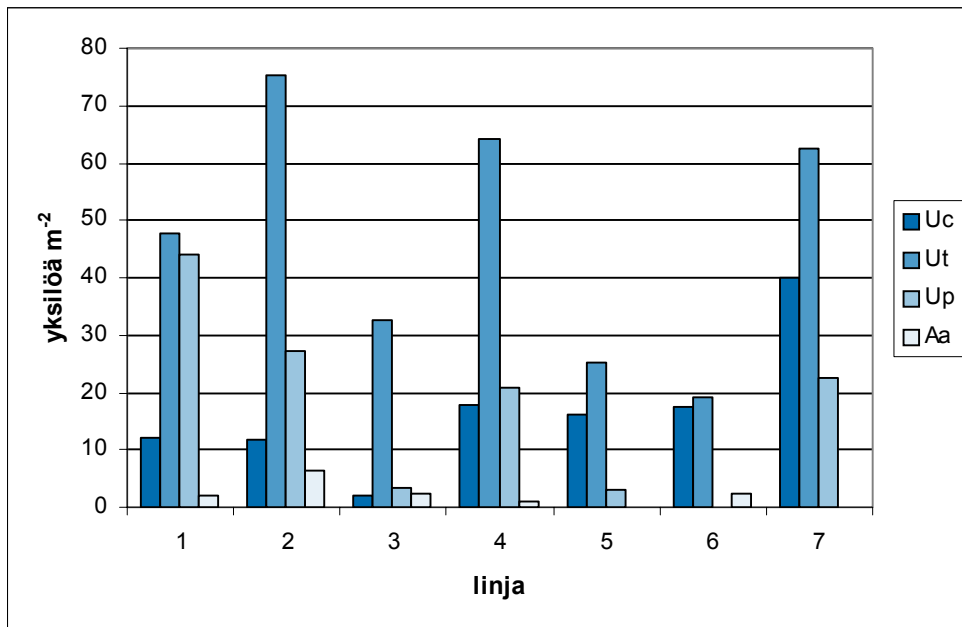


Kuva 12. Virtausnopeuden (cm s<sup>-1</sup>) ja vuollejokisimpukattiheyden välinen yhteys Nummenjoessa (linjat 6-16).

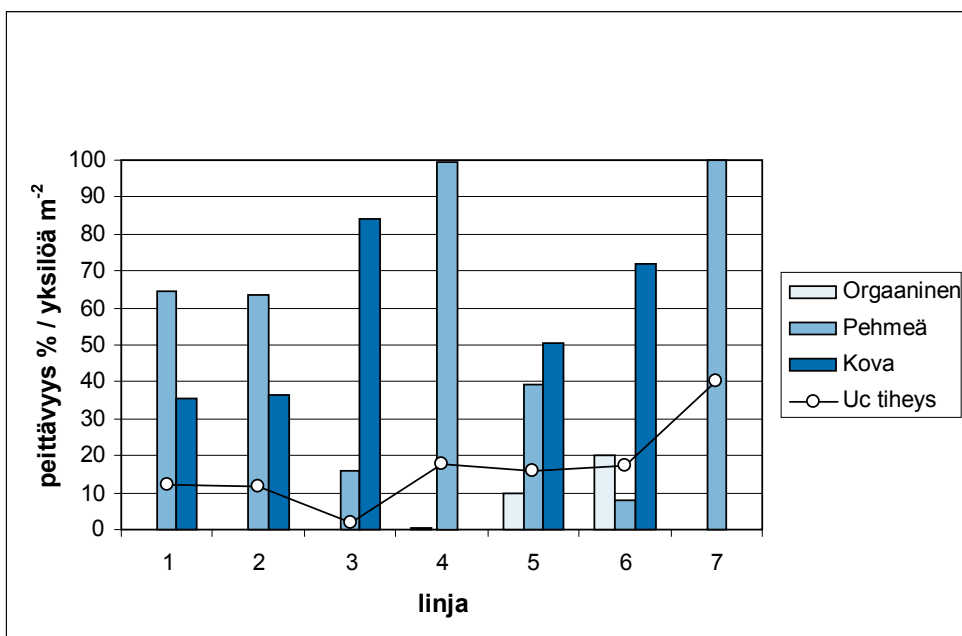
### 3.2 Simpukattiheydet Mustionjoella

Kaikilla Mustionjoen linjoilla tavattiin vuollejokisimpukkaa ja keskimääräiset tiheydet linjoilla vaihtelivat välillä 2-40 yksilöä m<sup>-2</sup> ja koealoilla välillä 0-40 yksilöä m<sup>-2</sup> (kuva 13). Muita Unionidae-simpukoita linjoilla saattoi olla enimmillään yhteensä jopa 20 kertaa enemmän kuin vuollejokisimpukkaa. Linjoilla muiden suur-simpukoiden tiheydet vaihtelivat välillä 22-109 yksilöä m<sup>-2</sup> ja koealoilla 18-300 yk-

silöä m<sup>2</sup>. Yleisimmät lajit olivat sysijoki- ja soukkojokisimpukka. Pikkujärvisimpukkaa Mustionjoessa oli huomattavasti vähemmän Nummenjoella ja jokihelmisimpukkaa tavattiin yksi yksilö linjalla 7. Pohjanlaadulla Mustionjoessa kuten ei myöskään Nummenjoella näytä olevan yksiselitteistä yhteyttä vuollejokisimpukattiheyteen (kuva 14).

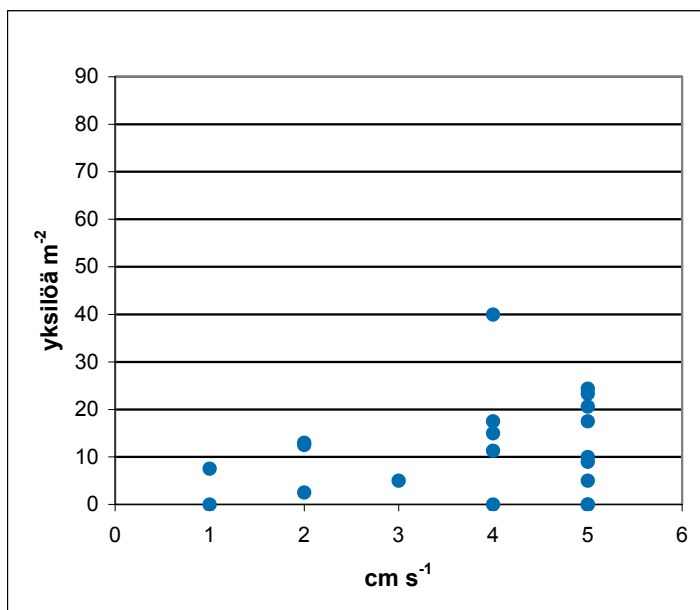


Kuva 13. Vuollejoki- (Uc), soukkojoki- (Up), sysijoki- (Ut) ja pikkujärvisimpukan tiheydet Mustionjoen sukelluslinjoilla.

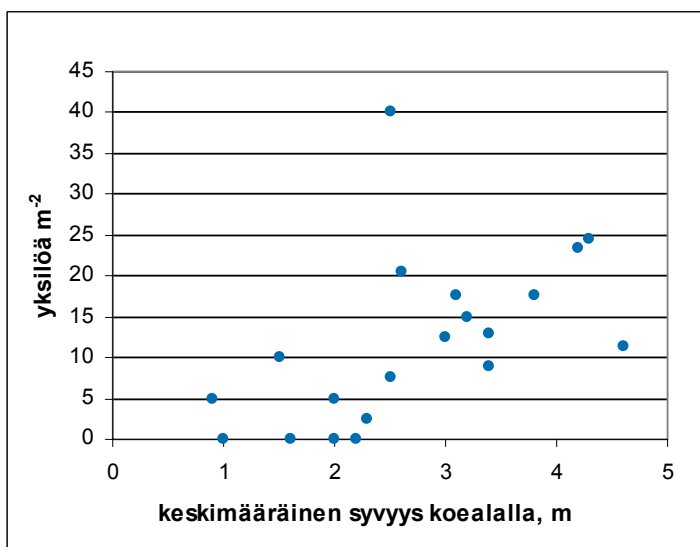


Kuva 14. Orgaanisen, pehmeän ja kovan pohjan peittävyudet sekä vuollejokisimpukattiheydet (Uc) Mustionjoen sukelluslinjoilla.

Virtaus Mustionjoen linjoilla pysyi aina alle  $5 \text{ cm s}^{-1}$  (kuva 15), eikä se ollut tilastollisesti merkittävä selittäjä simpukkatihedysten suhteen (taulukko 2).



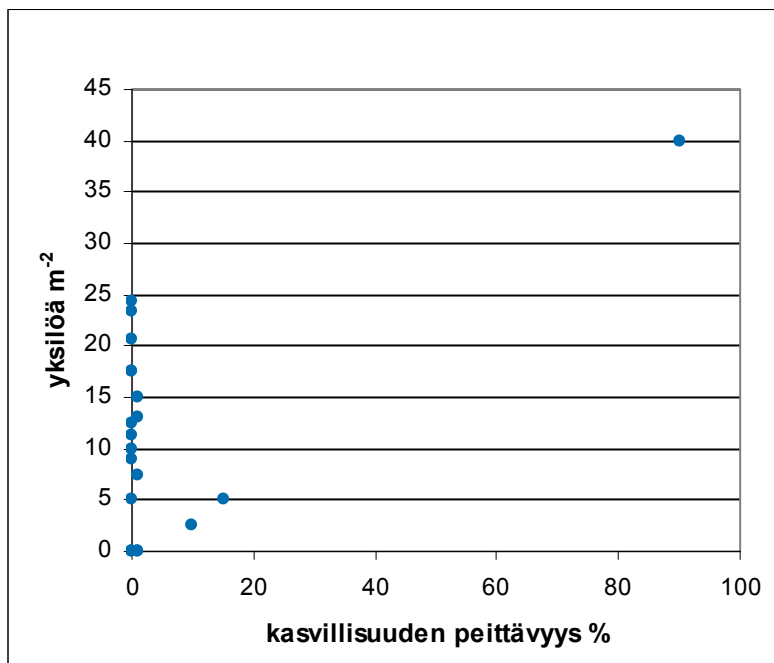
Kuva 15. Virtausnopeuden ( $\text{cm s}^{-1}$ ) ja vuosijokisimpukkatihedysten välinen yhteys Mustionjoessa.



Kuva 16. Keskimääräisen syvyyden (m) ja vuosijokisimpukkatihedysten välinen yhteys Mustionjoella.

Kaltevyyden ja syvyyden voisi kuvitella olevan jokseenkin syvässä Mustionjoessa huomattavasti vaikuttavampia tekijöitä kuin Nummenjoessa, mutta simpukkatihedys ei näyttänyt korreloivan mitenkään pohjan kallistusasteen kanssa (taulukko 2). Voimakkaimmin kallistuneellakin ( $30^\circ$ ) koealalla löytyi vuosijokisimpukkaa ( $5 \text{ yksilöä m}^{-2}$ ), mutta toisilla törmillä simpukat saattoivat puuttua kokonaan. Suurin osa pohjan pinta-alasta oli 3-4 metrin syvyydellä. Syvin piste ( $4,6 \text{ m}$ ) sijaitsi linjalla 2 ja matalinkin linja ulottui aina 2,3 m syvyydelle. Syvyyden kasvu korreloi Mustionjoessa merkittävästi vuosijokisimpukkatihedysten kanssa (taulukko 2 ja kuva 16) toisin kuin Nummenjoessa. Mustionjoessa vuosijokisimpukkaa ei havaittu juurikaan 1 m syvyyden yläpuolella. Ainoastaan linjalla 4 vuosijokisimpukkaa oli noin 0,5 m syvyydellä ja sielläkin vain kaksi yksilöä.

Kasvillisuutta ei Mustionjoessa ole juurikaan enempää pohjalla kuin Nummenjoessa, mutta linja 7 osui palpakkoniitylle (*Sparganium sp.*), jossa peittävyys oli jopa 90 % pohjasta. Tällä alueella havaittiin vuollejokisimpukan suurin tiheys 40 yksilöä m<sup>2</sup> (kuva 17). Ilman linjaa 7 kasvillisuus ei muodostaisi positiivista korrelaatiota (taulukko 2) vuollejokisimpukattiheyden kanssa.



Kuva 17. Kasvillisuuden ja vuollejokisimpukattiheyden välinen yhteys Mustionjoella.

