



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus



## Kunnostuksen vaikutukset vuollejokisimpukkaan (*Unio crassus*)

Siuntionjoen Sågarsforsin padon purkaminen ja  
kalatien rakentaminen

Uudenmaan elinkeino-, liikenne-  
ja ympäristökeskuksen julkaisu

15/2011



# Kunnostuksen vaikutukset vuolejokisimpukkaan (*Unio crassus*)

Siuntionjoen Sågarsforsin padon purkaminen ja kalatien rakentaminen

Reetta Ljungberg

**15/2011**

Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen julkaisuja

ISBN 978-952-257-364-3 (PDF)  
ISSN-L 1798-8101 ISSN  
ISSN 1798-8071 (verkkojulkaisu)

Julkaisu on saatavana myös verkkojulkaisuna:  
<http://www.ely-keskus.fi/uusimaa/julkaisut>  
<http://www.ely-centralen.fi/nyland/publikationer>

Taitto: Noora Kauppila  
Kansikuva: Sångarsforsin padon alapuolista kunnostettua lohikalojen lisääntymisaluetta, kuva ©  
Reetta Ljungberg  
Valokuvat: Reetta Ljungberg ja Esa Lehtinen  
Kartat: Reetta Ljungberg

# Sisällys

<b>1 Johdanto .....</b>	<b>5</b>
<b>2 Menetelmät ja aineisto.....</b>	<b>8</b>
<b>2.1 Siuntionjoen Sågarsforsin kunnostus.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2 Vuollejokisimpukkapopulaatioon mahdollisesti vaikuttavat tekijät     vesistökuunnostusten yhteydessä.....</b>	<b>10</b>
<b>2.3 Siuntionjoen simpukkatarkkailu .....</b>	<b>10</b>
2.3.1 Vertailualueen valinta .....	10
2.3.2 Seurantakausi .....	12
2.3.3 Simpukkanäytteenotto Sågarsforsilla ja Purnuksella .....	12
2.3.4 Virtausnopeus simpukkanäytteenoton ruuduilla.....	14
2.3.5 Virtausnopeuden muutokset Sågarsforsilla avovesikaudella .....	14
2.3.6 Vesitilanne Siuntionjoessa vuosina 2001–2010.....	15
2.3.7 Kunnostuksen aiheuttama samennus.....	17
<b>3 Tulokset.....</b>	<b>20</b>
<b>3.1 Tutkimusalueiden simpukkamäärät ja lajisto otoksessa vuosina 2007–2010</b>	<b>20</b>
3.1.1 Lajisto tutkimusalueilla.....	20
<b>3.2 Simpukkatihyeysien muutokset otoksen näyteruuduilla .....</b>	<b>22</b>
3.2.1 Otannan ja simpukkatihyeysien muutosten tilastollinen testaaminen ...	23
3.2.2 Simpukkatihyeysien muutokset Sågarsforsilla .....	23
3.2.3 Simpukkatihyeysien muutokset Purnuksella .....	26
<b>3.3 Vuollejokisimpukkapopulaation kokojakauma ja sen muutokset     tutkimusalueilla.....</b>	<b>29</b>
3.3.1 Sågarsfors.....	29
3.3.2 Purnus.....	30
<b>3.4 Vuollejokisimpukkatihyeudet suhteessa virtausnopeuden vaihteluun ....</b>	<b>31</b>
3.4.1 Virtausnopeudet simpukkanäytteenoton ruuduilla.....	31
3.4.2 Virtausnopeuden vaihtelu ja vuollejokisimpukat Sågarsforsilla 2007–2010	33
<b>4 Tulosten tarkastelu .....</b>	<b>36</b>
<b>4.1 Simpukkamäärissä ja lajistossa havaitut yleiset muutokset tutkimusalueilla</b>	<b>36</b>
<b>4.2 Muutokset Sågarsforsin vuollejokisimpukkapopulaatiossa .....</b>	<b>36</b>
4.2.1 Vesitilanteen vaikutus vuollejokisimpukkapopulaatioon Sågarsforsilla .	36
4.2.2 Kunnostuksen aikana irronneen kiintoaineen vaikutus .....	39
<b>4.3 Muutokset Purnuksen vuollejokisimpukkapopulaatiossa.....</b>	<b>39</b>
<b>5 Johtopäätökset .....</b>	<b>41</b>
Kirjallisuus .....	44

## Kiitokset

Tämän tutkimuksen toteutumisesta suuri kiitos kuuluu Harri Aulaskarille (Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus). Hänen aloitteestaan sain mahdollisuuden suunnitella hankkeen ja toisaalta olen pystynyt työskentelemään tutkimuksen parissa sen alusta loppuun saakka joustavasti, osin pää- ja toisinaan sivutoimisesti. Kiitos Harri ideoinnista kanssani vuosien saatossa sekä käytännön järjestelyistä Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksella, väli- ja loppuraportin kommentoinnista, oikolukemisesta ja rahoituksen hakemisesta.

Jyväskylän yliopiston professori Jouni Taskiselle olen suuresti velkaa hänen antamistaan neuvoista ja tutkimussuunnitelman työstämisestä kanssani. Kiitos myös tutkimuksen raportin oikolukemisesta loppumetreillä sekä kommentoinnista.

Vuosien 2007 ja 2008 kenttätyöt niin Siuntionjoella kuin monissa muissakin Uudenmaan ränneissä sain onnekseni jakaa Sanna Saaren kanssa. Kanssasi oli ilo ryymyä sameimmissakin joissa. Allico Oy:n Karoliina Ilmarista ja Panu Oulasvirtaa haluan kiittää avustuksesta Purnuksella vuonna 2007. Vuosien 2009 ja 2010 Siuntionjoen kenttätöiden suorittamisesta kiitän aina loistavia tutkijasukeltajia Niclas Peranderia ja Rami Laaksosta. Kiitos teille kummallekin tunnollisesta työstänne sekä erityiskiitos Ramille loppuraportin oikolukemisesta.

Haluan kiittää myös Uudenmaan Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen muuta henkilöstöä, joka hoiti virtausnopeusmittaukset Siuntionjoella. Erityiskiitos suunnittelija Esa Lehtiselle kunnostettua kohdetta koskevien kuvien lahjoittamisesta raportointikäyttöön.

Suuri kiitos maa- ja metsätalousministeriölle hankkeelle myönnetystä rahoituksesta vuosille 2007–2010. Erityiskiitos myös Suomen Luonnonsuojelun Säätiölle, jonka lisärahoituksen turvin sain työrauhan analysoida simpukka-aineiston lisäksi myös tarkemmin ympäristömuuttujia. Ilman tätä lisäpanosta raportin tulosten tulkinta olisi näyttänyt hyvin erilaiselta ja antanut vääränlaisen kuvan alueella tapahtuneiden muutosten syistä.

# 1 Johdanto

Vuollejokisimpukka (*Unio crassus*) on sekä maailmanlaajuisesti että Suomessa luokiteltu vaarantuneeksi (VU) virtavesilajiksi (IUCN 2010). Kansainvälisesti lajin statusta ei ole arvioitu vuoden 1996 jälkeen (IUCN 2010). Suomessa lajin uhanalaisuusluokka on arvioitu niin 2000-luvun alussa kuin uusimmassa, vuonna 2010 valmistuneessa, uhanalaisuusluokituksessa, eikä lajin uhanalaisuus status ole muuttunut tällä kaudella (Valovirta ym. 2010). Virtavesissä elävien lajien tilaan vaikuttavat useat tekijät: vesirakentaminen ja uomaa tai virtaamaa muuttavat toimet sekä vedenlaatua heikentävät tekijät. Isäntäkalojen väheneminen on aiheuttanut toisen uhanalaisen virtavesisimpukan, jokihelmisimpukka *Margaritifera margaritifera*, vähenemistä (Valovirta ym. 2010). Vuollejokisimpukan osalta isäntäkalakannoissa tapahtuneita muutoksia ei ole tutkittu suhteessa lajin esiintymiseen tai muuten suojelun näkökulmasta.

Vuollejokisimpukan suojelusta on säädetty Euroopan tasolla EU:n luontodirektiivissä (92/43/ETY), joka on toimeenpantu Suomessa luonnonsuojelulalla (LsL 1996/1096). Luontodirektiivin artikkelin 1. mukaisesti lajin suojelun taso katsotaan suotuisaksi kun kannan kehittymistä koskevat tiedot osoittavat, että laji pystyy pitkällä aikavälillä selviytymään luonnollisten elinympäristöjensä elinkelpoisena osana, ja lajin luontainen levinneisyysalue ei pienene, eikä ole vaarassa pienentyä ennakoitavasti tulevaisuudessa, ja että lajin kantojen pitkäaikaiseksi säilymiseksi on ja tulee todennäköisesti olemaan riittävän laaja elinympäristö. Suomi on raportoinut EU:lle vuollejokisimpukan suojelun olevan suotuisalla tasolla, vaikka Euroopan tasolla lajin suojelua ei ole arvioitu suotuisaksi (EEA 2009).



Kuva 1. Kuolleen vuollejokisimpukan (*Unio crassus*) kuori. Kuva: Reetta Ljungberg.

Vuollejokisimpukoiden kyvystä sietää jokiympäristössä tapahtuvia muutoksia on olemassa hyvin niukasti tietoa. Tästä johtuen Suomessa on turvaututtu tiukkoihin suojelutoimenpiteisiin. Osa viime vuosille toteutettaviksi suunnitelluista vesistökuunnostuksista on jätetty toteuttamatta johtuen vuollejokisimpukan esiintymisestä kunnostettaviksi suunnitelluilla alueilla. Esimerkiksi Tuusulassa sijaitsevan Keravanjoen Kellokosken padon alapuolelle ja Vantaanjoen Harrikoskeen on suunniteltu kalataloudellisia kunnostuksia, joissa lohikalojen lisääntymis- ja elinalueita lisättäisiin soraistamalla ja kiveämällä pohjaa (Aulaskari 2010a). Nämä kunnostukset on kuitenkin jätetty toteuttamatta (Aulaskari 2010a), koska vuonna 2008 molemmilta alueilta on löydetty runsaasti uhanalaista vuollejokisimpukkaa (Ljungberg & Saari 2008a). Samanlaisia toimenpiteitä on suunniteltu Loviisan länsipuolella mereen laskevan Koskenkylänjoen Niinikoskelle, mutta koska tältäkin alueelta on löydetty runsaasti vuollejokisimpukoita, alue on jätetty kunnostamatta entisen Uudenmaan ympäristökeskuksen päätöksen nojalla (Lempinen 2006). Nämä kunnostukset on jätetty toteuttamatta,

koska suunnitelmat ovat kohdistuneet suoraan alueille, joissa vuollejokisimpukkaa on runsaasti tai kunnostusten on muuten katsottu haittaavan lajin suojelua.

Alueilla, joilla kunnostus ei kohdistu suoraan vuollejokisimpukan esiintymisalueille tai joissa kunnostuksen ei ole arvioitu haittaavan lajin suojelua, on vesistökuunnostuksia toteutettu. Vedenkorkeuden vaihteluvälin tasaamiseen ja sen kautta rantatörmien ja siltarakenteiden eroosion ehkäisemiseen tähtäävää kunnostusta on toteutettu muun muassa Kimonkylässä Taasianjoella (Ympäristöhallinto 2010a). Kunnostetun Kimonkylän pohjapadon läheisyydestä on vuosina 2007 ja 2008 löydetty yhteensä yhdeksän vuollejokisimpukkaa (Saari & Ljungberg 2008, Ympäristöhallinto 2008). Vuonna 2008 simpukkakartoitettuja (Saari & Ljungberg 2008) Taasianjoen pohjapatoja on päästy kunnostamaan vuonna 2010 (Ympäristöhallinto 2010a).

Koskenkylänjoen Kartanonkosken, Kylmäkosken ja Luukkukosken kalataloudelliset kunnostukset lohikalojen lisääntymis- ja elinympäristön lisäämiseksi on aloitettu vuonna 2010 (Ympäristöhallinto 2010b). Näiden kohteiden vuollejokisimpukkaselvitykset toteutettiin vuonna 2008, jolloin Luukkukoskelta löydettiin koskialueen tuntumasta vain yksi vuollejokisimpukka ja Kartanonkoskelta ja Kylmäkoskelta ei löydetty lainkaan vuollejokisimpukoita suunnitelluilta kunnostusalueilta (Ljungberg & Saari 2008b). Näiden kohteiden tarkkaan rajattujen alueiden ulkopuolisia vuollejokisimpukkasiesiintymiä ei ole tutkittu.

Vanjoella on kartoitettu vuollejokisimpukan esiintymistä vuonna 2008 (Saari 2008), liittyen suunnitelmiin johtaa joesta lisää vettä Vanjärveen, joka on luokiteltu valtakunnallisesti arvokkaaksi lintuvedeksi. Kunnostuksella tavoitellaan vesialueen ja rantojen käytettävyyden parantumista, virkistyskäyttömahdollisuuksien lisäämistä sekä Vanjoesta Hiidenveteen laskevan veden laadun parantumista nostamalla alivedenkorkeutta Vanjärvestä. Hankkeelle myönnettyssä kunnostusluvassa edellytetään vuollejokisimpukoiden siirtoa kunnostettavalta alueelta, sekä kunnostuksen vaikutusten selvittämistä kahden ja viiden vuoden kuluttua hankkeen toteuttamisesta. Luvan mukainen kunnostus rajautuu vain lyhyelle alueelle selvitetystä vuollejokisimpukan esiintymisalueesta. (Etelä-Suomen aluehallintovirasto 2010)



*Kuva 2. Kepeillä rajattu kivikkoinen kynnysalue Koskenkylänjoen Käkikoskella, jolta uhanalainen vuollejokisimpukka on siirretty pois kunnostuksen alta, ja minkä alapuolelle kunnostusta ei ulotettu. Kuva: Reetta Ljungberg.*

Koskenkylänjoen alempien koskien (Käkikoski, Mickelspiltomin Kvarnfors ja Sävträsketin Kvarnfors) kunnostushankkeessa on kokeiltu uhanalaisten vuollejokisimpukoiden siirtoa kunnostusalueilta (Ilmarinen & Oulasvirta 2010). Vuollejokisimpukat ovat vähälukuisia koskien niskoilla sekä varsinaisessa koskessa (Ljungberg 2007, Ljungberg & Saari 2008a ja 2008b, Saari & Ljungberg 2008, Ilmarinen & Oulasvirta 2008), missä virtausvaihtelut ovat suuria ja virtausnopeudet suurimmillaan. Tarkoilla koskien selvityksillä ja vuollejokisimpukoiden siirroilla on pyritty varmistamaan



se, etteivät simpukat jää suoraan kunnostustoimenpiteiden alle. Selvitysten pohjalta kunnostettua aluetta on rajattu alkuperäisistä kunnostussuunnitelmista niillä alueilla, joissa vuollejokisimpukkaa esiintyy runsaammin ja josta kaikkien yksilöiden siirto ei olisi ollut mahdollista (Ljungberg 2006a).

Toteutettujen kunnostusten osalta on käytetty siis pääasiassa kahta lähestymistapaa; ensinnäkin on vältetty uoman muokkausta suoraan alueilla, joissa vuollejokisimpukkaa on havaittu runsaasti, ja alueilla joilla vuollejokisimpukoita on tavattu vain muutamia yksilöitä kunnostukset on toteutettu yleensä ilman suurempia muutoksia kunnostussuunnitelmiin. Suurin osa kunnostukseen liittyneistä vuollejokisimpukkaselvityksistä on ollut yksivuotisia, vaikka useamman vuoden kestäviä selvityksiä on toteutettu lajin suojelun kannalta merkityksettömillä koskialueilla. Koskialueille sijoituvissa selvityksissä ei saada tietoa vuollejokisimpukan runsaudesta lajin varsinaisella elinalueella eli pysyvällä sora ja hiekkapohjalla (Lewandowski 1990, Ljungberg 2007). Varsinaisten koskialueiden ulkopuolella toteutetut selvitykset ovat harvinaisia, eikä niissä ole seurattu muutoksia simpukkalaajistossa useamman vuoden ajalta kunnostuksen jälkeen. Näillä tutkimuksilla ei ole pystytty selvittämään kunnostusten mahdollisia vaikutuksia vuollejokisimpukkaan.

Vuonna 2007 Uudenmaan ympäristökeskus (nykyisen Uudenmaan Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen *Ympäristö ja luonnonvarat*-vastuualue) käynnisti nelivuotishankkeen (2007–2010) Siuntionjoella, jossa ensimmäistä kertaa seurattiin useamman vuoden ajan vuollejokisimpukkapopulaation rakenteellisia muutoksia lajin varsinaisessa elinympäristössä koskialueen ulkopuolella. Tällä nelivuotisseurannalla haluttiin selvittää onko Siuntionjoen Sångarsforsin padon osittaisella purkamisella ja sen kiertävän sivu-uoman kunnostamisella suoraa vaikutuksia padon alapuolella sijaitsevaan vuollejokisimpukkapopulaatioon sekä alueen simpukkamääriin ja lajistoon yleisemmin. Hanke tarjoaa ensimmäistä kertaa viitteitä populaation kokoon yleisemmin vaikuttavista tekijöistä jokiympäristössä. Tässä raportissa keskitytään kuvaamaan näitä lajistossa ja lajin runsaudessa tapahtuneita muutoksia virtausmuutosten sekä kiintoainepitoisuuksien nousun mahdollisten vaikutusten osalta. Liettymisestä kunnostuksen jälkeisinä vuosina ei tämän tutkimuksen kenttätöiden aikana havaittu viitteitä. Kunnostuksen yhteydessä suoritettujen vedenlaadun muutosten seurannasta on lausuttu (Taponen 2008), että töiden aiheuttama vedenlaadun heikkeneminen oli selvää mutta lyhytaikaista, joten vedenlaadun tai liettymisen vaikutuksia vuollejokisimpukkaan ei ole pohdittu raportissa sen tarkemmin.

Kunnostuksen vaikutuksia tutkittiin Sångarsforsilla heijastelemalla kunnostuksen aikaisia sameuden muutoksia ja tutkimusvuosien aikana mitattuja virtausnopeuksia vuollejokisimpukkatihyksiin näyteruuduilla sekä vuollejokisimpukkapopulaation kokojakaamaan. Kesän aikaisen virtausnopeuden yhteyttä vuollejokisimpukan esiintymiseen tarkasteltiin niin Purnuksella kuin Sångarsforsillakin. Muutoksia lajistossa sekä muidenkin Unionidae-simpukoiden tiheyksissä tarkasteltiin molemmilla alueilla. Simpukkanäytteenoton yhteydessä suoritettujen pohjanlaadun sekä muiden tekijöiden kuten syvyyden tai kasvillisuuden vaikutuksia vuollejokisimpukkatihyksiin ei ole pystytty aikaisemmissa tutkimuksissa mallintamaan (Ljungberg 2007). Tämänkin hankkeen aikana kirjattiin näytteenoton yhteydessä erinäisiä ympäristötekijöitä (pohja-aineksen karkeus, syvyys ja kasvillisuus), mutta näillä tekijöillä ei havaittu olevan suurta vaikutusta simpukkatihyksiin, joten näitä tekijöitä ei ole käsitelty tässä raportissa. Käytännössä sekä Purnus että Sångarsfors soveltuivat pohjanlaadultaan erinomaisesti vuollejokisimpukalle lukuun ottamatta Sångarsforsin alueen kunnostettua osuutta.

Taulukko 1. Suomessa esiintyvien Unionidae-heimoon kuuluvien suursimpukoiden suku, tieteellinen nimi sekä lajinimi. Taulukossa ei ole uhanalaista samaan Unionoidea-lahkoon kuuluvaa jokihelmisimpukkaa, *Margaritifera margaritifera*, joka myös luetaan suursimpukoihin, mutta jota ei esiinny Siuntionjoessa.

Suku	Tieteellinen nimi	Suomenkielinen nimi	Yleisnimitys
<i>Unio</i>	<i>Unio crassus</i>	Vuollejokisimpukka	Jokisimpukat
	<i>Unio tumidus</i>	Sysijokisimpukka	
	<i>Unio pictorum</i>	Soukkojokisimpukka	
<i>Anodonta</i>	<i>Anodonta anatina</i> (syn. <i>A. piscinalis</i> )	Pikkujärvisimpukka	Järvisimpukat
	<i>Anodonta cygnea</i>	Isojärvisimpukka	
<i>Pseudanodonta</i>	<i>Pseudanodonta complanata</i>	Litteäjärvisimpukka	

## 2 Menetelmät ja aineisto

Vuollejokisimpukan ja muiden Unionidae-suvun suursimpukoiden (taulukko 1) määriä kalataloudellisen kunnostuksen yhteydessä tutkittiin Siuntionjoella vuosina 2007–2010. Sångarsfors eli Sångarinkoski sijaitsee Siuntionjoen vesistöissä. Siuntionjoen Sångarsforsin lisäksi aineistoa vuollejokisimpukkapopulaation muutoksista kerättiin saman joen alajuoksulta Purnuksen alueelta. Vertailualueen näytteenotolla pyrittiin varmistamaan, että potentiaalisesti haitalliset kunnostusvaikutukset voidaan erottaa luonnollisesti simpukkapopulaatioissa tapahtuvista muutoksista.

Kunnostuksen aikaisia virtausnopeuden muutoksia avoveden aikaan seurattiin koko tutkimuksen ajan (2007–2010) Sångarsforsin tutkimusalueella. Kunnostuksen aikaista samennusta (kiintoainepitoisuuksia) mitattiin Sångarsforsilla keväällä 2007 ennen tutkimuksen aloittamista sekä syksyllä 2007 kunnostusten ajan.

### 2.1 Siuntionjoen Sångarsforsin kunnostus

Siuntionjoki on yksi kolmesta Uudenmaan joesta, jossa vielä on Lehtisen (2006) mukaan jäljellä luontaisesti lisääntyvä meritaimenkanta. Meritaimenen uhanalaisuusluokitusta Suomessa on vuonna 2010 tiukennettu erittäin uhanalaisesta äärimäisen uhanalaiseksi (Urho ym. 2010). Taimenen viljelyn ja istutusten vuoksi meritaimenkantojen alkuperästä ei useinkaan ole olemassa tarkkaa tietoa (Lempinen 2001). Siuntionjoen lisääntyvä meritaimenkanta on perimältään todennäköisesti alkuperäistä joen kantaa (Lehtinen 2006). Sångarsforsin pato on ollut vuonna 2007 toteutettuun kunnostukseen saakka mereltä käsin vesistön kolmas vaelluskalojen nousua estävä tai haittaava pato pääuomassa (Lehtinen 2006). Viimeisin kunnostusta edeltävä joen perkaus Sångarsforsilla on suoritettu jo vuonna 1989 (Lehtinen 2006), eikä tällä perkauksella katsota olevan merkitystä nykyiseen vuollejokisimpukkapopulaatioon.

Vuoteen 2006 saakka Sångarsforsin patoaltaan vedenkorkeuksia on säännöstelty Vesistötoimikunnan vuonna 1941 myöntämän luvan perusteella. Luvassa on säädetty vain vedenkorkeuden ylärajasta padolla, mutta vähän veden ajalle lupa ei ole sisältänyt veloitteita. Tällä säännöstelyllä ei ole ollut vaikutusta joen virtaamiin nykytilaan verrattuna. Nykyisin voimalaitoksen koskitilan omistaa Koskitaimen-niminen yhtiö, joka halusi kunnostaa alueen taimenien lisääntymis- ja kalastuskohdeksi. (Lehtinen 2006)

Siuntionjoen Sångarsforsin kunnostus suoritettiin vuoden 2007 syksyllä Uudenmaan ympäristökeskuksen ja Uudenmaan TE-keskuksen (molemmat kuuluvat nykyisin Uudenmaan ELY-keskukseen) solmiman yhteistyösopimuksen (24.11.2005) pohjalta. Tavoitteena kunnostuksessa oli Siuntionjoen Sångarsforsin alueen meritaimenen vaellus-, lisääntymis- ja elinmahdollisuuksien parantaminen (Lehtinen 2006). Kunnostussuunnitelman mukaisesti Sångarsforsin padon alapuolelle luotiin kutu-alueita, poikasalueita sekä poistettiin kalojen vaellusesteenä toimineen padon vaikutukset kunnostamalla padon ohittava kapea uoma leveämmäksi kalatieksi (kuvat 3, 13 ja 14). Kalan nousun mahdollistamiseksi padon säännöstelyaltaan eteläpuoleiseen betoni- ja kivipatoon puhkaistiin noin 3 m leveä aukko (kuva 13). Kunnostussuunnitelman mukaisesti pääuoman patoa purettiin noin 7 m leveydeltä tulva-aukkojen sijainnin kohdalta kallioon asti (kuva 4).

