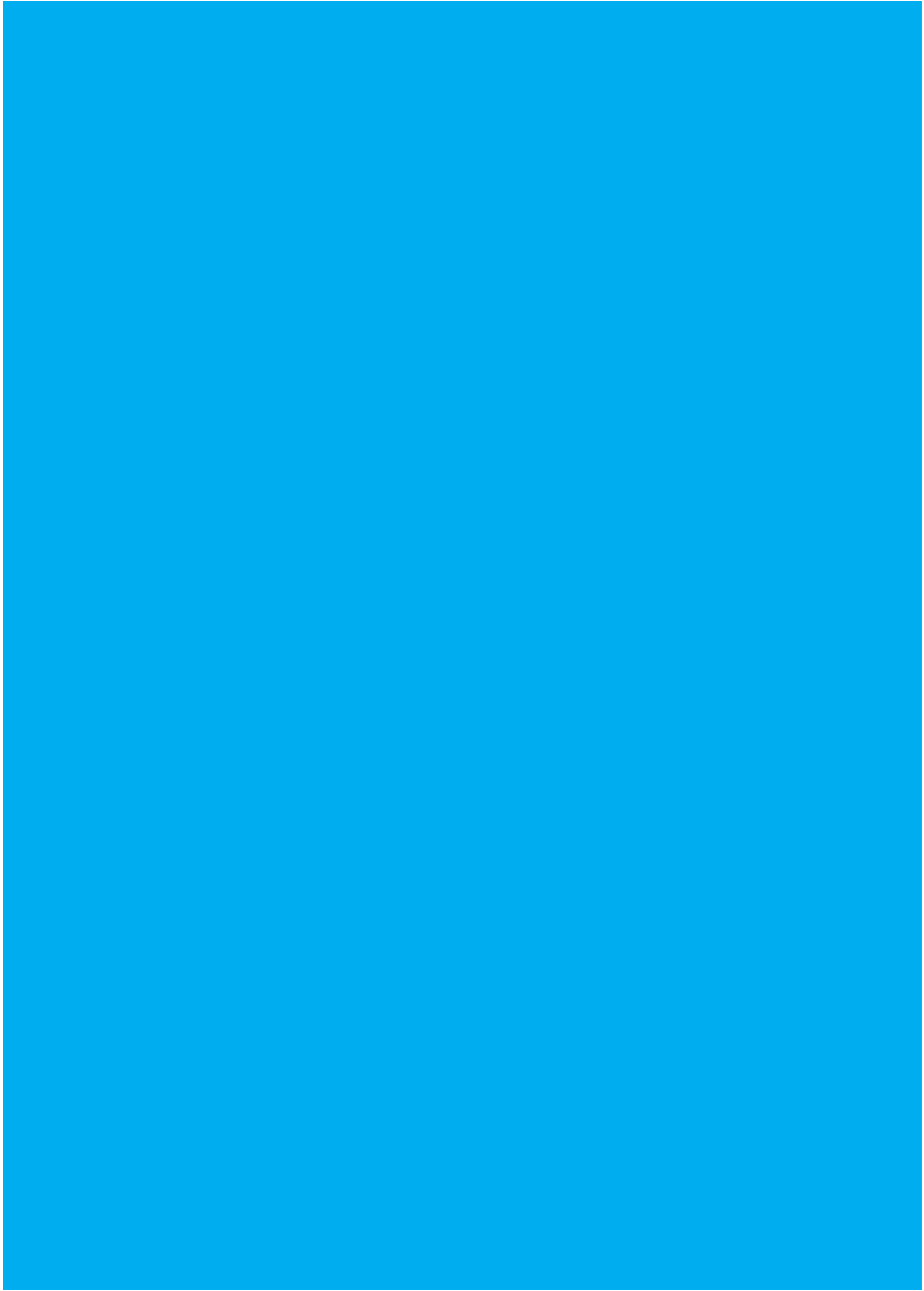


Liite 31

**Äkäsjoen vesistön raakkuselvitys
2011**



NORTHLAND RESOURCES INC.

ÄKÄSJOEN VESISTÖN RAAKKUSELVITYS 2011



NORTHLAND RESOURCES INC.

ÄKÄSJOEN VESISTÖN RAAKKUSELVITYS 2011 20289

26.10.2011

Sami Hamari, biologi FM

Miia Savolainen, limnologi FM

Lapin Vesitutkimus Oy

SISÄLLYS

SIVU

1	JOHDANTO	1
2	JOKIHELMISIMPUKAN EKOLOGIAA.....	1
2.1	ELINKIERTO.....	1
2.2	ELINYMPÄRISTÖVAATIMUKSET	1
2.3	UHANALAISUUS.....	1
3	AINEISTO JA MENETELMÄT	2
4	KARTOITUSALUEIDEN KUVAUS JA TULOKSET	3
4.1	KUERJOKI.....	3
4.2	VALKEAJOKI	7
4.3	TAPOJOKI	9
4.4	ÄKÄSJOKI.....	12
5	JOHTOPÄÄTÖKSET	13

Liitteet:

Liite 1. Kartoitusalueiden sijainti.

Liite 2. Kuerjoen tutkimusalueiden sijainti.

Liite 3. Valkeajoen tutkimusalueiden sijainti.

Liite 4. Tapojoen tutkimusalueiden sijainti.

Liite 5. Äkäsjoen tutkimusalueiden sijainti.

Liite 6. Tutkimusalojen habitaattitiedot.

1 JOHDANTO

Kaivosyhtiö Northland Resources Oy valmistelee kaivoshankkeen käynnistämistä Kolarin kunnassa Hannukaisen alueella. Alue sijoittuu Tornio-Muoniojokeen (valuma-alueennus 67) kuuluvan Äkäsjoen alaosan vesistöalueelle (67.34). Hankkeen ympäristövaikutusten arviointia varten alueella toteutettiin jokihelmisimpukakartoitus, jonka tarkoituksena oli selvittää raakun esiintymistä Äkäsjoen vesistössä kaivoksen mahdollisella vaikutusalueella. Tässä raportissa kuvataan selvityksen tulokset.

2 JOKIHELMISIMPUKAN EKOLOGIAA

2.1 Elinkierto

Jokihelmisimpukka eli raakku lisääntyy hyvissä olosuhteissa varsin tehokkaasti, koska laji on pitkäikäinen, yksilöt lisääntyvät toistuvasti saavutettuaan lisääntymisiän (iteroparia) ja yhdellä lisääntymiskerralla tuotetaan runsaasti jälkeläisiä pienin energeettisin kustannuksin. Raakku saavuttaa lisääntymisiän aikaisintaan 12–13 vuoden iässä (Bauer 1987), mutta tavallisesti ensimmäinen lisääntyminen tapahtuu noin 20-vuotiaana (Bauer 1992). Tämän jälkeen naaraat lisääntyvät yleensä vuosittain pitäen toisinaan siinä kuitenkin välivuoden: eräissä populaatioissa 64 % naaraista on havaittu lisääntyvän vuosittain (Bauer 1987, Hanstén ym. 1997, vrt. Bauer 1992). Lisääntyminen jatkuu tavallisesti noin 75 vuotta sukukypsyys saavuttamisesta, yleensä lähes 100-vuotiaaksi. Yhdellä lisääntymiskerralla tuotetaan noin $4,2 \times 10^6$ glochidium-toukkaa, jolloin elinikäinen jälkeläistuotto on noin 200×10^6 toukkaa (Bauer 1992).