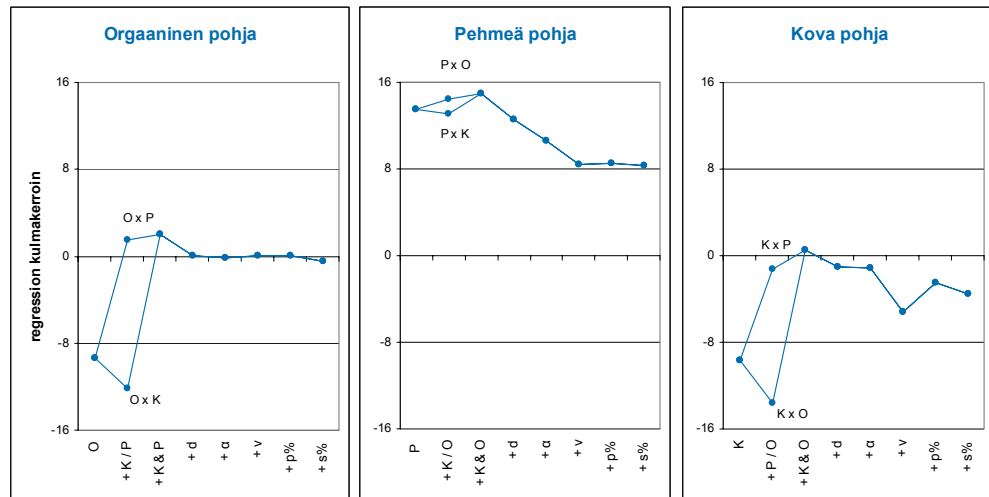
Linjoilla 1, 2 ja 3 tavattiin järvisienikasvustoa, joka saattoi muodostaa laajoja kasvustoja ja peittää koealalta 10–20 % pohjan pinta-alasta. Korrelaatiota järvisienikasvustojen ja vuollejokisimpukattiheyden välillä ei ollut havaittavissa (taulukko 2).

### 3.3 Pohjanlaadun vaikutus vuollejokisimpukattiheyteen, EFRA

Pohjanlaadun malliin lisättävistä muuttujista ainoastaan virtausnopeus pehmeän pohjan lisäksi vaikuttaa positiivisesti tiheyden kasvuun (kuva 18). Jotta mallilla todella päästäisiin kiinni tiheysvaihtelua selittäviin tekijöihin, rajattiin tutkituista linjoista 1-5 pois pohjanlaadun mallista. Padon yläpuolisilta sekä alapuolisilta linjoilta aina linjalle 6 asti puuttuivat kunnolliset havainnot vuollejokisimpukasta ja alueet eivät selkeästikään ole lajin luontaista levinneisyysaluetta.

Pohjanlaatua kuvaavissa malleissa (kuva 18) kaikista positiivisen ja itsenäisin vaikutus vuollejokisimpukattiheyteen näyttää olevan pehmeällä pohjalla (kulmakerroin voimakkaasti positiivisen puolella). Pehmeän pohjan vaikutus (P) ei juuri muutu, vaikka lisätekiöiksi malliin otettaisiin orgaaninen tai kova pohja (+ K / O) tai molemmat yhdessä (+ K & O). Syvyys (d) näyttää hieman heikentävän pehmeän pohjan vaikutusta, vaikka yhteisvaikutus pysyy positiivisena. Samoin kallistuksen voimakkuus ( $\alpha$ ) ja virtausnopeus (v) laskevat hieman vaikutusta mallissa. Kasvillisuudella (p%) tai järvisienellä (s%) ei ole vaikutusta.





Kuva 18. Pohjanlaadun (peittävyys) ja vuollejokisimpukattiheyden regression kulmakertoimet sekä lisättävien ympäristötekijöiden yhteisvaikutus kulmakertoimeen. O = orgaaninen pohja, P = pehmeä pohja, K = kova pohja, d = keskisyvyys (depth),  $\alpha$  = kaltevuus, v = virtausnopeus (velocity), p% = kasvillisuuspeittävyys (plant), s% = järvisieni peittävyys (*Spongilla lacustris*), / = jompikumpi pohjatyypit, & = molemmat pohjatyypit.

Orgaaninen pohja ja kova pohja yksinään sekä yhdessä vaikuttavat negatiivisesti kulmakertoimeen (kuva 18) eli orgaanisen tai kovan pohjan osuuden lisääntyessä vuollejokisimpukattiheys laskee. Vaikutus perustuu eri mekanismeihin, mutta molemmat näyttävät reagoivan samalla tapaan pehmeän pohjan lisäykseen, eli kulmakerroin muuttuu positiiviseksi. Orgaanisen pohjan mallissa loppujen ympäristötekijöiden lisääminen ei muuta selittävyyttä vaan pitää sen lähellä nollaa. Kovan pohjan osalta mallissa 1 virtaus aiheuttaa negatiivisen vaikutuksen, mutta yllättäen kasvillisuus ja järvisieni kasvattavat hieman kulmakerointa. Kovan pohjan kulmakerroin on jatkuvasti hieman pienempi kuin orgaanisen pohjan.

Testattaessa pohjanlaadusta suoraan riippumattomien tekijöiden vaikutusta alkuperäismuuttujaan (taulukko 3), havaitaan etteivät nämä tekijät yksinään vaikuta kulmakertoimeen juurikaan.

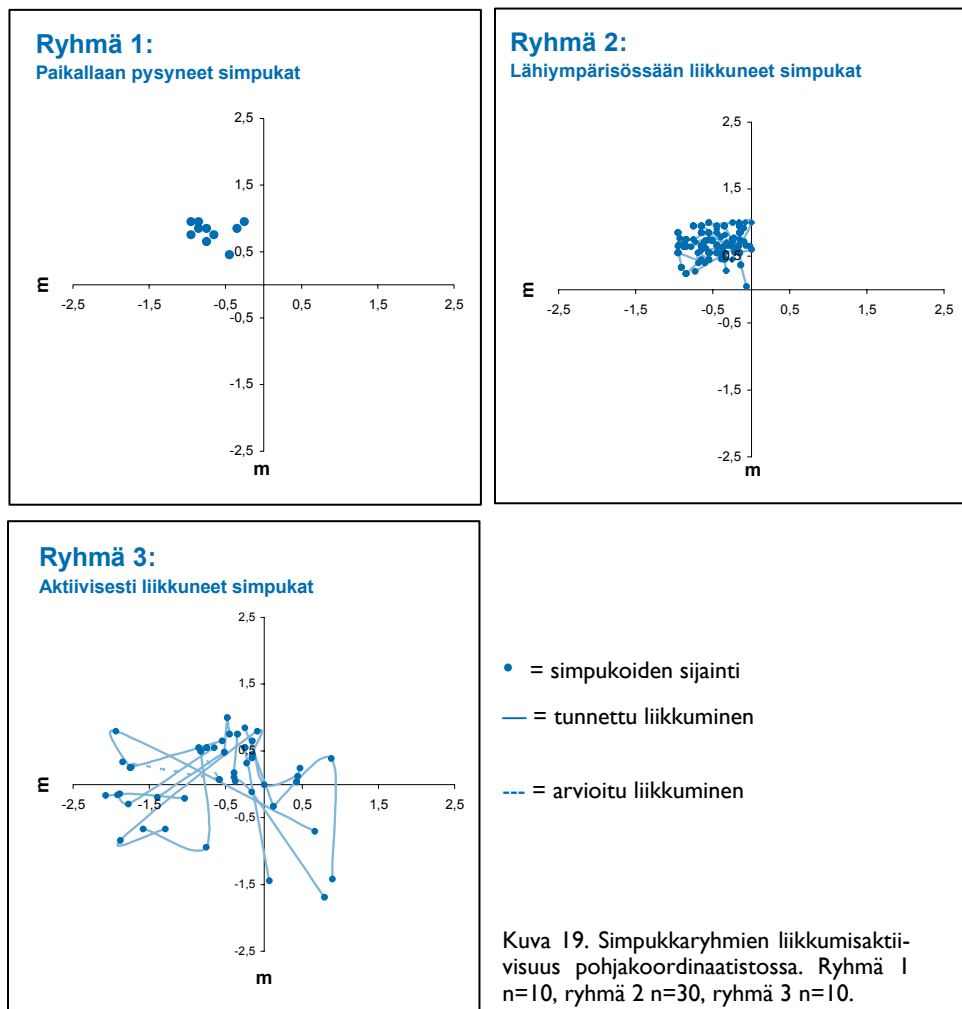
Taulukko 3. Pohjanlaadun ja vuollejokisimpukan välisen regression kulmakerroin yksin ja yhdessä toisen muuttujan kanssa (kahden selittävän muuttujan regressio).

	Orgaaninen	Pehmeä	Kova
Yksin	-9,34	13,55	-9,70
Keskisyvyys	-9,15	12,86	-9,02
Kallistus	-7,82	12,40	-8,32
Virtausnopeus	-8,10	13,71	-13,11
Kasvillisuus %	-10,07	13,25	-8,67
Järvisienen %	-8,85	13,60	-8,89

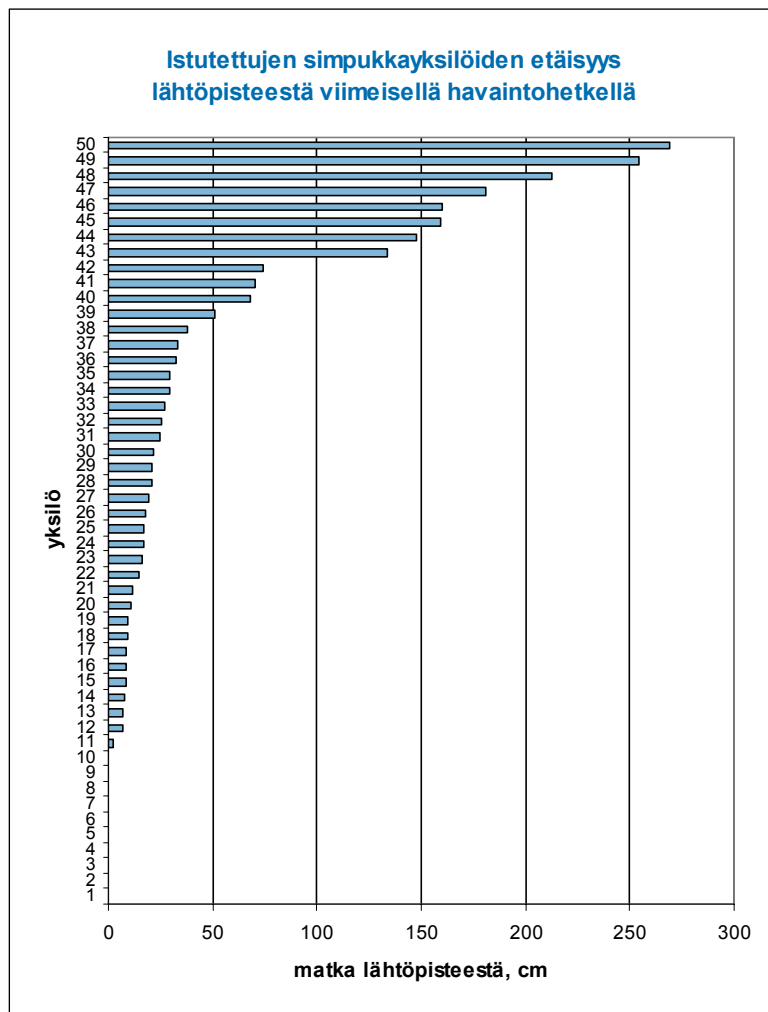
### 3.4 Simpukoiden liikkuminen: liikuntakoe

Istutuksen jälkeisenä päivänä osa simpukoista oli jo liikkunut ja osa kaivautunut syvemmälle (painettu 1/4 osa). Istutettujen simpukoiden käyttäytyminen kokeen aikana horisontaalisen liikkumisen osalta jakautui kolmeen tyyppiin (kuva 19). Ensimmäisen ryhmän simpukat pysyivät paikallaan koko ensimmäisen viikon,

jonka jälkeen näitä yksilöitä ei enää havaittu. Toisen ryhmän simpukat liikkuiivat kukin hieman metrin säteellä, mutta eivät ulos istutusruudusta ( $x = -1-0$  ja  $y = 0-1$ ). Kolmannen ryhmän simpukat tekivät pidempiä matkoja ja kauimmas lähtöpisteestä kulkenut simpukka vaelsi 270 cm (ensimmäisen viikon aikana) lähtöpisteestä (kuva 20).