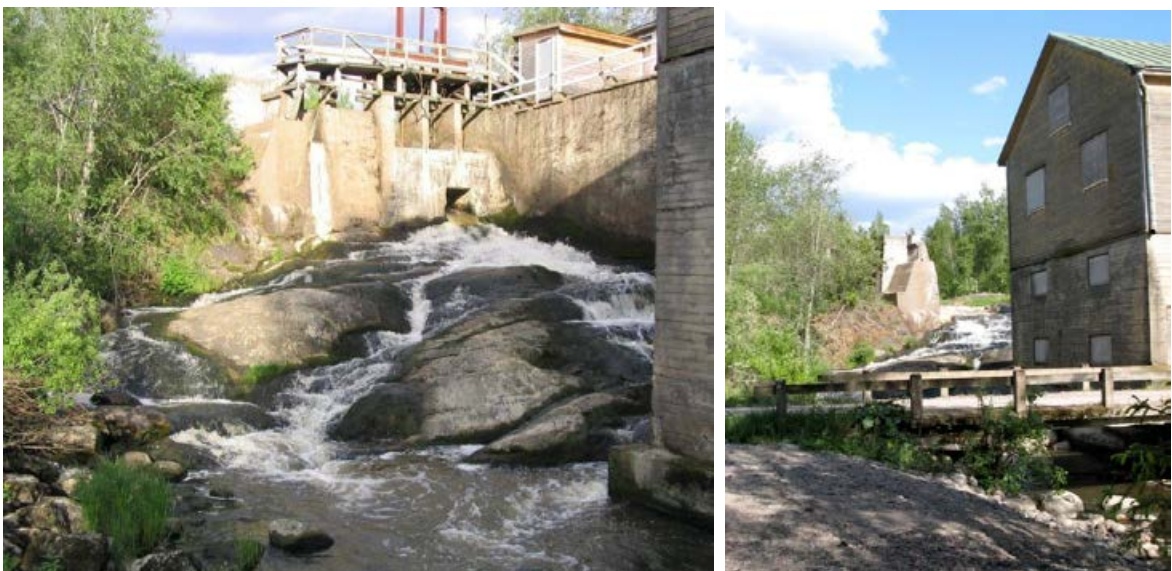
Alkuperäisen kunnostussuunnitelman ulkopuolisena toimena padon alapuolelle jäävän lisääntymisalueeksi kivetyn alueen jälkeiseltä jokiosuudelta avattiin vanha umpeen kasvanut uoma. Tämän joen oikealla rannalla (virtaussuuntaan tarkasteltuna) sijaitsevan uoman kautta kulki ennen kunnostusta vettä vain tulvien aikana. Tämä sivu-uoma sijaitsee noin 50 m:n päässä padon alapuolisesta sillasta ja yhdistyy lyhyen mutkan jälkeen takaisin pääuomaan (kuva 3). Myös tämä uoma kivettiin ja soraistettiin meritaimenen lisääntymis- ja elinalueeksi.

Padon rakenteiden osittaisella purkamisella ja padon kiertävän vanhan sivu-uoman vesittämisellä ei pitäisi olla vaikutusta alapuolisen joen vuodenaikaisen virtaaman vaihteluun saati vedenkorkeuden kunnostuskohteen alapuolella (Aulaskari 2010b). Vedenkorkeutta on ainoastaan nostettu padon välittömässä yhteydessä korkeuserojen tasaamiseksi (Aulaskari 2010b). Vedenkorkeuden

säilyttäminen entisellään on mahdollista siten että padon purkautumiskykyä säännöstellään ki-  
veämällä yläpuolista allasta, jolloin korkeuserot tasoittuvat läpi kunnostetun alueen (Lehtinen  
2006). Kunnostetulla kohteella on mittaa yhteensä noin 500 m, ulottuen padon yläpuolisilta alueilta  
noin 50 m sillasta alavirtaan, joen etelään kaartavaan mutkaan asti.



Kuva 3. Kalataloudellisen kunnostuksen kohde Siuntionjoen Sägarsfors Siuntion Myllykylässä. Kunnostettu alue ulottuu patoaltaan yläpuoliselta jokiosuudelta (eteläpuoleinen mutka) noin 50 m sillasta alavirtaan, käsittäen niin patoaltaan, padon ja sen kiertävän sivu-uoman sekä sillan alapuolisen jokuoman ja sen jälkeisen sivu-uoman.



Kuva 4. Sägarsforsin pato ennen ja jälkeen kunnostuksen. Vasemmalla tilanne ennen padon purkamista tulva-aukkojen kohdalta ja oikealla purettu pato vuonna 2008. Vasen kuva: Esa Lehtinen, oikea kuva: Reetta Ljungberg.

## 2.2 Vuollejokisimpukkapopulaatioon mahdollisesti vaikuttavat tekijät vesistökuunnostusten yhteydessä

Aikuiset suursimpukat (Unionidae) kestävät nuoria simpukoita paremmin ympäristössä tapahtuvia muutoksia ja voivat suojautua haitallisilta vedenlaadun muutoksilta esimerkiksi sulkemalla kuorensa (Huebner & Pynnönen 1991, Seppänen 1998). Simpukan elinkierron vaiheista herkin ympäristössä tapahtuville muutoksille on glokidium-toukkavaihe (Buddensiek ym. 1993). Kuunnostusten osalta mahdollisia haitallisia tekijöitä vuollejokisimpukan kannalta voivat olla esimerkiksi kiintoainepitoisuuksien kohoaminen uomaan muokattaessa. Vedessä liikkuvan kiintoaineen on havaittu vähentävän vuollejokisimpukan glokidium-toukkien elinkykyä kolmella tavalla (Degerholm 2007). Ensinnäkin glokidium-toukat saattavat murskautua partikkelien törmäyksessä. Toisaalta tietyt kokoiset kiintoainepartikkelit voivat juuttua glokidium-toukan kuoren väliin tai partikkelien osuessa toukan tuntokarvoihin se saattaa sulkea kuorensa. Nämä häiriöt estävät toukkaa kiinnittymästä isäntäkalan kiduksiin. Vuollejokisimpukan noin kuukauden kestävä loisintavaihe isäntäkalan kiduksissa on välttämätön vaihe simpukan kehityksessä (Engel & Wächter 1989). Kiintoaineesta vuollejokisimpukan poikasille aiheutuvia haittoja on yritetty testata Suomessa, mutta testaaminen on osoittautunut haasteelliseksi. Yli 5mg/l kiintoainepitoisuuden testejä ei ole onnistuttu suorittamaan, mutta jo näin alhaisella pitoisuudella on havaittu olevan haitallisia vaikutuksia vuollejokisimpukan toukkien selviytymiseen (Degerholm 2007).

Aikuisten simpukoiden on havaittu abortoivan vielä kehittymättömiä toukkia häiriöiden aikana (Ljungberg 2006b, Degerholm 2007). Hedelmöitys jokisimpukoilla tapahtuu touko-kesäkuun vaihteessa ja Pekkarinen (1993) on arvioinut, että jokisimpukoilla kantoaika kestäisi noin kuukauden. Vuollejokisimpukan toukkien kehittymisen emosimpukan kiduslehdillä on havaittu Siuntionjoessa ajoittuvan kesä-heinäkuun vaihteeseen (Degerholm 2007). Sångarsforsin kuunnostus ei ajoittunut vuollejokisimpukan arvioidun lisääntymisen ajankohdalle tai ajalle, jonka vuollejokisimpukka viettää isäntäkalan. Tästä huolimatta kiintoainepitoisuuden rajaksi kuunnostuksen ajalle on asetettu 60 mg/l, mikä sameutena määritettäessä vastaa 87 NTU (Taponen 2008).

Sameuden lisäksi muun muassa kuunnostusten aiheuttamalla virtaaman ja virtausnopeuden muutoksilla on arvioitu olevan mahdollisia vaikutuksia vuollejokisimpukkapopulaatioihin. Aikaisemmat tutkimukset Uudellamaalla osoittavat (käsitelty johdannossa), että vuollejokisimpukka tai muutkaan Unionidae-heimon simpukat Suomessa (taulukko 1) eivät esiinny koskimaisilla jokiosuuksilla, muutoin kuin satunnaisesti. Toisaalta raja-arvoja virtausnopeudelle on vaikea antaa, sillä virtausnopeuksia vuollejokisimpukkaselvitysten yhteydessä on tarkasteltu lähinnä loppukeväältä syksyllä, eikä vuodenaikaista virtausnopeuden tai virtaaman vaihtelua ole tutkittu. Yleisellä tasolla simpukoiden esiintymiseen joessa vaikuttavat myös soveltuvan pohjamateriaalin esiintyminen sekä vedenlaatu.

## 2.3 Siuntionjoen simpukatarkkailu

### 2.3.1 Vertailualueen valinta

Kuunnostuksen vaikutuksen tarkkailun vertailualueeksi valittiin Purnuksen alue, joka sijaitsee Sångarsforsin kanssa samalla jokiosuudella. Sångarsfors sijaitsee noin 3 km yläpuolisesta Karhujärvestä alavirtaan ja Purnus saman jokiosuuden alajuoksulla hieman ennen kuin pääuoma yhdistyy Siuntionjoen vesistön toiseen merkittävään uomaan, eli Kirkkojoen haaraan (kuva 5). Purnuksen alue valittiin vertailuaineiston näytteenottopisteeksi, sillä eri vesistöissä sijaitsevien alueiden välisiä muutoksia vedenlaadussa haluttiin välttää. Tämän lisäksi samaisen joen sisällä geneettinen vaihtelu on vähäisempää, joten tutkimuskohteilla elävien simpukoiden reagointi vesitilanteen vaihteluihin ja muihin mahdollisiin tekijöihin saman joen sisällä vastaa paremmin toisiaan.



Kuva 5. Siuntionjoen Sägerforsin ja Purnuksen tutkimusalueiden sijoittuminen Karhujärven ja Kirkkojoen väliin jääväällä jokiosuudella.

Vertailuaineiston kerääminen Sägerforsin tutkimusalueen yläpuolelta olisi ollut suotavampaa sillä suuret uoman muokkaukset voivat vaikuttaa pitkälti alavirtaan. Sägerforsin padon yläpuolella joki virtaa kuitenkin Karhujärvestä alkaen useiden suvantomaisten kohteiden läpi ja päällisin puolin tarkasteltuna nämä jokiosuudet eivät sovellu hyvin vuollejokisimpukalle. Loppukeväällä 2007 vertailualueutta etsittäessä Karhujärven ja Sägerforsin väliltä sukeltettiin kohtalaisen virtauksen alueelta noin 100 m mittainen linja (yläosan piste: 60°14'P, 24°16'I). Tältä alueelta ei löydetty yhtäkään vuollejokisimpukkaa. Vuosina 2006 ja 2007 kesällä tarkastellusta lähes kuivillaan olleesta Sägerforsin patoaltaasta ei myöskään löydetty yhtäkään vuollejokisimpukkaa, vaikka kaikkia muita viittä Unionidae-heimon lajia löydettiinkin. Siuntionjoen vesistöä Sägerforsin yläpuolelta ei aiempien tutkimustenkaan perusteella tunneta elinvoimaisia vuollejokisimpukkaesiintymiä. Siuntionjoen vesistön yläpuolisilta alueilta Palojärven luusuassa ja toisaalta järven yläpuolelta on tutkitu joitain kalataloudellisen kunnostuksen kohteita Vuonna 2008 tutkituilta neljältä kohteelta Palojärven ala- ja yläpuolelta ei ole löydetty kuin muutamia vuollejokisimpukan kuooria (Ljungberg & Saari 2008a). Toisaalta vuollejokisimpukan elinympäristöä varsinaisten koskien alla ei ole kartoitettu perusteellisesti, eikä vuollejokisimpukan tilaa siis tunneta yläpuolisessa vesistössä.

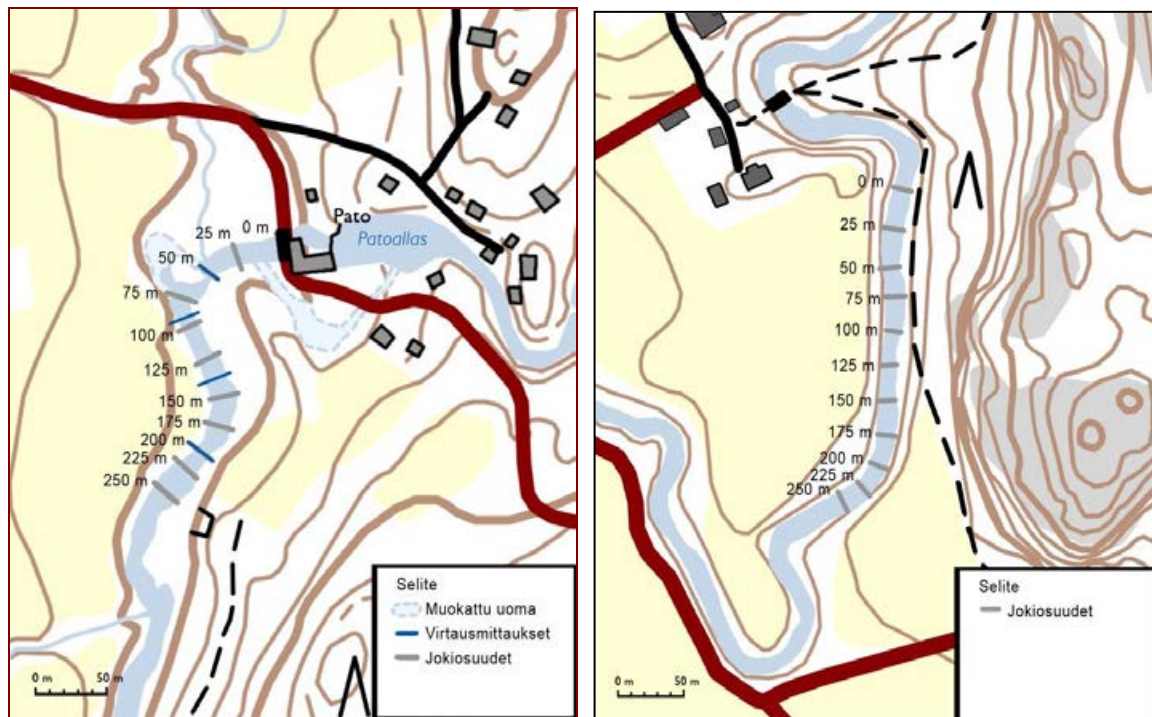
Koska vertailualueeksi soveltuvia esiintymiä ei löydetty Sägerforsin, valittiin vertailualueeksi Purnuksen alue, jossa vuollejokisimpukan esiintymä on runsas. Käytännössä tutkimusalueiden koettiin sijaitsevan tarpeeksi kaukana toisistaan, sillä Purnus sijaitsee 5 km Sägerforsista alavirtaan. Joki kohteiden välillä on suhteellisen kapea, yleensä alle 20 m leveydeltään ja mutkittelee runsaasti. Tutkimusalueiden välisellä jokiosuudella rantatörmän korkeuserot vasemmalla rannalla (virtaussuuntaan katsottuna) ovat suuremmat. Joen oikealla rannalla jokeen viettävät pellot ovat yleisiä.

### 2.3.2 Seurantakausi

Sågarsforsin kunnostus toteutettiin syksyllä 3.9.–21.11.2007 (Lehtinen 2010). Simpukkanäytteenotto suoritettiin kunnostusta edeltävänä kesänä 2007 ja seurantajaksolla kolmena vuonna 2008–2010. Näytteenotto suoritettiin aina alkukesästä, ajanjaksolla joka ulottui toukokuun viimeisestä viikosta aina heinäkuun ensimmäiselle viikolle. Tutkimukset suoritettiin vähänvetisenä aikana, sillä tutkimuksen suorittaminen tähän vuodenaikaan on helpompaa pienemmässä virtauksessa ja samalla pyrittiin välttämään näytteenotossa joen reuna-alueita, jotka jäävät kuiville matalan veden aikaan. Ajallisesti kolme seurantavuotta pitäisi olla riittävä ajanjakso simpukkapopulaatioissa tapahtuvien akuuttien muutosten seurantaan, niin yksilömäärien kuin populaation ikärakenteenkin osalta. Tässä ajassa voi jo nähdä ovatko kunnostusvuoden aikana ja sen jälkeen syntyneet vuosiluokat kehittyneet normaalisti.

### 2.3.3 Simpukkanäytteenotto Sågarsforsilla ja Purnuksella

Siuntionjoen Sågarsforsilla ja Purnuksella (kuva 6) simpukkanäytteenotto suoritettiin vuosittain 250 m:n pituisilla tutkimusalueilla. Tutkimusalueen yläraja Sågarsforsilla sijaitsi kunnostettavan padon alapuolisella sillalla. Purnuksen vertailualueeksi valittiin suora jokiosuus, minkä yläraja määritettiin satunnaisesti. Tutkimusalueet jaettiin 25 m mittaisiin osuuksiin, joista kullekin arvottiin vuosittain yksi tutkimuslinja. Eli yhteensä vuosittain tutkittiin 10 simpukkalinjaa. Peräkkäisinä vuosina päällekkäin osuvia simpukkalinjoja pyrittiin välttämään, jotta edellisen vuoden näytteenotto ei vaikuttaisi seuraavana vuonna alueelta löytyviin simpukkamääriin. Näytteenoton yhteydessä simpukat poimittiin ylös joesta mittausta ja laskentaa varten, jonka jälkeen ne palautettiin takaisin jokeen. Jos jokiosuudelle arvottu linja osui kolmea metriä lähemmäs edellisvuoden simpukkalinjaa, arvottiin linjan paikka uudestaan.



Kuva 6. Sågarsforsin (vasen kuva) ja Purnuksen (oikea kuva) tutkimusalueiden jokiosuudet (25 m), Sågarsforsilla suoritettujen virtausnopeuden mittauslinjat.

Kullekin simpukkanäytteenoton linjalle arvottiin yhteensä 9 näyteruutua. Näytteenotossa käytettiin kehikkoa, jonka pinta-ala oli  $0,25 \text{ m}^2$ . Näyteruudut arvottiin linjalle siten että näytteitä saatiin sekä uoman reunoilta että keskiosista. Tätä varten jokiuoma jaettiin näytteenottoa edeltäen uomanleveyden perusteella kolmeen osaan. Vaikka joissain vuollejokisimpukkaa koskevissa tutkimuksissa

simpukkanäytteitä on kerätty vain uoman keskeltä, haluttiin tähän tarkkailuun ottaa mukaan myös uoman reunat. Vuollejokisimpukka esiintyy joen keskiuomassa usein suurempina tiheyksinä ja uoman reunoilla harvalukuisempina. Joen keskiuomassa havaittujen suurten simpukkatiheyksien pohjalta tehdyt populaatiokoon arviot eivät tarpeeksi kiinnitä huomiota uoman reuna-alueiden erityispiirteisiin ja saattavat yliarvioida simpukkamäärät.

Uoman leveys Sågarsforsilla ja Purnuksella vaihteli tutkimusalueiden sisällä hieman alle kymmenestä metristä yleensä vajaaseen kahteenkymmeneen metriin, mutta tutkimuksessa uoman rantaosuuksien leveys haluttiin vakioida. Uoma jaettiin siis simpukkalinjoilla leveyssuunnassa siten, että molemmille reunakaistaleille varattiin 3,5 m:n (0,5 m + 3 m) osuus linjalta. Jäljelle jäävän keskiuoman osuus vaihteli riippuen uoman todellisesta leveydestä. Uoman reunoilla puolen metrin etäisyydelle rannasta ei sijoitettu lainkaan näyteruutuja, sillä näillä alueilla liian suuri valointensiteetti, ajoittainen kuivuminen, seisova vesi tai korkeampi veden lämpötila saattaa aiheuttaa simpukoille vähemmän suotuisan ympäristön. Kummankin reunan kolme ruutua arvottiin siis rannasta etäisyydelle 0,5–3,5 m ja loput kolme näyteruutua arvottiin keskiuomaksi jäävälle linjan osuudelle.



Kuva 7. Simpukkanäytteenottoa Purnuksella, jossa sukeltaja kerää linjaköydelle arvotulta näyteruudulta simpukoita näytepussiin. Kuva: Reetta Ljungberg.

Näyteruuduilla simpukkanäytteenotto suoritettiin laitesukeltamalla, snorklaamalla tai vedenkorkeuden salliessa kahlaamalla. Linjalle arvotuilta ruuduilta kerättiin niin sedimentin pinnalta havaittavat simpukat kuin pohjan sisälle kaivautuneet simpukat. Sedimentin pinnalta kerättiin ensin silmin ja tunnustelemalla havaittavat simpukat yhteen näytepussiin. Tämän jälkeen näytteenottoon käytettyä kehikkoa painettiin kevyesti pohjan sisään, minkä jälkeen näyteruudun sisältä kerättiin lapioimalla pohjamateriaalia 0–5 cm syvyydeltä erilliseen näytepussiin. Nuoret simpukat eli juveniilit elävät sedimentin ylimmässä kerroksessa (1–8 cm) noin 2–4 vuotta (Jacobson ym. 1997). Pienet simpukat ja osa aikuisista simpukoista kaivautuu niin syvälle sedimenttiin, että niitä ei voi havaita visuaalisesti tai tunnustelemalla (Ljungberg 2007). Jotta simpukkatiheyksistä ja populaation kokojakaumasta saataisiin paremmin todellisuutta vastaava kuva, on sukeltamalla suoritettavaan simpukkanäytteenottoon yhdistettävä kaivamalla suoritettavaa näytteenottoa. Pyrkimyksenä oli ottaa kaikilta näyteruuduilta pohjasedimentistä kvantitatiivinen kaivettu näyte 5 cm syvyyteen saakka, mutta pintasedimentin alla oli usein joko tiivis moreeni tai savi, jota ei pystytty kaivamaan. Tämän vuoksi kaivettu syvyys todellisuudessa jäi useimmiten alle tavoitteen. Toisaalta simpukoiden ei ole havaittu kaivautuvan tiiviiseen saveen tai soraan, joten näytteenotossa täytyi hyväksyä hajonta, mikä johtui simpukan osalta kaivautumiseen soveltuvan pohjamateriaalin paksuudesta.

Sedimentin sisältä kaivetusta materiaalista seulottiin simpukat 3, 5 ja 10 mm:n seulasarjalla. Tämän jälkeen sekä seulotut, että sedimentin pinnalta kerätyt simpukat määritettiin lajilleen, yksilöt mitattiin millilleen ja niiden määrät laskettiin. Tässä raportissa on esitetty simpukoiden kokoja-kauma ainoastaan vuollejokisimpukan osalta ja tuloksissa simpukat on laitettu pituusluokkiin 5 mm:n erotuksella. Juveniileilta simpukoilta puuttuvat varmat tuntomerkit, minkä vuoksi alle 16 mm:n mittaisia juveniileja simpukoita on tuloksissa käsitelty yhtenä ryhmänä lajimääritysvirheiden välttämiseksi ja sillä oletuksella, että eri lajien nuoruusvaiheet ovat yhtä herkkiä virtausnopeuden ja sameuden muutoksille. Tuloksissa juveniileilla simpukoilla tarkoitetaan siis poikkeuksetta näitä alle 16 mm simpukka yksilöitä. Vaikka kaikki aikuiset simpukat tunnistettiin lajilleen, on järvisimpukoita, *Anodonta* ja *Pseudanodonta*-suvun kolme lajia, tarkasteltu tuloksissa vain yhtenä ryhmänä.

### 2.3.4 Virtausnopeus simpukkanäytteenoton ruuduilla

Sekä Sångarsforsilla että Purnuksella simpukkanäytteenoton yhteydessä määritettiin vuosittain virtausnopeus kultakin tutkimusruudulta. Tällä pyrittiin selvittämään, miten vuollejokisimpukkatihedyet jakautuvat eri virtausnopeuksille. Ennen simpukkanäytteenottoa sukeltaja arvioi virtausnopeuden (cm/s) määrittämällä virrassa liikkuvien partikkelien nopeuden silmämääräisesti. Virtausnopeuden arviointi tällä tavalla on karkea menetelmä eikä anna tarkkoja tuloksia, mutta arviointia pystyttiin tarkentamaan sillä, että tutkimuspisteillä kaksi näytteenottajaa arvioivat yhdessä virtausnopeuden useammilta pisteiltä. Alhaisilla virtausnopeuksilla tarkkuuden oletetaan olevan jokseenkin hyvä. Virtausnopeuden kasvaessa suurempaakin heittoa saattaa esiintyä.

### 2.3.5 Virtausnopeuden muutokset Sångarsforsilla avovesikaudella

Näyteruutujen virtausnopeuden arvioinnin lisäksi virtausnopeuden muutoksia seurattiin tarkoilla mittauksilla neljällä uoman yli ulottuvalla linjalla Sångarsforsilla. Virtausmittauksen linjoista ensimmäinen sijoittui noin 50 m:n etäisyydelle tutkimusalueen yläosasta. Virtauslinja 2 sijoittui simpukkanäytteenotossa käytetyistä jokiosuuksista alueelle 75–100 m, linja 3 jokiosuudelle 125–150 m ja linja 4 noin 200 m etäisyydelle (kuva 6).

Mittaus suoritettiin kaikilla linjoilla seitsemän kertaa vuodessa jäättömänä aikana maalismarraskuun välillä. Mittaukset suoritettiin viikoilla 14, 18, 22, 27, 34, 40 ja 47, ja tarkat mittauspäivät on esitetty taulukossa 2. Virtausmittaukset suoritettiin kaikilta linjoilta saman päivän aikana.

Taulukko 2. Sångarsforsin avoveden aikaisen virtausnopeuden mittauspäivät vuosina 2007–2010.

Kuukausi	Vko 14	Vko 18	Vko 22	Vko 27	Vko 34	Vko 40	Vko 47
2007	21.3.	19.4.	24.5.	5.7.	30.8.	3.10.	22.11.
2008	3.4.	30.4.	28.5.	3.7.	21.8.	29.9.	19.11.
2009	30.3.	5.5.	2.6.	7.7.	19.8.	18.9.	18.11.
2010	8.4.	29.4.	1.6.	5.7.	27.8.	8.10.	26.11.