Tiheydeltään harvoissa raakkupopulaatioissa myös kaksineuvoisuus on yleistä eli naaraat lisääntyvät, vaikka yläpuolisella alueella ei olisi koiraita (Bauer 1987, Hansen ym. 1997). Glochidium-toukkien kehittyminen aikuiseksi vaatii väli-isäntinä toimivien kalojen (taimen tai lohi) esiintymistä raakun elinalueella (Bauer 1998). Tämä vaihe raakun elinkierrossa onkin riskialtis: kaikki toukat eivät kohtaa isäntäkalaa ja pääasiassa nuorissa isäntäkalloissa tapahtuva ja noin 10 kuukautta kestävä loisinta altistaa myös simpukantoukat suurelle kuolleisuudelle (Bauer 1994). Yleinen käsitys on, että nuoret simpukat kaivautuvat pohjamateriaalin sisään, missä ne eri arvioiden mukaan viettävät ensimmäiset 1–7 elinvuottaan. Kasvettuaan vajaan sentin mittaisiksi simpukat nousevat näkyviin sedimentin pinnalle (Oulasvirta 2006a).

2.2 Elinympäristövaatimukset

Jokihelmisimpukat voivat esiintyä erikokoisissa virtavesissä pienistä puroista (leveydeltään 1–2 m) keskisuuriin jokiin. Laji suosii paikallaan pysyviä pohjia, joissa on kohtalaisesti tai runsaasti isoja kiviä ja pieniä lohkareita ($\varnothing = 64\text{--}256$ mm) sekä kaivautumiseen sopivaa soraa ($\varnothing = 2\text{--}14$ mm). Hiesu- tai savipohjat pelkästään eivät sovellu raakun elinympäristöksi (vrt. Beasley & Roberts 1999) ja hienon orgaanisen materiaalin esiintyminen on haitallista (Hastie ym. 2001). Jokihelmisimpukat suosivat vaihtelevia virrannopeuksia (Beasley & Roberts 1999) ja vesisyvyys suhteen laji ei ole erityisen tarkka, jos muut elinolosuhteet ovat edulliset.

Raakkuvedet ovat yleensä niukkaravinteisia ja niiden kalsiumpitoisuudet ovat yleensä matalia (Beasley & Roberts 1999). Jokihelmisimpukan esiintymisen raja-arvona veden sähkönjohtavuuden suhteen pidetään 7–8 mS/m, jos sähkönjohtavuuden kohoaminen on seurausta veden likaantumisesta (Valovirta 1995, Beasley & Roberts 1999) mukaan). Myös korkeiden nitraattipitoisuuksien on havaittu lisäävän simpukoiden kuolevuutta (Bauer 1992).

2.3 Uhanalaisuus

Suomessa jokihelmisimpukka on harvinaistunut helmenkeräilyn, vesirakentamisen sekä vesien säännöstelyn, ruoppausten ja perkausten johdosta. Myös vesien rehevöityminen, ympäristön kemiallinen likaantuminen, turvetuotanto sekä metsä- ja suo-ojitukset ovat vaikuttaneet lajin elinympäristöjen vähenemiseen ja populaatioiden häviämiseen. Ilmeisesti saukko, minkki ja piisami

lukeutuvat niihin harvoihin lajin luontaisiin vihollisiin, jotka kykenevät käyttämään raakkaa ravintonaan (Oulasvirta 2006b).

Raakkuesiintymät tunnetaan Suomessa edelleen jossain määrin puutteellisesti, vaikka 90-luvun lopussa ja 2000-luvun alussa kartoituksia on tehty uusilla alueilla. Uusia kantoja löydetään pääasiassa enää vain pienistä puroista ja joista. Suomessa arvioidaan olevan noin 3 miljoonaa jokihelmisimpukkaa, joista pääosa (yli 90 %) sijoittuu Lapin alueelle. Useimmissa Etelä- ja Länsi-Suomen joissa jokihelmisimpukka ei ole pystynyt lisääntymään enää vuosikymmeniin. Oulun eteläpuolelta tunnetaan enää yksi lisääntyvä populaatio (Valovirta 2006). Uudessa uhanalaisuustarkastelussa laji on luokiteltu erittäin uhanalaiseksi ja lisäksi laji kuuluu erityisesti suojeltaviin lajeihin ja se on rauhoitettu. Kansainvälisessä suojelussa laji kuuluu luontodirektiivin liitteen II lajeihin, joiden suojelu toteutetaan Natura-alueverkoston avulla. Lisäksi laji kuuluu lajin kansainvälisen suojelun vastuulajeihin eli Suomella on merkittävä kansainvälinen vastuu lajin säilyttämisessä.

3 AINEISTO JA MENETELMÄT

Jokihelmisimpukan esiintymistä kartoitettiin Äkäsjoen vesistöalueella 16. ja 17.8.2011. Kartoitus suoritettiin yhteensä 19 koealalla, jotka sijoituivat Äkäsjokeen ja sen sivujokiin (taulukko 1).

Taulukko 1. Tutkittujen havaintoalueiden sijainti valuma-alueittain.

Nro	Havaintopaikka	Koecalan pituus (m)	Valuma-alue (valuma-alue tunnus)	Tutkimusalueen yläosan sijainti (KKJ)	
Tornion-Muonionjoen vesistö			(67)		
	Kuerjoen a.		(67.345)	N	E
1	Kuerjoki 1		Kuerjoen va. (67.345)	7508991	3371180
2	Kuerjoki 2		Kuerjoen va. (67.345)	7508947	3371086
3	Kuerjoki 3		Kuerjoen va. (67.345)	7508584	3371075
4	Kuerjoki 4		Kuerjoen va. (67.345)	7507859	3370785
5	Kuerjoki 5		Kuerjoen va. (67.345)	7505826	3370531
6	Kuerjoki 6		Kuerjoen va. (67.345)	7503500	3373426
7	Kuerjoki		Kuerjoen va. (67.345)	7501548	3373975
	Valkeajoen va.		(67.344)		
8	Valkeajoki 1		Valkeajoen va. (67.344)	7500888	3367624
9	Valkeajoki 2		Valkeajoen va. (67.344)	7499609	3368151
10	Valkeajoki 3		Valkeajoen va. (67.344)	7498122	3368431
	Tapojoen va.		(67.343)		
11	Tapojoki 1		Tapojoen va. (67.343)	7499009	3360263
12	Tapojoki 2		Tapojoen va. (67.343)	7496662	3360668
13	Tapojoki 3		Tapojoen va. (67.343)	7496079	3360374
14	Tapojoki 4		Tapojoen va. (67.343)	7495468	3361048
15	Tapojoki 5		Tapojoen va. (67.343)	7495154	3362334
16	Tapojoki 6		Tapojoen va. (67.343)	7495306	3362807
	Äkäsjoen alaosan alue		(67.34)		
17	Äkäsjoki 1		Hannukaisen alue (67.342)	7503043	3376780
18	Äkäsjoki 2		Äkäsjoen suualue (67.341)	7496929	3368192
19	Äkäsjoki 3		Äkäsjoen suualue (67.341)	7491722	3360624