Ryhmän 1. simpukoiden liikkeen kuvasta (kuva 19) luonnollisesti puuttuvat liiketä kuvaavat viivat, mutta kuva on osittain vajavainen, sillä havainnot simpukoista puuttuvat viikoilta 2 ja 3. Paikallaan pysyneet simpukat ovat siis voineet liikkua seuraavilla viikoilla tai olla niin syväälle kaivautuneina, että niitä oli mahdoton havaita. Sekä toisen että kolmannen ryhmän simpukoiden liikkuminen ei ollut suoraviivaista ja liikkumista tapahtui pohjalla kaikkiin suuntiin ja u-luuppeja havaittiin eli simpukka saattoi liikkua tietyn ajan jälkeen takaisin kohti lähtöpistettä. Liikkeen mutkittelevasta luonteesta johtuen liikuttu matka saattoi muodostua pidemmäksi kuin mitä mitattu etäisyys koeasetelman lähtöpisteestä oli. Suurin laskettavissa oleva simpukan kulkema matka oli noin 490 cm kolmen viikon aikana, mutta valtaosa (80 %) simpukoista liikkui koko havainnointiaikana alle 50 cm lähtöpisteestään (kuva 20).



Kuva 20. Istutettujen simpukkayksilöiden kulkema matka ilmoitettuna viimeisen havaintohetken mukaan.

Lähiympäristössään liikkuneiden simpukoiden liikkeet olivat vaihtelevia (kuva 19). Toiset simpukat etenivät suoraviivaisesti muutaman kymmenen senttimetrin matkan ja jäivät paikalleen. Osa viivytti lähtöään ja liikkui sitten pienen matkan. Osa simpukoista mutkitteli. Aktiivisesti liikkuneiden simpukoiden päivähavaintojen määrä oli hyvä (taulukko 4) ja suunnan muutokset yleisiä (kuva 19). Ensimmäisen ryhmän simpukoista yhtäkään ei enää havaittu toisen ja kolmannen viikon päätteeksi (taulukko 4). Toisessa ja kolmannessa ryhmässä puuttuvat havainnot jakautuivat melko tasaisesti simpukoiden kesken ja vaikka pääpaino puutteista ilmeni samaten toisella ja kolmannella viikolla, niin myös ensimmäiseltä viikolta sijaintitiedot puuttuivat muutamalta yksilöltä.

Taulukko 4. Liikuntakokeen aikana tehtyjen havaintojen ja puuttuvien havaintojen määrä ilmoitettuna liikunta-aktiivisuus ryhmille.

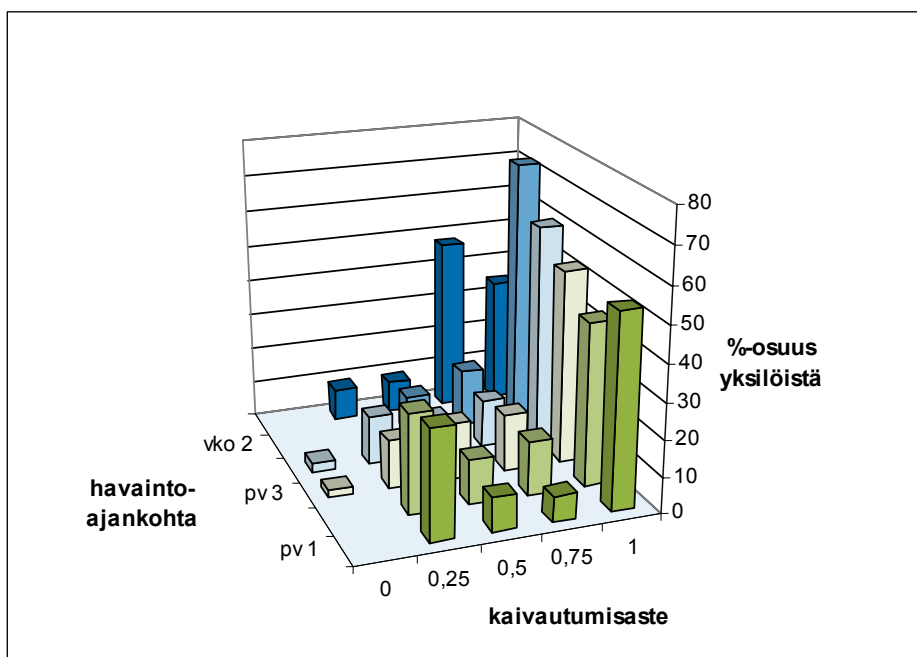
	Ryhmä 1	Ryhmä 2	Ryhmä 3
Havainnot	40	136	49
Puuttuvat havainnot	20	44	11
Yhteensä	60	180	60

Pisimmät simpukoiden kulkemat päivämatkat olivat jopa päälle metrin mittaisia ja pisin päivän aikana kuljettu mitattavissa oleva matka oli 181 cm. Tämän matkan kulkenut simpukka kulki toisena päivänä myös hyvin pitkän matkan 124 cm. Kymmenen pisintä kuljettua päivämatkaa olivat kaikki yli 50 cm (taulukko 5). Näin pitkiä matkoja kaikki simpukat eivät suinkaan kulkeneet, vaan suurin osa kuljetuista päivämatkoista oli keskimäärin 10-15 cm.

Taulukko 5. Kymmenen pisintä havaittua päivämatkaa laskettuna koko aineistosta. 1. ja 4. sijan simpukat ovat sama yksilö.

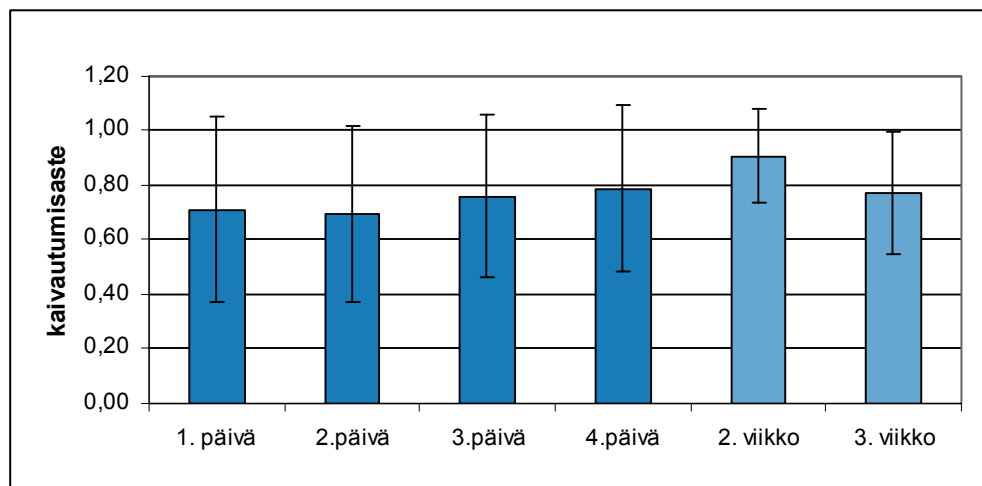
	Päivämatkat, cm
1	181
2	141
3	126
4	124
5	85
6	79
7	58
8	57
9	54
10	52

Liikuntakokeen aloituksen jälkeisenä päivänä (pv 1) kaikki simpukat olivat jo kaivautuneet jonkin asteisesti ja puolet kokonaan, niin että ainoastaan kuoren kärki näkyi (kuva 18). Toisaalta lähtötilanteessa simpukat painettiin kuoren neljänneksen verran pohjan sisään. Ensimmäisellä viikolla kokonaan kaivautuneiden simpukoiden osuus pysyi melko tasaisena (45-61 %) ja toisen viikon lopussa jopa 74 % havaituista simpukoista oli kokonaan kaivautuneena. Kolmannen viikon päätteeksi kokonaan kaivautuneiden osuus oli tippunut 35 %:iin. Toisaalta kolmannella eli viimeisellä viikolla lähes tulkoon puolet simpukoista oli noin 0,75 kaivautuneena.



Kuva 18. Simpukoiden kaivautumisaste liikuntakokeen aikana havaintopäivien mukaan. Havainnot suhteellisina osuuksina. pv = päivä, vko = viikko (viimeinen arkipäivä kustakin viikosta).

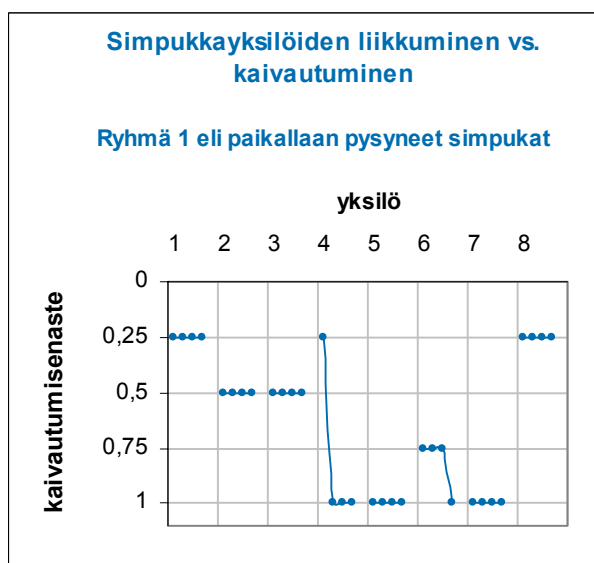
Puolittain kaivautuneiden yksilöiden määrä pysyi koko havainnointijakson ajan 9-16 % välillä ja 0,25 kaivautuneiden osuus väheni samoihin lukuihin ensimmäisten päivien jälkeen noin kolmestakymmenestä prosentista. Kolmantena ja neljäntenä päivänä tavattiin muutama simpukka kokonaan pohjan päällä. Koko aineistosta laskettiin keskimääräinen kaivautumisaste ja hajonta havaintopäiville. Päivien välillä ei havaittu eroja (kuva 22).



Kuva 22. Vuollejokisimpukoiden keskimääräinen kaivautumisaste liikuntakokeissa havaintohetkellä. Keskiahajonta merkitty pylväisiin.

Simpukoiden liikkuminen suhteessa kaivautumiseen tuntuu olevan melko satunnaista. Niistä simpukoista, joista saatiin kaivautumis- ja liikkumistiedot kolmelta tai neljältä ensimmäiseltä päivältä piirrettiin yksilöiden käyttäytymistä kuvaavat kaaviot (kuvat 23, 24 ja 25). Nämä tiedot löytyivät yhteensä 34 simpukkayksilöstä.

Ryhmässä 1 liikettä ei luonnollisesti ole, mutta kaivautuminen yksilöiden välillä vaihtelee silti (kuva 23). Ryhmän 2 eli lähiympäristössään liikkuneiden simpukoiden joukossa oli neljän ensimmäisen päivän aikana simpukoita, jotka eivät liikkuneet ja saattoivat olla kokonaan kaivautuneita tai pinnassa kevyesti kaivautuneena (kuva 24). Neljän ensimmäisen päivän aikana liikkuneissa ryhmän 2 simpukoissa kaivautumisaste ei näyttänyt olevan yhteydessä edellisen tai seuraavan päivän liikkumiseen.

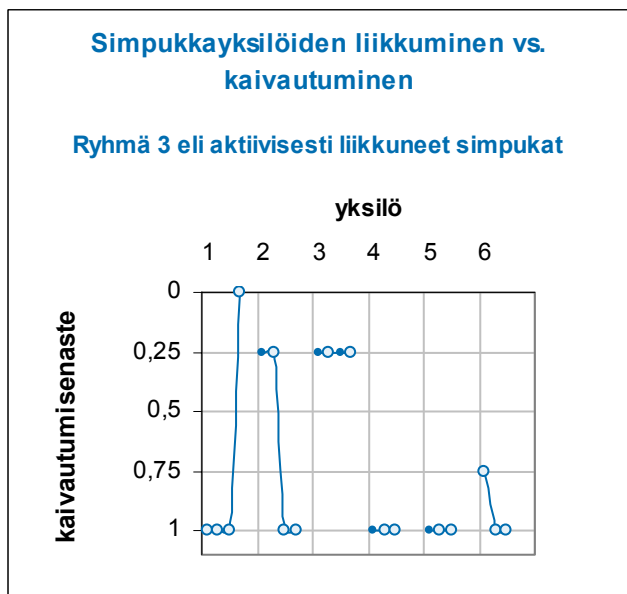


Kuva 23. Ryhmän 1 eli paikallaan pysyneiden simpukkayksilöiden kaivautumisasteen muutos 3-4 ensimmäisen päivän aikana suhteessa liikkumiseen. Pisteiden selitteet kuvassa 24.

Havaintohetkellä kaivautuneet simpukat saattoivat löytyä seuraavana päivänä uudesta paikasta kokonaan tai osittain kaivautuneena. Kolmannen ryhmän simpukat liikkuivat neljän ensimmäisen päivän aikana lähes jatkuvasti, mutta olivat havaintohetkellä usein täysin kaivautuneita (kuva 25).



Kuva 24. Ryhmän 2 eli lähiympäristössään liikkuneiden simpukkayksilöiden kaivautumisasteen muutos 3-4 ensimmäisen päivän aikana suhteessa liikkumiseen.