Mittauksia otettiin siivikolla noin 2 metrin välein linjalta ja riippuen vedenkorkeudesta yhteensä mittauksia linjoille tuli aina 2–8, mutta yleisimmin vain 3 pisteeltä. Virtausnopeutta mitattiin niin pohjan läheltä, välivedestä kuin pinnaltakin. Pohjanläheinen virtausnopeusmittaus suoritettiin 10 cm:n etäisyydeltä pohjasta. Koska vain näillä pohjanläheisillä virtauksilla on simpukoiden kannalta merkitystä, on vain näitä tuloksia käsitelty tässä raportissa. Tuloksissa on esitetty reunimaisten mittauspisteiden tulokset oikealta ja vasemmalta rannalta ja näiden väliä keskiuomasta mittauspisteistä on valittu esitettäväksi maksimivirtausnopeudet, sillä ainoastaan näillä oletetaan olevan mahdollisesti haitallisia vaikutuksia vuollejokisimpukan ja muiden Unionidae-simpukoiden määrään.

Purnuksen vertailualueella ei ollut käynnissä vuoden ympäri tapahtuvaa virtausnopeusmittausta tai sameusmittauksia, vaan simpukkalajiston, simpukkatihedysien ja vuollejokisimpukkapopulaation



kokojakauman muutoksia tarkasteltiin ainoastaan suhteessa, molemmilla alueilla, kesällä suoritetun simpukkanäytteenoton yhteydessä arvioituihin virtausnopeuksiin.

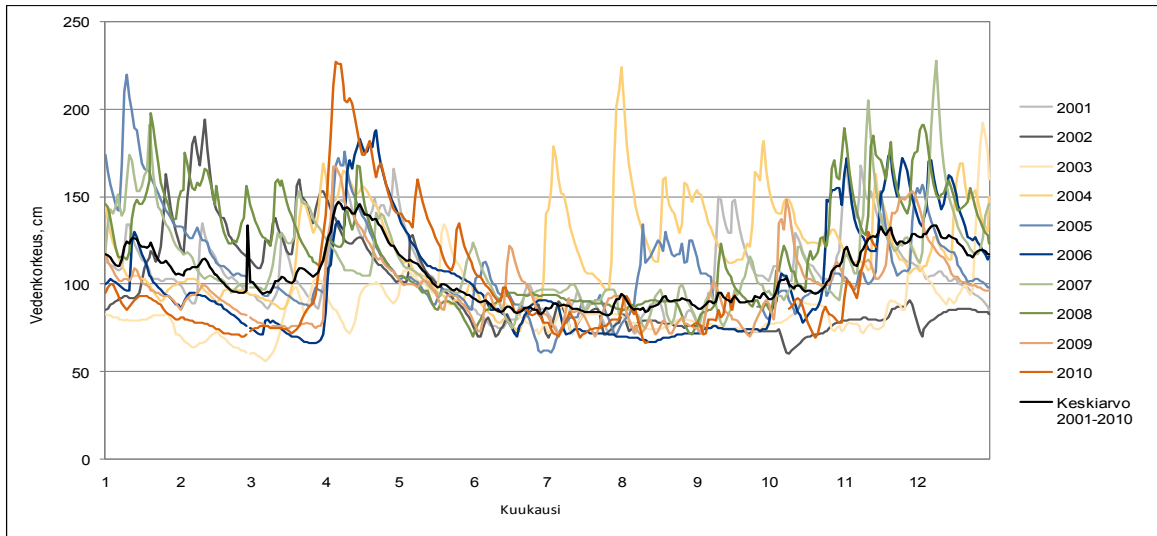
### 2.3.6 Vesitilanne Siuntionjoessa vuosina 2001–2010

Vesitilanteen vaihtelulla voidaan olettaa olevan merkitystä tutkimusalueiden simpukkamäärien vaihteluun, sillä sadannan kasvaessa virtausnopeudet kasvavat uomassa ja runsasvetisinä vuosina simpukoita saattaa huuhtoutua joessa alavirtaan kovan virtauksen alueilta. Huuhtoutumisen vaikutuksia simpukkapopulaatioihin ei tiettävästi ole tutkittu Suomessa.

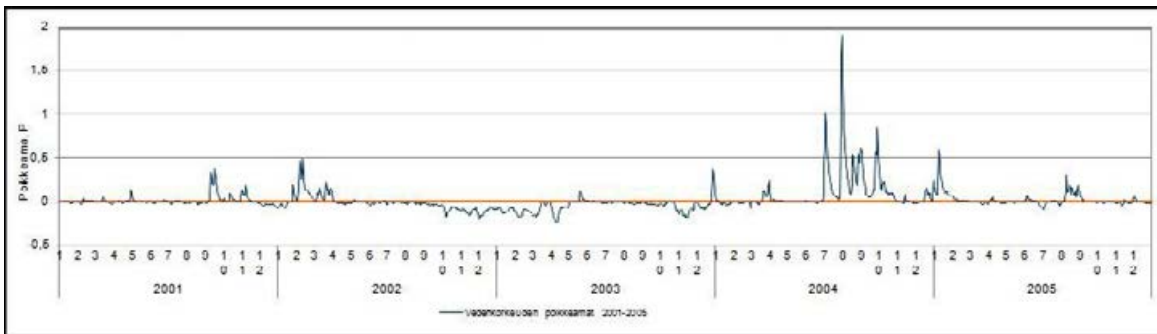
Simpukat kaivautuvat pohjamateriaaliin noin kaksi kolmasosaa kuorenmitalta (Ljungberg 2007), mutta virtauksen havaittiin tutkimuksen aikana jo lyhyellä aikavälillä (muutamassa päivässä) muokkaavan suuresti Purnuksella pohjaa eroosion vuoksi. Tällaisilla alueilla vesitilanteella saattaa olla suurikin vaikutus simpukoiden esiintymiseen alueella. Tämän vuoksi vesitilanteen muutoksia Siuntionjoella haluttiin tarkastella myös yleisen vesitilanteen kannalta. Vaikka virtausmittausten yhteydessä vedenkorkeutta mitattiin Sångarsforsin padon alapuolisella sillalla, vesitilanteen kannalta merkittävin aikasarja Siuntionjoella sijaitsee Sångarsforsista noin 8,5 km ja Purnuksesta noin 3,5 km alavirtaan Tjusträsk-järven luusuassa, missä vedenkorkeutta on mitattu lähes päivittäin ainakin viimeisen vuosikymmenen ajan (OIVA – ympäristö- ja paikkatietopalvelu 2008a). Tätä aineistoa on käytetty tässä raportissa simpukkamäärissä tapahtuneiden muutosten arviointiin.

Kuvassa 8 on esitetty vedenkorkeuksia Tjusträskillä vuodesta 2001 lähtien ja vedenkorkeuden keskiarvo vuosilta 2001–2010. Koska vuosien välistä vesitilanteen vaihtelua on vaikea hahmottaa pelkän vedenkorkeusmittausten pohjalta, laskettiin vuosien 2001–2010 kunkin mittausravon poikkeama (P) keskiarvot (kuvat 9 ja 10). Poikkeama laskettiin vuosikymmenen antaman vedenkorkeuden keskiarvon ja mittaushetken arvon erotuksen prosenttiosuutena keskiarvosta ja korotettiin potenssiin erojen korostamiseksi, kaavalla:  $P = ((x - \mu) / \mu)^2$ , missä  $x$  = vedenkorkeus hetkellä  $t$ , ja  $\mu$  = päivittäiskeskisarvo vedenkorkeudelle vuosilta 2001–2010.

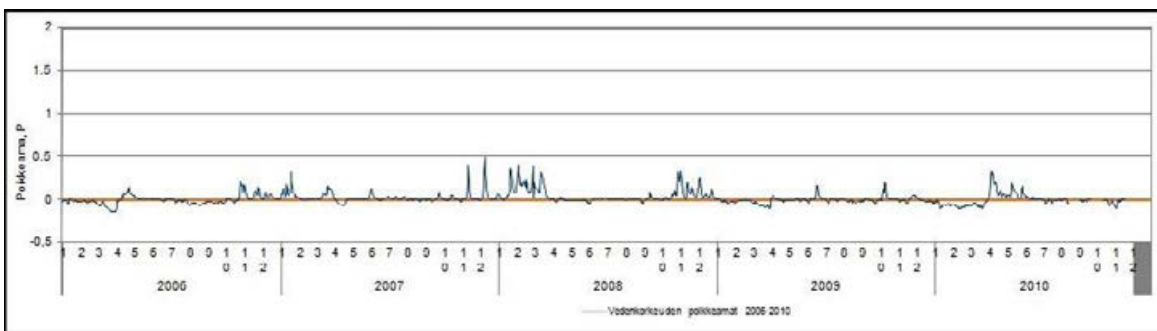
Poikkeamat vedenkorkeudesta ovat olleet viimeisen vuosikymmenen aikana suurimmillaan vuonna 2004, jolloin vedenkorkeudet vesistöissä olivat koholla aina kesältä talvelle. Tätä aikaisemmin loppuvuodesta 2001 ja vuoden 2002 alkuvuodesta vesi on käynyt tavallista korkeammalla, mutta nämä poikkeamat ovat olleet jokseenkin lyhytkestoisia. Vuodet 2002 ja 2003 ovat olleet vähävetisiä ja vuoden 2004 vedenkorkeuden huippujen jälkeen vuodesta 2005 aina vuoden 2007 talvelle saakka vedenkorkeuksissa ei ole ollut merkittäviä poikkeamia. Talven 2007–2008 vaihteessa vedenkorkeudet ovat olleet tavallista korkeammalla (kuva 8). Vuoden 2008 loppuvuodesta vesi on jälleen käynyt korkealla (kuva 10), mutta ei ole yltänyt samoihin lukemiin kuin vuonna 2007 loppuvuodesta (kuva 8). Tämä poikkeama ei ole ollut kestoaltaan yhtä pitkä kuin talven 2007–2008 poikkeama. Keväällä 2010 huhtikuulta kesäkuulle on kestänyt vuodenaikaan nähden tavallista runsasvetisempi jakso, mikä näkyy erityisen hyvin kokonaisvedenkorkeuksissa (kuva 8).



Kuva 8. Vedenkorkeus Tjusträskin luusuassa Siuntionjoella vuosina 2001–2010 sekä vuosikymmenen keskiarvo.



Kuva 9. Vedenkorkeuden poikkeamat, P, vuosina 2001–2005 Siuntionjoen Tjusträskin luusuassa laskettuna vuosien 2001–2010 päivittäiseskiarvosta.



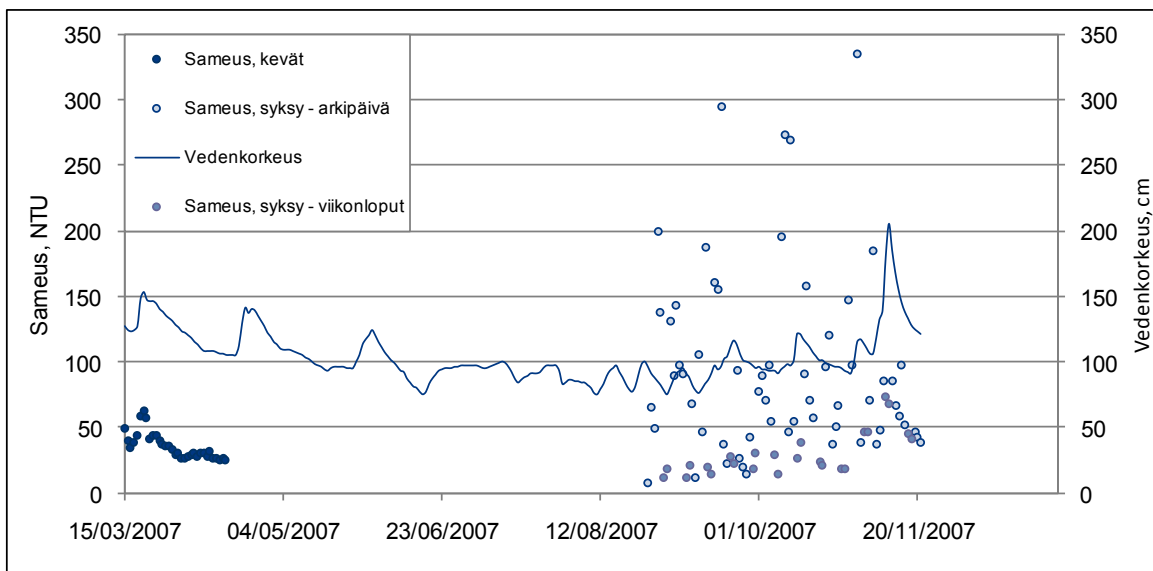
Kuva 10. Vedenkorkeuden poikkeamat, P, vuosina 2006–2010 Siuntionjoen Tjusträskin luusuassa laskettuna vuosien 2001–2010 (marraskuu) päivittäiseskiarvosta.

### 2.3.7 Kunnostuksen aiheuttama sameus

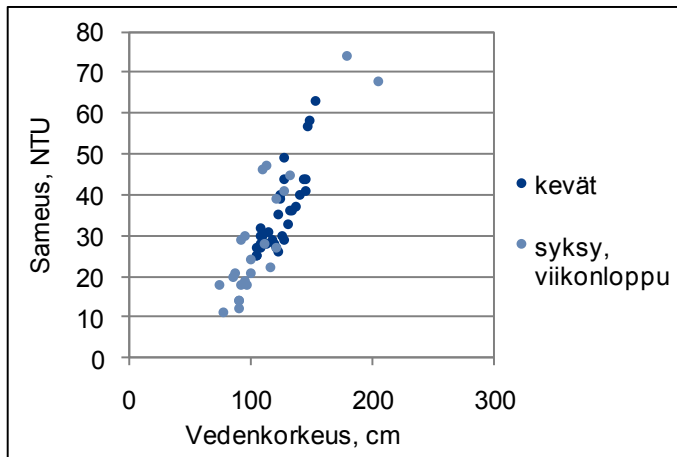
Kunnostuksen aikaisia kiintoainepitoisuuksia mitattiin Sångarsforsin tutkimusalueella Luode Consulting Oy:n toimesta. Vuollejokisimpukan kannalta merkittäviä tuloksia on kerätty Uudenmaan ympäristökeskukselle toimitetusta aineistosta tähän kappaleeseen, sillä muuta sameunnuksesta kertovaa aineistoa Sångarsforsilta ei ole olemassa.

Kiintoainepitoisuuksia kunnostuskohteella sameutta seurattiin jatkuvatoimisesti keväällä 2007 ennen kunnostusta ja syksyllä koko kunnostuksen (3.9.–21.11.2007) ajan ja pari päivää tätä ennen (27.8.–2.9.2007). Keväällä mittausta suoritettiin Sångarsforsin simpukkatarkkailualueella puolessa välissä noin kuukauden ajan (15.3.–16.4.), jolloin kiintoainepitoisuudet pysyivät pääosin reilusti alle 50 NTU:ssa, paitsi 20.–22.3., jolloin kiintoainepitoisuus nousi käyden maksimissaan 63 NTU:ssa (Kiirikki 2007, Kiirikki julkaisematon). Nämä kohonneet kiintoainepitoisuudet osuivat yhteen Sångarsforsin yläpuolisen Palojärvenkosken (Kiirikki 2007) sekä Tjusträskin (kuva 11) ympäristöhallinnon mittauspisteiden havaitsemien vedenkorkeuden piikin kanssa (OIVA – ympäristö- ja paikkatieto-palvelu 2008a).

Kunnostuksen aikaisessa seurannassa syksyllä koko jakson 27.8.–21.11. aikana vain 2,5 % kaikista havainnoista ylitti raja-arvoksi asetetun 87 NTU (Kiirikki 2007). Työnaikaisen mittauksen aikana sameuspiikit olivat vain lyhytaikaisia ja niinäkin päivinä, jolloin raja-arvo ylitettiin, kohonneita arvoja saaneita mittauksia oli yleensä vain 1–3 tunnin ajalta päivässä ja enimmillään vain viisi kertaa päivässä (Kiirikki, julkaisematon). Työt keskeytettiin aina kun kiintoainepitoisuus nousi vedessä raja-arvon yläpuolelle (Kiirikki 2007). Syksyn mittauksissa arkipäivinä mitatut sameusarvot kohosivat yli raja-arvon yhteensä 53 havaintotunnin aikana yli raja-arvon, mikä on noin 3,5 % kokonaisuutena havainnoista (yhteensä 1486 mittaustuntia, kuva 11). Syksyn kunnostusjakson aikana viikonlopun sameusarvojen ja Tjusträskiltä mitatun vedenkorkeuden muutokset korreloivat yhtä hyvin kuin kevään mittaukset (kuva 12). Tämä osoittaa että kunnostuksen aikana irronneen kiintoaineen aiheuttama samentuminen oli hyvin lyhytaikaista ja että sameus nopeasti laski viikonlopulle luontaisen huuhtouman aiheuttaman samentumisen tasolle.



Kuva 11. Kunnostusta edeltäneen kevään (15.3.–16.4.2007) ja syksyn (27.8.–21.11.2007) sameusmittauksen päivämaksimit Sångarsforsilla, sekä vedenkorkeuden vaihtelu Tjusträskillä. Kuva-alueen ulkopuolelle on jätetty kaksi havaintoa 959 NTU (19.10. klo 14) ja 586 NTU (31.10. klo 8).



Kuva 12. Kunnostusta edeltäneen kevään (15.3.–16.4.2007) ja syksyn kunnostuksen ajalta (27.8.–21.11.2010) viikonloppujen päivämaksimien sameusarvojen korrelaatio Tjusträskiltä mitatun vedenkorkeuden kanssa. Huom. kuvassa ei ole mukana kunnostusten arkipäivien sameusmittausten arvoja, sillä ne eivät korreloi luonnollisen huuhtouman lailla.



Kuva 13. Vasemmalla padon kiertävän sivu-uoman purkautumisaukot ennen kunnostusta vuonna 2006. Oikealla sama sivu-uoma kunnostettuna ja muuri puhkaistuna ylävirtaan tarkasteltuna vuonna 2010. Kuvat: Esa Lehtinen.



*Kuva 14. Vasemmalla padon kiertävä kapea ja vähävetinen sivu-uoma ennen kunnostusta vuonna 2006. Oikealla sama sivu-uoma kalatieksi avattuna ja kivettynä vuonna 2008 ylävirtaan tarkasteltuna. Vasen kuva: Esa Lehtinen, oikea kuva: Reetta Ljungberg.*



*Kuva 15. Padon alapuolinen jokiuoma sillalta alavirtaan tarkasteltuna. Vasemmalla jokiuoma vuotta ennen kunnostusta vuonna 2006. Oikealla sama alue soraistettuna ja kivettynä kunnostuksen jälkeen vuonna 2010. Kuvassa näkyvä alue noin 50 m sillasta alavirtaan ja oikean puoleisessa kuvassa etäällä näkyvä kiveys kuuluu alempaan kunnostettuun sivu-uomaan. Kuvat: Esa Lehtinen.*

## 3 Tulokset

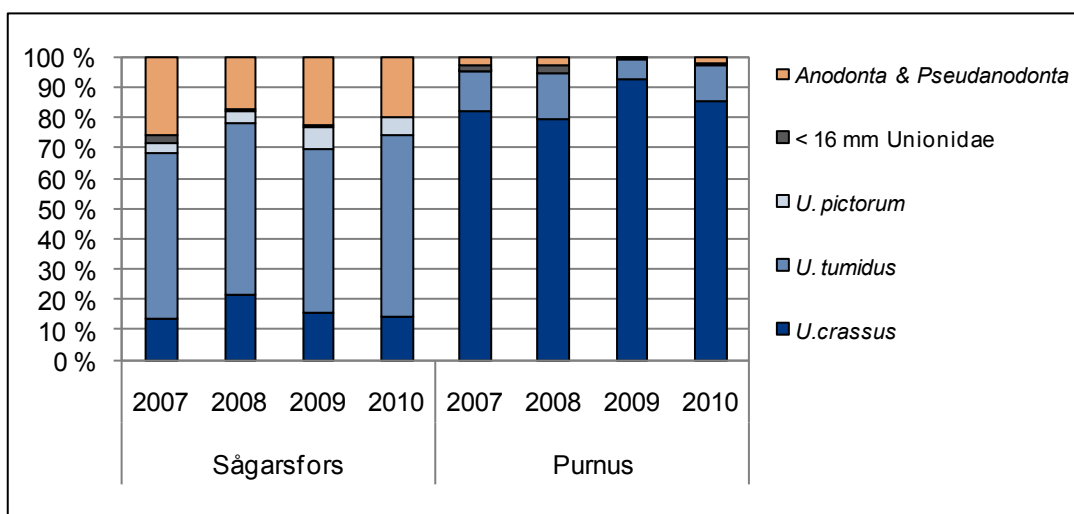
### 3.1 Tutkimusalueiden simpukkamäärät ja lajisto otoksessa vuosina 2007–2010

#### 3.1.1 Lajisto tutkimusalueilla

Siuntionjoen Sågarsforsin ja Purnuksen tutkimusalueiden simpukoiden lajijakaumat otoksessa eri alueilla erosivat toisistaan huomattavasti. Molemmilta alueilta löydettiin kaikkia kuutta Unionidae-lajia, mutta eri suhteissa. Purnuksella vain sysijokisimpukka (*Unio tumidus*) ja vuollejokisimpukka (*U. crassus*) olivat yleisiä ja muita lajeja tavattiin vain joitain yksilöitä. Sågarsforsilla sen sijaan löytyi jokseenkin yleisesti kaikkia muita lajeja kuin isojärvisimpukkaa (*Anodonta cygnea*).

Järvisimpukoista pikkujärvisimpukka (*Anodonta anatina*) oli niin Purnuksella kuin Sågarsforsillakin yleisin. Litteäjärvisimpukan (*Pseudanodonta complanata*) osuus Sågarsforsin järvisimpukoista vaihteli hieman, mutta oli suurimmillaan vuonna 2007, jolloin hieman vajaa puolet järvisimpukoista oli litteäjärvisimpukkaa. Purnuksella pikkujärvi- ja litteäjärvisimpukan osuudet alueelta löydetystä järvisimpukoista vaihtelivat vuosien välillä nollassa sataan prosenttiin, mutta kokonaisuudessaan pikkujärvisimpukkaa löydettiin enemmän. Isojärvisimpukka oli harvinainen molemmilla alueilla. Kaikkina muina vuosina, paitsi vuonna 2010, sitä löydettiin Sågarsforsilla, mutta enimmilläänkin vuonna 2007 vain 6 yksilöä koko alueelta. Purnuksella isojärvisimpukkaa tavattiin vain yksi yksilö koko nelivuotisen tutkimuksen aikana. Raportin seuraavissa tuloksissa järvisimpukoita, *Anodonta* ja *Pseudanodonta*-suvun kolmea lajia, käsitellään vain yhtenä ryhmänä.

Sågarsforsin tutkimuskohteella elävistä simpukoista ylivoimaisesti runsaslukuisin oli sysijokisimpukka ja sen jälkeen vuollejokisimpukka (kuva 16). Ryhmänä järvisimpukat muodostivat merkittävän osuuden, noin neljänneksen, kaikista havaituista simpukoista. Soukkojokisimpukat (*Unio pictorum*) ja juveniilit (< 16 mm) Unionidae-simpukat olivat vähemmistönä. Simpukkalajiston suhteelliset osuudet eivät Sågarsforsilla juurikaan muuttuneet vuosien välillä. Sysijokisimpukka (*U. tumidus*) oli alueella runsain 54–60 % osuudella. Vuollejokisimpukoiden osuus otoksesta (*U. crassus*) oli 13–21 %, soukkojokisimpukoiden (*U. pictorum*) 3–7 % ja järvisimpukoiden (*Anodonta* ja *Pseudanodonta*-suvut) 17–26 %, kaikista havaituista simpukoista. Alle 16 mm Unionidae-simpukoita löydettiin Sågarsforsilta ainoastaan vuosina 2007–2009, jolloin niiden osuus simpukoiden kokonaismäärästä oli 4–3 %. Viimeisenä tutkimusvuonna 2010 näitä juveniileja simpukoita ei löydetty lainkaan.



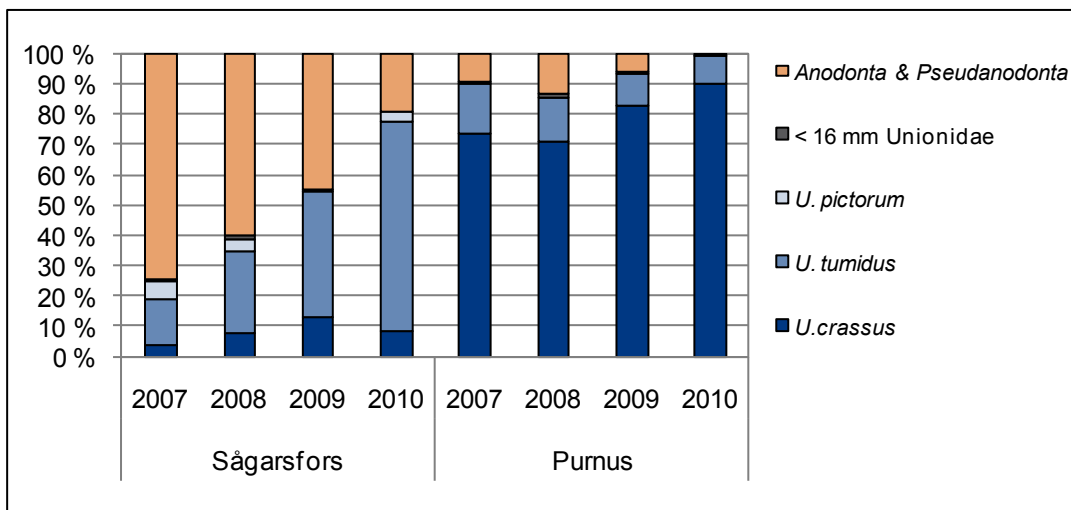
Kuva 16. Tutkimusalueilta vuosina 2007–2010 havaittujen elävien Unionidae-heimon simpukoiden suhteelliset osuudet.