Tutkimusalueet valittiin kaivoksen mahdolliselta vaikutusalueelta tutkimusvesistöjen eri osista siten, että raakun esiintyminen oli niissä ennalta arvioiden mahdollista. Lopullinen koealojen valinta tehtiin maastossa. Alueiden valinnassa kiinnitettiin huomiota joen eri osa-alueiden edustavuuteen sekä lajin todennäköisimpiin esiintymisalueisiin (vrt. Hastie ym. 2004).

Kartoitus tehtiin ensisijaisesti vesikiikaria apuna käyttäen. Lisäksi syvempiä kohteita tutkittiin vedenalaista kameraa apuna käyttäen. Kartoituksessa huomioitiin vain alueella esiintyvien suurikokoisten simpukoiden lajit, jotka kuuluvat Unionidae ja Margaritiferidae -heimoihin.

Joen pohjan kartoittaminen tapahtui maastossa valitulla kohteella kahlaamalla tutkittava jokiosuus ylävirrann suuntaan ja visuaalisesti havainnoilla koko pohja-alue. Kartoituksen yhteydessä kirjattiin ylös uoman leveys, vesisyvyys, virtausnopeus, pohjan raekoko ja niiden suhteelliset osuudet sekä kasvillisuus peittävyysineen. Keskimääräinen virtausnopeus mitattiin 10 m metrin matkalla veteen kellumaan asetetusta puunpalasta eli virrannopeudet ovat pintavirrannopeuksia, ei varsinaisia keskivirrannopeuksia (ks. Allan 1995). Lisäksi tutkimusalueen ala- ja yläreuna merkittiin GPS-laitteella.

Taulukko 2. Pohjan raekoon tyyppi ja läpimitta (mukaeltu Wentworthin asteikosta, Malavoi & Souchon 1989).

Tyyppi	Läpimitta (mm)
Orgaaninen aines	-
Hiekka	0,07-2
Sora	2-16
Pikkukivi	16-64
Iso kivi	64-128
Lohkare	128-512
Kallio	-

Muutamalla kohteella käytettiin veden syvyyden vuoksi ruotsalaisvalmisteista tarkoitusta varten valmistettua kameraa (Red Eye). Kamerassa on kiinteä ja valovoimainen laajakulmaobjektiivi, jonka kuvakulma on 53,1° horisontaali- ja 61,9° vertikaalisuunnassa (1 m etäisyydellä kohteesta kuva kattaa 1,0 metrin levyisen ja 1,2 m korkean alueen). Kamerassa on lisäksi punaiset ledivalot, joita ei kuitenkaan käytetty hyvien valaistusolosuhteiden vuoksi. Vedenalainen kamera kiinnitettiin noin 3,5 m pitkän lasikuituisen teleskooppivarren päähän, jota ohjattiin rannalta kahlaten.

Kartoitus sijoittui ajankohtaan, jolloin vedenpinnan tasot olivat Muonionjoessa Muonion korkeudella sekä Kolarin eteläpuolisella Naamijoella hieman ajankohdan mediaaniarvoja matalammalla (Ympäristöhallinto 2011), joskin Äkäsjoen vesistössä vesipinta oli paikallisista sateista johtuen edelleen maastohavaintojen perusteella lievästi keskimääräistä korkeammalla. Muutoin kartoitukset voitiin suorittaa pääosin sateettomissa olosuhteissa.

Koska jokihelmisimpukka kuuluu rauhoitettuihin ja erityisesti suojeltuihin lajeihin, sen nostaminen ja häiritseminen millään tavalla on kielletty. Sen vuoksi tätä selvitystä varten hankittiin lupa raakkujen käsittelyyn lajin määrittystä varten Lapin Ely-keskukselta (Dnro LAPELY/392/07.01/2011), jossa edellytettiin raakkujen käsittelyä siten, etteivät ne vahingoitu eikä toimenpiteellä ole vaikutusta lajin populaatioihin. Maastonselvityksen toteuttivat limnologi (FM) Miia Savolainen ja biologi (FM) Sami Hamari.

4 KARTOITUSALUEIDEN KUVAUS JA TULOKSET

4.1 Kuerjoki

Kuerjoki kuuluu Äkäsjoen alaosan vesistöalueeseen muodostaen siitä noin 61,4 km²:n laajuisen osan. Alueen järvisyys on vähäinen (0,16 %), mutta joen yläosan haarojen, Salmi- ja Vitsajoen vesistöt saavat vetensä alueelle sijoittuvista pienistä alle 20 ha:n järvistä. Kuerjoen pääuoman pituus

Jokijärvestä on noin 13 km, mutta joen pienimmätkin sivuhaarat mukaan lukien jokivesien pituus on noin 4-kertainen. Kuerjoki on verrattain kalteva joki: 13 km:n matkalla laskua on noin 38 m eli noin 0,3 m/100 m. Joen kaltevuus lisääntyy jokisuulle päin ja jokisuun lähelle sijoittuu huomattava köngäs Kuerlinkat. Kuerjoen valuma-alueella on harjoitettu jonkin verran metsätaloustoimia, joista osa sijoittuu myös jokivarren metsäalueille ja lisäksi joen eri osien suoalueilla on suo-ojituksia. Metsätalouden lisäksi muita hajakuormituksen lähteitä on vähän. Jokivarteen sijoittuu muutama vapaa-ajan asunto ja Salmijärven rannassa on yksi tila peltoineen. Joen vesi on silmämääräisen tarkastelun perusteella varsin kirkasta, joskin hieman humuksen värjäämää. Jokea voidaan pitää kartoituksen perusteella luonnontilaisen kaltaisena.