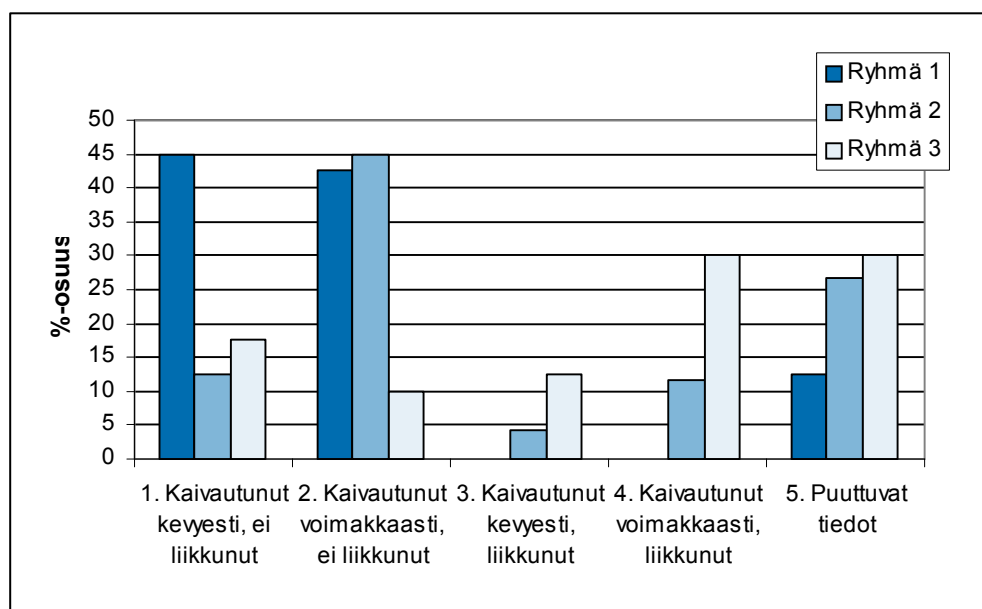


Kuva 25. Ryhmän 3 eli aktiivisesti liikkuneiden simpukkayksilöiden kaivautumisasteen muutos 3-4 ensimmäisen päivän aikana suhteessa liikkumiseen. Pisteiden selitteet kuvassa 24.

Käyttätymisen selkiyttämiseksi simpukkahavainnot jaettiin neljään luokkaan (kuva 26):

1. Kaivautunut kevyesti, ei liikkunut
2. Kaivautunut voimakkaasti, ei liikkunut
3. Kaivautunut kevyesti, liikkunut
4. Kaivautunut voimakkaasti, liikkunut

Kevyt kaivautuminen kattaa kaivautumisluekat 0, 0,25 ja 0,5 ja voimakkaalla kaivautumisella kuvataan 0,75 ja 1 kaivautumisluekkaa. Liikutun matkan määrää ei huomioitu erityisesti vaan kaikki edellisestä havainnosta liikkuneet simpukat laskettiin käyttäytymistyyppiin 3 ja 4. Luokkiin laskettiin yhteen kolmelta viikolta kaikki havainnot, jos tiedot liikkumisesta ja kaivautumisesta olivat olemassa sekä kyseiseltä että edelliseltä päivältä. Edellinen päivä huomioitiin sen vuoksi, että liike ja kaivautuminen olisivat mahdollisimman tiukasti toisiinsa sidoksissa. Myös puuttuvien havaintojen määrä on laskettu kuviin.



Kuva 26. Liikuntakokeen havainnot (%-osuus) käyttäytymisluekittain eri aktiivisuusryhmissä. Ryhmä 1 = paikallaan pysyneet, Ryhmä 2 = lähiympäristössään liikkuneet, Ryhmä 3 = aktiivisesti liikkuneet.

Ryhmässä 1 voimakkaasti ja kevyesti kaivautuneiden yksilöiden osuudet ovat molemmat melkein puolet (kuva 26). Lähiympäristössä liikkuneiden simpukoiden joukossa voimakkaasti kaivautuminen (tyypit 2. ja 4.) oli yleisempää kuin kevyesti kaivautuminen (tyypit 1. ja 3.). Liikkumisen osalta simpukat pysyivät useammin paikallaan (tyypit 1. ja 2.) kuin mitä liikkeessä (tyypit 3. ja 4.). Kolmannessa ryhmässä eli aktiivisesti liikkuvien simpukoiden ryhmässä liikkuminen (tyypit 3. ja 4.) oli yleisempää kuin paikallaan pysyminen. Myös tässä ryhmässä voimakkaasti kaivautuneena olevista simpukoista (tyypit 2. ja 4.) tehtiin enemmän havaintoja kuin kevyesti kaivautuneista simpukoista (tyypit 1. ja 3.).

Yleisin käyttäytymistyyppi havaintojen joukossa kaiken kaikkiaan on tyyppi 2 eli voimakas kaivautuminen yhdistettynä paikallaan pysymiseen. Toisaalta paikallaan pysyminen (tyyppi 1. ja 2.) on verrattuna liikkumiseen (tyypit 3. ja 4.) huomattavasti yleisempää. Tyyppi 3. eli kevyt kaivautuminen yhdistettynä liikkumiseen muodostaa yhteensä vain 10 % tehdyistä havainnoista (5 % kun puuttuvat havainnot otetaan mukaan). Vaikka kuviin on laskettu aineisto kolmelta viikolta, niin aineisto neljältä ensimmäiseltä päivältä ei muuta käyttäytymistyyppien suhteita.



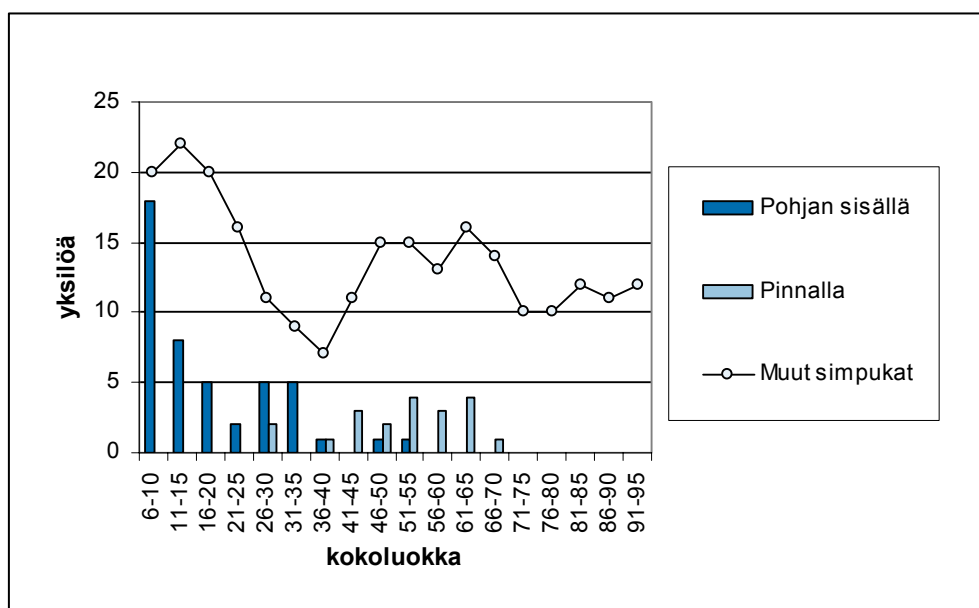
### 3.5 Kaivautuneiden simpukoiden osuus populaatioista

Pintapöiminnällä ja kaivamalla löydettyjen vuollejokisimpukoiden määrä yhteensä kaivetuilla ruuduilla vaihteli 18-25 yksilön välillä ja pohjan sisällä olevien simpukoiden määrä ruuduilla vaihteli 22-61 yksilön välillä ja pohjan sisällä olevien simpukoiden määrä 52-67 % välillä. Kaivetuilla ruuduilla keskimäärin 70 % löydettyistä vuollejokisimpukoista oli pohjan sisällä (taulukko 6). Koeruuduilla muidenkin simpukoiden yksilöistä jopa 66 % oli pohjan sisällä.

Taulukko 6. Pinnalla havaittavien ja kaivautuneiden vuollejokisimpukoiden ja muiden simpukoiden (sysijoki-, soukkojoki- ja pikkujärvisimpukka) keskimääräiset osuudet kaivetuilla tutkimusruuduilla (3 x 1 m<sup>2</sup>).

	Pohjan pinnalla	Pohjan sisällä
<i>U. crassus</i>	30 %	70 %
Muut simpukat	34 %	66 %

Pohjan sisältä löytyvät simpukat olivat keskimäärin pieniä simpukoita ja pinnalla pääosin aikuisia simpukoita (kuva 27). Kaivautumiskokeessa löytyneistä simpukoista kaikki 25 mm kokoiset tai sitä pienemmät yksilöt löytyivät pohjan sisältä ja kaikki yli 56 mm kokoiset simpukat olivat pinnassa sukeltajan havaittavissa. Kooltaan 26-55 mm simpukkayksilöitä löytyi sekä pohjan pinnalta että sisältä.



Kuva 27. Vuollejokisimpukoiden määrät pinnalla ja pohjan sisällä kokoluokittain sekä muiden tutkimuksen yhteydessä kerättyjen simpukoiden (sysijoki-, soukkojoki- ja pikkujärvisimpukka) määrät kaivetuilla tutkimusruuduilla.

### **3.6 Sorakäsittely**

Soralla peitetyistä vuollejokisimpukoista 10 cm paksuisesta sorakerroksesta pääsivät kaikki 15 yksilöä pinnalle jo ensimmäisen päivän aikana. Toistettaessa koe 30 cm paksulla sorapeitteellä samoista yksilöistä yksikään ei noussut pintaan kolmen viikon aikana. Sorakerroksen poistamisen jälkeen simpukat laskettiin takaisin pohjalle, mutta niitä ei tarkasteltu pinnalla suurempien vahinkojen kannalta. Päällisin puolin simpukat näyttivät hyväkuntoisilta.

## 4 Tulosten tarkastelu

Vähäsateisuuden vuoksi tutkimuskesä oli loistava aineistonkeruun kannalta, sillä kesänaikaiset virtausvaihtelut, lämpötilan muutokset ja pohjan eläminen ovat jääneet mahdollisimman vähäisiksi ja simpukoiden aktiivisuus on todennäköisesti pysynyt melko vakaana. Kesän vähäsateisuus paransi myös näkyvyyttä Nummenjoella, jopa 0,5 metriin saakka.



Kuva 28. Sameaa vettä (näkyvyys alle 15 cm) ja snorklaaja Koskenkylänjoella syksyllä 2006. Kuva: Ville Toivonen.

### 4.1 Vuollejokisimpukan elinympäristö Nummenjoella

Vuollejokisimpukkapopulaation esiintyminen padon yläpuolella on kiistanalaista, sillä alueelta on havainto vain yhdestä yksilöstä. Padon rakentaminen 1960-luvun jälkeen on voinut ehkäistä perimän vaihtumisen alapuolisten ja yläpuolisten vuollejokisimpukkapopulaatioiden välillä. Padon yläpuolinen populaatio saattaa olla liian pieni lisääntymisen onnistumiseksi.

Vuollejokisimpukka puuttuu myös padon alapuolisista haaroista lähes kokonaan. Padon alapuolinen oikea haara ei koskimaisena alueena pysty tarjoamaan runsaan veden aikaan suojaa vuollejokisimpukalle ja vasemman haaran kiveäminen on voinut aikanaan hävittää paikallisen vuollejokisimpukkapopulaation. Alueella voi kuitenkin esiintyä yksittäisiä vuollejokisimpukoita. Linjalta 6 eteenpäin paikallisia vuollejokisimpukkapopulaatioita esiintyy ainakin paikoittain ja vaikka linjalta 7 puuttuvat havainnot simpukoista, niin kyseinen alue ei aiheuta leviämistä yläpuolisille alueille.

Pehmeä pohja on tärkeä simpukoiden elinympäristö ja vaikka tiheysvaihtelu linjoilla ja jokien välillä voi olla suurta ja tilastollisesti merkitsevä korrelaatio puuttuu, niin ympäristömuuttujista luodun mallin perusteella voidaan todeta, että pehmeän pohjan osuuden lisääntymisellä on positiivinen vaikutus vuollejokisimpukkatihyksiin. Savi-, hiesu/hieta- ja hiekkapohjalla vuollejokisimpukoiden on mahdollista kaivautua tai ainakin ottaa tukea pohjasta ja liikkua. Orgaanisella liejupohjalla simpukan voi olla vaikeampi ottaa tukea pohjasta. Lisäksi pääosin epäorgaanista ainesta sisältävällä pehmeällä pohjalla hapekkuus pysyy todennäköises-

ti parempana kuin orgaanisella pohjalla, mikä selittäisi voimakkaan eron pohjanlaatumalleissa vuollejokisimpukattiheyden suhteen. Hapettomuuden myötä ammonium- ja rikkiyhdisteiden määrät saattavat kasvaa vuollejokisimpukalle haitallisiin pitoisuuksiin. Kovalla pohjalla sen sijaan simpukan liikkuminen sekä horisontaali- että vertikaalisuunnassa vaikeutuu, vaikka hapekkuuden osalta esimerkiksi sorainen pohja voi olla sopivaa pohjaa. Kivikkoisessa ympäristössä epäorgaanisen ja orgaanisen kiintoaineen sedimentaatio kivien väliin, simpukan ainoille mahdollisille elinalustoille, voi teoriassa aiheuttaa hapettomuustaskuja tai tukahduttaa pohjan sisään jääneen simpukan.