Purnuksella ylivoimaisesti yleisin simpukkalaji oli vuollejokisimpukka (kuva 16). Sysijokisimpukka oli toiseksi yleisin simpukka. Soukkojokisimpukkaa ei löytynyt kuin ensimmäisenä vuonna 1 kappaletta. Järvisimpukoiden (*Anodonta* ja *Pseudanodonta*-suvut) ja nuorten simpukoiden osuudet olivat vähäisiä. Simpukkalajiston suhteelliset osuudet eivät Purnuksella juurikaan muuttuneet vuosien välillä. Vuollejokisimpukoita (*U. crassus*) oli alueella 79–93 %, sysijokisimpukoita (*U. tumidus*) 6–15 %, soukkojokisimpukoita (*U. pictorum*) vain 0–0,2 % ja järvisimpukoita (*Anodonta* ja *Pseudanodonta*-suvut) 0,9–3,2 % koko lajistosta. Alle 16 mm juveniileja kokonaissimpukkamäärästä oli vain 0,09–2,4 %.

Toisin kuin elävien simpukoiden osalta, kuolleiden simpukoiden osuudet näytteissä muuttuivat Sångarsforsilla tutkimusjakson aikana (kuva 17). Kuolleiden järvisimpukoiden osuus väheni noin 75 %:sta vain hieman vajaaseen 20 %:iin kaikista kuolleena löytyneistä simpukoista. Sysijokisimpukoiden osuus kuolleissa simpukoissa kasvoi 15–69 %:iin. Kuolleiden vuollejokisimpukoiden määrä vaihteli 4–13:iin % ja soukkojokisimpukoiden 0,8–5 %:iin. Vuosina 2007 ja 2008 otokseen osuneiden kuolleiden juveniilien osuus kaikista havaituista kuolleista simpukoista oli 1,2–1,6 %. Kahtena viimeisenä tutkimusvuonna ei löydetty kuolleita juveniileja.

Purnuksella kuolleiden vuollejokisimpukoiden osuudet (71–90 %) noudattivat samaa jakaumaa kuin elävien vuollejokisimpukoiden (kuvat 16 ja 17). Sysijokisimpukoiden osuus kuolleista simpukoista vaihteli 9–27 %:iin, järvisimpukoiden osuus 0,7–14 %:iin ja juveniilien osuus kolmena ensimmäisenä vuonna 0,8–1,5 %:iin, kuolleiden juveniilien puuttuessa otoksesta vuonna 2010. Kuolleita soukkojokisimpukoita ei löydetty Purnukselta minään tutkimusvuonna.

Osa kuolleiden simpukoiden kuorista on saattanut huuhtoutua niin Purnuksella kuin Sångarsforsilla-kin tutkimusalueiden yläpuolisilta jokiosuuksilta ja etenkin patoaltaasta kunnostuksen jälkeen. Sångarsforsin yläpuolisilta alueilta vuollejokisimpukkaa ei kuitenkaan ole tavattu.



Kuva 17. Tutkimusalueilta vuosina 2007–2010 havaittujen kuolleiden Unionidae-heimon simpukoiden suhteelliset osuudet.

### 3.1.2 Simpukoiden määrät otoksessa vuosina 2007–2010

Sångarsforsilta löytyi simpukkanäytteenoton yhteydessä kunnostusta edeltävänä kesänä vuollejokisimpukoita yhteensä 175 yksilöä. Seuraavina vuosina: 213 yksilöä (v. 2008), 143 yksilöä (v. 2009) ja 103 yksilöä (v. 2010, taulukko 3). Löydettyjen sysijokisimpukoiden määrät vaihtelivat 437–724 yksilöön, laskien vuodesta 2007 vuoteen 2010. Soukkojokisimpukoiden määrät vaihtelivat 39–69 yksilöön, ollen alimmillaan vuonna 2008 ja korkeimmillaan vuonna 2009. Järvisimpukoiden (*Anodonta* ja *Pseudanodonta*-suvut) määrät vaihtelivat tutkimusjakson aikana 147–342 yksilöön ilman selkeää laskua tai nousua. Juveniilien simpukoiden (< 16 mm) määrät laskivat kolmen

ensimmäisen vuoden aikana 36 yksilöstä vain 4 yksilöön ja vuonna 2010 ei löydetty enää yhtäkään juveniilia. Yhteensä suursimpukoita (Unionidae) löytyi tutkimusvuosina eniten vuonna 2007 (1322 yksilöä) ja vähiten vuonna 2010 (728 yksilöä).

Sågarsforsilla tavattujen kuolleiden vuollejokisimpukoiden määrät kasvoivat vain hieman (taulukko 3), mutta otokseen sattuneiden kuolleiden sysijokisimpukoiden määrät kasvoivat runsaammin tutkimuksen aikana. Kuolleiden soukkojokisimpukoiden määrät olivat otoksessa vähäisiä kaikkina vuosina, eivätkä niiden määrät juurikaan vaihdelleet. Kuolleiden järvisimpukoiden määrät laskivat näytteissä tutkimuksen aikana. Kuolleiden juveniilien (< 16 mm) määrät olivat kaikkina vuosina vähäisiä tai olemattomia.

Taulukko 3. Sågarsforsin ja Purnuksen tutkimusalueilta vuosina 2007–2010 havaittujen elävien ja kuolleiden Unionidae-heimon simpukoiden määrät otoksessa.

Elävät	Sågarsfors				Purnus			
	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010
<i>U. crassus</i>	175	216	143	103	1394	660	1088	468
<i>U. tumidus</i>	724	582	518	437	227	126	75	65
<i>U. pictorum</i>	45	39	69	41	1	0	0	1
<i>Anodonta &amp; Pseudanodonta</i>	342	174	217	147	50	27	11	12
< 16 mm Unionidae-simpukat	36	9	4	0	31	20	1	2
Yhteensä – Unionidae-simpukat	1322	1020	951	728	1703	833	1175	548
Kuolleet	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010
<i>U. crassus</i>	6	14	15	21	93	94	96	246
<i>U. tumidus</i>	25	49	50	174	21	19	12	25
<i>U. pictorum</i>	9	7	1	9	0	0	0	0
<i>Anodonta &amp; Pseudanodonta</i>	123	111	54	49	12	18	7	2
< 16 mm Unionidae-simpukat	2	3	0	0	1	2	1	0
Yhteensä – Unionidae-simpukat	165	184	120	253	127	133	116	273

Purnuksen vertailualueelta löytyi vuollejokisimpukoita aloitusvuonna yhteensä 1394 yksilöä ja seuraavina vuosina 660, 1088 ja 468 (taulukko 3) eli otokseen osuneiden vuollejokisimpukoiden kokonaismäärät laskivat ja nousivat joka toinen vuosi. Sysijokisimpukoiden määrät laskivat jokseenkin tasaisesti tutkimuksen aloitusvuonna havaitusta 227 yksilöstä aina 65 yksilöön vuonna 2010. Soukkojokisimpukoita ei Purnuksella löydetty kuin yksittäisiä yksilöitä vuosina 2007 ja 2010. Järvisimpukamäärät laskivat 50 yksilöstä (vuonna 2007) vain noin viidennekseen kahden viimeisen vuoden aikana. Juveniilien (< 16 mm) simpukoiden määrät laskivat 31 yksilöstä muutamaan yksilöön viimeisinä vuosina. Yhteensä löydettyjen suursimpukoiden määrät laskivat, nousivat ja laskivat taas vuoden 2007 jopa 1703 yksilöstä 548 yksilöön vuonna 2010, johtuen otoksessa runsaimpana esiintyneen vuollejokisimpukan määrien muutoksista.

Kuolleiden simpukoiden kohdalla selkeitä muutoksia Purnuksella oli vain vuollejokisimpukamäärissä, jotka ensimmäisen kolmen vuoden aikana pysyivät samalla tasolla, mutta kasvoivat vuonna 2010 melkein kaksi ja puolikertaiseksi verrattuna edellisiin vuosiin (taulukko 3). Löydettyjen kuolleiden järvisimpukoiden määrissä oli hienoista laskua, mutta muiden vähälukuisten simpukoiden osalta ei havaittu muutoksia kuolleiden simpukoiden määrissä.

### 3.2 Simpukkatihyeysien muutokset otoksen näyteruuduilla

Näyteruuduilta löydettyjen simpukoiden kokonaismäärät antavat viitteitä populaation koosta, mutta koska eri vuosina otokseen saattaa osua satunnaistamisesta johtuen vaihteleva määrä tiheydel-tään runsaita, vähälukuisia tai simpukoista tyhjiä ruutuja, ei otokseen osuneiden simpukoiden määrän voida yksin olettaa kuvastavan muutoksia simpukkapopulaatioiden koossa. Simpukka-



määrien muutoksia on tarkasteltu tämän vuoksi myös simpukkatiheyksissä tapahtuneiden muutosten pohjalta, ottaen huomioon tyhjien näyteruutujen määrä.

### 3.2.1 Otannan ja simpukkatiheyksien muutosten tilastollinen testaaminen

Molemmilla tutkimusalueilla otokseen sisältyi runsaasti ruutuja, joilla kulloinkin tarkastelun kohteena olevaa simpukkalajia ei esiintynyt. Näitä simpukkalajista tyhjiä ruutuja kutsutaan tässä raportissa *nolla*-näyteruuduiksi ja ruutuja, joilla tarkastelun kohteena olevaa simpukkalajia esiintyi kutsutaan *positiivisiksi*-näyteruuduiksi.

Parametriset tilastolliset testit, kuten t-testi ja ANOVA, joilla yleisesti testataan eroja otosten välillä, vertaavat aineiston keskiarvoja ja sisältävät oletuksen, että aineisto noudattaa normaalijakaumaa. Simpukkatiheydet joessa eivät noudata normaalijakaumaa, vaan jakauma on yleensä vino ja sisältää paljon *nolla*-näyteruutuja ja näyteruutuja, joissa tarkasteltavan lajin tiheydet ovat alhaisia. Siksi simpukkatiheyksien eroja näyteruuduilla on testattava ei-parametrisillä testeillä, jotka testaavat eroja aineiston jakauman muodossa keskiarvon sijaan.

Ei-parametrisillä testeillä on kuitenkin myös omat heikkoutensa ja esimerkiksi Mann-Whitney testin on havaittu havaitsevan heikommin todellisia muutoksia testattaessa eroja vinon jakauman (esim. paljon nolliä) omaavissa aineistoissa (Lachenbruch 2001a, Delucchi & Bostrom 2004). Simpukkatiheyksissä tapahtuneiden muutosten testaamiseen käytettiin tästä johtuen kaksiosaista Two-Part-mallia. Tämä kaksiosainen malli testaa ensimmäiseksi yleisesti ekologisessakin tutkimuksessa käytetyllä  $\chi^2$ -testillä (Chi-square) esiintyykö aineistossa tilastollisesti merkitsevää vaihtelua *nolla*-ruutujen määrissä. Delucchi & Bostrom (2004) ovat artikkelissaan käsitelleet erilaisia syitä, jotka voivat aiheuttaa nollatuloksia aineistossa. Tässä raportissa oletuksena on, että *nolla*-näyteruudut ovat simpukoille huomattavasti huonommin soveltuvia alueita, eikä niitä oteta huomioon laskettaessa keskimääräisiä tiheyksiä alueella. Niiden olemassaolo otetaan huomioon sen sijaan vertaamalla näiden simpukoille ”huonompien” näyteruutujen määriä eri vuosina aineistossa.

$\chi^2$ -testin (Chi-square) tulos voidaan Two-part-mallissa yhdistää joko parametrisen tai ei-parametrisen testiin. Tässä tutkimuksessa käytettiin Mann-Whitney testin, jolla testattiin eroja *positiivisten*-näyteruutujen antamissa simpukkatiheyksissä. *Nolla*-näyteruutujen määrien erojen, sekä *positiivisten*-näyteruutujen arvojen yhteismuutoksen testaamiseksi Lachenbruchin (2001b) kuvaaman Two-Part-mallin osatestiin antamat tulokset yhdistetään yksinkertaisesti kaavalla  $X^2 = \chi^2 + U^2$ , jossa  $\chi^2$  on Chi-square testin antama arvo ja  $U$  on tähän tutkimukseen valitun Mann-Whitney testin antama Z-arvo. Tilastollista merkitsevyyttä kuvaava  $p$ -arvo luetaan vapausasteilla 2.

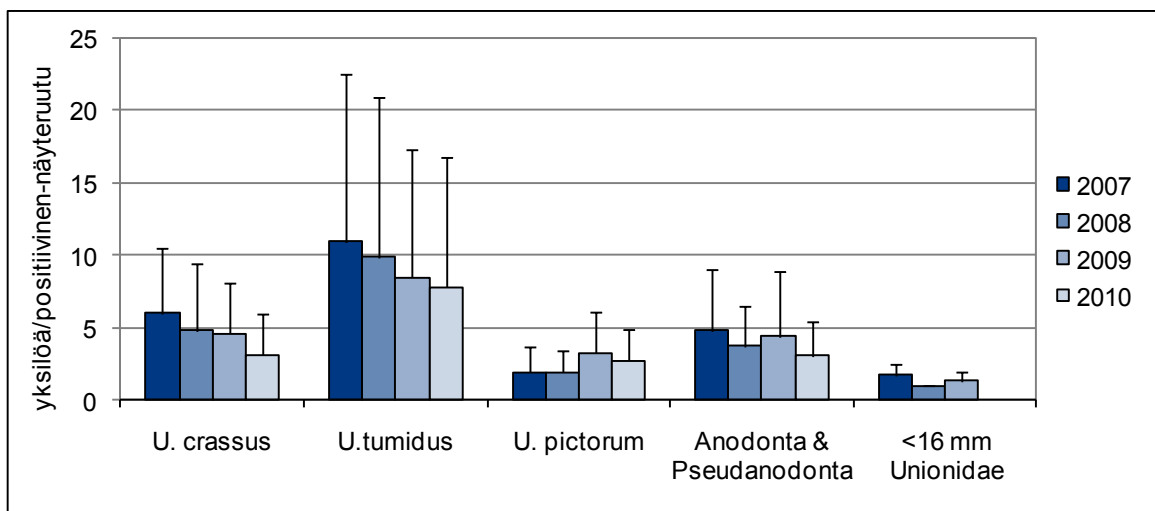
Two-Part-mallilla testattiin siis elävien vollejosimpukoiden (*U. crassus*), sysijosisimpukoiden (*U. tumidus*), sekä järvisimpukoiden (*Anodonta* ja *Pseudoanodonta*-suvut) tiheyksissä tapahtuneita muutoksia Sångarsforsilla ja Purnuksella. Soukkojosisimpukan (*U. pictorum*) määrät testattiin lisäksi Sångarsforsilla. Alle 16 mm juveniilien simpukoiden määrät molemmilla tutkimusalueilla, sekä soukkojosisimpukoiden määrät Purnuksella olivat niin vähäisiä, että tilastollinen testaus ei ollut mahdollista. Tilastollinen testaus suoritettiin lajikohtaisesti ja *nolla*-näyteruutuina käsitettiin kaikki ruudut, joilta ei löytynyt testauksen kohteena olevaa lajia, vaikka kyseisellä ruudulla olisi esiintynyt muita Unionidae-simpukoita.

Kuolleiden simpukoiden määriä ei testattu tilastollisesti, sillä niiden liikkuvuus virtaavassa systeemissä on suurempi kuin elävien simpukoiden, eikä vuosittain havaittavien kuorien määrän voida katsoa kuvastavan tutkimusalueiden simpukkakuolleisuutta, eikä muutoksia siten ole mielekäästä testata.

### 3.2.2 Simpukkatiheyksien muutokset Sångarsforsilla

Sångarsforsin näyteruutujen yksilötiheyksien keskiarvot ja keskihajonnat eri vuosina *positiivisilla*-näyteruuduilla on esitetty kuvassa 18 ja simpukkalajista tyhjien *nolla*-näyteruutujen frekvenssit taulukossa 4, yhdessä simpukkalajin yksilömäärien kanssa.

Pelkkiä tiheyksiä tarkasteltaessa havaitaan että vuollejokisimpukan ja sysijokisimpukan yksilötiheydet *positiivisilla*-näyteruuduilla laskivat tutkimusjakson aikana (kuva 18). Muiden simpukoiden kohdalla esiintymistiheyksiä tarkasteltaessa muutokset eivät ole yhtä selkeitä. Esiintymistiheyden hajonta on kuitenkin *positiivisilla*-näyteruuduilla kaikilla lajeilla suuri ja *nolla*-näyteruutujen määrät otoksessa vaihtelevat (taulukko 4). Suurimmat havaitut simpukkamäärät kaikille lajeille vuosittain, sekä simpukkatiheydet kaikkien ruutujen (90 kappaletta) että *positiivisten*-näyteruutujen keskiarvona on esitetty liitteessä 1.



Kuva 18. Sågarsforsin tutkimusalueen *positiivisten*-näyteruutujen (0,25 m<sup>2</sup>) simpukkatiheyksien keskiarvot ja keskihajonta tutkimusvuosina 2007–2010.

Taulukko 4. Vuollejokisimpukan, sysijokisimpukan, soukkojokisimpukan, juveniilien simpukoiden (< 16 mm) ja järvisimpukoiden yhteismäärät Sågarsforsin näyteruuduilla (sama kuin taulukossa 3) sekä *nolla*-näyteruutujen määrät lajeittain vuosina 2007–2010.

Sågarsfors - elävät	2007	2008	2009	2010
<i>U. crassus</i>	175	216	143	103
<i>Nolla</i> -näyteruudut	61	45	59	57
<i>U. tumidus</i>	724	582	518	437
<i>Nolla</i> -näyteruudut	24	31	29	34
<i>U. pictorum</i>	45	39	69	41
<i>Nolla</i> -näyteruudut	67	70	79	75
< 16 mm Unionidaet	36	8	4	0
<i>Nolla</i> -näyteruudut	69	81	87	90
<i>Anodonta &amp; Pseudanodonta</i>	342	174	217	147
<i>Nolla</i> -näyteruudut	19	43	41	42

Juveniilien simpukoiden (< 16 mm) määrät Sågarsforsilla olivat niin vähäisiä kaikkina vuosina Sågarsforsilla että muutoksia juveniilien simpukoiden tiheyksissä ei testattu tilastollisesti. Juveniilien simpukoiden määrät olivat näyteruuduilla korkeimmillaan vuonna 2007, jolloin myös juveniileista simpukoista tyhjien ruutujen määrät olivat alhaisimmillaan. Tutkimuksen edetessä *nolla*-näyteruutujen määrät kasvoivat ja juveniilien simpukoiden määrät vähenivät. Suoranaisesti muutosta tiheyksissä ei ollut havaittavissa, vaan erot voivat syntyä *nolla*-näyteruutujen määrien muutoksesta.

Tulokset tilastollisesti testatuista (Chi-square, Mann-Whitney sekä Two-Part) vuosien välillä tapahtuneista muutoksista vuollejokisimpukan, sysijokisimpukan, soukkojokisimpukan ja järvisimpukoiden esiintymistiheyksissä on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5. Sägarsforsin nolla-näyteruutujen määrien erojen tilastollisen testaamisen (Chi-square,  $\chi^2$ ), positiivisten näyteruutujen (0,25 m<sup>2</sup>) simpukkatihyysien erojen tilastollisen testaamisen (Mann-Whitney, Z) sekä näiden pohjalta testattujen simpukkatihyysien yhteismuutoksen tilastollisen testaamisen (Two-Part) tulokset vuosipareille tutkimusjaksolta 2007–2010.

<i>U. crassus</i>	$\chi^2$ -arvo (Chi)	p-arvo	Z-arvo (MW)	p-arvo	$\chi^2+U^2$ (Two-Part)	p-arvo
2007 > 2008	5,86	0,015*	-1,42	0,155	7,90	0,019*
2007 > 2009	0,00	0,752	-1,08	0,280	1,27	0,531
2007 > 2010	0,39	0,530	-2,82	0,005*	8,36	0,015*
2008 > 2009	4,46	0,035*	-0,34	0,737	4,58	0,101
2008 > 2010	3,26	0,071	-1,84	0,067	6,65	0,036*
2009 > 2010	0,10	0,755	-2,09	0,037*	4,47	0,107
<i>U. tumidus</i>	$\chi^2$ -arvo (Chi)	p-arvo	Z-arvo (MW)	p-arvo	$\chi^2+U^2$ (Two-Part)	p-arvo
2007 > 2008	1,28	0,257	-0,64	0,521	1,70	0,428
2007 > 2009	0,67	0,414	-1,39	0,165	2,60	0,273
2007 > 2010	2,54	0,111	-2,15	0,032*	7,15	0,028*
2008 > 2009	0,10	0,752	-0,62	0,534	0,49	0,784
2008 > 2010	0,22	0,642	-1,46	0,145	2,34	0,310
2009 > 2010	0,61	0,435	-0,77	0,440	1,21	0,547
<i>U. pictorum</i>	$\chi^2$ -arvo (Chi)	p-arvo	Z-arvo (MW)	p-arvo	$\chi^2+U^2$ (Two-Part)	p-arvo
2007 > 2008	0,28	0,600	-0,27	0,789	0,35	0,841
2007 > 2009	0,12	0,729	-1,81	0,071	3,39	0,184
2007 > 2010	2,13	0,144	-1,58	0,115	4,61	0,100
2008 > 2009	0,03	0,859	-1,56	0,119	2,47	0,291
2008 > 2010	0,89	0,346	-1,29	0,199	2,54	0,281
2009 > 2010	1,25	0,264	-0,33	0,740	1,37	0,507
<i>Anodonta &amp; Pseudanodonta</i>	$\chi^2$ -arvo (Chi)	p-arvo	Z-arvo (MW)	p-arvo	$\chi^2+U^2$ (Two-Part)	p-arvo
2007 > 2008	14,17	0,000*	-1,32	0,186	15,92	0,000*
2007 > 2009	12,10	0,001*	-1,12	0,265	13,34	0,001*
2007 > 2010	13,12	0,000*	-2,55	0,011*	19,60	0,000*
2008 > 2009	0,09	0,765	-0,13	0,893	0,11	0,948
2008 > 2010	0,02	0,881	-1,08	0,280	1,19	0,551
2009 > 2010	0,02	0,881	-1,12	0,263	1,28	0,528

### 3.2.2.1 Vuollejokisimpukka

Sägarsforsilla suurin määrä vuollejokisimpukoita (216 yksilöä) tavattiin vuonna 2008 ja pienin määrä (103 yksilöä) vuonna 2010 (taulukko 4). Vuollejokisimpukkatihyysissä näyttäisi tapahtuneen laskua Sägarsforsilla (kuva 18, taulukot 4 ja 5), vaikka pelkkien yksilömäärien pohjalta tätä ei voida suoraan sanoa, sillä vuonna 2008 otokseen osui tilastollisesti merkitsevästi vähemmän vuollejokisimpukoista tyhjiä ruutuja kuin edeltävänä, kuten myös seuraavana vuonna. Vuoden 2008 *positiivisten*-näyteruutujen määrä nostaa siis koko aineiston keskiarvoa kyseiselle vuodelle. Kokonaisimpukkamäärät eivät ota huomioon, että kyseessä saattaa olla näytteenoton tahaton satunnais-taminen paremmille simpukka-alueille. Pelkästään *positiivisille*-näyteruuduille laskettuna yksilötiheydet ruuduilla ovat kuitenkin suurimmat vuonna 2007 (6,03 yksilöä/ruutu) ja pienimmät vuonna 2010 (3,12 yksilöä/ruutu) (kuva 18). *Positiivisten*-näyteruutujen välisissä vertailuissa havaitaan tilastollisesti merkitsevä ero vuosien 2007 ja 2010 sekä 2009 ja 2010 simpukkatihyysien välillä. Varsinaisia eroja suurimpien tiheyksien osalta näyteruuduilla ei havaittu, vaan otannassa oli mukana kaikkina tutkimusvuosina tiheyksiä, jotka osuvat samaan haarukkaan ollen maksimissaan 23 yksilöä/näyteruudulla. Alueella ei siis esiintynyt erityisen suuria tihentyymiä, joiden sattuminen otantaan vaihtelevasti olisi aiheuttanut havaitut muutokset.