Ympäristöhallinnon ylläpitämässä vedenlaaturekisterissä ei ole tuoretta vedenlaatutietoa Kuerjoen rehevyyttä ilmentävien muuttujien osalta, mutta 80-luvulla joen ravinteisuus sijoittui selvästi karulle tasolle. Tuorempien vedenlaatutietojen perusteella veden väri luokiteltavissa humuspitoiseksi, mutta veden sameus on samalla tasolla kuin Kuusamon kirkasvetisissä ja vähäravinteisissa vesissä yleensä kesällä (Hertta 2011). Vedessä olevan hapen kyllästysaste on myös ollut parilla mittauskerralla varsin korkea. Veden puskuriyky on hyvän ja tyydyttävän välillä. Yleisessä vedenlaatuokituksessa Kuerjoki sijoittuu luokkaan hyvä.

Kuerjokea kartoitettiin kuudella alueella joen yläosaan sijoittuvan Vitsajoen ja Kuerlinkkojen välisellä alueella (liite 2).

Kuerjoki 1

Alue kuuluu Vitsajoen haaran alaosaan, aivan Kuerjoen haaran yläpuolelle. Uoman keskileveys on noin 7,6 m ($\pm$ 0,5m) ja sen syvyys vaihtelee 0,5-1,1 m välillä. Alueen yleisilme on virtaava (keskivirrannopeus 0,5 m/s) ja joen koko huomioiden syväkkoja virtasuvantomaisia koskimonttuja alueella on pari kappaletta. Pohja käsittää mineraaliainesta hiekasta isoihin kiviin. Alueen kasvillisuudessa vallitsee sammaleet ja lisäksi esiintyy vesikuusta ja vähän rentukkaa. Kivien pinnoilla esiintyy rihmalevää noin 15 % peittävytenä. Alueella havaittiin kolme 10–15 cm taimenen poikasta.



Kuva 1. Vitsajoen alaosaan sijoittuvaa virtajaksoa Kuerjoen alaosaan.

Kuerjoki 2

Alue sijaitsee Kuerjoen varsinaisessa pääuomassa välittömästi Vitsajoen haaran yläpuolella (ks. liite 2). Alue on koskialueen niskaosaa, jonka yläpuolelle sijoittuu yli 1 km:n mittainen suvantoalue. Uoman keskileveys on noin 8 m (± 1 m). Tutkimusalue on lohcareiden rikkoma varsin syvän pohjan (0,35 m, vaihteluväli 0,05-0,85 m) koskialue, jossa syvemmän pohjan alueet ovat kohtalaisista pintavirrannopeuksista huolimatta pääosin soraa ja hiekkaa. Karkeamman pohjamateriaalien osuus on kokonaisuudessaan 55 %. Kasvillisuus on pääosin sammalpeitteistä, lisäksi esiintyy vähäisessä määrin palpakkoa ja vesirikkoo. Rihmalevän peittävyys on varsin suuri, noin 20 %. Alueella havaittiin yksi n. 15 cm taimen.

Kuerjoki 3

Alue on luonteeltaan pienen koskialueen alapuolelle sijoittuvaa vaihtelevaa virtasuvantoa, joka jatkuu alavirrassa syvenevänä suvantona useita satoja metrejä. Alueen vesisyvyys on keskimäärin noin 0,45 m (vaihteluväli 0,1-0,7 m). Pohja muodostuu pääosin hiekasta ja sorasta, halkaisijaltaan alle 256 mm:n kivien osuus on noin 20 %. Sammaleiden peittävyys pohjalla on noin 50 %, lisäksi myös vesirikkoo, ruskoärviää esiintyy noin 10 % peittävyysinä. Muita lajeja (palpakkolaji ja rentukka) esiintyy vähäisessä määrin. Rihmalevää esiintyy noin 15 % peittävyysinä. Tutkimusalueella tehtiin havainto yhdestä noin 10 cm taimenen poikasesta.



Kuva 2. Kuerjoen yläosan hitaasti virtaavat suvannot soveltuvat ympäristönsä puolesta raakun esiintymiseen.

Kuerjoki 4

Alue sijoittuu noin 250 m pitkän koskialueen alaosaan ja käsittää myös alapuolisen suvantoalueen yläosan. Joen leveys on tutkimusalueella noin 10 m ja virtausnopeus vaihtelee nopeasta yli 1,0 m/s etenevästä isojen kivien ja lohcareiden välissä polveilevasta virrasta suvannon lähes seisovaan veteen (noin 0,1 m/s). Alueen keskisyvyys on noin 0,5 m, mutta vaihtelu on virrannopeuden tavoin voimakkaasti vaihteleva syvimpien alueiden ulottuessa noin 1,1 m:iin. Kasvillisuuden peittävyys on

lähes 100 %. Tästä sammaleen osuus on noin 70 % ja rihmalevän noin 25 %. Lisäksi esiintyy, järvisätkintä, palpakkolajia sekä vesirikkoo.

Kuerjoki 5

Kohde sijoittuu Kuerjokeen luoteesta laskevan Puukko-ojan kohdalle. Uoman leveys on noin 11,5 m ja tutkittu alue on luonteeltaan isoja kiviä käsittävä virtauksiltaan vaihtelevaa virtaa. Vesisyvyys vaihtelee laajalti pohjan rakeisuuden vaihdellessa 0,05-0,90 m:iin keskisyvyyden ollessa noin 0,40 m. Tämä heijastuu myös virtausnopeuden vaihteluun, joka on keskimäärin noin 0,5 m/s. Pohjasta noin 50 % on sammaleen peittämää. Vähäisemmässä määrin esiintyy vesirikkoo, ruskoärviää ja rentukkaa. Rihmaleviä esiintyy varsin runsaasti, noin 20 % peittävyydellä. Koealalla havaittiin myös yksi noin 10 cm taimen.

Kuerjoki 6

Alue sijoittuu Hautakoskien yläpuolelle, joen alaosaan (liite x). Tutkittu kohde on virtasuvantomaista kosken niska-aluetta. Uoman leveys alueella on 11 m ja sen syvyys on 0,2-1,2 m. Keskimääräinen virrannopeus on 0,50 m/s ja pohjamateriaali on kookasta: lohkareiden ja isojen kivien osuus koko pohjasta on noin 95 %. Loput pohjasta on hiekkaa. Pohjan kasvillisuus on hyvin runsaan sammalkasvuston peittämää (peittävyys noin 90 %) ja muista lajeista esiintyy vähäisessä määrin rentukkaa ja palpakkoa. Rihmalevien osuus on noin 20 %.

Kuerjoki 7

Alue sijoittuu joen merkittävimmän luontokohteen, Kuerlinkkojen, yläpuolelle. Alue on niskan kiitovirta-aluetta, jossa koko vesipatsaan virrannopeus on varsin samansuuruinen, noin 0,45 m/s. Alue on varsin syvä, keskimäärin noin 0,65 m/s (vaihteluväli 0,3-1,2 m) ja pohjan raekokojakauma on varsin tasainen ulottuen hiekasta lohkareisiin. Kasvillisuus on joelle tyypillisesti sammalvaltainen, muina lajeina esiintyy ruskoärviää (noin 25 % peittävyys) sekä palpakoita ja vesirikkoo. Rihmalevän osuus on vain noin 5 %.