Pohjanlaadun kulmakertoimiin ei yksittäisillä ympäristömuuttujilla (confounding) havaittu olevan suurta vaikutusta. Orgaaninen pohja kuitenkin reagoi kasvillisuuden määrän kasvuun ja kova pohja virtausnopeuden kasvuun. Malli onnistuu siis havaitsemaan muuttujien välisiä vuorovaikutuksia (intervening). Mitä ympäristömuuttujien yhteismalli sitten kertoo vuollejokisimpukattiheyden muutoksista?

Mallista voidaan tulkita, että pehmeä pohja on erinomainen ympäristö vuollejokisimpukalle Nummenjoella. Orgaanisen ja kovan pohjan vaikutus vuollejokisimpukattiheyteen muuttuu vasta pehmeän pohjan kanssa positiivisemmaksi. Keskenään orgaaninen ja kova pohja luovat vielä heikomman ympäristön vuollejokisimpukalle. Pehmeän pohjan vaikutusta ei sen sijaan laske edes orgaanisen tai kovan pohjan lisääminen malliin, vaan kulmakerroin jopa hieman kasvaa. Tämä voi olla osoitus elinympäristön lievän heterogeenisyyden positiivisesta vaikutuksesta vuollejokisimpukkaan, joka taas saattaa perustua muun muassa siihen, että kiviaines luo pyörteisyyttä ja kivien pinnalla kasvavat epifytyttiset levät ja vesisammal luovat muille pohjaeläimille sopivan elinympäristön. Pyörteisyys ja rikas pohjaeläinfauna houkuttavat paikalle kaloja ja kalojen määrän kasvulla taas on yhteys vuollejokisimpukan lisääntymismenestykseen. Mitä enemmän kaloja, sitä suurempi on todennäköisyys glokidoidien kiinnittymiselle oikeaan isäntälajiin. Mustionjoki on pohjanlaadultaan huomattavasti heterogeenisempi kuin Nummenjoki, mikä on varmasti yksi syy sen erinomaisuudelle simpukkajokena. Mustionjoessa simpukat olivat myös huomattavasti tasaisemmin alueelle jakautuneena. Nummenjoessa simpukat yleensä sijaitsivat hiekkaisemmillä alueilla ja huomattavasti tiheämmissä keskittymissä kuin Mustionjoella.

Syvyyden kasvaminen Nummenjoessa ei mallien mukaan ole suotuisaa vuollejokisimpukalle, sillä kaikkien pohjanlaatujen osalta mallin kulmakerroin laskee syvyyden lisäyksen jälkeen. Suurimmat tiheydet 18-65 yksilöä  $m^{-2}$  tavattiinkin matalimmilla (syvyys keskimäärin 0,4 m) alueilla (linjat 8 ja 9). Mustionjoessa, jossa näkyvyys oli Nummenjokea huomattavasti parempi, syvyyden kasvu vaikutti positiivisesti vuollejokisimpukattiheyksien korrelaatioon. Nummenjoessa keskimääräinen näkyvyys oli 0,5 m ja Mustionjoessa näkyvyyttä oli jopa 1,5 metriä tai enemmänkin. Simpukka saattaa siis sameammassa vesissä hakeutua lähemmäs pintaa. Vaikka Englund & Heino (1994) mukaan kuoren aukinaisuus jokiympäristöissä simpukoilla ei ole riippuvainen vuorokaudenajasta, valo saattaa jollain tuntemattomalla tavalla vaikuttaa näihin ja luoda preferenssin tietylle valon intensiteetille.

Vuollejokisimpukalle ja muillekin suursimpukoille sopivan virtauksen rajat ovat ahtaat. Lewandowskyn (1990) mukaan vuollejokisimpukkaa ei tavata seisovissa vesissä ja virtausnopeuden yläraja esiintymiselle voi olla jo alhaisempi kuin simpukoista tyhjällä linjalla 7 havaittu  $20 \text{ cm s}^{-1}$ . Tutkimusalueella havaituilla virtausnopeuksilla ei ole suurta vaikutusta vuollejokisimpukan tiheyteen. Vuollejokisimpukka elää hitaastikin virtaavassa vedessä ( $2 \text{ cm s}^{-1}$ ) että kovemmassa virtauksessa ( $10 \text{ cm s}^{-1}$ ). Pehmeän pohjan ympäristössä virtausnopeuden kasvu mallin mukaan vaikuttaa hieman vuollejokisimpukattiheyyksiin, muttei kuitenkaan tee

elinympäristöstä epäedullista. Sen sijaan kovalla pohjalla virtausnopeuden kasvulla on huomattavasti korostetumpi vaikutus, joka kytkeytyy todennäköisesti siihen että vuollejokisimpukan on vaikea pitää asentoaan vakaana. Asennon säilyttämisellä voidaan olettaa olevan merkitystä suodattamistehokkuuden ja lisääntymisen kannalta. Runsaan veden aikaan etenkin keväällä ja syksyllä, vuollejokisimpukan elinympäristöstä pitää löytyä tarpeeksi suojapaikkoja ja pehmeää ainesta, johon simpukka voi kaivautua virtausnopeuden kasvaessa.

Yleensä vuollejokisimpukkaa ei löydetä suuria määriä kasvillisuuden joukosta (Kołodziejczyk 1992). Kasvillisuudella tai järvisien määrällä ei Nummenjoella havaittu olevan suurta merkitystä vuollejokisimpukattiheyteen. Toisaalta sekä kasvillisuuden että järvisien peittävyudet tutkimuskohteilla olivat hyvin vähäisiä. Mustionjoella taas havaittiin, ettei kasvillisuuden lisääntymisenkään välttämättä ole vuollejokisimpukalle epäedullista. Tämä on varmasti yhteydessä ravinnonhankintaan ja yleiseen vedenlaatuun. Mustionjoen vesi on ravinteikkuudeltaan heikompaa, jolloin kasvillisuuden läheisyydessä ravinnon saanti on turvatumppaa (kasvillisuuden epifyytiset levät ja mikrobitoiminta) ja vedenlaadun pysyessä hyvänä ei pinnanläheinen välitön hapettomuuskaan uhkaa. Nummenjoella runsaalla kasvillisuudella ja orgaanisen pohjan kasvulla on neutraali vaikutus vuollejokisimpukkaan. Jokivedessä on todennäköisesti orgaanista suodatettavaa ravintoa tarpeeksi simpukan tarpeisiin. Järvisieni indikoi kohtalaista virtausta, mutta tässä tutkimuksessa ei järvisien määrän ja vuollejokisimpukattiheyden välille löydetty yhteyttä kummastakaan joesta.

## 4.2 Liikkuminen, kaivautuminen ja selviytyminen sorakäsittelystä

Simpukoiden löytämistä ja havainnointia pinnan alla vaikeutti heikko näkyvyys ja merkilippuihin tarrautuva hienojakoinen aines. Kiintoaineen kulkeutuminen myös muokkasi jonkin verran pohjaa kolmen havaintoviikon aikana. Uoman vasemmalla reunalla oli havaittavissa selkeästi uusia kasaumia kolmannen viikon päätteeksi. Varsinaisella koealueella yhtä merkittävää kasautumista ei havaittu. Lisää vaihtelua tuloksiin ovat saattaneet lisätä ahvenet, jotka sukeltajan puhdistuksessa keltaisia lippuja silminnähdessä kiinnostuivat näistä. Ahvenet ovat saattaneet käydä nyppäisemässä joitain lippuja ja mahdollisesti häiritsi näitä simpukakayksilöitä.

Liikkumistarkastelua varten istutetut simpukat olivat aktiivisia heti ensimmäisestä tarkkailupäivästä lähtien. Käyttäytymiseltään simpukat eivät muodostaneet yhtenäistä ryhmää kuten olettaa saattoi, vaan yksilöiden välillä oli päiväkohtaisia eroja sekä vertikaali- että horisontaaliliikkumisessa. Kaikista 50 istutetusta simpukasta saatiin havaintoja kolmen viikon havaintojaksolla, mutta ainoastaan seitsemästä yksilöstä on täydelliset kaivautumis- ja liikkumishavainnot.

Simpukoiden liikkumisessa havaittiin erilaisia tyyppisiä: paikallaan pysyvät, lähiympäristössään liikkuvat ja aktiivisesti liikkuvat simpukat. Nämä ryhmät ovat keinotekoiset ja perustuvat simpukoiden kulkemaan matkaan tarkkailuajana ja erilaisella tarkastelurytmillä tai jaksolla jaottelu saattaisi olla hieman erilainen. Tärkeintä on kuitenkin havainto, että jopa samankokoisten (60-70 mm) ja pintapuolisesti hyvinvoivien simpukoiden ryhmässä käyttäytyminen on hyvin vaihtelevaa. Pohjan aiheuttamasta epätasaisuudesta johtuva lievä epäsymmetrisyys koordinaatistossa ja muutaman senttimetrin heitot mitatuissa matkoissa eivät täten merkittävästi vaikuta tuloksista tehtäviin johtopäätöksiin.

Simpukat voivat havaintojen perusteella halutessaan liikkua vauhdikkaasti-kin, jopa 1,8 m päivässä. Kaikki simpukat eivät kuitenkaan liiku läheskään tätä vauhtia ja suurin osa simpukoista ei ulottanut koko kolmen viikon aikana matkaansa yli puolen metrin päähän alkuperäisestä sijainnistaan. Todellisuudessa liikkuneiden simpukoiden kulkemat matkat ovat kuitenkin hieman pidempiä kuin mitatut matkat, sillä pohjalle piirtyneistä urista päätellen simpukat vaeltelevat pohjalla tehden mutkia matkallaan ja palaavat toisinaan kohti lähtöpistettään. Simpukat voivat myös pysähtyä matkallaan päiväksi tai kahdeksi ja jatkaa sitten matkaansa.

Suurin osa simpukoista viettää aikaansa pohjaan kaivautuneena eikä kaivautuminen vie simpukoilta muutamaa tuntia kauempaa (silmämääräinen havainto). Havaintojen perusteella useat simpukat nousevat lähemmäs pintaa liikkumista varten ja pysähtyessään jälleen kaivautuvat nopeasti syvemmälle. Myös lyhyitä syviä uria havaittiin pohjalla, joka osoittaa että liikkumisenkin aikana simpukat voivat olla kaivautuneina pohjaan. Liikuntakokeen aikana ei havaittu yleisesti eroja kaivautumisen voimakkuudessa kokeen jatkuessa. Tämä voi olla merkki siitä, että simpukat eivät ole siirrosta stressaantuneita vaan alkavat käyttäytyä yksilöille tyypillisellä tavalla jo heti pian häiriön jälkeen. Yleinen kaivautumisaste kylläkin hieman syveni muutaman ensimmäisen päivän jälkeen.

Yksilöiden välisellä tarkastelulla ei löydy selitystä liikkumisen ja kaivautumisen väliselle yhteydelle. Yksilöt ovat teoriassa saattaneet kaivautua ja tulla pintaan vuorokauden aikana jopa useampaan otteeseen. Toisaalta suurta kaivautumisastetta tarkastelemalla havaitaan, että pääosin simpukat ovat aktiivisia ja todennäköisesti hyvässä kunnossa. Valovirran (suull. tiedonanto 2006b) mukaan huonokuntoisina simpukat eivät vaivaudu kaivautumaan.

Joukossa oli kuitenkin myös kevyesti kaivautuneita simpukoita, jotka eivät liikkuneet. Nämä simpukat saattavat olla heikompiakuntoisia tai käsittelystä stressaantuneita. Se, että toiselta ja kolmannelta viikolta puuttuu tieto paikallaan pysyneiden simpukoiden sijainnista on harmillista, sillä nämä tiedot olisivat voineet selittää, onko ensimmäisen viikon käyttäytyminen vain reaktio siirtoon ja hakeutuvatko yksilöt sen jälkeen uusiin asemiin. Vaihtoehtoisesti simpukat ovat saattaneet kaivautua niin syvälle, että niiden havainnointi oli mahdotonta. Käyttäytymisessä esiintyi harvemmin yhdistelmää, jossa simpukka olisi kevyesti kaivautunut, muttei liikkunut. Tätä havaittiin vain yksittäisillä simpukoilla erinäisinä päivinä, eikä se ole siten yleinen käyttäytymistrendi.