Osa vuosien välisistä eroista selittyy otannan eroista (*nolla*-näyteruutujen määrät) ja toisaalta osittain simpukkatihyysien muutoksista näyteruuduilla. Eroa otannan *nolla*-näyteruutujen määrissä esiintyy vuosien 2007 ja 2008 sekä 2008 ja 2009 välillä. Yhdistettäessä tulokset *nolla*-näyteruutujen ja *positiivisten*-näyteruutujen tilastollisten testien tuloksista Two-Part-mallilla tilastollisesti merkitseviä eroja havaitaan vuosiparien 2007/2008, 2007/2010, 2008/2010 välillä (taulukko 5). Yksinään Chi-square ja Mann-Whitneyn testien tulokset selittävät otannan ja simpukkatihyysien eroja, mutta yhdessä ne kuvaavat näiden tekijöiden yhteistulosta, mikä osoittaa, että simpukka-

tiheyksissä on tapahtunut laskua vuodelta 2007 vuodelle 2008 ja näiltä vuosilta edelleen vuoteen 2010. Vuosi 2009 oli simpukkatiheyksien ja otannan osalta muiden vuosien tulosten välillä, eikä siksi eroa merkittävästi muista tuloksista.

### 3.2.2.2 Muut Unionidae-simpukat

Sysijokisimpukan tiheydet näyteruuduilla laskivat jokseenkin tasaisesti vuodelta 2007 vuodelle 2010 (taulukko 4), Two-part-mallilla testatun muutoksen ollessa merkittävä ainoastaan vertailtaessa tutkimusjakson ensimmäistä ja viimeistä vuotta (taulukko 5). Otannan *nolla*-näyteruutujen välillä ei tapahtunut merkittäviä muutoksia (Chi-square) tutkimuskaudella ja siten myös kokonaissimpukkamäärien (taulukko 4) lasku kuvastaa muutosta hyvin. Soukkojokisimpukoiden tiheyksissä ei havaittu merkittäviä muutoksia otannan *nolla*-näyteruutujen määrissä, eikä simpukkatiheyksissä (taulukot 4 ja 5, sekä kuva 18).

Järvisimpukoiden osalta ensimmäisen vuoden otannassa oli muihin vuosiin verrattuna merkittävästi vähemmän *nolla*-näyteruutuja (taulukot 4 ja 5), jolloin myös järvisimpukoiden määrä vuosittaisessa otannassa oli suurin. *Positiivisten*-näyteruutujen antamissa järvisimpukkatiheyksissä havaittiin ainoastaan merkittävä ero vuodelta 2007 vuodelle 2010, mutta johtuen *nolla*-näyteruutujen vähäisyydestä ensimmäisenä vuonna on muutos järvisimpukkatiheyksissä vuodesta 2007 seuraaville vuosille merkittävä Two-Part-mallin mukaisesti. Järvisimpukoiden tiheyksissä tapahtui siis laskua vuodelta 2007 seuraaville vuosille, mutta vuosien 2008–2010 välillä ei tapahtunut enää merkittäviä lisämuutoksia (taulukko 5). Kokonaissimpukkamäärästä tätä ei olisi ollut mahdollista havaita (taulukko 4).

### 3.2.3 Simpukkatiheyksien muutokset Purnuksella

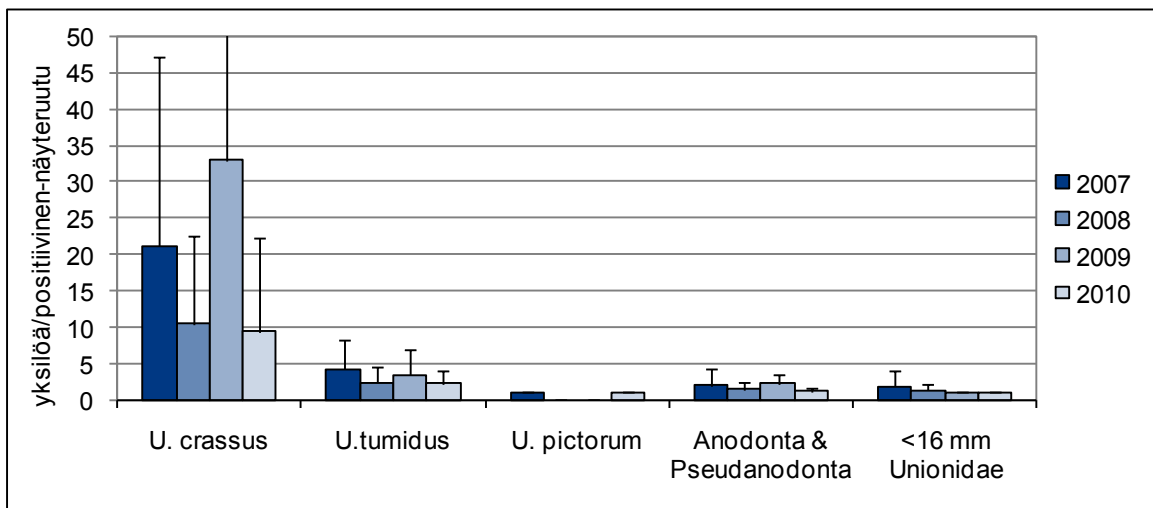
Purnuksen simpukoiden yksilömäärästä laskettujen tiheyksien keskiarvot ja keskihajonnat eri vuosina *positiivisilla*-näyteruuduilla on esitetty kuvassa 20.



Kuva 19. Simpukoiden tihentymä Purnuksella. Simpukat ovat kaivautuneet sora-hiekka pohjalle ainakin puolen kuoren mitalta. Purnuksella simpukat olivat usein sijoittuneet virtaussuuntaa vastaan. Kuva: Reetta Ljungberg.

Purnuksella ei tapahtunut tutkimusjakson aikana yhtä selkeitä muutoksia simpukkatiheyksissä kuin Sågarsforsilla. Vuollejokisimpukan ja sysijokisimpukan yksilötiheydet nousivat ja laskivat *positiivisilla*-näyteruuduilla tutkimusjakson aikana ja etenkin vuollejokisimpukan kohdalla tiheyden hajonta oli suuri. Muiden simpukoiden (soukkojokisimpukka, juveniilit, järvisimpukat) määrät alueella olivat

niin vähäisiä, että tiheydet olivat alhaisia kaikkina vuosina eikä varsinaisia tihentymiä havaittu. *Nolla*-näyteruutujen määrät otoksessa (taulukko 6) vaihtelivat lähes kaikilla lajeilla tai lajiryhmillä vuosien välillä, minkä vuoksi pelkästään tiheydet eivät kuvasta suoranaisesti muutoksia. Suurimmat havaitut simpukkamäärät kaikille lajeille vuosittain, sekä simpukkatihedetykset kaikkien (90 kappaletta) että *positiivisten*-näyteruutujen keskiarvona on esitetty liitteessä 1.



Kuva 20. Purnuksen tutkimusalueen positiivisten-näyteruutujen ( $0,25 \text{ m}^2$ ) simpukkatihedeyksien keskiarvot ja keskihajonta tutkimusvuosina 2007–2010. Kuva-alueen ulkopuolelle on jätetty vuoden 2009 vuollejokisimpukoiden tiheyden keskihajonnan huippu (92,4).

Taulukko 6. Vuollejokisimpukan, sysijokisimpukan, soukkojokisimpukan, juveniilien simpukoiden (< 16 mm) ja järvisimpukoiden yhteismäärät Purnuksen näyteruuduilla (sama kuin taulukossa 3) sekä *nolla*-näyteruutujen määrät lajeittain vuosina 2007–2010.

Purnus - elävät	2007	2008	2009	2010
<i>U. crassus</i>	1394	660	1088	468
<i>Nolla</i> -näyteruudut	24	27	57	40
<i>U. tumidus</i>	227	126	75	65
<i>Nolla</i> -näyteruudut	36	37	68	60
<i>U. pictorum</i>	1	0	0	1
<i>Nolla</i> -näyteruudut	89	90	90	89
< 16 mm Unionidaet	31	20	1	2
<i>Nolla</i> -näyteruudut	73	75	89	88
<i>Anodonta &amp; Pseudanodonta</i>	50	27	11	12
<i>Nolla</i> -näyteruudut	65	71	85	80

Juveniilien simpukoiden määrät olivat Sågarsforsin tapaan Purnuksella niin vähäisiä, että muutoksia tiheyksissä ei testattu tilastollisesti. Juveniilien simpukoiden määrät olivat näyteruuduilla korkeimmillaan vuonna 2007, jolloin myös juveniileista simpukoista tyhjien ruutujen määrät olivat alhaisimmillaan. Tutkimuksen edetessä *nolla*-näyteruutujen määrät kasvoivat ja juveniilien simpukoiden määrät vähenivät. Myöskään soukkojokisimpukoiden määriä ei testattu, sillä lajia ei löydetty koko tutkimusjakson aikana kuin 2 yksilöä.

Tulokset tilastollisesti testatuista (Chi-square, Mann-Whitney sekä Two-Part) vuosien välillä tapahtuneista muutoksista vuollejokisimpukan, sysijokisimpukan ja järvisimpukoiden esiintymistiheyksissä on esitetty taulukossa 7.

Taulukko 7. Purnuksen nolla-näyteruutujen määrien erojen tilastollisen testaamisen (Chi-square,  $\chi^2$ ), positiivisten näyteruutujen ( $0,25 \text{ m}^2$ ) simpukkatiheyksien erojen tilastollisen testaamisen (Mann-Whitney, Z) sekä näiden pohjalta testattujen simpukkatiheyksien yhteismuutoksen tilastollisen testaamisen (Two-Part) tulokset vuosipareille tutkimusjaksolta 2007–2010.

<i>U. crassus</i>	$\chi^2$ -arvo (Chi)	p-arvo	Z-arvo (MW)	p-arvo	$\chi^2+U^2$ (Two-Part)	p-arvo
2007 > 2008	0,25	0,620	-1,87	0,061	3,76	0,153
2007 > 2009	24,44	0,000*	-1,32	0,186	26,19	0,000*
2007 > 2010	6,21	0,013*	-2,60	0,009*	12,98	0,002*
2008 > 2009	20,09	0,000*	-0,52	0,606	20,36	0,000*
2008 > 2010	4,02	0,045*	-1,09	0,276	5,20	0,074
2009 > 2010	6,46	0,011*	-0,23	0,822	6,51	0,039*
<i>U. tumidus</i>	$\chi^2$ -arvo (Chi)	p-arvo	Z-arvo (MW)	p-arvo	$\chi^2+U^2$ (Two-Part)	p-arvo
2007 > 2008	0,02	0,879	-2,73	0,006*	7,44	0,024*
2007 > 2009	23,32	0,000*	-0,79	0,427	23,95	0,000*
2007 > 2010	12,86	0,000*	-2,57	0,010*	19,47	0,000*
2008 > 2009	21,97	0,000*	-1,55	0,122	24,35	0,000*
2008 > 2010	11,83	0,001*	-0,27	0,790	11,90	0,003*
2009 > 2010	1,73	0,188	-1,73	0,084	4,72	0,094
<i>Anodonta &amp; Pseudanodonta</i>	$\chi^2$ -arvo (Chi)	p-arvo	Z-arvo (MW)	p-arvo	$\chi^2+U^2$ (Two-Part)	p-arvo
2007 > 2008	1,08	0,298	-0,86	0,389	1,83	0,401
2007 > 2009	16,00	0,000*	-1,13	0,258	17,28	0,000*
2007 > 2010	7,98	0,005*	-0,92	0,358	8,82	0,012*
2008 > 2009	9,42	0,002*	-1,68	0,092	12,26	0,002*
2008 > 2010	3,33	0,068	-0,20	0,846	3,37	0,186
2009 > 2010	1,82	0,178	-1,76	0,079	4,91	0,086

### 3.2.3.1 Vuollejokisimpukka

Purnuksella vuollejokisimpukan määrät olivat huomattavasti Sångarsforsia suuremmat ja samaten vuosien väliset erot tiheyksissä olivat suuria (kuva 20, taulukko 6). Vuonna 2007 vuollejokisimpukoiden tiheydet olivat suurimmillaan ja pienimmillään vuonna 2010. Ainoa tilastollisesti merkitsevä ero *positiivisten*-näyteruutujen keskitiheyksissä oli vuosien 2007 ja 2010 välillä (taulukko 7). Vuollejokisimpukoista tyhjen *nolla*-näyteruutujen määrät erosivat merkitsevästi toisistaan kaikkina muina vuosina kuin 2007 ja 2008 välillä. *Nolla*-näyteruutujen frekvenssit oli merkitsevästi korkeampia 2009 ja 2010 kuin vuosina 2007 ja 2008. Tämä aiheuttaa suurelta osin sen, että yhdistettäessä Chi-Square ja Mann-Whitneyn testien tulokset, Two-Part-malli (taulukko 7) havaitsee tilastollisesti merkitseviä eroja tiheyksissä seuraavasti: nousua vuodesta 2007 vuoteen 2009, laskua vuodesta 2007 vuoteen 2010, nousua vuodesta 2008 vuoteen 2009 ja laskua vuodesta 2009 vuoteen 2010.

### 3.2.3.2 Muut Unionidae-simpukat

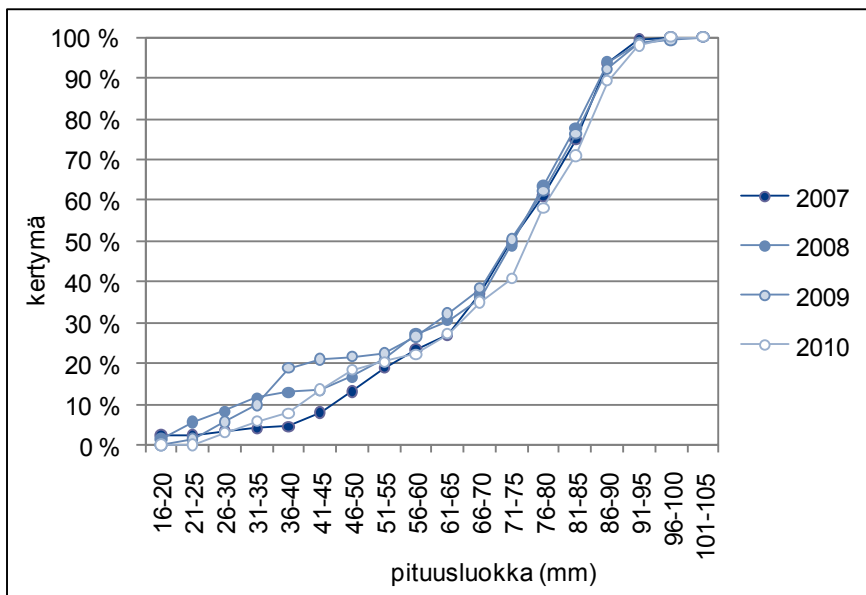
Myös sysisjokisimpukan osalta vuosien välillä oli suuria eroja *nolla*-näyteruutujen määrissä (taulukko 6). Vuosina 2009 ja 2010 otantaan vuollejokisimpukoiden tapaan osui merkitsevästi enemmän *nolla*-näyteruutuja kuin vuosina 2007 ja 2008 (taulukko 7). *Positiivisten*-näyteruutujen tiheyksiä tarkasteltaessa vuoden 2007 keskitiheys oli merkitsevästi korkeampi kuin vuosina 2008 ja 2010, mutta vastasi vuoden 2009 tiheyksiä (kuva 20). Two-part-mallilla tulokset yhdistettäessä erot sysisjokisimpukkatiheyksissä ovat merkitsevästi vaihdelleet kaikkina vuosina paitsi vuosien 2009 ja 2010 välillä (taulukko 7).

*Nolla*-näyteruutujen määrissä oli merkitseviä muutoksia järvisimpukoiden osalta useimpia vuosia toisiinsa vertailtaessa (taulukko 7). Käytännössä *nolla*-näyteruutujen määrän kasvaessa järvisimpukoiden määrät vähenivät (taulukko 6), vaikka *positiivisten*-näyteruutujen antamissa järvisimpukatiheyksissä (kuva 20) ei tapahtunut merkitseviä muutoksia (taulukko 7). Two-part mallilla nämä tekijät yhdistämällä havaitaan merkitsevää nousua järvisimpukkatiheyksissä vuosilta 2007 ja 2008 (2-1,4 yksilöä/näyteruutu) vuodelle 2009 (2,2 yksilöä/näyteruutu) nousun ollen kuitenkin hyvin marginaalista muiden simpukoiden määrissä tapahtuneisiin muutoksiin verrattuna. Vuodelta 2007 vuodelle 2010 järvisimpukoiden tiheydet laskivat merkitsevästi.

## 3.3 Vuollejokisimpukkapopulaation kokojakauma ja sen muutokset tutkimusalueilla

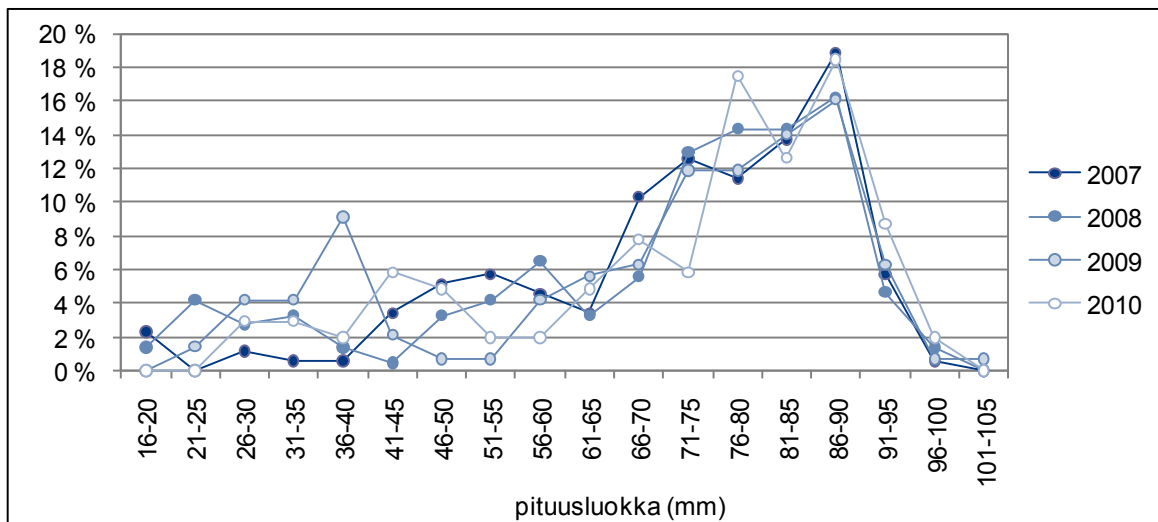
### 3.3.1 Sångarsfors

Vuollejokisimpukkapopulaatiosta vuosittain mitattuna vain noin viidennes (13,14–21,68 %) on alle tai 50 mm:n pituisia yksilöitä (kuva 21). Nuoret alle 50 mm simpukkayksilöt muodostivat prosentuaalisesti suurimman osuuden otoksessa vuonna 2009. Vuonna 2007 pienimpien lajilleen tunnistettujen (16–20 mm) simpukoiden määrät olivat suurimmillaan otoksessa. Seuraavina vuosina pienten 16–20 mm pituisten vuollejokisimpukoiden osuus koko otoksen populaatiosta laski. Alle 50 mm simpukoista vuonna 2008 havaittiin jokseenkin paljon 21–35 mm:n pituisia yksilöitä ja vuonna 2009 pienistä simpukoista runsaimmillaan olivat 26–40 mm yksilöt (kuva 22). Nämä ei pituusluokkien osuuksien siirtymät selittyvät ikäluokkien kehittymisellä. Vuosien 2007–2009 aikana pienten simpukoiden osuus populaatiossa kaiken kaikkiaan väheni. Vuonna 2010 pieniä simpukoita (16–25 mm) ei löytynyt laisinkaan ja eniten alle 50 mm vuollejokisimpukoita oli 41–45 mm pituisten yksilöiden ryhmässä (kuva 22).



Kuva 21. Sångarsforsin vuollejokisimpukkaotoksen pituusluokkien kertymäosuus kokonaismääristä tutkimusjakson aikana.

Simpukoiden kasvun hidastuminen näkyy yli 50–60 mm pituisten simpukoiden määrien tasoittuessa ja kasvaessa. Näissä pituusluokissa on yhä useampia ikäluokkia, sillä kasvu on hitaampaa ja tietyn kokoiseen pituusluokkaan mahtuu yhä useampia ikäluokkia. Simpukkamäärät Sångarsforsilla ovat suurimpia yli 80 mm:n pituusluokissa, jolloin useimmat simpukat saavuttavat pituuskasvunsa maksimin. Simpukat kasvavat hyvin hitaasti vanhoina ja vuosiluokkien käyrät kääntyvät jyrkkään laskuun ja tasaantuvat nopeasti simpukoiden saavuttaessa elinkaarensa loppupään.



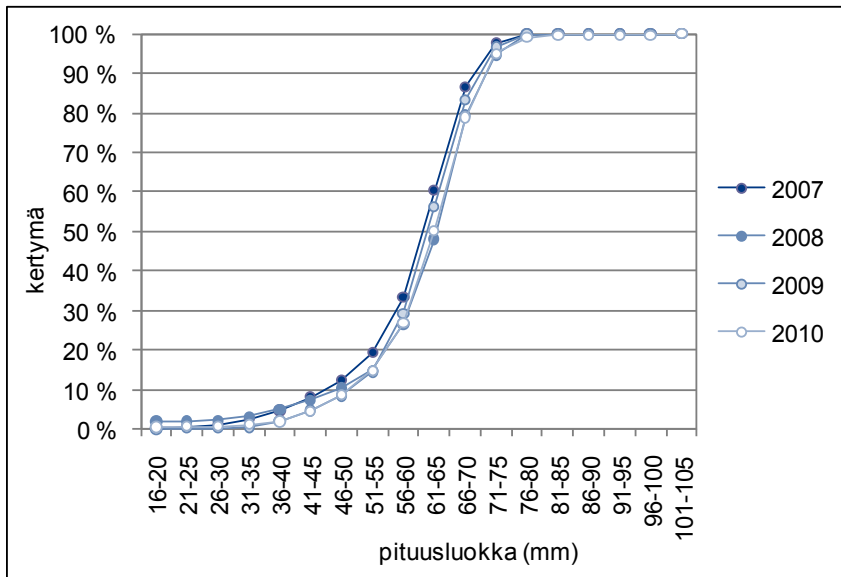
Kuvat 22. Sågarsforsin vuollejokisimpukka otoksen pituusluokkien osuus kokonaismääristä tutkimusjakson aikana.

Kokojakauman notkahdukset ja piikit kertovat siitä, että nuorien simpukoiden rekrytoituminen populaatioon vaihtelee vuosien välillä. Rekrytaatio Sågarsforsilla on epäsäännöllistä, lisääntymisen onnistuessa joinain vuosina ja toisina ei. Nämä muutokset pituusjakaumassa toistuvat eri vuosien aineistoissa nuorien alle 50 mm simpukoiden osalta samalla lailla, sillä erotuksella että vanhemmista aineistoista puuttuvat uusien ikäluokkien yksilöt. Pituusjakaumien muutosten samankaltaisuudesta johtuen voidaan olettaa, että satunnaistamisella on onnistuttu keräämään edustava otos vuollejokisimpukkapopulaatiosta Sågarsforsilla yhtä lailla eri vuosina ja että aineisto kuvastaa todellista vuollejokisimpukkapopulaation kokojakaumaa. Koska 5 mm:n pituusluokat eivät kuvasta suoraan eri ikäluokkia, ei käyriä suoraan voi sovittaa yhteen kohorttien (eri vuosina syntyneiden simpukoiden) mukaisesti. Samassa pituusluokassa todennäköisesti esiintyy eri vuosiluokkien edustajia, mutta tätä on vaikea arvioida sen tarkemmin, sillä iänmääritystä Siuntionjoen simpukoille ei ole tehty.

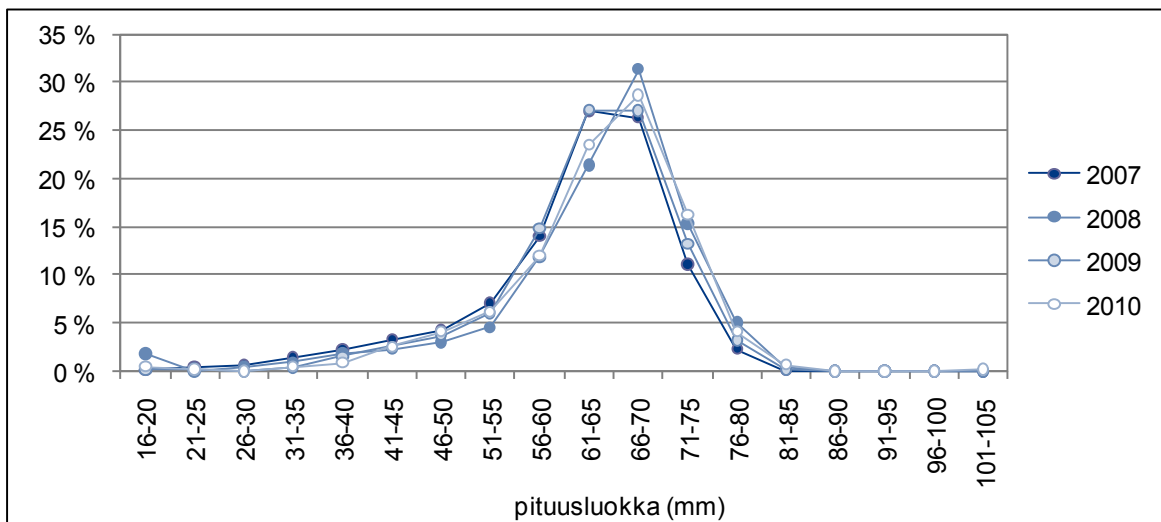
### 3.3.2 Purnus

Purnuksella vuollejokisimpukan pituusjakaumassa ei ole havaittavissa Sågarsforsin kanssa vastaavia muutoksia vuosien välillä eri kokoisten simpukoiden määrissä, eli vastaavat notkahdukset ja piikit puuttuvat (kuva 24). Pieniä vuollejokisimpukoita on huomattavasti tasaisemmin otoksessa vuosittain, vaikkakin alle 50 mm simpukoiden osuus on Sågarsforsia pienempi, vaihdellen 8,5–12,3 %:iin (kuva 23). Toisaalta alueelta ei myöskään löydy yhtä suuria simpukoita kuin Sågarsforsilta ja yli 80 mm vuollejokisimpukoita alueella on vain alle prosentin verran.





