

## Merenlahden kuivaruoppaus aseena maankohoamista vastaan Raippaluodossa

HARRI TOLVANEN & MIA RÖNKÄ

*Maantieteen laitos, Turun yliopisto & Biologian laitos, Turun yliopisto<sup>1</sup>*

Rannikot ovat aina olleet sekä ihmisen että luonnon kannalta tärkeitä ympäristöjä (Burger 1991; Rönnbäck ym. 2007), joiden käyttöpaineet ja kuormitus kasvavat jatkuvasti. Yhä suurempi osa maapallon väestöstä asuu rantojen läheisyydessä, ja globaali-muutoksen vaikutukset maan, meren ja ilmakehän prosesseihin näkyvät rannikoilla esimerkiksi valtamerten pinnan nousuna sekä myrskyjen yleistymisenä ja voimistumisena (IPCC 2007).

Rantavoimien ja meren muokkaamaa maata paljastuu jatkuvasti Suomen rannikoilla maankohoamisen myötä (Eronen 2005), ja vanhoja rantamuodostumia tavataan esimerkiksi harjujen rinteillä (esim. Mäkinen & Räsänen 2003). Maankohoamisen seurauksiin on Suomen rannikolla reagoitu monin tavoin: vesiväyliä on syvennetty ja satamia siirretty ulommas sulkeutuvista ja maldaltuvista lahdista. Meren paljastamat maa-alueet on usein otettu käyttöön esimerkiksi viljelysmaina. Vene- ja laivaväylien huoltoon liittyvät ruoppaus- ja raivaustyöt ovat Suomen rannikolla arkipäivää, mutta kokonaisten merenlahtien ruoppaukset ovat harvinaisia.

Merenkurkun ja Perämeren rannikoilla maa kohoaa merenpintaan nähden lähes senttimetrin vuosivauhdilla (Suutarinen 1983; Kakkuri 1987). Pohjanmaan rannikkoseudun asukkaat ovat kautta aikojen joutuneet sopeutumaan nopeasti mataloituvien rannikkovesiin ja rantojen vesijättömaiden laajenemiseen (esim. Millman 1969). Vuonna 2005 Mustasaaren Södra Vallgrundissa Raippaluodon eteläosassa otettiin käyttöön ruoppaustekniikka, jota ei ole aiemmin hyödynnetty Suomen merialueilla: kokonainen merenlahti padotaan ja pumpataan tyhjäksi, ja kuivatettu pohja ruopataan koko lahden alueelta (Koko kylä... 2005).

Esittelemme tässä katsauksessa Sommarösundin kuivaruoppaushankkeen tavoitteita, työvaihteita sekä ympäristölle ja elinkeinoelämälle mahdollisesti koituvia hyötyjä ja haittoja. Lisäksi pohdimme merialueilla tehtävien kunnostusruop-

pausten vaikutusten arvioitavuutta ja eri osapuolten ottamista huomioon hankkeen suunnittelussa.

### Tavoitteena Södra Vallgrundin kylän elävöittäminen

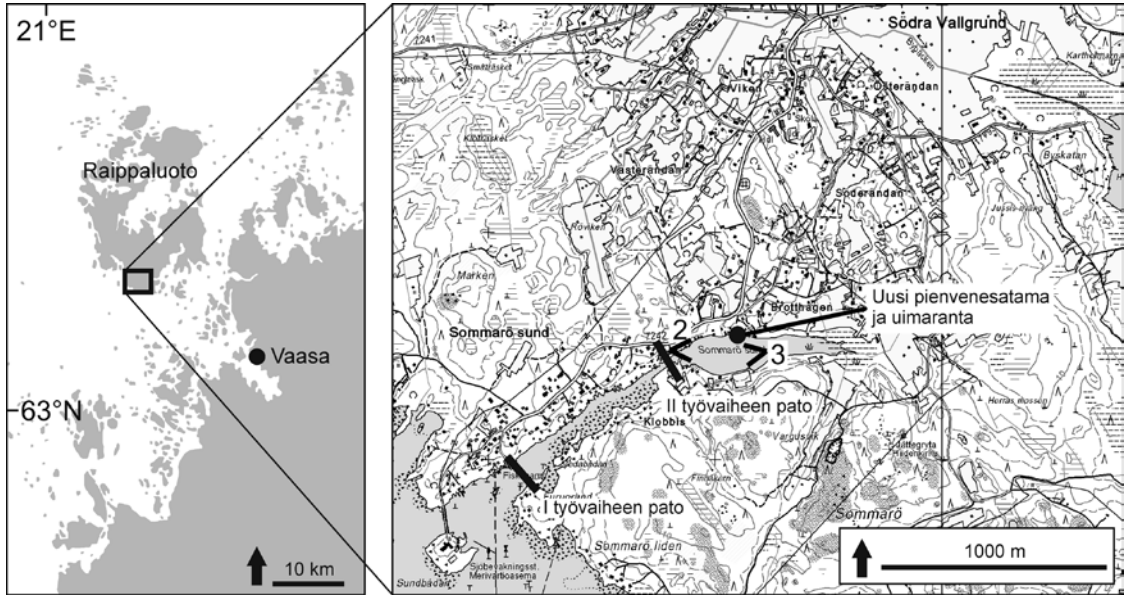
Sommarösundin lahti oli vielä 1400-luvulla nimensä mukaisesti salmi. Nykyään Sommarösund on noin kaksi kilometriä pitkä, kapea ja matala, maise-mallisesti arvokas lahti (kuva 1). Lahden suulla on pieni kalasatama ja merivartioasema, ja rannoilla on runsaasti rakennuksia, joista suuri osa on vapaa-ajan asuntoja. Sommarösund on kasvamassa umpeen maankohoamisen ja rehevöitymisen vuoksi, ja ilman hoitotoimenpiteitä lahti ruovikoituisi Länsi-Suomen ympäristölupaviraston 4.2.2005 antaman lupapäätöksen mukaan kymmenessä vuodessa (Västra Finlands miljötillståndsvärk 2005).