Käyttäytymistyyppiaineisto on koottu kaikista kolmen viikon aikana tehdyistä havainnoista, mikä tarkoittaa, että eri simpukkayksilöistä on mukana eri määrä havaintoja. Koska yksilöistä oli yleensä kuitenkin todettavissa 2-3 tyyppin käyttäytymistä, niin tulokset kuvaavat lähinnä simpukkakäyttäytymisen trendiä. Yksilöiden väliset erot käytöksessä ovat satunnaisia ja vasta tarkemmalla tarkastelulla voitaisiin löytää syytä käyttäytymiselle ja pohtia kuinka suuri merkitys käyttäytymisellä ja etenkin käyttäytymiseroilla on häiriötilanteissa.

Kaivamalla tutkitulla pohjalla havaittiin vielä korostetummin kaivautumisen laajuus simpukkapopulaatiossa. Tutkimuksen viemä aika (3 viikkoa) tuskin aiheutti suurempaa vaihtelua löydettyihin simpukkamääriin kuin itse homogeenisen hiekkakerroksen paksuus (5-15 cm). Hakala & Haukioja (1974) ovat painottaneet sukeltamalla tapahtuvan poiminnan merkitystä simpukkamäärien arvioinnissa, mutta tämän tutkimuksen perusteella on syytä todeta, että perinteinen sukeltajan suorittama poimintakaan ei välttämättä anna oikeaa kuvaa populaation koosta saati ikäjakaumasta, sillä hienojakoisella pohjalla voi sukeltajalta jäädä havaitsematta simpukoista jopa kaksi kolmasosaa. Kaivamalla tehtävää tutkimusta on hyvä yhdistää perinteisiin keruumenetelmiin.

Sorakäsittely osoitti, että käytännössä simpukat eivät välttämättä selviydy suoraan populaation elinalueella tapahtuvista jokikunnostustoimenpiteistä, jos toimiin liittyy soran tai muun kiviaineksen lisäämistä tai siirtämistä. Kolmenkymmenen senttimetrin paksuinen sorapeite oli liian paksu, jotta simpukat kaivautuisivat sen pinnalle. Sorakerroksen paksuutta on vaikea kontrolloida kunnostusten yhteydessä ja teoriassa jo 10 cm paksuinenkin sorakerros voi olla vahingollinen simpukoille. Erikokoisten kivirakeiden iskut simpukoihin saattavat aiheuttaa kuoreen halkeamia tai naarmuja kuorta suojaavaan proteiinikalvoon, periostractumiin, jonka naarmuuntuessa vesi pääsee suoraan syövyttämään kuorta. Alhaiseen pH-arvoon yhdistettynä tällä voi olla erityisen haitallisia seurauksia.

### 4.3 Johtopäätökset

Tutkimuksen suurin heikkous on aineiston suppeus ja sukeltajan tekemät subjektiiviset arviot ympäristönmuuttujien suhteen. Aineiston keruuvaiheessa olisi myös pitänyt poimia simpukoita tarkkaan rajatuilta, esimerkiksi neliömetrin kokoisilta ruuduilta, jotta vaihtelu samantyyppisten ruutujen kesken olisi saatu paremmin näkyviin. Sukelletun alan tarkempi rajaaminen ja näytealojen määrän kasvattaminen olisivat tuoneet varmuutta tutkimukseen. Kuitenkin myös tällä aineistolla saatetaan jokseenkin luotettavasti kuvata vuollejokisimpukan elinympäristö ja siihen vaikuttavat tekijät Nummenjoen yläosassa.

Ympäristö, jota vuollejokisimpukka asuttaa Nummenjoessa, ei välttämättä löydy vastaavana Mustionjoesta tai yleisesti muista vuollejokisimpukkajoista. Jokiympäristöt ovat hyvin vaihtelevia ja asettavat yllättäviä haasteita tutkimukselle. Samassa joessa, joen eri osissakin ja jopa saman alueen vierekkäisillä hyvin samantyyppisilläkin linjoilla simpukkatiheys vaihtelee suuresti. Siksi populaatiokoon arvioimiseksi tulee tarkastella perustellusti valittuja alueita suuremmalla tarkkuudella, jos esimerkiksi muutoksia populaatiokoossa vuosien välillä halutaan seurata. Kartoitukseen tulisi hakea eri tahojen intressit huomioon ottaen yhtenäistä linjausta, joka helpottaisi tulosten vertailua. Tällä hetkellä suurin osa hankitusta vuollejokisimpukka-aineistosta ei ole helposti vertailtavissa.



Kuva 29. Nummenjoki virtaa jyrkkätörmäisessä uomassa Hyvelänjärven alueella. Kuva: Vuokko Ljungberg.

Liikkuminen on luonnollinen osa simpukoiden käyttäytymistä ja simpukat pyrkivät kaivautumaan jonkin asteisesti pohjaan. Jatkuva pinnalla pysyminen voi olla merkki yksilön heikosta kunnosta, mutta simpukoiden kunnosta ja käyttäytymisestä sekä siitä, kuinka hyvin käyttäytyminen kuvaa kuntoa, on tehtävä lisää tutkimusta. Monissa tutkimuksissa kirjataan simpukoiden kaivautumisaste poimintahetkellä. Merkittäviä päätelmiä tällä tavalla hankitusta tiedosta ei voida kuitenkaan tehdä, sillä yksilöt muuttavat kaivautumisestaan päivittäin. Vuollejokisimpukoiden kuoresta luettavasta kaivautumisasteesta tehtävät päätelmät ovat samoin kyseenalaisia. Kuoren tummumisesta ei pitäisi yrittää suoraan päätellä populaation tilaa, sillä tutkittua tietoa tummumisen nopeudesta tai siihen vaikuttavista tekijöistä ei ole.

Simpukoiden aktiivisuus viittaa siihen, että aikuisten simpukoiden olisi ainakin jossain määrin mahdollista levittäytyä uusille alueille suhteellisen tasaisella pohjalla. Dispersoinnissa tehokkain keino on varmasti kuitenkin lisääntyminen. Linjatarkasteluna tehtävän populaatiokoon tarkastelussa on kuitenkin aiheellista ymmärtää aikuisten yksilöiden mahdollisuus muuttaa sijaintiaan joessa. Vaikkei tässä tutkimuksessa tarkasteltu sen tarkemmin liikkeen suuntaa, niin tutkimuksessa tehtyjen havaintojen perusteella simpukat keskittyvät tihentymiin. Kartoituksessa tämä on otettava huomioon ja sukeltajan suorittaman poiminnan lisäksi lajin suojelun kannalta on syytä tarkastella erityisesti nuorten simpukoiden osuutta populaatiossa. Tämä vaatii pohjan seulomista, jossa on hyödyllistä käyttää sukeltajaa. Pohjan sisällä olevien simpukoiden määrien tutkiminen auttaa välttämään aliarviointia myös aikuisten simpukoiden määrissä. Selvittämättä on vielä sekin, kuinka paljon simpukoiden aktiivisuus vuosien aikana tai vuodenaikojen välillä vaihtelee ja kuinka tämä vaikuttaa populaatiokoon arviointiin. Fysikaalisten tekijöiden osalta voidaan kyllä arvioida potentiaalisia vuollejokisimpukalle soveltuvia alueita joissa, mutta sedimentin ja vapaan veden laadun merkitystä populaatioiden hyvinvoinnille on tutkittava lisää.

Kokonaisuudessaan Nummenjoki padon alapuolisen koskimaisen alueen jälkeen aina Saukkolan taajamaan saakka vaikuttaa hyvältä elinympäristöltä vuollejokisimpukan kannalta. Myös sukeltamattomat alueet linjan 7 ja 8 välillä näyttävät jokivarresta tarkasteltuna vuollejokisimpukalle soveltuvalta alueelta. Nummenjoki on kuitenkin Hyvelänjärven viljelylaakson kohdalla suhteellisen homogeeninen ympäristö, joka on altis virtauksen ja pohjan muutoksille. Hyvelänjärveä koskevassa suunnitelmaselostuksessa (Uudenmaan ympäristökeskus 1983) on maininta, että joen pohja on ollut tietyvästi syöpynyt pohjamoreeniin saakka pitkiltä matkoilta 1920-luvun jälkeisen ruoppauksen vaikutuksesta. Tämän jälkeen pohjalle on kuitenkin kasautunut paksu matto savea ja hienojakoista ainesta. Luontaisesta pohjan muutoksesta joissa ja sen merkityksestä vuollejokisimpukkapopulaatioille ei ole tietoa. Etenkin kunnostusten vaikutusten arvioinnin kannalta kyseisellä tiedolla olisi käyttöä.

Vuollejokisimpukan elinympäristövaatimuksista ja ekologiasta ei ole riittävästi tutkittua tietoa. Lajin suotuisan suojelun tason säilyttämisen kannalta etenkin jokikunnostusten yhteydessä suoritettavassa seurannassa on varattava riittävästi aikaa tutkimuksille ennen ja jälkeen kunnostuksia. Ensisijaisia seurattavia tekijöitä ovat populaatiokoon, jokiuoman ja vedenlaadun muutokset. Lisäksi populaatiodynamiikkaan vaikuttavaa syntyvyyttä ja kuolevuutta sekä populaation yksilöiden kuntoa olisi hyvä selvittää muun tutkimuksen tueksi.



## 5 Jälkikirjoitus

Opinnäytetyön lisäksi vuollejokisimpukkaa kartoitettiin Nummen- ja Pusulanjoissa Luonnontieteellisen keskusmuseon toimesta kesällä 2006. Nummenjoen järjestyshanke on saanut vuonna 2004 vesilain mukaisen luvan täydentää peltojen kivaamiseen tähtääviä toimia Hyvelänjärven alueella. Löydettyjen vuollejokisimpukoiden vuoksi hankkeen toteuttaminen kuitenkin tarvitsisi ympäristönsuojelulain mukaisen luvan lajirauhoituksesta poikkeamiseen. Lupaa ei kesään 2007 mennessä vielä ollut haettu.