Kuva 23. Purnuksen vuollejokisimpukkaotoksen pituusluokkien kertymäosuus kokonaismääristä tutkimusjakson aikana.

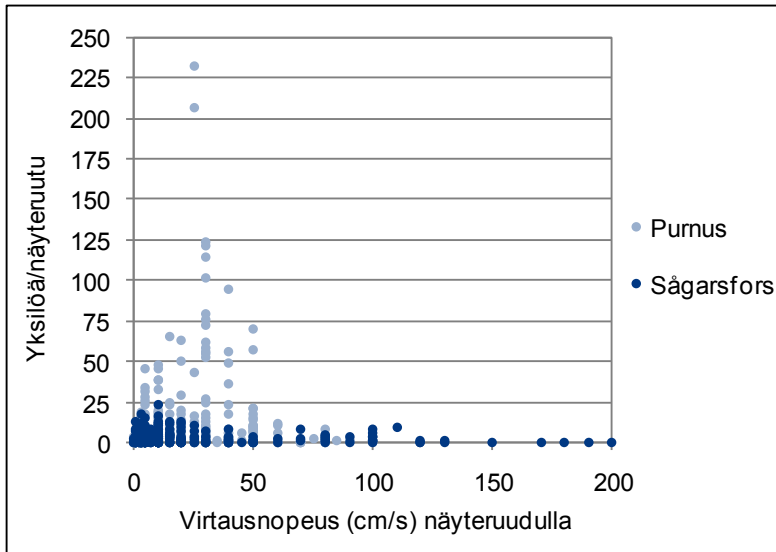


Kuva 24. Purnuksen vuollejokisimpukkaotoksen pituusluokkien osuus kokonaismääristä tutkimusjakson aikana.

### 3.4 Vuollejokisimpukkatihedyet suhteessa virtausnopeuden vaihteluun

#### 3.4.1 Virtausnopeudet simpukkanäytteenoton ruuduilla

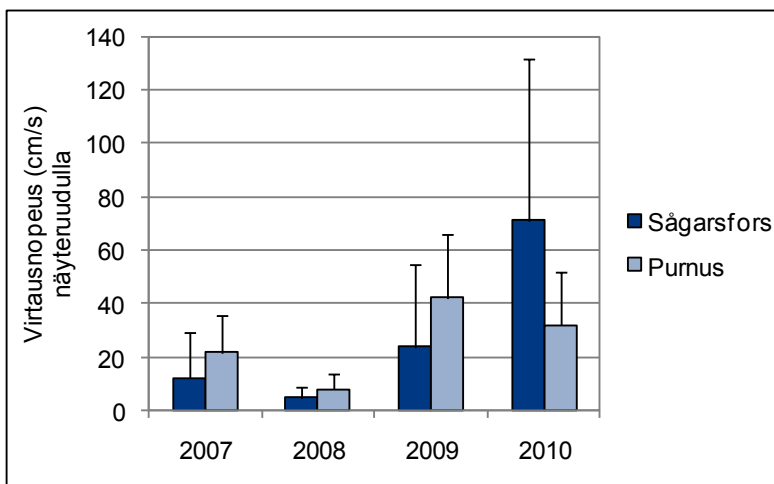
Vuollejokisimpukkatihedyet näyteruuduilla olivat suurimmillaan alle 50 cm/s virtausnopeuksilla niin Purnuksella kuin Sägarsforsillakin (kuva 25). Simpukoita löydettiin vähäisempiä määriä ruuduilta, joilla arvioitu virtausnopeuden vaihtelu oli välillä 50–100 cm/s ja vain yksittäisiä vuollejokisimpukoita löydettiin alueilta, joilla virtausnopeus oli enemmän kuin 100 cm/s (kuva 25). Ljungberg (2007) on havainnut aikaisemmin, että vuollejokisimpukka esiintyi vain tätä huomattavasti hitaammissa virtausnopeuksissa, mutta toisaalta aikaisemmissa tutkimuksissa ei ole mitattu näin kovia virtausnopeuksia näytepisteillä, eikä varsinkaan näin suurella otoksella.



Kuva 25. Vuollejokisimpukkatiheydet Sägarsforsin ja Purnuksen vaihtelevilla virtausnopeuksilla tutkimusjakson 2007–2010 aikana.

Purnuksella suurimmat arvioidut virtausnopeudet olivat 100 cm/s luokkaa ja Sägarsforsilla vuonna 2010 virtausnopeudeksi eräillä näyteruuduilla arvioitiin jopa 200 cm/s, mutta näillä kovemman virtausnopeuden näyteruuduilla ei juurikaan havaittu vuollejokisimpukkaa. Alhaisemmissa virtausnopeuksilla ei näyttäisi olevan selkeää vaikutusta vuollejokisimpukkatiheyksiin, sillä virtausnopeuden ollessa alle 50 cm/s vuollejokisimpukkatiheydet vaihtelivat runsaasti. Mutta koska vuollejokisimpukoita löytyi vain vähäisiä määriä näytteenottoruuduilla, joissa virtausnopeus lähestyi 100 cm/s nopeuksia, korkean virtausnopeuden alueiden voidaan olettaa olevan epäsuotuisampi ympäristö vuollejokisimpukoille ja kenties jopa vähentävän simpukkamääriä huuhtomalla simpukoita matkaansa. Suoranaista kynnyksarvoa virtausnopeudelle on vaikea antaa, sillä vuollejokisimpukoiden tiheydet kussakin kohteessa on useamman tekijän summa, eikä yksittäisellä hetkellä arvioitu virtausnopeus kuvasta suoraan vuollejokisimpukkatiheyttä ruudulla.

Vaikka Sägarsforsilla simpukkanäytteenoton ruuduilla arvioitiin suurimmat maksimaaliset virtausnopeudet (kuva 25), olivat Purnuksella virtausnopeudet näyteruuduilla keskimäärin korkeampia vuosina 2007–2009 (kuva 26). Vuonna 2010 Purnuksen näyteruuduilla virtausnopeus oli keskimäärin puolet Sägarsforsin virtausnopeuksista (kuva 26).

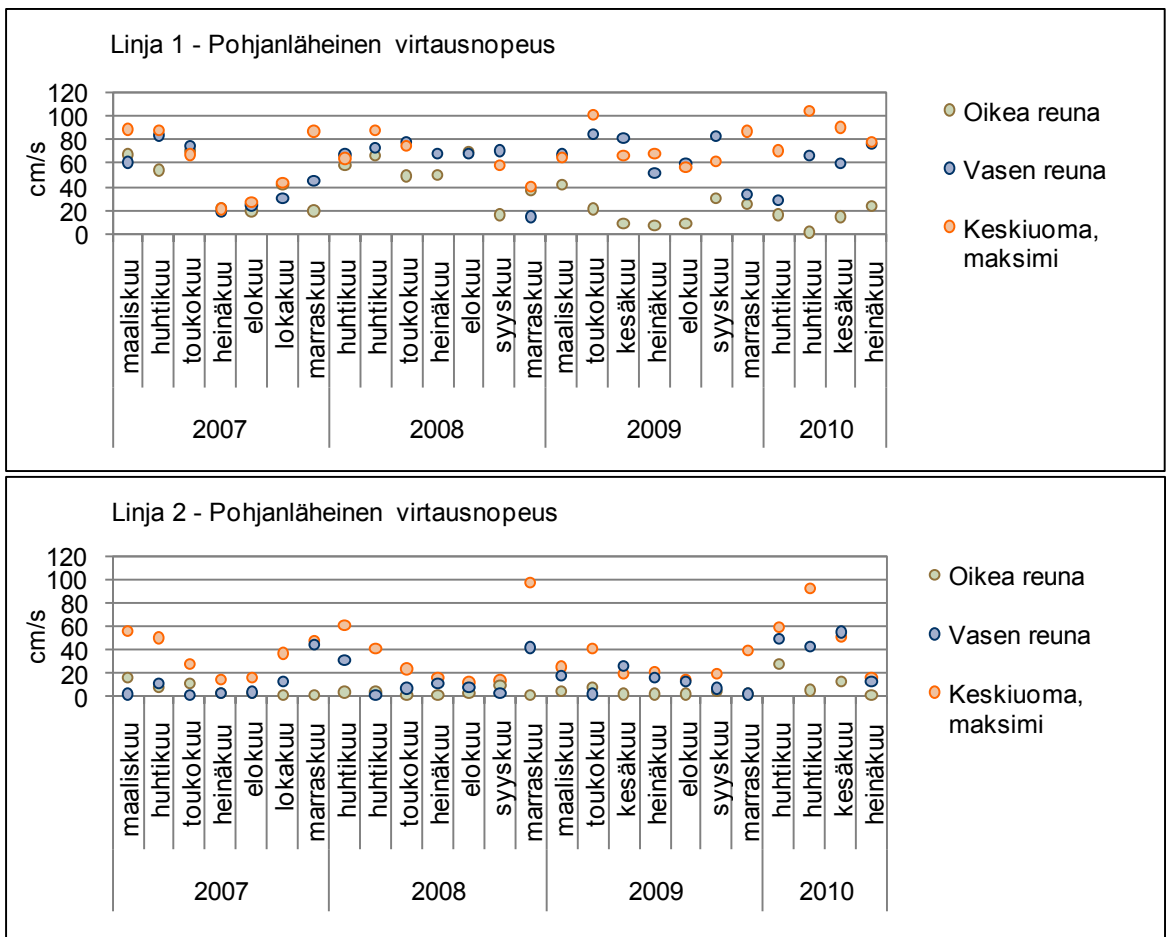


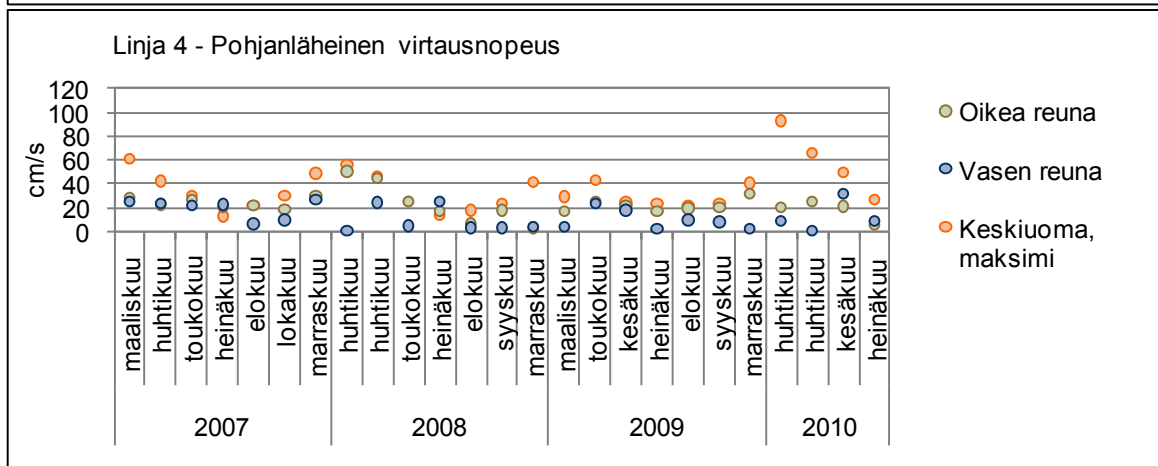
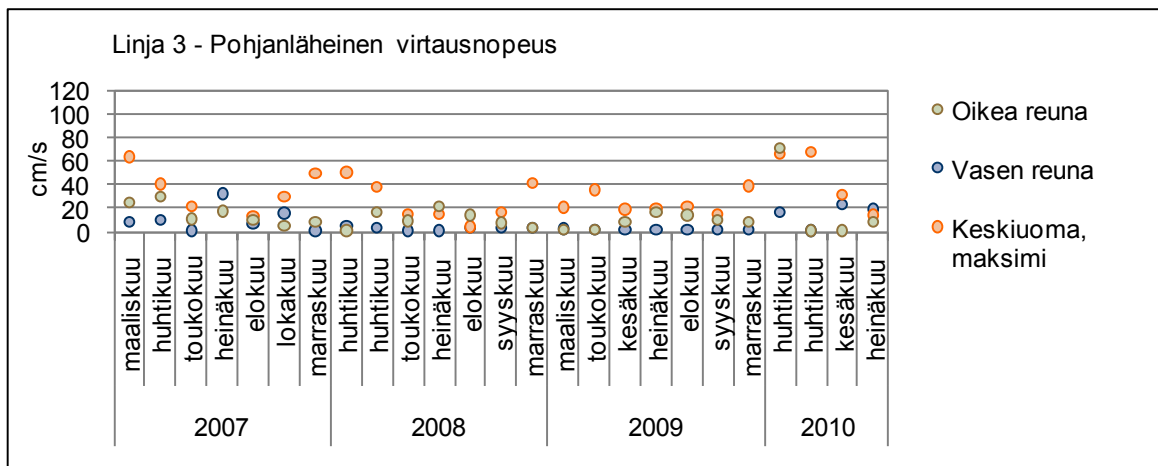
Kuva 26. Sägarsforsin ja Purnuksen virtausnopeuden (cm/s) keskiarvo ja keskihajonta tutkimusvuosina 2007–2010.

### 3.4.2 Virtausnopeuden vaihtelu ja vuolettajajaksot Sågarsforsilla 2007–2010

Virtausnopeuslinjoilta mitatut pohjanläheiset virtausnopeudet vaihtelivat linjojen välillä ja eri uoman osissa Sågarsforsilla vuosittain. Uoman poikkilinjalta mitattuna virtausnopeus pohjan tuntumassa oli hitainta linjalla 4 (kuva 27). Uoman eri osissa ja eri vuosina keskimääräinen virtausnopeus ja sen vaihtelu kasvoivat siirryttäessä lähemmäs patoa. Virtausnopeus oli hitain linjan poikkileikkausta tarkasteltaessa uoman oikealla (virtaussuuntaan katsottuna) reunalla linjoilla 1 ja 2. Linjoilla 3 ja 4 virtausnopeus oli keskimäärin pienin uoman vasemmalla rannalla. Virtausnopeus linjoilla oli suurimmillaan muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta keskiuomassa. Uoman keskiosissa mitatut pohjanläheiset maksimaaliset virtausnopeudet vaihtelivat vuosien aikana jokseenkin paljon, mutta virtausnopeus oli selkeästi suurin linjalla 1.

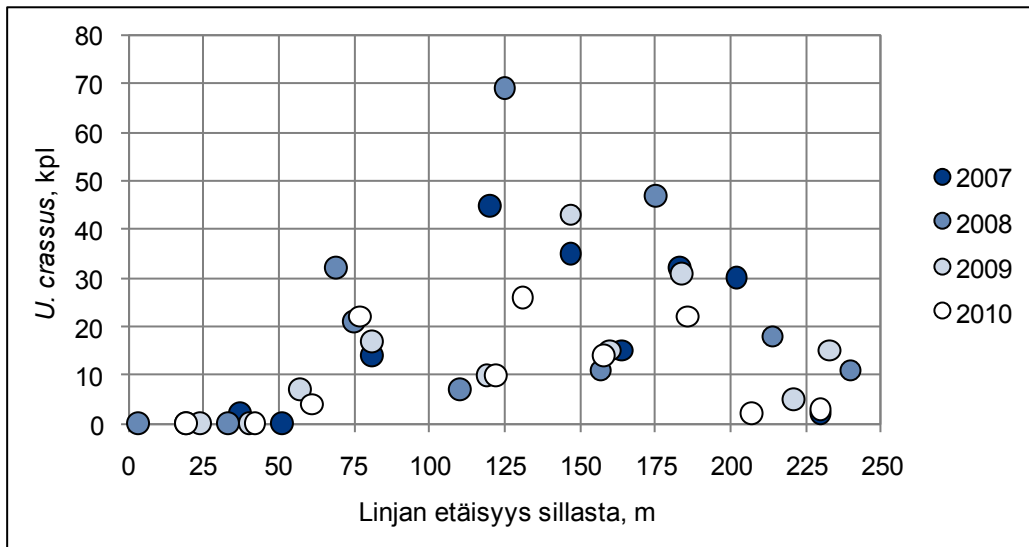
Kaikilla linjoilla korostuu jokseenkin samassa suhteessa kunkin mittausajankohdan virtauspiikit, vaikka virtausnopeuden erot ajan mittaan korostuvat linjalla 1 (kuva 27). Vuonna 2007 kevävirtaamien jälkeen virtausnopeudet olivat kaikilla linjoilla hitaita, pysytellen kaikilla muilla linjoilla paitsi linjalla 1 yleensä noin 60 cm/s tuntumassa tai sen alle loppuvuoden. Talven virtausnopeuksista ei ole olemassa mittautietoja. Loppuvuodesta 2008 mitattiin linjalla 2 lähes 100 cm/s virtausnopeuksia. Alkuvuodesta 2010 kaikilla linjoilla keskiuomassa virtausnopeudet olivat korkeammalla, lähes 100 cm/s ja tämän yli linjalla 1.





Kuva 27. Pohjanläheisen virtausnopeuden (cm/s) maksimin muutokset uoman laidoilla (oikea ja vasen reuna) sekä uoman keskellä Sägarsforsin mittauslinjoilla (1–4) avovesikaudella vuodesta 2007 kesälle 2010.

Vuollejokisimpukan yhteismäärät linjoilla (kuva 28) koko tutkimuksen aikana olivat suurimmillaan tutkimusalueen padon jälkeisen mutkan (noin 50 m sillalta) ja tutkimusalueen alaosalla (noin 200 m) sijaitsevan suvantomaisen osan väliin jäävällä kohtalaisen virtauksen alueella. Virtauslinjan 1 yläpuolella (< 50 m sillasta) ja sen läheisyyteen sijoittuvilla linjoilla ei kunnostuksen jälkeisinä vuosina 2008–2010 tavattu kahdelta ensimmäiseltä linjalta lainkaan vuollejokisimpukkaa. Ensimmäisenä tutkimusvuonna 2007 löydettiin linjalta 2 yhteensä vain 2 vuollejokisimpukkaa. Nämä simpukat löytyivät linjalta kohdasta, missä oli ympäröivää aluetta enemmän hiekkaa, eikä yhtä paljon kiviä kuin jo ennen kunnostusta kivikkoisella alueella (kuva 15). Kunnostuksen jälkeen sillasta ensimmäiseen joen mutkaan ulottuneelle alueelle tuodulta karkealta sorralta ja kivien väleistä ei löydetty kunnostuksen jälkeisinä vuosina vuollejokisimpukkaa. Virtauslinjojen 2 (tutkimusalueen jaksolla 75–100 m), linjalla 3 (jaksolla 125–150 m) ja linjan 4 (noin 200 m sillasta) läheisyydessä simpukkalinjoilta löytyneet vuollejokisimpukkamäärät vaihtelivat hieman alle kymmenestä noin seitsemäänkymmeneen. Linjan 4 jälkeisellä tutkimusalueella vuollejokisimpukoita löytyi jokseenkin vähemmän.



Kuva 28. Vuollejokisimpukoiden määrät simpukkalinjoilla Sångarsforsin tutkimusalueella vuosina 2007–2010.

## 4 Tulosten tarkastelu

### 4.1 Simpukkamäärissä ja lajistossa havaitut yleiset muutokset tutkimusalueilla

Elävien simpukoiden osalta lajistossa ei tapahtunut kummallakaan alueella huomattavia muutoksia, vaan eri lajien osuudet kokonaissimpukkalajistosta pysyivät molemmilla alueilla suhteellisen samanlaisina koko tutkimusjakson ajan. Sångarsforsilla vuollejokisimpukkatihedyet laskivat tutkimuskauden aikana, mutta muutos kunnostuksen jälkeiseltä vuodelta 2008 vähävetiselle vuodelle 2009 ei ollut merkitsevää. Sångarsforsilla otoksen simpukoista myös sysijokisimpukoiden sekä järvisimpukoiden tiheydet joessa laskivat tutkimusjakson aikana. Tutkimusalueille vähälukuisien soukkojokisimpukoiden määrissä ja tiheyksissä ei havaittu muutoksia. Sysijokisimpukoiden sekä järvisimpukoiden tiheyden laskun syitä ei ole tarkemmin analysoitu tämän raportin puitteissa, mutta samojen tekijöiden oletetaan vaikuttavan myös näiden lajien vähenemiseen Sångarsforsilla kuin mitä on seuraavassa kappaleessa pohdittu vuollejokisimpukan osalta, kuitenkin sillä erotuksella että nämä lajit saattavat olla jopa herkempiä joessa tapahtuville virtausnopeuden muutoksille. Toisaalta näitä lajeja voi huuhtoutua molemmille tutkimusalueille yläpuoliselta jokiosuudelta.

Purnuksella lajien väliset osuudet olivat Sångarsforsiin verrattuna, vaikka periaatteessa alueet olivat lajimäärältään yhtäläiset. Alueella tavattiin pääosin vuollejokisimpukkaa ja seuraavaksi yleisin oli sysijokisimpukka, joka esiintyy yleisimmin vuollejokisimpukan kanssa yhdessä eteläsuomalaisissa joissa. Soukkojokisimpukoiden ja järvisimpukoiden esiintyminen oli huomattavasti vähäisempää Purnuksen alueella. Niin vuollejokisimpukan, sysijokisimpukan kuin järvisimpukoidenkin määrät ja tiheydet vaihtelivat alueella vuodesta toiseen ilman selkeää suuntaa, vaikka jossain määrin laskua simpukkatihetyksissä havaittiinkin vuodelta 2007 vuodelle 2010. Tämän alueen virtausolojen vaikutusta vuollejokisimpukkaan on käsitelty luvussa 4.3. ja vastaavien tekijöiden oletetaan vaikuttavan myös muiden lajien osalta havaittuihin muutoksiin.

Vaikka kuolleiden simpukoiden määrissä ja suhteellisissa osuuksissa havaittiin joitakin muutoksia, ei näiden muutosten katsota edustavan kuolleisuutta kummallakaan alueella. Kuoret ovat voineet muiden kuin vuollejokisimpukan osalta Sångarsforsilla ainakin osittain huuhtoutua tutkimusalueille yläpuoliselta jokialueelta padon avaamisen vaikutuksesta.

### 4.2 Muutokset Sångarsforsin vuollejokisimpukkapopulaatiossa

#### 4.2.1 Vesitilanteen vaikutus vuollejokisimpukkapopulaatioon Sångarsforsilla

Vuollejokisimpukkatihedyet olivat suurimmillaan Sångarsforsin tutkimusalueen yläosan koskimaisen osuuden ja tutkimusalueen alarajoilla olevan suvantomaisen alueen väliin jäävällä osuudella. Tällä alueella virtausnopeuden muutokset eivät ole yhtä suuria kuin koskimaisella kunnostetulla alueella ja toisaalta virtaus pysyy kohtalaisena myös vähävetisinä kausina. Tämä vahvistaa aiempien tutkimusten tuloksia (kts. johdanto), joissa on havaittu vuollejokisimpukoiden puuttuminen koskimaisilta alueilta ja toisaalta sitten vähäisempiä määriä suvantomaisilla hitaan virtauksen alueilla. Padosta kunnostetun alueen jälkeiseen mutkaan ulottuvalla alueella ei löydetty kunnostuksen jälkeisinä vuosina vuollejokisimpukkaa, mutta koska ennen kunnostustakin alueelta löydettiin aivan kunnostusalueen rajoilta muutama vuollejokisimpukkayksilö, ei tällä vuollejokisimpukoiden puuttumisella seuraavina vuosina ole merkitystä kokonaisuudessaan populaatiossa tapahtuneiden muutosten kannalta.