Kuva 3. Kuerlinkkojen yläpuolinen tutkimusalue on syvää suvantoa, jonka alapuoli voimakasvirtaista kiitovirtaa.

Kuerjoen soveltuvuus jokihelminsimpukan elinympäristöksi

Kuerjoessa tavattiin runsaasti taimenen poikasia ja tutkitut koealat olivat monimuotoisia ja usein koskipaikoissakin riittävän syviä ja virtaavia raakun esiintymisen kannalta. Lisäksi joen veden laatu on ilmeisen hyvä erityisesti joen latvaosilla eikä joessa tavattu merkittävästi kiintoainesta tai pohjille kerääntyvää sedimentoitunutta ainesta. *Tästä huolimatta alueella ei tavattu Unionidae ja Margaritiferidae heimojen simpukoita.*

4.2 Valkeajoki

Valkeajoen vesistöalueen laajuus on noin 53 km². Alueen ainoa järvi on noin 6 ha rotkolaaksoon sijoittuva latvajärvi, Pakasaivo. Valuma-alueen järvisyys on 0,36 %.

Valkeajoen pituus on noin 11,5 km ja sen kaltevuus on 0,38 m/100 m eli hieman suurempi kuin Kuerjoessa. Ihmistoiminta vesistöalueella rajoittuu lähinnä metsätaloustoimiin sekä joen yläosan valuma-alueella toteutettuihin suo-ojituksiin. Lisäksi joen puolivälin tietämille padotussa altaassa on harjoitettu kalanviljelyä. Jokiuoma on ohjattu altaan ohi keinotekoista uomaa pitkin. Veden laatu on silmämääräisesti arvioiden erittäin hyvä eikä vedessä ole havaittavissa minkäänlaista värjäytymistä humuksen tai kiintoainekuormituksen seurauksena.

Vuosina 2005–2007 sekä 2010 jokisuulta otettujen vesinäytteiden perusteella kokonaistypen pitoisuudet ovat olleet keskimäärin 93 µg/l (vaihteluväli 77–110 µg/l) ja kokonaisfosforin pitoisuudet 13 µg/l (vaihteluväli 11–15 µg/l) eli vesi voidaan luokitella rehevyydeltään karuksi. Joen vesi on hyvin kirkasta (sameus 0,3–0,4) ja väriluvun perusteella lievää humuksisuutta esiintyy ajoittain (veden väri ka. 24). Myös raudan pitoisuudet ovat matalia, keskimäärin 150 µg/l. Vesi voidaan luokitella vesien yleisen käyttökelpoisuusluokituksen kriteerien perusteella luokkaan erinomainen.

Valkeajoesta tutkittiin kolme koealaa joen puolivälin alapuoliselta alueelta (liite 3).

Valkeajoki 1

Ylin koeala sijoittuu joen puoliväliin sijoittuvan kalanviljelyaltaan alapuolelle. Valkeajoki on ylimmällä tutkimusalueella pieni noin 5,5 m leveä suhteellisen vuolaasti virtaava ja koskihabitaattina jokseenkin vaihteleva jokiosuus. Jokiuomaa on muutettu noin 350 m alueen yläpuolella kalankasvatusaltaan patoamisen vuoksi.

Virtausnopeus on 0,4 m/s ja syvyys keskimäärin noin 0,25 m (vaihteluväli 0,1-0,4 m). Pohja muodostuu pääsin sorasta, halkaisijaltaan alle 256 mm:n kivien osuus on kokonaisuudessaan noin 25 %. Kivien alustat ja suojaisat pohjamontut ovat tyypillisesti hiekan ja soran peittämiä suojaisia paikkoja. Vesikasvillisuuden peittävyys on korkea, yli 90 % ja pääosa siitä muodostuu virtanäkinsammaleen muodostamista kasvustoista. Järvisätkintä esiintyy varsin runsaasti, noin 20 % peittävyysnä. Muista lajeista tavataan rentukkaa ja palpakkoa. Alueella rihmalevää esiintyy hyvin vähän alle 1 % peittävyysnä ja vesi on visuaalisesti tarkasteltuna erittäin hyvälaatuista.

Valkeajoki 2

Kohde on syvyydeltään vaihtelevaa suhteellisen matalaa (keskisyvyys 0,25 m) virtasuvantoa, joskin syvyys vaihtelee 0,1-1,0 m:n välillä. Veden virtausnopeus on keskimäärin 0,35 m/s. Pohja on muotoutunut pääosin sorasta ja hiekasta, erikokoisten kivien ($64 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 256 \text{ mm}$) yhteenlaskettu osuus jää noin 15 %:iin. Rihmalevää esiintyy huomattavan runsaasti, noin 20 %. Muu pohja on pääosin sammaleen peittämää ja lisäksi tavataan rentukkaa ja palpakkolajia. Vesi on visuaalisesti tarkasteltuna kirkasta.

Valkeajoki 3

Kohde sijoittuu Valkeajoentien yläpuoliselle alueelle. Alue poikkeaa muusta joesta pohjan rakenteen ja raekoon suhteen, sillä pieniä kiviä esiintyy vähän ja sora- ja hiekkapohjat vallitsevat. Alue on hitaasti virtaavaa virtasuvantoa ja pohjamateriaalista johtuen pohja on loivapiirteistä. Uoma kapenee alaosan 10 m:stä yläosan 3 m:iin ja samalla uoman syvyys kasvaa noin 0,20 m:stä hieman meanderoivien jokimutkien alueella noin 1,1 m:iin. Pohja on varsin hyvin iskostunutta ja sammaleet peittävät noin puolet pohjasta. Lisäksi alueella esiintyy vähäisessä määrin vesikuusta ja rentukkaa. Rihmalevien peittävyys on noin 15 %. Veden laatu ei poikkea yläpuolisten alueiden veden laadusta. Alueella havaittiin myös taimenen poikanen.



Kuva 4. Valkeajoen alaosan tutkimusalue on hitaasti virtaavaa suvantoa, jonka pohja on pääosin hyvin paikallaan pysyvää soraa ja hiekkaa.