Södra Vallgrundin kylän asukkaat ja kesäasukkaat haluavat estää lahden madaltumisen ja umpeenkasvun (Koko kylä... 2005). Ensimmäiset suunnitelmat lahden kunnostamiseksi tehtiin jo 1990-luvulla, ja vuonna 2005 Södra Vallgrundin kylätoimikunta käynnisti Länsi-Suomen ympäristökeskuksen kanssa hankkeen, jonka tavoite on ruopata ja rakentaa lahti ympäristöineen paremmin veneilyä ja virkistyskäyttöä palvelevaksi ja samalla säilyttää perinteinen saaristomiljöö ja perinneympäristöt.

Hankkeen aikana Sommarösund ruopataan koko 15 hehtaarin pinta-alaltaan kahden metrin syvyiseksi. Ruoppausmassaa läjitetään 98 000 m<sup>3</sup> usealle läjitäysalueelle lahden etelärannalle (Västra Finlands miljötillståndsvärk 2005). Pohjoisrannalle rakennetaan vierasvenesatama. Uimaranta kunnostetaan ja sen yhteyteen sijoitetaan muun muassa pukeutumis- ja majoitustiloja, kahvila sekä paitoitusalue.

Venasatama- ja uimaranta-alueesta kaavaillaan alueen uutta toiminnallista keskusta. Uudistuneen Sommarösundin odotetaan luovan Södra Vallgrundiin uusia matkailuun liittyviä työpaikkoja ja vilkastuttavan kylän toimintoja, ja myös kalastuksen

<sup>1</sup> E-mail: <harri.tolvanen@utu.fi>, <mia.ronka@utu.fi>



Kuva 1. Sommarösundin kuivaruoppauksen työpadot sekä uusi venesatama- ja uimaranta-alue. Lahden suun koordinaatit ovat 63°09'51" N, 21°15'22" E. Valokuvien ottopaikat merkitty numeroin ja sektorisymbolein. Pohjakartta © Maanmittauslaitos, lupa numero 915/MML/08.

ja siihen liittyvien palvelujen toivotaan vilkastuvan (Koko kylä... 2005).

Yhteistyökumppaneita hankkeessa ovat Södra Vallgrundin kylätoimikunnan ja Länsi-Suomen ympäristökeskuksen lisäksi Södra Vallgrundin osakunta, alueen huvilanomistajat, Mustasaaren kunta ja Pohjanmaan liitto. Rahoitusta saadaan myös Euroopan aluekehitysrahastosta. Hankkeen kokonaiskustannuksiksi arvioitiin alkuperäisessä suunnitelmassa 650 000 euroa (Koko kylä... 2005).

### Merialueille uusi ruoppaustekniikka

Meren tai järven pohjaa ruopataan yleensä kaivinkoneella tai imuruoppauslaitteella proomun tai jään päältä (esim. Ulvi & Lakso 2005; Lindblad 2007), mutta Sommarösund on päätetty kuivattaa kokonaan kahdessa erässä siten, että ruopattava osa eristetään padolla ja pumpataan tyhjäksi. Kuivatyönä ruoppaus on helpompaa ja halvempaa, eikä ympäröivien vesialueiden vesi samene yhtä paljon (Vesaaja 2007). Kuivaruoppaukset ovat merenlahdilla harvinaisia, mutta niitä on toteutettu järvillä (esim. Aaltonen 2006; Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus 2008). Virkistyskäyttöön liittyviä restorointiruoppauksia tehdään harvoin.