## LÄHTEET

- Bauer, G., Hochwald, S. & Silkenat, W. 1991. Spatial distribution of freshwater mussels: the role of host fish and metabolic rate. *Freshwater biology* 26: 377-386.
- Beloff, A-M. 1998. Vuollejokisimpukan (*Unio crassus* Philipsson) esiintyminen Etelä-Suomessa. Helsingin Yliopisto, Ekologian ja systematiikan laitos, Helsinki. Pro gradu. 47 s.
- Buddensiek, V., Engel, H., Fleischauer-Rössing, S. & Wächtler, K. 1993. Studies on the chemistry of interstitial water taken from defined horizons in the fine sediment of bivalve habitats in several northern German lowland waters. *Arch. Hydrobiol.* 127(2): 151-166.
- Brander, T. 1956. Über Dimensionen, Gewicht, Volumen und Alter grosswüchsiger europäischer Unionazeen. *Arch. Moll.* 85(1-3): 65-68.
- Enckell, E., Airola, H., Tornivaara-Ruikka, R., Villa, L. & Salasto, R. (toim.) 2002. Ympäristön tila muuttuu – Uudenmaan ympäristökeskuksen seurantaraportti. Uudenmaan ympäristökeskus, Helsinki. Alueelliset ympäristöjulkaisut 269. 96 s. ISBN 952-11-1168-2.
- Engel, H. & Wächtler, K. 1989. Some peculiarities in developmental biology of two forms of the freshwater bivalve *Unio crassus* in northern Germany. *Arch. Hydrobiol.* 115(3): 441-450.
- Englund, V. & Heino, M. 1994. Valve movements of *Anodonta anatina* and *Unio tumidus* (Bivalvia, Unionidae) in a eutrophic lake. *Ann. Zool. Fennici* 31: 257-262.
- Englund, V. & Heino, M. 1995. The freshwater mussel (*Anodonta anatine*) in monitoring of 2,4,6-trichlorophenol: behaviour and environmental variation considered. *Chemosphere* 32: 391-403.
- Englund, V. & Pynnönen, K. 1995. The effect of valve movements on the bioaccumulation of cadmium in the freshwater mussel *Anodonta anatine* (L.) (käsi kirjoiutus). Väitöskirjassa: Englund, V. 1996, Valve movements and their effect on bioaccumulation of 2,4,6-trichlorophenol and cadmium in the freshwater mussel (*Anodonta anatine* (L.)). Helsingin yliopisto, Eläinfysiologian laitos, Helsinki. Yliopistopaino, Helsinki. 63 s. ISBN 952-90-7423-9
- Haukioja, E. ja Hakala, T. 1974. Vertical distribution of freshwater mussels (Pelecypoda, unionidae) in southwestern Finland. *Ann. Zool. Fennici* 11: 127-130.
- Haukioja, E. & Hakala, T. 1978. Measuring growth from shell rings in population of *Anodonta piscinalis* (Pelecypoda, Unionidae). *Ann. Zool. Fennici* 15: 60-65.
- Harman, W. N. 1972. Benthic substrates: Their effect of Fresh-Water mollusca. *Ecology* 53 2): 271-277.
- Heino, M. 1993. Vedenlaadun vaikutus Unionidae-heimon suursimpukoiden (*Bivalvia*, *Eulamellibranchiata*) esiintymiseen järvissä. Helsingin Yliopisto, Eläintieteen laitos, Helsinki. Pro gradu. 68 s.
- Hochwald, S. 1988. Untersuchungen zur Populationsökologie und Fortpflanzungsbiologie der Bachmuschel *U. crassus* (Phil.) 1788. Universität Bayreuth, Lehrstuhl für Tierökologie, Bayreuth. Diplomarbeit.
- Huebner J.D. & Pynnönen K. 1991. Viability of glochidia of *Anodonta* exposed to low pH and selected heavy metals. *Can. J. Zool.* 70: 2348-2355.
- Hus, M., Śmialek, M., Zając, K. & Zając, T. 2006. Occurrence of *Unio crassus* (*Bivalvia*, *Unionidae*) depending on water chemistry in the Foreland of the Polish Carpathians. *Polish Journal of Environmental studies* 15(1): 169-172.
- Jacobson, P. J., Neves, R. J., Cherry, D. S. & Farris, J. L. 1997. Sensitivity of glochidial stages of freshwater mussels (*Bivalvia*: *Unionidae*) to Copper. *Environmental toxicology and Chemistry* 16(11): 2384-2392.
- Jokela, J. 1996. Within season reproductive and somatic energy allocation in a freshwater clam, *Anodonta piscinalis*. *Oecologia* 105: 167-174.
- Jokela, J. & Mutikainen, P. 1995. Phenotypic plasticity and priority rules for energy allocation in a freshwater clam: a field experiment. *Oecologia* 104: 122-132.
- Jokela, J., Taskinen, J., Mutikainen, P. & Kopp, K. 2005. Virulence of parasites in host under environmental stress: experiments with anoxia and starvation. *Oikos* 108: 156-164.
- Järvenpää, L. 2003. Uomien luonnontilan parantaminen. 61-71 s. Julkaisussa: Jormola, J., Harjula, H. ja Sarvilinna, A. (toim.), 2003. Luonnonmukainen vesirakentaminen. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö 631. 168 s. ISBN 952-11-1424-X.
- Koli, L. 1961. Die Molluskenfauna des Brackwassergebietes bei Tvärminne, Südwestfinnlan. *Ann. Zool. Soc. Zool. – Bot. Fennicae Vanamo* 22(5): 1-22.

- Kołodziejczyk, A. 1992. Malacofauna in the watercourses of the Suwalski Landscape Park (northeastern Poland). *Acta hydrobiol.* 34(1-2): 175-188.
- Lewandowski, K. 1990. Unionidae of Szeszupa river and of the lakes along its course in Suwalski landscape park. *Ekologia polska* 38(3-4): 271-286.
- Liukko, U-M. 2001. Nilviäiset. Julkaisussa: Ilmonen, J., Ryttylä, R. & Alanen, A. (toim.), 2001. Luontodirektiivin kasvit ja selkärangattomat eläimet. Suomen Natura 2000 -ehdotuksen luonnontieteellinen arviointi. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö 510. 160-162 s. ISBN 852-11-0980-7.
- Maass, S. 1987. Untersuchungen zur Fortpflanzungsbiologie einheimischer Süßwassermuscheln der Gattung *Unio*. Inaugural-Dissertation, Institut für Zoologie, Tierärztlichen Hochschule, Hannover. 108 s.
- Mildner, P. & Troyer-Mildner, J. 1992. Zum Bestand der Gemeinen Flussmuschel *Unio crassus* Philipsson, 1788 (Mollusca: Bivalvia: Unionidae) in Kärnten. *Carinthia II* 182/102: 101-112.
- Oulasvirta, P. (toim.) 2006. Pohjoisten virtojen raakat. Interreg-kartoitusohjelma Itä-Inarissa, Norjassa ja Venäjällä: 16-23. Metsähallitus, Jyväskylä. 152 s. ISBN 952-446-486-1.
- Pekkarinen, M., 1993. Reproduction and condition of unionid mussels in the Vantaa River, South Finland. *Arch. Hydrobiol.* 127(3): 357-375.
- Pennak, R. W. 1987. Pelecypoda (Clams, Mussels). Teoksessa: Pennak, R. W., Fresh-water invertebrates of the United states, 2nd Ed. A Wiley-Interscience publication, United states of America. 736-748 s. ISBN 0-471-04249-8.
- Pynnönen, K. 1995. Effect of pH, hardness and maternal pre-exposure on the toxicity of Cd, Cu and Zn to the glochidial larvae of a freshwater clam *Anodonta cygnea*. *Wat. Res.* 29(1): 247-254.
- Pynnönen, K., Holwerda, D.A. & Zandec D.I. 1987. Occurrence of calcium concentrations in various tissues of freshwater mussels, and their capacity for cadmium sequestration. *Aquat. Toxicol.* 10: 101-114.
- Rita, H. & Lehtonen, J. T. 2006. Explanatory framework: a non-statistical tool for ecologists. [Käsikirjoitus, 11.1.2007]
- Rita, H. 2007. Helsingin yliopisto, Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta, Helsinki. [Keskustelu 18.1.2007]
- Saarinen, A. 2006. Virtavesien kunnostukset Uudellamaalla ja Itä-Uudellamaalla. Tiedustelut sidosryhmille 1996 ja 2004. Helsinki. Kala- ja riistahallinnon julkaisu 78. 80 s. ISBN 952-453-259-X
- Saarinen, M. & Taskinen, J. 2003. Burrowing and crawling behaviour of three species of Unionidae in Finland. *J. Moll. Stud.* 69: 81-86.
- Sah, S. P., Rita, H. & Ilvesniemi, H. 2006. 15N natural abundance of foliage and soil across boreal forests of Finland. *Biochemistry* 80: 277-288.
- Seppänen, S. 1998. Hapettomuuden vaikutus sysiokisimpukan ja vuollejokisimpukan hemolymfan kaasu- ja ionipitoisuuksiin. Helsingin Yliopisto, Ekologian ja systematiikan laitos, Helsinki. Pro gradu. 43 s.
- Timm, H. & Mutvei, H. 1993. Shell growth of the freshwater unionid *Unio crassus* from Estonian rivers. *Proc. Estonian Acad. Sci. Biol.* 42(1): 55-67.
- Timm, H. 1994. Big clams of the Estonian freshwaters: comparison of the age, shell length and shell weight in different species and populations. *Proc. Estonian Acad. Sci. Biol.* 43(3): 149-159.
- Uudenmaan ympäristökeskus, 1983. Nummenjoen järjestely Nummi-Pusula. Suunnitelmaselostus. Toimitusnumero 4037 He 1. Uudenmaan ympäristökeskus, Helsinki.
- Valovirta, I. 1999. Mustionjoen Natura 2000- alueen suursimpukkainventointi 1997. Luonnontieteellinen keskusmuseo, Eläinmuseo, Helsinki. 19 s.
- Valovirta, I. 2005a. Jatkoselvitys Mustionjoen suualueen syventämisen vaikutuksista uhanalaisiin suursimpukoihin 2005. Luonnontieteellinen keskusmuseo, Eläinmuseo, Helsinki. 17 s.
- Valovirta, I. 2005b. Vantaanjoki vuollejokisimpukan (*Unio crassus*) elinympäristönä. Luonnontieteellinen keskusmuseo, Eläinmuseo, Helsinki. 20 s.
- Valovirta, I. 2006a. Helsingin yliopisto, Luonnontieteellinen keskusmuseo, Eläinmuseo, Helsinki. [Suullinen tiedonanto 18.7.2006.]
- Valovirta, I. 2006b. Helsingin yliopisto, Luonnontieteellinen keskusmuseo, Eläinmuseo, Helsinki. [Suullinen tiedonanto 8.8.2006.]



**LIITE 2. SIMPUKOIDEN LIIKKUMIS-, KAIVAUTUMIS- JA SORAKÄSITELYKOEISSA KÄYTETYT MENETELMÄT**

	Liikkuminen: Horisontaali ja vertikaali	Kaivautuminen: Simpukat pohjan pinnalla vs. pohjan sisällä	Sorakäsittely
Koalue:	Ruudukko: 20 m x 4 m Koordinaatisto, jossa mittakepit 1 m etäisyydellä toisistaan.	Kaivuuruudut: 3 kpl x 1 m <sup>2</sup>	0,5 m halkaisijaltaan oleva verkkohäkki
Havaintoaika:	3 viikkoa 1. vko päivittäin 2. & 3. vko kerran viikossa	1 ruutu/vko	10 cm sorapatja: 1 pv 30 cm sorapatja: 1-3 vko
Tutkimusyksilöt:	Merkattuja, 5-6 cm pitkiä vuollejokisimpukoita, 50 yksilöä	Havaitut simpukat	15 vuollejokisimpukka yksilöä
Mitattu/kirjattu:	Simpukoiden etäisyys koordinaattikepeistä Simpukan kaivautuminen: 1; 0,75; 0,5; 0,25; 0	Ruuduilta poimittiin näkyvät simpukat, jonka jälkeen pohjaa kaivettiin 5-15 cm syvyydeltä	Näkyvät simpukat
Tutkittu:	Yksilöiden kulkematka päivässä ja kokonaisuudessaan. Päivien ja yksilöiden väliset erot liikkumisessa. Simpukan liikkumisen ja kaivautumisen välinen yhteys.	Pinnalla ja pohjan sisällä olevien simpukoiden määrä ja pituusjakauma.	Soran pinnalle selviytyneet yksilöt.

## KUVAILEHTI

<i>Julkaisija</i>	Uudenmaan ympäristökeskus	<i>Julkaisu-aika</i> Lokakuu 2007		
<i>Tekijä(t)</i>	Reetta Ljungberg			
<i>Julkaisun nimi</i>	<b>Vuollejokisimpukan elinympäristövaatimukset ja liikkuminen Nummenjoen yläosassa</b>			
<i>Julkaisusarjan nimi ja numero</i>	Uudenmaan ympäristökeskuksen raportteja 7/2007			
<i>Julkaisun teema</i>	Luonnonvarat			
<i>Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut</i>	Julkaisu on saatavana myös internetistä: <a href="http://www.ymparisto.fi/uus/julkaisut">http://www.ymparisto.fi/uus/julkaisut</a>			
<i>Tiivistelmä</i>	<p>Vuollejokisimpukka (<i>Unio crassus</i>) on makeanveden virtavesilaji. Laji on tiukasti suojeltu EU:n luontodirektiivillä (92/43/ETY) ja kansallisella luonnonsuojelulalla (LsL 1996/1096). Vuollejokisimpukan levinneisyys Suomessa ja ekologia - muihin makean veden suursimpukoihin verrattu - tunnetaan kuitenkin erittäin huonosti.</p> <p>Vuollejokisimpukan levinneisyyttä ja yksilötiheyksiä sekä näihin vaikuttavia ympäristömuuttujia selvitettiin Nummenjoen yläjuoksulla. Yksilötiheyksiin vaikuttavia ympäristömuuttujia (fysikaaliset muuttujat ja kasvillisuus) kartoitettiin linjasukelluksin. Ympäristömuuttujien suhdetta simpukkatiheyksiin mallinnettiin EFRA-menetelmällä (explanatory framework regression analysis). Ympäristön ja simpukkatiheyksien suhdetta arvioitiin myös Mustionjoelta kerätyn vertailuaineiston valossa.</p> <p>Vuollejokisimpukan käyttäytymisestä tutkittiin horisontaali- ja vertikaaliliikettä. Tämän lisäksi sukeltamalla suoritettavan pintapoiminnan tarkkuutta arvioitiin vertaamalla pohjan pinnalta havaittavien ja pohjan sisältä löytyvien simpukoiden määriä. Lopuksi selvitettiin kokeellisesti vuollejokisimpukkayksilöiden mahdollisuutta selviytyä jokikunnostuksissa käytettävästä soraistuksesta.</p> <p>Linjakartoituksilla ei havaittu elinvoimaista vuollejokisimpukkapopulaatiota Nummenjoen vanhan sähköpadon yläpuolisella osuudella tai suoraan padon alapuolisissa haaroissa. Padon yläpuolella havaittiin vain yksi vuollejokisimpukka ja alapuolella vuollejokisimpukkaa alkoi esiintyä vasta suvantomaisella alueella. Nummenjoen avoimella pelto-osuudella aina tutkimuksen alarajoille saakka (Saukkolan taajama) vuollejokisimpukkaa löytyi kaikilta linjoilta tiheyksillä 1-65 yksilöä m<sup>-2</sup>. Kaikilla linjoilla sisäinen simpukkatiheyden vaihtelu oli suurta ja linjoilta löytyi vuollejokisimpukoista tyhjiä alueita. Parhaiten tiheysvaihtelua selitti savi-hiekkapohjan osuuden kasvaminen. Mustionjoella vuollejokisimpukkatiheydet olivat keskimääräisesti suurempia ja parhaiten tiheysvaihtelua selitti syvyyssvaihtelu.</p> <p>Liikuntakokeissa havaittiin, että simpukkayksilöiden käyttäytymisessä on huomattavia eroja. Pienessä mittakaavassa liikkuminen on yleistä ja kaivautumisastettaan simpukat voivat muuttaa jopa päivittäin. Pohjaa kaivamalla havaittiin, että hyvinkin suuri osa vuollejokisimpukoista saattaa olla kokonaan pohjan sisään kaivautuneena ja jäädä sukeltajalta havaitsematta. Soraistuskokeista vuollejokisimpukat eivät selvinneet, mikä osoittaa simpukoiden herkkyyden tietyille ihmistoimille.</p>			
<i>Asiasanat</i>	Simpukat, ekologia, eläinten käyttäytyminen, vesistöjen kunnostus, joet, Nummenjoki			
<i>Rahoittaja/ toimeksiantaja</i>	Uudenmaan ympäristökeskus			
	ISBN 978-952-11-2803-5 (nid.)	ISBN 978-952-11-2804-2 (pdf)	ISSN 1796-1734 (pain.)	ISSN 1796-1742 (verkkoy.)
	<i>Sivuja</i> 50	<i>Kieli</i> Suomi	<i>Luottamuksellisuus</i> Julkinen	<i>Hinta (sis. alv 8 %)</i> 15 €
<i>Julkaisun myynti/ jakaja</i>	Edita Publishing Oy, Asiakaspalvelu, PL 800, 00043 Edita. Puh. 020 450 05, faksi 020 450 2380 Sähköposti: <a href="mailto:asiakaspalvelu.publishing@edita.fi">asiakaspalvelu.publishing@edita.fi</a> , Internet: <a href="http://www.edita.fi/netmarket">www.edita.fi/netmarket</a>			
<i>Julkaisun kustantaja</i>	Uudenmaan ympäristökeskus			
<i>Painopaikka ja -aika</i>	Edita Prima Oy 2007			