Valkeajoen soveltuvuus jokihelmisimpukan esiintymisalueeksi

Valkeajoessa on visuaalisten havaintojen perusteella tutkituista joista paras veden laatu. Joessa on olemassa edellytykset raakun lisääntymiseen taimenen esiintymisen myötä. Myös joen syvyysvaihtelu ja virtausnopeudet ovat tutkituilla alueilla raakun esiintymisen kannalta suotuisia. Joen pohja käsittää tutkituilla alueilla vaihtelevia pohjanraekoostumuksia, jotka yhdessä muiden fysikaalisten tekijöiden kanssa muodostavat raakun elinympäristöksi sopivia habitaatteja. Lievänä heikentävänä tekijänä on hiekan runsaus, mikä tekee pohjista ainakin paikoittain epästabiileja ja mitkä eivät välttämättä suosi raakun esiintymistä. Pohjat ovat kuitenkin varsin puhtaita eivätkä siinä suhteessa ole esteenä raakun esiintymiselle. *Tästä huolimatta alueella ei tavattu Unionidae ja Margaritiferidae heimojen simpukoita.*

4.3 Tapojoki

Tapojoki kuuluu Äkäsjoen vesistöalueeseen muodostaen siitä noin 68,9 km²:n laajuisen osan. Alueen suurimmat järvet ovat Tapojärvi ja Mustijärvi, joista saavat alkunsa Väli- ja Mustijoet. Tapolompolo on Välijoen läpivirtausjärvi, jonka alapuolella joet yhdistyvät muodostaen Tapojoen. Valuma-alueen järvisyys on 4,3 %.

Tapojoen pituus Mustijärvestä mitaten on noin 12 km. Vesistöaluetta voidaan luonnehtia varsin kaltevaksi: putouskorkeutta Mustijärvestä Äkäsjokeen on noin 36 m eli keskimäärin noin 0,3 m/100 m. Laajemmat suvantoalueet puuttuvat Tapolompoloa ja Kurkkiojärveä lukuun ottamatta. Ihmistöiminnan vaikutukset jokialueella ovat verrattain vähäiset: metsiä ei ole aurattu laajemmin viime vuosikymmeninä eikä jokia ympäröiviä soita ole ojitettu. Hajakuormitusta synnyttävät tai ovat aiheuttaneet Tapojärven rannan asutus sekä Tapojokivarren harva, pääosin vapaa-ajan asunnoista koostuva asutus. Jokialuetta voidaan pitää kokonaisuutena luonnontilaisen kaltaisena.

Vuosina 2005–2007 sekä 2010 jokisuulta otettujen vesinäytteiden perusteella kokonaisfosforin pitoisuudet ovat olleet keskimäärin 17 µg/l (vaihteluväli 13–21 µg/l) ja kokonaistypen pitoisuudet 215 µg/l (vaihteluväli 170–260 µg/l) eli vesi voidaan luokitella rehevyydeltään lievästi reheväksi. Joen vesi on jokseenkin kirkasta (sameus 1,0–1,4), mutta vesi on luokiteltavissa väriluvun (ka. 53) perusteella humuspitoiseksi vedeksi. Humuspitoisuus on havaittavissa hieman kohonneina rautapitoisuuksina, jotka ovat keskimäärin 530 µg/l (vaihteluväli 370–650 µg/l). Yleisessä käyttökelpoisuusluokituksessa veden laatu sijoittuu luokkaan hyvä.

Tapojokea kartoitettiin kuudella tutkimusalueella joen päähaarassa Mustijoen Rajavuomalta Tapojokisuuhun (liite 4).

Tapojoki 1

Tapojoen ylin tutkittu koeala sijoittuu Tapojärveltä Rajavuomalle ulottuvan metsäautotien uran alapuolelle. Joki on alueella noin 3 m leveä ja syvyys vaihtelee voimakkaasti suvantojen noin 1 m:stä lähes pintaan ulottuviin nivamaisiin hiekka- ja sorapatjoihin. Keskisyvyys on noin 0,4 m ja virtausnopeus noin 0,2 m/s. Karkeampaa mineraaliainesta pohjissa ei esiinny. Kasvillisuus on runsasta ja kasvillisuuden peittävyys on noin 90 %. Vallitsevat kasvilajit ovat rentukka ja isonäkinsammal, vesikuusta ja palpakkolajia esiintyy vain muutaman prosentin osuuksina. Alueella havaittiin yksi taimenen poikanen ja lisäksi pieniä kotiloita. Vesi on jonkin verran sameaa ja kohtalaisesti humuksen ruskehtavaksi värjäämää.

Tapojoki 2

Tapojoen toinen tutkimusalue sijoittuu Lompolovaaran eteläosaan kohdalle, jossa joki haaraantuu pääuoman ja Kurkkiojärveen laskevan puron osalta. Alue on nopeavirtaista koski-suvanto vuorottelua, jossa keskisyvyys on noin 0,15–0,20 m (vaihteluväli 0,05–0,40 m) ja virtausnopeus keskimäärin 0,6 m/s. Pohja käsittää varsin tasaisesti erilaisia pohjan raekokoja hiekasta isoihin kiviin. Kasvillisuus on sammalvaltainen, muusta kasvillisuudesta esiintyy vähäisessä määrin rentukkaa ja järvisätkintä. Vesi on yläosaa kirkkaampi, mutta veden lievä humuosisuus on edelleen havaittavissa.



Kuva 5. Kurkkiojärveen kääntyvän haaran kohdalla Valkeajoki muodostaa matalia koskikynnyksiä.

Tapojoki 3

Kohde sijoittuu Tapolompolosta laskevan puron laskukohtaan. Tutkittu alue keskimäärin noin 8,5 m leveä ja se käsittää vain suvantomaista hiekkapohjaa, joka muodostaa joen keskiosaan matalan järvikortetta ja rentukkaa kasvavan patjan. Joen reunoilla on syvemmät ja virtaavammat uomat, joissa vesisyvyys ulottuu jopa yli 1 m:n. Koko tutkimusalueen keskimääräinen virtausnopeus on noin 0,10 m/s. Vesi on kohtalaisen sameaa ja hitaasta virtauksesta ja sedimentoituneesta aineksesta johtuen vesi samentuu helposti.

Tapojoki 4

Alue sijoittuu Kurkkiojärven alapuoliselle jokialueelle vajaan 1 km:n edellisen tutkimusalueen alapuolelle. Alue on tyypiltään hiekkapohjainen virtasuvanto. Uoman leveys on keskimäärin noin 6,8 m ja syvyys vaihtelee uoman eri osissa suuresti 0,1 -1,5 m välillä. Virrannopeus on keskimäärin noin 0,2 m/s. Syvyyden ja veden lievän humuksisuuden vuoksi alueen alaosa tutkittiin myös vedenalaisella kameralla. Alueen pohja on suhteellisen liikkuvaa, mikä lienee syynä pohjakasvillisuuden vähäisyyteen. Kasvilajeista esiintyy ainoastaan vesikuusta, palpakkolajia sekä rentukkaa yhteensä noin 25 % peittävyytinä.



Kuva 6. Tapojoen keskiosilla esiintyy useita pelkästään hiekkaa käsittäviä virtasuvantoja.