Vuollejokisimpukoiden pituusjakaumassa ei tapahtunut muita huomattavia muutoksia vuosien aikana kuin että pienimmät vuollejokisimpukat vähenivät ja hävisivät viimeisen vuoden aineistoista. Näiden tulosten kannalta on merkittävää pohtia minkä ikäisiä viimeiset normaalisti kehittyneet vuosisluokat ovat olleet. Hankkeessa ei suoritettu ikämääritystä, mutta Keravanjoella vuollejokisimpu-

kan kasvua tutkinut Beloff (1998) on havainnut että vuollejokisimpukka kasvaa ensimmäisen 2–3 vuoden aikana noin 30 mm pitkäksi ja että 5-vuotiaana vuollejokisimpukat ovat jo noin 55–75 mm pitkiä. Siuntionjoessa näyttäisi nuorten simpukoiden kuorista tehtyjen havaintojen perusteella siltä, että vuollejokisimpukka kasvaa ensimmäisinä elinvuosinaan hieman alle 10 mm vuodessa (kuva 29). Lajimääritystä näin pienillä simpukoilla ei tämän projektin aikana pyritty suorittamaan kaikkien pienten simpukoiden osalta, mutta tarkastelluissa kuorissa kasvuvauhti tuntui olevan tätä luokkaa. Myös esimerkiksi Koskenkylänjoella on tehty Beloffin ikämääritysten kanssa yhteneväisiä havaintoja (kuva 30). Jos simpukoiden kasvunopeus Siuntionjoessa on yhtäläinen Beloffin (1998) Kera- vanjoesta raportoiman kasvunopeuden kanssa, niin vuonna 2008 mitatut 16–20 mm:n pituiset simpukat olisivat vuonna 2006 tai 2007 syntyneitä poikasia. Samalla tulkinnalla vuoden 2009 aikana mitatut 16–20 mm:n pituiset poikaset olisivat joko vuonna 2007 tai 2008 syntyneitä poikasia ja vuonna 2010 mitatut saman kokoluokan simpukat olisivat vuosina 2008 ja 2009 syntyneitä poikasia. Vuosina 2007–2009 nuorten 16–20 mm pituisten simpukoiden määrät vähenivät ja hävisivät vuonna 2010, joka tarkoittaisi että vuonna 2006–2008 syntyneet poikaset vähenivät ja hävisivät vuonna 2008–2009 syntyneitä poikasia ei enää löydetty. Eli kunnostuksen jälkeisinä vuosina pienten simpukoiden määrät olisivat vähentyneet. Tämä ei kuitenkaan automaattisesti tarkoita että kunnostus olisi yksinään heikentänyt rekrytaatiota.



*Kuva 29. Nuori Unionidae-simpukka (todennäköisesti vuollejokisimpukka) tutkijan sormenpäässä. Sormi on noin 1,5 cm leveä ja sillä lepäävä simpukka hieman yli 1 cm mittainen. Kuoressa on havaittavissa umbon, eli kuoren vanhimman osan, kulumien jälkeen ensimmäinen vuosikasvurengas hieman ennen kuoren reunaa. Kuva: Reetta Ljungberg.*

Jos Beloffin (1998) mittaama kasvunopeuden ja pituusluokkien välinen yhteys on tässä raportissa tulkittu oikein, tarkoittaisi tämä myös että viimeinen kunnostusta edeltävä merkittävä rekrytaation epäonnistuminen ajoittuu vuosille 2004 ja 2005. Populaation kokojakaumassa tämä näkyy vuonna 2010 mitatun kokoluokkien 51–60 mm vähäisenä osuutena, vuonna 2009 kokoluokissa 46–55 mm, vuonna 2008 kokoluokissa 36–45 mm ja vuonna 2007 etenkin kokoluokissa 31–40 mm. Näiden kokoluokkien kehitys ajoittuisi siis vuosien 2004 ja 2005 paikkeille. Vuonna 2004 vesitilanne oli poikkeuksellinen ja vesistön vedenkorkeudet olivat ennätyskorkealla pitkän aikajakson. Myös alkuvuodesta 2005 vedet ovat olleet korkealla. Näin suurten vesimäärien vaikutusta suoraan virtausnopeuksiin Sångarsforsilla on vaikea arvioida, mutta viitteitä virtausnopeuksien kasvun haittoista suhteessa runsaaseen vesitilanteeseen saatiin tutkimuksessa. Vuollejokisimpukoita ei siis havaittu juurikaan alueilla, joissa virtausnopeus kesäisin arvioitiin lähestyvän 100 cm/s nopeuksia. Etenkin vuoden 2010 huhti-toukokuun poikkeuksellinen vesitilanne on aiheuttanut virtausnopeuden kasvun lähelle haitalliseksi tulkittuja lukemia. Kun vuollejokisimpukoiden tiheyden muutosta tarkastellaan lähemmin suhteessa virtausnopeuteen, havaitaan että tutkimusjakson aikana, niinä vuosina jolloin tilastollisesti merkitsevää muutosta on tapahtunut, myös vesitilanteessa on tapah-

tunut poikkeuksellisia muutoksia. Vuollejokisimpukattiheydet vähenivät vuodelta 2007 merkitsevästi vuodelle 2008 ja siitä edelleen vuodelle 2010. Loppuvuonna 2007 ja alkuvuodesta 2010 vedenkorkeudet Tjusträskillä ovat käyneet yhtä korkealla kuin vuonna 2004 kesällä ja alkuvuodesta vuonna 2005. Nämä vedenkorkeuden piikit ovat olleet talvella 2007 kylläkin lyhytkestoisempia kuin vuonna 2004, mutta niiden voima on saattanut riittää huuhtomaan alueelta vuollejokisimpukoita yhdessä muiden Unionidae-simpukoiden kanssa. Vedenkorkeuden huiput vuonna 2007 eivät näy vedennopeusmittauksissa Sågarsforsilla, sillä vuoden viimeinen mittausta vuonna 2007 on otettu 22. marraskuuta ja vedenkorkeus on käynyt ensin 12. marraskuuta 205 cm:ssä, tasaantunut alle 150 cm:iin mittausten ajalle, kunnes on käynyt taas yli 200 cm:ssä (203–228 cm) kolmen päivän ajan 8.–10.12.2007.



Kuva 30. Eri ikäisiä vuollejokisimpukoita (*Unio crassus*) Koskenkylänjoen Lapiokoskelta. Varsinkin nuorimmissa simpukoissa ensimmäisen kolmen vuoden kasvurenkait ovat selkeitä ja näyttävät olevan hieman alle 1 cm. Kuva: Reetta Ljungberg.

Sågarsforsin vuollejokisimpukkapopulaation koossa ja ikäjakaumassa tapahtuneet muutokset näyttäisivät osuvan yhteen Siuntionjoen vesistöissä tapahtuneiden vesitilanteen muutosten kanssa. Tätä havaintoa tukevat virtausnopeusarviot simpukkanäytteenoton ruuduilla sekä suorat virtausnopeusmittaukset Sågarsforsilla. Lisäksi sysisjokisimpukkapopulaation kokojakaumassa oli alustavasti (ei tuloksia tässä raportissa) havaittavissa samansuuntaisia lisääntymisen kannalta heikompia vuosia kuin vuollejokisimpukalla, joka tukisi tulkintaa että virtausnopeuksien kasvulla olisi merkittävä rooli simpukkapopulaatioiden uusiutumisen kannalta. Virtausnopeuden kasvaessa voidaan spekuloida, että vuollejokisimpukoita on huuhtoutunut alueelta virtausnopeuden noustua liian suureksi. Kunnostuksen jälkeisenä ajanjaksona vesitilanne on saattanut heikentyä vuollejokisimpukkapopulaation kehittymisen kannalta ainakin kahdesti. Ilman tarkempia simpukoiden iänmäärittämiä, on muutoksia mahdoton ajoittaa suuremmalla tarkkuudella, eikä suoraan ole mahdollista tarkkaan arvioida miten kanta on kehittynyt 2000-luvun alulta, eikä sitä onko vedenkorkeuden muutoksilla ja virtaamilla todella aina yhtä suuri vaikutus vuollejokisimpukkapopulaation kehittymiseen.

Koska virtausnopeuden vaihtelussa tutkimusjakson aikana heijastuvat vastaavanlaiset muutokset vesitilanteessa kuin Tjusträskiltä mitatuissa vedenkorkeuden vaihteluissa, ei voida olettaa että Sågarsforsin kunnostus olisi merkittävästi muuttanut virtaamia joessa. Virtausnopeuden muutokset joessa mittauslinjojen eri osissa eivät ole ainakaan suhteiltaan muuttuneet. Kunnostuksen mahdollisia vaikutuksia ei ainakaan voida erottaa vesistöissä luontaisesti tapahtuneista muutoksista ja niiden vaikutuksista vuollejokisimpukkapopulaatioon. Rekrytaatio populaatioon on ollut heikkoa



kunnostuksen jälkeisinä vuosina, mutta perusteita johtaa nämä muutokset suoraan kunnostukseen on mahdotonta löytää. Heikko rekrytaatio joinain vuosina on todennäköisesti vain vesimäärien luontaisen vaihtelun seurausta.

#### 4.2.2 Kunnostuksen aikana irronneen kiintoaineen vaikutus

Kunnostuksen aikana kiintoainepitoisuudet sameutena mitattuna nousivat Sågarsforsilla jokivedessä yli luonnollisen huuhtouman aiheuttaman samennuksen. Päivittäin mitattujen sameusarvojen maksimit korreloivat keväällä hyvin vedenkorkeuden muutoksen kanssa ja kunnostuksen aikana viikonloppuisin päivän maksimaaliset sameusarvot palasivat tälle luontaisen huuhtouman tasolle.

Siuntionjoessa kunnostuksen aikaiset arkipäivien sameusarvot ylittivät luonnollisen huuhtouman rajan, siltä osin mitä luonnolliseksi huuhtoumaksi voidaan tulkita kevään aikaisen vedenkorkeuden ja sameusmittausten tulosten pohjalta. Kunnostukselle asetetun rajan 87 NTU, eli 60 mg/l (GFC) ylitykset olivat kuitenkin lyhytaikaisia ja toisaalta kunnostusjakson aikaisten viikonloppuna mitattujen sameusarvojen pohjalta on mahdollista arvioida, että pitkäkestoista vaikutusta kaivutyöstä ei aiheutunut tutkimusalueelle.

Vertailun vuoksi mainittakoon että Koskenkylänjoen alajuoksulla (Mittauspiste 6030, YKJ 6710410 P, 3442055 I) hienon kiintoaineen pitoisuudet ovat ylittäneet viimeisen vuosikymmenen aikana lähes vuosittain 100 mg/l pitoisuudet (OIVA – ympäristö- ja paikkatietopalvelu 2008b). Mittauspisteen kanssa joen alajuoksulla sijaitsevilta alueilta on tavattu pienimmillään 36–40 mm vuollejokisimpukoita, mikä tarkoittaa että lisääntyminen alueella on onnistunut ainakin osittain viime vuosien aikana (Ilmarinen & Oulasvirta 2007). Jos Siuntionjoella luonnollisen kiintoainehuuhtouman ja vedenkorkeuden korrelaatio on jokseenkin lineaarinen, kuten tämän tutkimuksen tulosten perusteella näyttäisi, on todennäköistä että Siuntionjoessakin kiintoainepitoisuudet luonnollisesti ylittävät toisinaan kunnostukselle asetetun kiintoainepitoisuuden rajan luonnollisen eroosion kautta. Siuntionjoella sameusmittauksen aikana keväällä ja syksyllä 2007 vedenkorkeudet pysyivät normaalilla tasolla alle 200 cm:ssä, mutta silti keväällä sameusarvot nousivat lähelle 80 NTU:ta. 2000-luvun alulta Tjusträskin luusuassa on runsasvetisimpinä vuosina mitattu vedenkorkeudeksi lähes 230 cm ja tällöin arvot ovat todennäköisesti ylittäneet asetetun raja-arvon

Kriittisintä populaation uusiutumisen kannalta on mihin vuodenaikaan kiintoainepitoisuudet ovat koholla. Pitkittänyt kiintoainekuormitus saattaa heikentää aikuisten simpukoiden elinkykyä, mutta laboratorioissa suoritettujen tutkimusten valossa (Degerholm 2007) on selkeää että kiintoainepitoisuuksien kohoamisella vuollejokisimpukan lisääntymisaikaan on suurta haittaa ainakin glokidium-toukille. Koska kunnostus toteutettiin kuitenkin vasta syys-marraskuussa, vuollejokisimpukoiden tunnetun lisääntymisajan ulkopuolella, ei kunnostuksen aikana havaituilla hetkellisillä kohonneilla sameusarvoilla voida suoraan olettaa olevan yhteyttä Sågarsforsilla havaittuihin vuollejokisimpukkapopulaation muutoksiin. Alueella ei havaittu myöskään liettymistä, mikä olisi voinut aiheuttaa muutoksia vielä kunnostuksen jälkeen. Valitettavasti sameusmittauksia ei ole jatkettu kunnostuksen jälkeen, jolloin olisi saatu myös tietoa siitä aiheuttiko kunnostus samentumista vielä kunnostuksen jälkeenkin, vaikka tämä onkin epätodennäköistä.

### 4.3 Muutokset Purnuksen vuollejokisimpukkapopulaatiossa

Purnuksen tutkimusalueella jokiuoma on lähes suora ränni ja siitä syystä alue on hyvin dynaaminen. Vaikka alueella ei suoritettu varsinaisia virtausmittauksia ympäri vuoden, havaittiin jo toisena tutkimusvuonna, että alue ei sovellu vertailualueeksi erityisen hyvin siksi, että alueen simpukkapopulaatioissa tapahtuvat muutokset ovat suurempia kuin Sågarsforsilla ja todennäköisesti vielä herkempiä vesitilanteen muutoksille. Simpukoiden määrät vuoroin laskivat ja nousivat Purnuksen alueella vuodesta toiseen ja erityisen paljon vuollejokisimpukoita löytyi alueelta kesällä 2007 ja 2009. Vuotta 2009 edeltäneen talven aikaiset vedenkorkeuden muutokset Siuntionjoen Tjusträskillä olivat muita tutkimusjakson talvia maltillisempia ja alkutalvesta vedenkorkeudet olivat jopa hie-man vuosikymmenen keskiarvoa alempana. Myös ennen vuotta 2007 vedenkorkeus oli maltillisella tasolla useamman vuoden ajan.



Kuva 31. Purnuksen jokiuoma tutkimusalueen ylärajoilta alavirtaan tarkasteltuna. Kuva: Harri Aulaskari.

Vuollejokisimpukoista paikalla tavattiin runsaimmin keskikokoisia vuollejokisimpukoita, eikä juurikaan kookkaita yli 80 mm:n pituisia simpukoita ja suhteessa Sågarsforsiin vähemmän myös alle 50 mm:n pituisia simpukoita. Vaikka Purnukselta havaittiin kaiken kaikkiaan enemmän vuollejokisimpukan nuoria yksilöitä, oli näiden osuus alueen vuollejokisimpukkamäärästä pienempi. Vedenkorkeuden poikkeamat ja sitä kautta todennäköisesti virtausnopeuden muutokset selittäisivät Purnuksella simpukkatihetyksien muutoksia parhaiten, minkä vuoksi on syytä olettaa, että ainakin osa alueelta löytyneistä simpukoista on peräisin yläpuoliselta jokijaksolta ja että osa simpukkatihetyksen laskusta johtuisi taas simpukoiden poistumisesta huuhtoutumisen johdosta. Kesäisin arvioidut virtausnopeudet näyteruuduilla Purnuksella olivat keskimäärin korkeampia kuin Sågarsforsilla, paitsi runsasvetisen alkuvuoden jälkeen kesällä 2010. Tutkijat havaitsivat että kesäisin alueilla, joissa virtausnopeus oli suurimmillaan Purnuksen tutkimusalueella, virtaus kulutti lyhyessä ajassa reippaasti pohjamateriaalia ja kuljetti sitä alavirtaan. Koska simpukoiden määrät vuoroin nousivat ja laskivat ja koska simpukkanäytteenotto-ruuduilta arvioitu virtausnopeus oli yleensä korkeampi kuin Sågarsforsilla on mahdollista että virtausnopeus Purnuksella muuttuu Sågarsforsin aluetta nopeammin. Näin suuria vaihteluita alueella mikä soveltuisi pohjanlaadun (pääosin hiekkaa ja hienoa soraa) kannalta hyvin vuollejokisimpukalle on vaikea selittää muulla kuin virtausnopeuden suurilla muutoksilla ja kovan virtauksen aiheuttamalla huuhtoutumalla. Vuollejokisimpukoita löytyi Purnuksella hyvin pistemäisesti ja runsaimmin hieman alle 50 cm/s virtausnopeuksilla. On vaikea sanoa aineiston perusteella kuitenkin ovatko simpukat keräytyneet huuhtoutumisen seurauksena näille kohtalaisen virtausnopeuden alueille, vai ovatko simpukat aktiivisesti kerääntyneet näihin tihentymiin. Vuollejokisimpukoiden tiedetään pystyvän liikkumaan niin vasta- kuin myötävirtaankin sopivan hienojakoisella pohjalla (Ljungberg 2007).

Suuresta simpukkamäärien vaihtelusta ja pienten simpukoiden vähäisyydestä johtuen Purnuksella voidaan olettaa, että juuri tutkimuksen kohteen ollut alue saattaa olla liian muutosherkkä vuollejokisimpukan saati muiden Unionidae-simpukoiden lisääntymisalueeksi ja että alueen vuollejokisimpukkamääriä määrittelee enemmänkin yläpuolisilta alueilta tapahtuvan runsasvetisten kausien aiheuttama huuhtouma ja toisaalta vähävetisinä kausina alueelle virtauksen tasoittumisen myötä simpukoiden kertyminen alueelle. Muiden simpukoiden vähäinen osuus voi indikoida myös sitä, että virtausnopeudet ja sen vaihtelu alueella on liian kova useimpien suursimpukoiden elinympäristöksi, sillä vuollejokisimpukka esiintyy näistä kuudesta lajista kaikista kovimmassa virtauksessa. Purnus saattaa siis simpukoiden kannalta olla liian epävakaata alue. On mahdotonta kuitenkin sanoa miten suurta Purnuksen vuollejokisimpukkapopulaatiossa tapahtuva vaihtuvuus on.

## 5 Johtopäätökset

Tutkimuksessa selvitettiin kunnostuksen aikaisia ja jälkeisiä muutoksia toisistaan hyvin poikkeavilla tutkimusalueilla. Vaikka molemmilla alueilla tavattiin kaikkia kuutta Suomessa esiintyvää Unionidae-heimon lajia, tarjosi Sångarsfors selkeästi monipuolisemman ympäristön lajeille, sillä eri lajien osuudet kokonaissimpukkamääristä olivat tasaisemmat. Runsaslukuisimpia alueella olivat *Unio*-suvun jokisimpukkalajit. Purnuksella lajistossa esiintyi lähes yksinomaan vuollejokisimpukkaa.

Molemmilla alueilla havaittiin simpukoiden kokonaismäärän vähenemistä ja molemmilla alueilla sekä sysijokisimpukka, vuollejokisimpukka että järvisimpukkatiheddet tutkimusruuduilla laskivat tutkimusjakson aikana. Nämä muutokset saattavat kuitenkin johtua virtausolojen muutoksesta viimeisen vuosikymmenen aikana. 2000-luvun alulta Siuntionjoen tutkimusalueiden alapuoliselta alueelta mitattuna vesistössä on ollut ainakin kolme vuollejokisimpukoiden kannalta merkittävää poikkeusta vesimäärissä. Nämä runsasvetiset jaksot ovat saattaneet aiheuttaa virtausnopeuden kasvua simpukoille epäedulliseksi, minkä seurauksena lisääntyminen alueella on saattanut epäonnistua ja toisaalta aikuisia simpukoita on voinut huuhtoutua alavirtaan. Ikämääritysten puuttuessa vuollejokisimpukkapopulaatiosta ei voi erehtymättömästi tulkita lisääntymisen kannalta heikkoja vuosia, mutta olemassa oleva aineisto tukee tätä teoriaa.

Tämän tutkimuksen tulosten valossa vuollejokisimpukan ja muidenkin Unionidae-heimo lajien simpukoiden esiintymistä koskevia selvityksiä suositellaan tulkittavaksi yhä enemmän kyseisten vesistöjen virtausolojen muutosten pohjalta. Vesitilanteen muutokset saattavat vaikuttaa hyvinkin kriittisesti eri selvityksistä tehtäviin johtopäätöksiin. Koska elävien simpukoidenkin esiintymistä joessa jollain tasolla säätelevät muutokset virtausolosuhteissa, ei liian suuria johtopäätöksiä tulisi tehdä kuolleisiin simpukoihin liittyen. Kuoret ovat eläviä simpukoita helpommin virran vietävissä, ja on hyvin epätodennäköistä että virtaavalta jokiosuudelta löytyvät kuoret olisivat peräisin kyseiseltä alueelta.

Simpukoiden mahdollinen huuhtoutuminen on syytä pitää mielessä kaikessa vuollejokisimpukan suojeluun liittyvässä päätöksenteossa ja kunnostuksia suunniteltaessa. Myös tarkkailuissa on syytä ottaa huomioon vesistön virtausolosuhteet ja suunnitella tarkkailut sen mukaisesti. Vuollejokisimpukoiden elinympäristön läheisyyteen suunniteltavia toimia on tulevaisuudessakin syytä tarkastella vuollejokisimpukan näkökulmasta. Toisaalta kunnostuksia suunniteltaessa voitaisiin ottaa huomioon, että jopa alueet, joilla vuollejokisimpukkaa tavataan suurina tiheyksinä, eivät välttämättä ole lajin lisääntymisen kannalta vakaita alueita, vaan simpukkapopulaatio tällaisella alueella saattaa olla luontaisesti jatkuvassa muutostilassa.

Vuollejokisimpukan suojelussa tulisi paremmin huomioida jokiympäristö jatkumona. Tässä tutkimuksessa keskityttiin arvioimaan kiintoaineksen ja virtausmuutosten haittoja vuollejokisimpukkapopulaatioon lähellä kunnostuskohdetta. Kiintoaineksen leviämistä muualle jokeen ja sen vaikutuksia ei ole mahdollista arvioida tämän työn pohjalta, mutta ainakaan kunnostuskohteen välittömässä läheisyydessä hetkittäin kohonneita kiintoainepitoisuuksia ei ollut mahdollista yhdistää simpukkamäärissä tapahtuneisiin muutoksiin. Kunnostuksen ei havaittu muuttaneen virtausoloja kunnostusalueen alapuolella siten että tästä olisi aiheutunut vuollejokisimpukkapopulaatiolle haittaa.

Vuollejokisimpukan lisääntymis- ja levähdyspaikan määrittämiseksi ja turvaamiseksi vesistöissä on Uudenmaan ELY-keskuksen toimesta laadittu ohjeistus (Vuorinen 2010). Etenkin riskien huomiointamisesta annettu ohjeistus on yhdenmukainen tämän tutkimuksen aikana tehtyjen havaintojen kanssa. Tämän raportin tulokset antavat lisätietoa vuollejokisimpukkapopulaatioissa tapahtuvista muutoksista joessa ja näitä tietoja voidaan toivottavasti käyttää hyödyksi sovellettaessa vesistöiden suorittamiseen annettuja ohjeita.

Sijainti	U. crassus					U. lundus					U. pictus					Anodonta & Pseudanodonta					< 16 mm Unionidae								
	2007	2008	2009	2010	2010	2007	2008	2009	2010	2010	2007	2008	2009	2010	2010	2007	2008	2009	2010	2010	2007	2008	2009	2010	2010	2007	2008	2009	2010
Eläval simpukat	2007	2008	2009	2010	2010	2007	2008	2009	2010	2010	2007	2008	2009	2010	2010	2007	2008	2009	2010	2010	2007	2008	2009	2010	2010	2007	2008	2009	2010
Kätkö näyruudut ka	1,94	2,40	1,59	1,14	8,04	6,47	5,76	4,86	0,50	0,43	0,77	0,46	3,80	1,93	2,41	1,63	0,40	0,10	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Poistivälit-näyruudut ka	6,03	4,80	4,61	3,12	10,97	9,86	8,49	7,80	1,96	1,95	3,29	2,73	4,82	3,70	4,43	3,06	1,71	1,00	1,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Näyruudut maksimi	16	23	13	12	62	58	43	40	8	6	9	8	22	14	22	11	4	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kuulleet simpukat	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	
Kätkö näyruudut ka	0,07	0,16	0,17	0,23	0,28	0,54	0,56	1,93	0,10	0,08	0,01	0,10	1,37	1,23	0,60	0,54	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Poistivälit-näyruudut ka	1,00	1,75	1,67	2,33	1,79	4,90	2,17	6,44	1,50	1,75	1,00	3,00	3,15	9,25	2,84	4,08	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Näyruudut maksimi	1	3	5	8	5	14	9	76	3	3	1	6	31	33	11	16	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Purpus	U. crassus					U. lundus					U. pictus					Anodonta & Pseudanodonta					< 16 mm Unionidae								
Eläval simpukat	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	
Kätkö näyruudut ka	15,49	7,33	12,09	5,20	2,52	1,40	0,63	0,72	0,01	0,00	0,00	0,01	0,56	0,30	0,12	0,13	0,34	0,22	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	
Poistivälit-näyruudut ka	21,12	10,48	32,97	9,38	4,20	2,38	3,41	2,17	1,00	-	-	1,00	2,00	1,42	2,20	1,20	1,82	1,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Näyruudut maksimi	121	65	232	57	19	11	17	8	1	0	0	1	10	5	4	2	10	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Kuulleet simpukat	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	
Kätkö näyruudut ka	1,03	1,04	1,07	2,73	0,23	0,21	0,13	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,20	0,08	0,02	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Poistivälit-näyruudut ka	2,74	2,35	3,31	6,15	1,31	1,58	1,33	1,92	-	-	-	-	1,33	1,20	1,40	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Näyruudut maksimi	15	13	19	73	3	3	3	7	0	0	0	0	3	3	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

LIITE 1 Vuollejokisimpukan (*U. crassus*), sysijokisimpukan (*U. tumidus*), soukkojokisimpukka (*U. pictorum*), järvisimpukat (*Anodonta*- & *Pseudanodonta*-suvut), sekä juveniili simpukoiden (<16 mm) esiintymistiheyden keskiarvo (ka) kaikilla yhdeksällä kymmenellä näyteruudulla (0,25 m<sup>2</sup>), *positiivisilla*-näyteruuduilla, sekä tiheyden maksimi (yksilöä/näyteruutu) tutkimusjaksolla 2007–2010 Sågarsforsilla sekä Purnuksella.