## PRESENTATIONSBLAD

<i>Utgivare</i>	Nylands miljöcentral	<i>Datum</i>	Oktober 2007
<i>Författare</i>	Reetta Ljungberg		
<i>Publikationens titel</i>	<b>Vuollejokisimpukan elinympäristövaatimukset ja liikkuminen Nummenjoen yläosassa</b> (Den tjockskaliga målarmusslans krav på livsmiljö och dess rörelser i det övre loppet av Nummenjoki)		
<i>Publikationsserie</i>	Nylands miljöcentrals rapporter 7/2007		
<i>Publikationens tema</i>			
<i>Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt</i>	Publikationen finns tillgänglig på internet: <a href="http://www.miljo.fi/uus/publikationer">http://www.miljo.fi/uus/publikationer</a>		
<i>Sammandrag</i>	<p>Den tjockskaliga målarmusslan (<i>Unio crassus</i>) lever i strömmande sötvatten. Arten är noggrant skyddad enligt EU:s habitatdirektiv (92/43/EG) och den nationella naturvårdslagen (1096/1996). Man känner dock mycket dåligt till den tjockskaliga målarmusslans utbredning och ekologi jämfört med andra stormusslor i sötvatten.</p> <p>Den tjockskaliga målarmusslans utbredning och individtäthet samt påverkande miljöfaktorer studerades i Nummenjokis övre lopp. Miljöfaktorer (fysikaliska faktorer och vegetation) med inverkan på individtätheten kartlades med hjälp av dykning längs transekter. Modelleringen av miljöfaktorernas förhållande till musseltätheten gjordes med EFRA-metoden (explanatory framework regression analysis). Förhållandet mellan miljön och musseltätheten bedömdes även utifrån jämförelsematerial från Svartån.</p> <p>Den tjockskaliga målarmusslans horisontella och vertikala rörelser studerades. Noggrannheten hos transektdykningen bedömdes genom en jämförelse av antalet musslor som observerades på botten och nere i botten. Slutligen utreddes experimentellt den tjockskaliga målarmusslans möjlighet att klara utläggning av grus, vilket förekommer vid restaurering av åar.</p> <p>Vid transektinventeringen observerades ingen livskraftig population av tjockskalig målarmussla ovanför den gamla kraftverksdammen eller i förgreningarna nedanför dammen i Nummenjoki. Ovanför dammen påträffades endast en tjockskalig målarmussla och nedanför den började tjockskalig målarmussla påträffas först i lugnvattnet. Tjockskalig målarmussla påträffades längs alla transekter i Nummenjoki, allt från sträckan genom öppna åkrar ända ner till den nedre gränsen för studien (Saukkola tätort), med en täthet på 1–65 individer per m<sup>2</sup>. Längs alla transekter var den interna variationen i musseltäthet stor och även områden där den tjockskaliga målarmusslan helt saknades påträffades. Bäst förklaras täthetsvariationerna av den ökade andelen av lera/sand i botten. Individtätheten i Svartån var i genomsnitt högre och variationerna förklaras bäst av variationerna i djup.</p> <p>Avsevärda individuella skillnader i den tjockskaliga målarmusslans rörelser observerades. Det är vanligt att de rör sig i liten skala, och hur djupt nergrävda de är kan variera till och med dagligen. Vid grävningar i botten kunde man iakta att en mycket stor andel av de tjockskaliga målarmusslorna kan vara helt nergrävda och därigenom förbli oupptäckta av dykarna. Experimenten med grus klarade</p>		
<i>Nyckelord</i>	Musslor, ekologi, djurbeteende, restaurering av sjöar och vattendrag, åar, Nummenjoki		
<i>Finansiär/ uppdragsgivare</i>	Nylands miljöcentral		
	ISBN 978-952-11-2803-5 (hft.)	ISBN 978-952-11-2804-2 (PDF)	ISSN 1796-1734 (print)
	<i>Sidantal</i> 50	<i>Språk</i> Finska	<i>Offentlighet</i> Offentlig
			ISSN 1796-1742 (online) <i>Pris (inneh. moms 8 %)</i> 15 €
<i>Beställningar/ distribution</i>	Edita Publishing Ab, Kundservice, PB 800, 00043 Edita. Tel. +358 20 450 05, fax +358 20 450 2380 E-post: <a href="mailto:asiakaspalvelu.publishing@edita.fi">asiakaspalvelu.publishing@edita.fi</a> , Internet: <a href="http://www.edita.fi/netmarket">www.edita.fi/netmarket</a>		
<i>Förläggare</i>	Nylands miljöcentral		
<i>Tryckeri/ tryckningsort och -år</i>	Edita Prima Ab 2007		

## DOCUMENTATION PAGE

<i>Publisher</i>	Uusimaa Regional Environment Centre	<i>Date</i> October 2007		
<i>Author(s)</i>	Reetta Ljungberg			
<i>Title of Publication</i>	<b>Vuollejokisimpukan elinympäristövaatimukset ja liikkuminen Nummenjoen yläosassa</b> (Habitat demands and locomotion of <i>Unio Crassus</i> in the upper reaches of River Nummi)			
<i>Publication series and number</i>	Reports of Uusimaa Regional Environment Centre 7/2007			
<i>Theme of Publication</i>				
<i>Parts of Publication/ other project publications</i>	The publication is available on the internet: <a href="http://www.ymparisto.fi/julkaisut">http://www.ymparisto.fi/julkaisut</a>			
<i>Abstract</i>	<p><i>Unio crassus</i> is an endangered freshwater mollusk species protected by EU legislation (92/43/ETY) and national laws. Species inhabits streams and water ecosystems with moderate water velocity. It's ecology and distribution in Finnish rivers is yet fairly unknown compared to other unionids.</p> <p>Distribution in the River Nummi and factors (bottom substrate, mean water-depth, slope, water velocity and vegetation) contributing to small-scale habitat selection in the river channel and mussel density were surveyed. The survey was executed by scuba-diving or snorkeling on transects across the river.</p> <p>Factors interrelationship with densities were modeled by using Explanatory Framework Regression Analysis (EFRA). All results were compared to data collected from River Mustio in the lower reaches of the same catchment area. The horizontal and vertical movement of <i>U. crassus</i> was explored in situ, observing location of marked specimens daily for a week and weekly after that totaling in 3 weeks experiment. Scuba-diving as an efficient mussel sampling method was compared to digging and sieving. This experiment also gave information on numbers of thoroughly burrowed individuals in relation to only partially burrowed specimens of certain size. An additional experiment on mussels ability to escape to surface from artificially introduced gravel bed covering mussels was conducted.</p> <p>Survey revealed no established <i>U. crassus</i> population upstream an old hydro-electric damn (Nummi) nor downstream its instant proximity. Occasional individuals were only found in quiet water in the right branch of the river, shadowed by stand of trees. In an more open cultivated reach of the river <i>U. crassus</i> was found in 1-65 individuals m<sup>-2</sup> densities, with blank gaps though on every transect. Inter-transects and intra-transect densities were highly variable but the density changes were best explained by the increase of soft bottom substrate (i.e. from clay to sand). In the River Mustio density changes were best correlated with increase in average water-depth.</p> <p>Variable behaviour was observed both in vertical and horizontal movement. Small-scale vertical movement on bottom surface is highly common as is alternation of burrowing activity. Survey by digging bottom showed great affinity towards comprehensive burrowing. It seems that plain visual sampling by diving somewhat underestimates the true number of individuals. Gravel additions demonstrated how incompetent mussels are when facing certain human conducted action in rivers.</p>			
<i>Keywords</i>	Mussels, ecology, animal behaviour, water system restoration, rivers, River nummi			
<i>Financier/ commissioner</i>	Uusimaa Regional Environment Centre			
	ISBN 978-952-11-2803-5 (pbk)	ISBN 978-952-11-2804-2 (PDF)	ISSN 1796-1734 (print)	ISSN 1796-1742 (online)
	<i>Pages</i> 50	<i>Language</i> Finnish	<i>Restrictions</i> Public	<i>Price (incl. tax 8 %)</i> 15 euros
<i>For sale at/ distributor</i>	Edita Publishing Oy, Customer service, P.O.X 800, 00043 Edita. Tel. 020 450 05, fax 020 450 2380 Email: <a href="mailto:asiakaspalvelu.publishing@edita.fi">asiakaspalvelu.publishing@edita.fi</a> , Internet: <a href="http://www.edita.fi/netmarket">www.edita.fi/netmarket</a>			
<i>Financier of publication</i>	Uusimaa Regional Environment Centre			
<i>Printing place and year</i>	Edita Prima Oy 2007			



Vuollejokisimpukka on tiukasti suojeltu uhanalaistunut makeanveden virtavesilaji. Aikoinaan vuollejokisimpukka on ollut yksi yleisimmistä jokilajeista Euroopassa, mutta lajin elinympäristössä tapahtuneet muutokset ja kokonaisten populaatioiden häviäminen on ollut havaittavissa 1900-luvulla. Vuollejokisimpukan levinneisyys aiemmin ja nykypäivänä Suomessa tunnetaan puutteellisesti. Lajin perusekologiaakin on kartoitettu vain kohtalaisesti ja lajin käyttäytymisestä ja sitä kautta mahdollisuuksista selviytyä on olemassa vain tyydyttävästi tietoa.

Ihmistoiminnan aiheuttamat hitaat ja nopeat muutokset lajin esiintymisjoissa ja yläpuolisissa vesistöissä voivat aiheuttaa lajille vielä kartoittamattomia uhkia. Suomessa lajin esiintymiä on löytynyt jokseenkin runsaasti, mutta toisaalta lajin suotuisan suojelun tasosta on edelleen käytävä keskustelua.



UUDENMAAN  
YMPÄRISTÖKESKUS  
NYLANDS  
MILJÖCENTRAL

Myynti: Edita Publishing Oy  
PL 800, 00043 EDITA  
Asiakaspalvelu: puh. 020 450 05  
[www.edita.fi/netmarket](http://www.edita.fi/netmarket)  
Edita kirjakauppa Helsingissä:  
Annankatu 44, puh. 020 450 2566

**ISBN 978-952-11-2803-5 (nid.)**

**ISBN 978-952-11-2804-2 (PDF)**

**ISSN 1796-1734 (pain.)**

**ISSN 1796-1742 (verkkok.)**