Tapojoki 5

Uoma on korpireunuksinen noin 7,5 leveä virtapaikka, jossa uoman syvyys vaihtelee 0,1-1,0 m:n välillä ja pohjan raekokojakauma on varsin tasainen karkeusluokissa hiekka, sora, pienet kivet ja isot kivet. Virtausnopeus vaihtelee suhteellisen vähän syvyysvaihteluista huolimatta ollen keskimäärin noin 0,3 m/s. Kasvillisuuden peittävyys on noin 80 % ja runsaimmat lajit ovat vesirikkoa ja järvisätkintä. Lisäksi esiintyy vähäisemmässä määrin sammalta ja palpakkolajia.

Tapojoki 6

Jokiosuus sijoittuu noin 1 km:n jokisuulta ylävirtaan. Alue on pajuviidan ympäröimää virtaa, jossa joki virtaa noin 5 m:n leveydessä uomassa syvyysvaihteluista (0,1-1,0 m) huolimatta varsin tasaisesti 0,3 m/s nopeudella. Pohja on raekooltaan pääosin soraa ja hiekkaa, pienten ja isojen kivien yhteenlaskettu osuus on noin 30 % pohjan pinta-alasta. Vesikasvillisuus on hyvin pohjan peittävää palpakkoa, järvisätkintä ja vesikuusta. Muista lajeista esiintyy sammalta ja vesirikkoo. Rihmalevää esiintyy vähäisessä määrin.

Tapojoen soveltuvuus jokihelmisimpukan esiintymisalueeksi

Tapojossa esiintyy maastonselvityksen ja sähkökalastusten tulosten perusteella taimenia ja myös joen fysikaaliset tekijät mahdollistavat raakkujen esiintymisen. Tutkittujen koealojen perusteella liikkuvat hiekkapohjat ovat joen eri osilla yleisiä, jotka voi olla haitallista raakkujen esiintymiselle erityisesti, kun niihin on sekoittunut sedimentoitunutta ainesta. Lisäksi vedessä oli jonkin verran humuksisuutta ja mukana kulkeutuu jonkin verran kiintoainesta, mikä on haitallista raakun esiintymisen kannalta. *Tutkituilla koealoilla ei tavattu Unionidae ja Margaritiferidae heimojen simpukoita.*

4.4 Äkäsjoki

Äkäsjoen alaosan vesistöalueen laajuus on noin 393 km² ja alueen järvisyys on 1,1 %. Äkäsjoen pääuoman pituus Äkäslompolosta Muonionjokeen on noin 29 km ja kaltevuus on 0,2 m/ 100 m. Äkäsjokivarressa on runsaasti vapaa-ajanasuntoja ja lisäksi jokivarren metsäalueet kuuluvat suurelta osin metsätalouden piiriin. Ihmistoiminnan vaikutukset jokialueella ovat alueella vierailevasta matkailijamäärästä huolimatta kuitenkin kohtalaiset.

Äkäsjoen vedenlaatutulokset ovat vanhoja, mutta tulokset antavat käsityksen joen veden laadusta (Oiva 2011). Näytteenottoa on tehty intensiivisemmin 70–80 luvuilla ja tuolloin Äkäsjoen luusuassa (kokonaisfosfori keskimäärin 41 µg/l ja kokonaistyyppi 265 µg/l) ja jokisuulla (P^{tot} = 29 µg/l ja N^{tot} = 452 µg/l). Tuolloin joki kuului rehevyystasoon rehevä. Joen vesi on väritään ollut humuksista ja yleisessä käyttökelpoisuusluokituksessa joen vesi voitiin luokitella luokkaan tyydyttävä. Äkäsjoen vesistön tila on parantunut 70–80 luvulta siten, että joki voidaan luokitella nykyisin laatuluokkaan hyvä (Lapin ympäristökeskus 2010).

Äkäsjoen tutkittiin kolme koealaa Äkäslompolon ja Muonionjoen väliseltä alueelta (liite 5).

Äkäsjoki 1

Joen ylin koeala sijoittuu noin 3,3 km Äkäslompolosta alavirtaan. Uoman leveys tutkimusalueella on noin 19 m ja syvyys vaihtelee koskipaikan eri osissa 0,05-0,60 m:n välillä. Virrannopeus on rantakaistaa lukuun ottamatta likimain sama kaikkialla, noin 0,75 m/s. Pohjasta noin puolet on isojen kivien peittämää, noin neljännes soraa ja loput pientä kiveä, lohkareita ja hiekkaa. Kasvillisuus on lähes kokonaisuudessaan sammalta, mutta myös järvisätkintä ja palpakkolajia esiintyy vähäisemmissä määrin. Vesi on visuaalisesti tarkasteltuna hieman humuksen värjäämää.

Äkäsjoki 2

Koeala sijoittuu Kolari-Äkäsjärvi välisen seututie nro 940 sillan alapuolelle. Tutkittu alue sijoittuu varsinaisen koskialueen ja sen alapuolisen syvänteen väliselle alueelle. Uoman leveys on noin 25 m ja virrannopeus on voimakas, noin 0,8 m/s. Vesisyvyys vaihtelee 0,05-0,80 m:n välillä ja pohja muodostuu kovasta virtauksesta huolimatta suurelta osin hiekasta ja sorasta. Lisäksi erikokoisia kiviä ja lohkareita esiintyy noin 35 % peittävyysinä. Huolimatta kovasta virrasta ja hienompien aineiden runsaudesta pohja on jokseenkin paikallaan pysyvää ja kasvillisuuden peittävyys on korkea. Valtakasvillisuus muodostuu sammalista, joiden lisäksi esiintyy järvisätkintä, vesirikkoo ja palpakkoa. Myös rihmalevää esiintyi alueella verrattain runsaasti noin 15 % peittävyysinä.

Äkäsjoki 3

Alue on Näverkosken alueelle sijoittuva matalahko virtasuvanto, jonka leveys on noin 38 m. Virrannopeus on pääosalla tutkittua aluetta noin 0,40 m/s ja vesisyvyys vaihtelee välillä 0,15-1,1 m. Pohja muodostuu koskialueen suvantomaiselle osalle tyypillisesti pääosin hiekasta ja sorasta, joiden

joukossa on pieniä ja isoja kiviä. Kasvillisuus on sammalvaltainen yläpuolisen koealan tavoin ja lisäksi esiintyy järvisätkintä noin 15 % peittävyydellä. Muista lajeista tavataan palpakkoa, järvikortetta, vesirikkoa, ärviäläjä ja rentukkaa. Rihmaleviä on tällä alueella erittäin vähän (noin 1 %).



Kuva 7. Äkäsjoen mm. Näverkosken alueella raakun elinympäristövaatimukset täyttäviä pohjia fysikaalisten ympäristötekijöiden suhteen.