Sågarsfors	<i>U. crassus</i>				<i>U. tumidus</i>				<i>U. pictorum</i>				<i>Anodonta &amp; Pseudanodonta</i>				< 16 mm Unionidae			
Elävät simpukat	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010
Kaikki näyteruudut ka	1,94	2,40	1,59	1,14	8,04	6,47	5,76	4,86	0,50	0,43	0,77	0,46	3,80	1,93	2,41	1,63	0,40	0,10	0,04	0,00
<i>Positiiviset</i> -näyteruudut ka	6,03	4,80	4,61	3,12	10,97	9,86	8,49	7,80	1,96	1,95	3,29	2,73	4,82	3,70	4,43	3,06	1,71	1,00	1,33	-
Näyteruudut maksimi	16	23	13	12	62	58	43	40	8	6	9	8	22	14	22	11	4	1	2	0
Kuolleet simpukat	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010
Kaikki näyteruudut ka	0,07	0,16	0,17	0,23	0,28	0,54	0,56	1,93	0,10	0,08	0,01	0,10	1,37	1,23	0,60	0,54	0,02	0,03	0,00	0,00
<i>Positiiviset</i> -näyteruudut ka	1,00	1,75	1,67	2,33	1,79	4,90	2,17	6,44	1,50	1,75	1,00	3,00	3,15	9,25	2,84	4,08	1,00	1,00	-	-
Näyteruudut maksimi	1	3	5	8	5	14	9	76	3	3	1	6	31	33	11	16	1	1	0	0
Purnus	<i>U. crassus</i>				<i>U. tumidus</i>				<i>U. pictorum</i>				<i>Anodonta &amp; Pseudanodonta</i>				< 16 mm Unionidae			
Elävät simpukat	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010
Kaikki näyteruudut ka	15,49	7,33	12,09	5,20	2,52	1,40	0,83	0,72	0,01	0,00	0,00	0,01	0,56	0,30	0,12	0,13	0,34	0,22	0,01	0,02
<i>Positiiviset</i> -näyteruudut ka	21,12	10,48	32,97	9,36	4,20	2,38	3,41	2,17	1,00	-	-	1,00	2,00	1,42	2,20	1,20	1,82	1,33	1,00	1,00
Näyteruudut maksimi	121	65	232	57	19	11	17	8	1	0	0	1	10	5	4	2	10	4	1	1
Kuolleet simpukat	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010
Kaikki näyteruudut ka	1,03	1,04	1,07	2,73	0,23	0,21	0,13	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,20	0,08	0,02	0,01	0,02	0,01	0,00
<i>Positiiviset</i> -näyteruudut ka	2,74	2,35	3,31	6,15	1,31	1,58	1,33	1,92	-	-	-	-	1,33	1,20	1,40	1,00	1,00	1,00	1,00	-
Näyteruudut maksimi	15	13	19	73	3	3	3	7	0	0	0	0	3	3	2	1	1	1	1	0

## Kirjallisuus

- Aulaskari, H. 2010a: Suunnittelija, Uudenmaan ELY-keskus, Helsinki. Suullinen tiedonanto 15.12.2010. [Harri Aulaskarin antama tieto Vantaanjoen Harrikosken ja Keravanjoen Kellokosken kalataloudellisen kunnostusten toteuttamatta jättämisestä vuollejokisimpukan esiintymisen johdosta.]
- Aulaskari, H. 2010b: Suunnittelija, Uudenmaan ELY-keskus, Helsinki. Suullinen tiedonanto 15.12.2010. [Harri Aulaskarin antama tieto kunnostuksen laskennallisista vaikutuksista vuodenaikaisiin virtaamiin ja vedenkorkeuksiin Siuntionjoen Sågarsforsilla.]
- 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.
- Degerholm, A. 2007: Kiintoaineksen, happamuuden, raudan ja ammoniumtypen vaikutukset vuollejokisimpukan glokidiotoukan selviytymiseen. Helsingin yliopisto, Ympäristöekologian laitos. – *Kandidaatin tutkielma*. 19 s.
- Delucchi, K. & Bostrom, A. 2004: Methods for analysis of skewed data distributions in psychiatric clinical studies: Working with many zero values. – *Am. J. Psychiatry* 161: 1159–1168.
- EEA 2009: EU nature directives, Article 17. <http://biodiversity.eionet.europa.eu/article17> [Aineisto haettu 6.1.2011]
- 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.
- Etelä-Suomen aluehallintovirasto 2010: Lausunto Vanjärven kunnostamista koskevasta lupahakemuksesta ja töiden aloittamisesta ennen päätöksen lainvoimaiseksi tulemistä, Vihti. Etelä-Suomen aluehallintovirasto, Ympäristölupavastuualue, Helsingin toimipaikka. Lausunto UDELY/846/07.00/2010, 4.6.2010. 4 s.
- 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.
- Ilmarinen, K. & Oulasvirta, P. 2007: Kunnostustöiden vaikutus vuollejokisimpukan elinympäristöön Koskenkylänjoella – Sukellustutkimukset 2007. – Uudenmaan ympäristökeskuksen raportteja 12/2007. 56 s.
- Ilmarinen, K., Laaksonen, R. & Oulasvirta, P. 2008: Mustijoen suursimpukkaselvitys. – Alleco Oy, Helsinki. 8 s + liitteet.
- Ilmarinen, K. & Oulasvirta, P. 2010: Kunnostusten vaikutus vuollejokisimpukan elinympäristöön Koskenkylänjoella – Vuoden 2009 sukellustutkimukset sekä yhteenvedo vuosien 2007–2009 tuloksista. – Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen julkaisuja 25/2010. 73 s.
- IUCN 2010: IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.4. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). [Viitattu 7.1.2011.]
- 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.
- Kiirikki, M. 2007: Siuntionjoen Sågarsforsin sameusmittaus vuonna 2007. Luode Consulting Oy, Espoo. 22.11.2007. 5 s.
- Kiirikki, M. (julkaisematon): Siuntionjoen Sågarsforsin vuoden 2007 julkaisematon sameusmittausaineisto. Luode Consulting Oy, Espoo.

- Lachenbruch, P. 2001a: Comparisons of two-part models with competitors. – *Statist. Med.* 20: 1215–1234.
- Lachenbruch, P. 2001b: Power and sample size requirements for two-part models. – *Statist. Med.* 20: 1235–1238.
- Lehtinen, E. 2006: Sågarsforsin kunnostussuunnitelma – Siuntion. Suunnitelman yhteenveto (+valuma-alue ja sijaintikartta). Uudenmaan ympäristökeskus, Helsinki. Tnro UUS-2006-S-2-61. 2 s.
- Lehtinen, E. 2010: Suunnittelija, Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, Helsinki. Suullinen tiedonanto, joulukuu 2010. [Suunnittelija Esa Lehtisen ilmoittama tieto kunnostuksen toteutumisen aikataulusta vuonna 2007.]
- Lempinen, P. 2001: Suomenlahden meritaimenkantojen suojelu- ja käyttösuunnitelma. Maa- ja metsätalousministeriö, Helsinki. Kala- ja riistahallinnon julkaisuja 52/2001.
- Lempinen, P. 2006: Koskenkylänjoen virtavesikunnostushankkeen tilanne lokakuussa 2006. Uudenmaan ympäristökeskus, Helsinki. Muistio 17.10.2006. 6 s.
- 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.
- Ljungberg, R. 2006a: Vuollejokisimpukkasiirrot Koskenkylänjoella. Uudenmaan ympäristökeskus, Helsinki. 4 s. + 5 liitettä. [Julkaisematon raportti, 11.6.2006]
- Ljungberg, R. 2006b: Vuollejokisimpukan glokidium-toukkien abortointi häiritynä. Julkaisematon pro gradu aineisto, heinäkuu 2006. [Havainto laboratorioon Ljungbergin pro gradun yhteydessä tuotujen aikuisten vuollejokisimpukoiden abortointiherkkyydestä.]
- Ljungberg, R. 2007: Vuollejokisimpukan elinympäristövaatimukset ja liikkuminen Nummenjoen yläosassa. – Uudenmaan ympäristökeskuksen raportteja 7/2007. 53 s.
- Ljungberg, R. & Saari, S. 2008a: Vuollejokisimpukan esiintyminen Uudenmaan ympäristökeskuksen alueella eräissä kalataloudellisen kunnostuksen kohteissa. – Uudenmaan ympäristökeskus, Helsinki. Julkaisematon Muistio 3.10.2008. 11 s.
- Ljungberg, R. & Saari, S. 2008b: Vuollejokisimpukan esiintyminen Koskenkylänjoen latvakoskilla. – Uudenmaan ympäristökeskuksen raportteja 20/2008. 16 s.
- OIVA – ympäristö- ja paikkatietopalvelu 29.5.2008a (muokattu): Siuntionjoen vedenkorkeustiedot Tjusträskin luusuassa 2001–2010. [www.ymparisto.fi/oiva](http://www.ymparisto.fi/oiva) > Ympäristötiedon hallintajärjestelmä Hertta > Vesivarat > Hydrologiset havainnot > Tietojen haku. [Aineisto haettu 19.11.2010]
- OIVA – ympäristö- ja paikkatietopalvelu 29.5.2008b (muokattu): Koskenkylänjoen vedenlaadun mittauspisteen kiintoainepitoisuudet vuosilta 2000–2010. [www.ymparisto.fi/oiva](http://www.ymparisto.fi/oiva) > Ympäristötiedon hallintajärjestelmä Hertta > Pintavesien tila > Vedenlaatu > Tietojen haku. [Aineisto haettu 20.12.2010]
- Saari, S. 2008: Vuollejokisimpukan esiintyminen Vihdin Vanjoessa, Vanjärven länsipuolella. Uudenmaan ympäristökeskus Dnro UUS-2008-Y-179-162/Hiidenveden kunnostushanke. 4 s.
- Saari, S. & Ljungberg, R. 2008: Vuollejokisimpukan esiintyminen voimakkaasti rakennetussa Taasianjoessa. – Uudenmaan ympäristökeskuksen raportteja 19/2008. 27 s.
- Seppänen, S. 1998: Hapettomuuden vaikutus sysijokisimpukan ja vuollejokisimpukan hemolymfan kaasu- ja ionipitoisuuksiin. Helsingin Yliopisto, Ekologian ja systematiikan laitos, Helsinki. – *Pro gradu*. 43 s.

- Taponen, T. 2008: Sägarsinkosken kunnostuksen vesistövaikutuksen tarkkailuraportti vuodelta 2007. Ympäristön hoito ja vesien käyttö-osasto, Uudenmaan ympäristökeskus, Helsinki. 28.8.2008. 2 s.
- Urho, L., Pennanen, J. & Koljonen, M.-L. 2010: Kalat. Julk.: Rassi, P., Hyvärinen, E., Juslén, A. & Mannerkoski, I. (toim.). Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2010. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus, Helsinki. s. 336–343.
- Valovirta, I., Liukko, U.-M. & Ormio, H. 2010: Nilviäiset. Julk.: Rassi, P., Hyvärinen, E., Juslén, A. & Mannerkoski, I. (toim.). Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2010. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus, Helsinki. s. 346–354.
- Vuorinen, E. 2010: Tulkintaohje vuollejokisimpukan lisääntymis- ja levähdyspaikan määrittämiseksi ja turvaamiseksi vesistöissä. Uudenmaan ELY-keskus, Helsinki. 16 s. + liitteet 4 s.
- Ympäristöhallinto 2008: Ympäristötiedon hallintajärjestelmä (Hertta 5.2). Eliölajit > Lajitiedot > *Unio crassus*. [Viitattu 1.9.2008]
- Ympäristöhallinto 2010a: Taasianjoen vedenkorkeutta nostetaan Kimonkylän kohdalla rakentamalla luonnonmukainen pohjapato. Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, Helsinki. <http://ely.combo.fi/fi/tiedotepalvelu/2010/Sivut/taasianjoenvedenkorkeuttanostetaan.aspx> [ELY-keskuksen tiedote 2.3.2010]
- Ympäristöhallinto 2010b: Koskikunnostukset Koskenkylänjoella ovat alkaneet. Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, Helsinki. <http://ely.combo.fi/fi/tiedotepalvelu/2010/Sivut/KoskikunnostuksetKoskenkylanjoellaalkavat.aspx> [ELY-keskuksen tiedote 22.10.2010]



Julkaisusarjan nimi ja numero Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen julkaisuja xxx/2010				
Vastuualue Ympäristö ja luonnonvarat				
Tekijät Reetta Ljungberg		Julkaisuaika Joulukuu 2011		
		Julkaisija Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus		
		Hankkeen rahoittaja/toimeksiantaja		
Julkaisun nimi <b>Kunnostuksen vaikutukset vuollejokisimpukkaan (<i>Unio crassus</i>)</b> Siuntionjoen Sägarsforsin padon purkaminen ja kalatien rakentaminen				
Tiivistelmä Vuollejokisimpukan populaatiossa tapahtuvia muutoksia tutkittiin Siuntionjoessa vuosina 2007–2010. Siuntionjoen Sägarsforsin pato, sen kiertävä sivu-uoma sekä alapuolista aluetta kunnostettiin vuonna 2007 mahdollistamaan kalan nousu joessa, sekä lisäämään lohikalojen lisääntymis- ja elinalueita. Kunnostettu alue ulottui lähelle uhanalaisen vuollejokisimpukan ( <i>Unio crassus</i> ) populaatiota ja toteutettiin syksyllä vuollejokisimpukan lisääntymiskauden jälkeen. Kunnostuksen aiheuttamaa kiintoainekuormitusta pyrittiin rajoittamaan seuraamalla jokiveden samentumista ja keskeyttämällä kunnostustoimet luvanvaraisen rajan ylityessä. Muista ympäristötekijöistä Sägarsforsin simpukkaseurannan alueella seurattiin pohjanläheisiä virtausnopeuksia avoveden aikaan. Sägarsforsilla sekä Purnuksen vertailualueella seurattiin 2007–2010 alkukesäisin 250 m:n mittaisilla tutkimusalueilla muutoksia simpukkalajistossa, simpukoiden kokonaismäärissä, sekä esiintymistiheyksissä. Kummallekin alueelle satunnaistettiin vuosittain 90 näyte-ruutua, joilta kerättiin simpukat niin sedimentin pinnalta kuin sisältä. Kultakin näyteruudulta kirjattiin myös virtausnopeus. Elävien simpukoiden osalta lajistossa ei tapahtunut muutoksia kummallakaan alueella. Sägarsforsilla vuollejokisimpukan ( <i>U. crassus</i> ) sekä sypsjokisimpukan ( <i>Unio tumidus</i> ) kokonaismäärissä että esiintymistiheyksissä tapahtui laskua tutkimusjaksolla. Soukkojokisimpukan ( <i>Unio pictorum</i> ) määrät vaihtelivat vuodesta toiseen ilman merkittäviä muutoksia esiintymistiheydessä. Järvisimpukoiden ( <i>Adononta</i> & <i>Pseudoanodonta</i> -suvut) kokonaismäärät otoksessa vaihtelivat, mutta käytännössä esiintymistiheydet laskivat tutkimuksen aikana. Purnuksella simpukkamäärät ja tiheydet laskivat ja nousivat, ilman selkeää suuntaa, vaikka esimerkiksi vuollejokisimpukan osalta havaittiin hienoista laskua vuodelta 2007 vuodelle 2010. Kummallakin alueella pienten (< 16 mm) simpukoiden määrät laskivat. Sägarsforsilla vuollejokisimpukkapopulaation kokojakaumassa, määrissä sekä tiheyksissä havaitut muutokset näyttäisivät virtausnopeusmittausten, sekä vesistössä suoritettujen vedenkorkeuden pitkäaikaismittauksen pohjalta ajoittuvan poikkeuksellisen runsasvetisille vuosille. Kunnostuksista johtuvia vakavia muutoksia virtausnopeudessa tai kiintoainepitoisuudessa ei havaittu, joten todennäköistä on että runsasvetisinä talvina 2007–2008 sekä alkuvuodesta 2010 vuollejokisimpukoita on huuhtoutunut Sägarsforsin alueelta. Tätä vahvistaa myös havainto alhaisista simpukkamääristä korkeamman virtausnopeuden näyteruuduilla. Purnuksen alueella on todennäköistä että simpukkapopulaation vaihtuvuus on suurta ja että yksilöitä huuhtoutuu alueelle ja sieltä pois vuosittain riippuen vesimäärästä joessa.				
Asiasanat Vuollejokisimpukka, suursimpukat, <i>Unio crassus</i> , simpukat, joki, vesistöjen kunnostus, virtausnopeus, populaatio, suojele, kiintoaine, sameus, Siuntionjoki				
SBN (painettu)	ISBN (PDF) 978-952-257-364-3	ISSN-L 1798-8101	ISSN (painettu)	ISSN (verkkojulkaisu) 1798-8071
Kokonaissivumäärä 51		Kieli Suomi		Hinta (sis. alv 8%)
Julkaisun myynti/jakaja Julkaisu on saatavana vain verkossa: <a href="http://www.ely-keskus.fi/xxxxxxx/julkaisut">www.ely-keskus.fi/xxxxxxx/julkaisut</a>				
Julkaisun kustantaja Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus				

Publikationens serie och nummer Närings-, trafik- och miljöcentralen i Nyland publikationer xxx/2010				
Ansvarsområde Miljö och naturresurser				
Författare Reetta Ljungberg		Publiceringsdatum December 2011		
		Utgivare Närings-, trafik- och miljöcentralen i Nyland		
		Projektets finansiär/uppdragsgivare		
Publikationens titel <b>Kunnostuksen vaikutukset vuollejokisimpukkaan (<i>Unio crassus</i>)</b> Siuntionjoen Sägarforsin padon purkamisen ja kalatien rakentaminen (Har den tjockskaliga målarmusslan ( <i>Unio crassus</i> ) i Sjundeå å påverkats av att Sägarforsen har iståndsatts?)				
Sammandrag Förändringar i den tjockskaliga målarmusselpopulationen i Sjundeå å undersöktes åren 2007-2010. Dammen i Sägarforsen, bifåran förbi den samt det nedanliggande åavsnittet iståndsattes 2007 i syfte att underlätta fiskens vandring upp i ån och förbättra laxfiskarnas livsmiljö och reproduktion. Iståndsättningsåtgärderna, som nådde nästan fram till den hotade, tjockskaliga målarmusselpopulationen, utfördes under hösten efter musslans förökningsperiod. Under iståndsättningen mättes uppgrumlingen och arbetet avbröts för en tid då halten fasta partiklar översteg den tillåtna gränsen. En annan miljöparameter som följdes upp inom musselområdet i Sägarforsen var strömhastigheten nära botten under den isfria perioden. Förändringar i musselpopulationerna i Sägarforsen och i referensområdet Purnus undersöktes under försommaren åren 2007-2010. På en 250 m lång åsträcka kontrollerades artsammansättningen, antalet musslor och individtätheten. Alla musslor på och i bottensedimentet i 90 slumpvist valda provrutor i vardera undersökningsområdet samlades in och samtidigt mättes strömhastigheten nära botten. Ingen förändring i artsammansättningen bland levande musslor kunde konstateras i någotdera området. I Sägarforsen sjönk antalet tjockskaliga ( <i>Unio crassus</i> ) och spetsig målarmusslor ( <i>Unio tumidus</i> ) likaså individtätheten under undersökningsperioden. Antalet äkta målarmusslor ( <i>Unio pictorum</i> ) varierade under åren, utan väsentliga förändringar i individtätheten. Antalet dammusslor (släkterna <i>Anodonta</i> & <i>Pseudoanodonta</i> ) varierade, men i praktiken minskade individtätheten under undersökningsperioden. I Purnus ökade och minskade musslorna i antal utan någon tydlig trend, även om en svag minskning i antalet tjockskaliga målarmusslor kunde skönjas från 2007 till 2010. Antalet små musslor (< 16 mm) minskade i båda undersökningsområdena. De förändringar i storleksfördelning, antal och täthet som noterades i målarmusselpopulationen i Sägarforsen verkar anknyta till särskilt vattenrika år mot bakgrunden av strömhastighet och långtidsförändringar i vattenståndet. Kraftiga förändringar i strömhastighet eller grumlighet till följd av iståndsättningen konstaterades inte, varför det är troligt att målarmusslor spolades bort från Sägarforsen under de regniga vintrarna 2007-2008 och i början av 2010. I Purnus är sannolikheten för variationer i musselpopulationen stor och att musslor årligen spolats till och från undersökningslokalen i förhållande till vattenmängden i ån.				
Nyckelord tjockskaliga målarmussla, <i>Unio Crassus</i> , musslor, ån, Iståndsättnings, strömhastighet, population, Sjundeå å				
ISBN (tryckt)	ISBN (PDF)	ISSN-L	ISSN (tryckt)	ISSN (webbpublikation)
	978-952-257-364-3	1798-8101		1798-8071
Sidantal	Språk		Pris (inneh. moms 8%)	
51	finska			
Beställningar/distribution Publikationen finns endast på webben: <a href="http://www.ely-centralen.fi/nyland/publikationer">www.ely-centralen.fi/nyland/publikationer</a>				
Förläggare Närings-, trafik- och miljöcentralen i Nyland				

## DOCUMENTATION PAGE

Publication series and numbers Centre for Economic Development, Transport and the Environment for Uusimaa, Publications 15/2011				
Area(s) of responsibility Environment and Natural Resources				
Author(s) Reetta Ljungberg		Date December 2011		
		Publisher Centre for Economic Development, Transport and the Environment for Uusimaa		
		Financier/commissioner Voidaan jättää pois jos on oma virasto		
Title of publication <b>Kunnostuksen vaikutukset vuollejokisimpukkaan (<i>Unio crassus</i>)</b> Siuntionjoen Sågarsforsin padon purkaminen ja kalatien rakentaminen (River restoration impacts on Thick Shelled River Mussel ( <i>Unio crassus</i> ) - Bringing down the Sågarsfors dam and the building of a fish route in the River Siuntionjoki)				
Abstract Changes in the population of endangered Thick Shelled River Mussel ( <i>Unio crassus</i> ) were surveyed during 2007–2010 in the Siuntio River. The Sågarsfors dam and the stream passing it were restored to allow fish passage. Area adjacent to <i>U. crassus</i> population downstream of the dam was restored as breeding grounds for salmon fish. Restoration took place in autumn 2007 and the amount of eroded particulate matter in the river water was monitored. Restoration was suspended every time particulate matter load exceeded levels set in operation permit. Water velocities close to riverbed in mussel survey area were measured monthly for 4 years except when the river was frozen. Changes in mussel communities, numbers of different species and density of species were followed in Sågarsfors and control area Purnus during summers of 2007–2010 in river sections 250 m long. 90 mussel-sampling quadrats were randomized for both areas. Mussels were sampled both from the surface of the river bottom and from within the sediment. Water velocity was recorded at each quadrat. No changes were recorded on the proportions of species in the mussel communities in either of the locations. Total numbers and densities of <i>U. crassus</i> and <i>Unio tumidus</i> decreased in Sågarsfors. Numbers of <i>Unio pictorum</i> and lake mussels ( <i>Anodonta</i> & <i>Pseudanodonta</i> genera) fluctuated, but no changes in density were observed for <i>U. pictorum</i> . Lake mussels' densities decreased between years 2007 and 2010. In Purnus all mussel numbers and densities increased and decreased greatly from one year to another, without clear direction, although, for example <i>U. crassus</i> densities slightly decreased. In both areas numbers of all small mussels (< 16 mm) decreased. The changes in <i>U. crassus</i> numbers, densities and individuals' size distribution in Sågarsfors would seem to follow the overall changes in the amount of water passing in the river system; observed as fluctuation in water velocities and water levels. Restoration wasn't recorded to have caused any major changes in water velocity and particulate matter. Hence, it is reasonable to believe that the changes in mussel population are of natural consequence following the wet winter of 2007–2008 and beginning of year 2010, leading to mussels being flushed from the area. In Purnus the turnover in mussel populations seem to be even more pronounced and dependent on the extreme water flows.				
Keywords Thick Shelled River Mussel, <i>Unio Crassus</i> , Siuntio, River				
ISBN (print)	ISBN (PDF)	ISSN-L	ISSN (print)	ISSN (online)
	978-952-257-364-3	1798-8101		1798-8071
Number of pages 51		Language Finnish		Price (incl. tax 8 %)
For sale at/distributor Publication is only available in internet: <a href="http://www.ely-keskus.fi/uusimaa/jukaisut">www.ely-keskus.fi/uusimaa/jukaisut</a>				
Financier of publication Centre for Economic Development, Transport and the Environment for Uusimaa				



Uudenmaan elinkeino-,  
liikenne- ja ympäristökeskus  
PL 36, 00521 Helsinki  
puh. 020 63 60070  
[www.ely-keskus.fi/uusimaa](http://www.ely-keskus.fi/uusimaa)

ISBN 978-952-257-364-3 (PDF)

ISSN-L 1798-8101

ISSN 1798-8071(verkkajulkaisu)