Äkäsjoen soveltuvuus jokihelmisimpukan esiintymisalueeksi

Äkäsjoki on tutkituista joista suurin ja tutkitut alueet ovat pieniä suhteessa joen kokoon. Koealojen pienistä pinta-aloista johtuen ne ovat verrattain homogeenisia fysikaalisten ympäristömuuttujien suhteen. Tästä huolimatta joessa on fysikaalisten tekijöiden suhteen raakun esiintymiseen soveliaita pohjia ja joessa esiintyy myös taimenta. Joen vesi on kuitenkin verrattain humuspitoinen ja laadultaan muita tutkittuja kohteita heikompi. Veden laatu on yksi todennäköinen tekijä, minkä vuoksi raakku ei joessa menestyisi. *Tutkituilla kohteilla ei tavattu Unionidae ja Margaritiferidae heimojen simpukoita.*

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Uhanalaisen jokihelmisimpukan mahdollista esiintymistä selvitettiin Äkäsjoen vesistössä Hannukaisen alueelle valmisteltavaa kaivoshanketta varten. Kartoitus kohdistettiin Äkäsjoen pääuomassa

Äkäslompolon ja Muonionjoen väliselle alueelle ja lisäksi jokeen pohjoisesta laskeville joille: Kuer-, Valkea- ja Tapojokeen. Tutkimusalueet valittiin kaivoksen mahdolliselta vaikutusalueelta tutkimusvesistöjen eri osista siten, että raakun esiintyminen oli niissä ennalta arvioiden mahdollista. Kartoitusta tehtiin ensisijaisesti vesikiikaria apuna käyttäen. Lisäksi syvempiä kohteita tutkittiin vedenalaista kameraa apuna käyttäen. Kartoitusta tapahtui 16. ja 17.8.2011.

Kaikilta tutkituilla kohteilla löytyi alueita, jotka olivat pohjan fysikaalisten ympäristömuuttujayhdistelmien perusteella mahdollisia raakun elinympäristöjä. Tämä havainto koski erityisesti Kuerjokea sekä Valkeajoen yläosan tutkimusaluetta. Valkeajoen keski- ja alaosissa hiekka- ja sorapohjien osuus kasvoi, mutta ne olivat jokseenkin kovia pohjia. Tapojoessa tavattiin noin puolella tutkimusalueista irtonaisia hiekkapohjia, jotka voivat olla epäedullisia raakkujen esiintymiselle erityisesti, kun niihin on sekoittunut sedimentoitunutta ainesta. Äkäsjoen tutkimusalueet olivat virtaavia koski- ja virtasuvantokohteita, joissa edellytykset fysikaalisten olosuhteiden osalta täyttyvät raakun esiintymiselle. Äkäsjoen veden laatu on kuitenkin yksi tekijä, joka todennäköisesti ei mahdollista raakun esiintymistä tai ainakaan lisääntymistä ko. joessa.

Alueella tehtyjen sähkökalastusten sekä tämän selvityksen yhteydessä tehtyjen havaintojen perusteella kaikilla tutkituilla alueilla esiintyy taimenia. Lisäksi ainakin Äkäsjoen sivujoissa taimenkannat ovat varsin hyviä eli taimen lisääntyy joissa luontaisesti. Siten raakun elinkierrolle välttämättömiä taimenen poikasia esiintyy alueen joissa laajalti. Potentiaalisista olosuhteista huolimatta millään tutkimusalueella ei tavattu minkään ison simpukkalajin yksilöitä. Saatujen tulosten perusteella tutkituilla alueilla ei esiinny laajaa tai elinkykyistä raakkupopulaatiota. Myös taantuvan populaation olemassaolo näillä alueilla on epätodennäköinen.

Aiempien raakkuselvitysten perusteella Tornion-Muonionjoessa tunnetaan hyvin vähän raakkuesiintymiä. Niiden esiintymien puuttumisen yhtenä syynä voi olla lajin leviämishistoriaan liittyvät tekijät.

KIRJALLISUUS

Allan, D. 1995: Stream ecology: structure and function of running waters. – Chapman & Hall, London. 388 s.

- Bauer, G. 1987: Reproductive strategy of the freshwater pearl mussel *MARGARITIFERA MARGARITIFERA*. – Journal of Animal Ecology 56: 691-704.
- Bauer, G. 1992: Variation in the life span and size of the freshwater pearl mussel. – Journal of Animal Ecology 61: 425-436.
- Bauer, G. 1994: The adaptive value of offspring size among freshwater mussels (Bivalvia; Unionidae). – Journal of Animal Ecology 63: 933-944.
- Bauer, G. 1998: Allocation policy of female freshwater pearl mussels. – Oecologia 117: 90-94.
- Beasley, C. R. & Roberts, D. 1999: Towards strategy for conservation of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* in County Donegal, Ireland. – Biological Conservation 89: 275-284.
- Hanstén, C., Pekkarinen, M. & Valovirta, I. 1997: Effects of transplantation on the gonad development on the freshwater pearl mussel, *Margaritifera margaritifera* (L.). – Boreal Environment Research 2:247-256.
- Hastie, L. C., Boon, P. J., Young, M. R. & Way, S. 2001: The effects on a major flood on an endangered freshwater mussel population. – Biological Conservation 98: 107-115.
- Hastie, L. C., Cooksley, S. L., Scougall, M. R., Young, M. R., Boon, P. J. & Gaywood, M. J. 2004: Applications of extensive survey techniques to describe freshwater pearl mussel distribution and macrohabitat in the River Spey, Scotland. – River research and applications 20:1001-1013.
- Lapin ympäristökeskus 2010: Tornionjoen vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelma vuoteen 2015. – Lapin ympäristökeskus, Rovaniemi. 157 s.
- Malavoi, J. R. & Souchon, Y. 1989: Methodologie de description et quantification des variables morphodynamiques d'un cours d'eau a fond caillouteux: Exemple d'une station sur la Filliere (haute-savoie). Revue de Geographie de Lyon 64. 252-259.
- Oulasvirta, P. 2006a: Jokihelmisimpukka eli raakku – eläinkuntamme ikänestori. – Teoksessa: Ounasvirta, P. (toim.), Pohjoisten virtojen raakut. Interrag-kartoitushanke Itä-Inarissa, Norjassa ja Venäjällä. – Metsähallitus, Jyväskylä. 47 s.
- Oulasvirta, P. 2006b: Jokihelmisimpukan suojelu ja populaatioiden nykytila Suomessa. – Teoksessa: Ounasvirta, P. (toim.), Pohjoisten virtojen raakut. Interrag-kartoitushanke Itä-Inarissa, Norjassa ja Venäjällä. – Metsähallitus, Jyväskylä. 47 s.
- Valovirta, I. 1995: Modelling the occurrence of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* (L.) by environmental data. 12th International Malacological Congress, Vigo, Spain. Instituto de Investigaciones Marinas (CSIC).
- Ympäristöhallinto 2011: Vesistöennusteet: Tornionjoen vesistöalue. – [WWW]. [Viitattu 6.10.2011.]. Saatavissa: <<http://www2.ymparisto.fi/i2/67/index.html>>.