Alkuperäisen suunnitelman mukaan Sommarösund oli tarkoitus ruopata kahtena peräkkäisenä talvena: ensimmäinen osa lahdesta 2005–2006 ja lahden pohjukka 2006–2007 (Vesaaja 2007). Ke-

säksi merivesi oli määrä laskea takaisin lahteen. Hankkeen oli tarkoitus valmistua vuonna 2008 (Koko kylä... 2005). Talven 2006–2007 työt lahden pohjukassa jäivät kuitenkin kesken talven leutouden vuoksi, ja vain kolmannes toisen vaiheen kaivuutyöstä saatiin valmiiksi. Siksi alue pidettiin kuivillaan yli kesän 2007 (kuva 2), ja ruoppaus oli tarkoitus hoitaa loppuun talvella 2007–2008. Sementin toivottiin kuivuvan kesän 2007 aikana (kuva 3). Uimarannan kunnostus ja uusi pienvenesatama valmistuivat kesällä 2007.

Vuodenvaihteessa 2007–2008 lahden sisäosa oli täynnä vettä, jopa yli merenpinnan tason. Alkuvuonna 2008 suurin osa padotun lahden vedestä oli pumpattu mereen. Lahteen oli puolestaan pumpattu vähän merivettä neutraloimaan sedimentin aiheuttamaa happamuutta makeassa vedessä. Pohjan päälle jäädytettiin kaivinkoneet kestävää kantaa pumpaamalla makeaa vettä jäälle jokaisena pakkaspäivänä. Helmikuun puolessavälissä jään paksuus oli noin 40 senttimetriä. Talvi oli kuitenkin niin leuto, että jääkannesta ei saatu riittävän kestävää eikä ruoppausta päästy edes aloittamaan. Kesäksi 2008 työpaota avattiin veneliikennettä varten (Vesaaja 2008). Ruoppausta on tarkoitus jatkaa talvella 2008–2009.

Lahden kunnostus ja ruoppausmassojen läjittäminen pyritään hoitamaan siten, että tulos sopii perinteiseen saaristoympäristöön ja on mahdollisimman luonnontilaisen eikä rakennetun näköinen.



Kuva 2. Sommarösundin lahden sisempi osa kuivatettuna kesäkuussa 2007. Etualalla valmiiksi kaivettua rantapenger-tä. (Kuva: Harri Tolvanen)



Kuva 3. Kuivunutta pohjasedimenttiä Sommarösundin pohjukassa kesäkuussa 2007. (Kuva: Harri Tolvanen)



Rantojen ja perinneympäristöjen hoitoa pidetään hankkeessa erityisen tärkeänä. Läjitysalueista tulee maanomistajien toiveiden mukaan niittyä tai metsää, mutta lopputuloksen saavuttamiseen menee vuosia.

### **Viivytystaistelu maankohoamista vastaan**

Sommarösundin ruoppaushanke on poikkeuksellinen paitsi tekniseltä toteutustavaltaan myös laajuudeltaan (Sedimenttien... 2004). Sen sijaan, että ruoppaus kohdistuisi vain tiettyyn veneväylään tai satama-alueeseen, Sommarösundin pohjasedimentti poistetaan kauttaaltaan. Pohjakasvillisuus ja -eläimistö tuhoutuvat ruoppauksen aikana täysin eivätkä koskaan palaudu ruoppausta edeltävään tilaan (Mattila 2007).

Umpeen kuroutuvan merenlahden ruoppaaminen ei ole millään menetelmällä ympäristön kannalta riskitöntä. Pohjasedimenttiin sitoutuneiden ravinteiden ja mahdollisten myrkyjen huuhtoutuminen meriveteen pitäisi estää. Kuivaruoppauksen merkittävä etu on se, että sedimentti saadaan kaivettua pohjasta huuhtomatta sitä meressä. Ruoppausmassan käsittelyyn ja sijoittamiseen on kehitetty monia menetelmiä (esim. Nerg 2005; Ulvi & Lakso 2005). Massa on usein parempi läjittää maalle kuin mereen.

Sommarösundissa ruoppausmassat on läjitetty noin kahden metrin paksuisiksi kerroksiksi lahden etelärannalle. Imuruoppauksessa usein käytettyjä sedimentin stabilointiaineita ei ole Sommarösundissa ollut tarpeen käyttää, koska läjitysalueet ovat riittävän suuria (Vesaaja 2008). Läjitettävä ruoppausmassa on lisäksi jonkin verran kuivempaa kuin perinteisissä ruoppausmenetelmissä, erityisesti imuruoppauksessa, syntyvä massa. Läjitysalueita on sijoitettu rinteeseen aivan lahden rantaan, joten sedimentin sisältämiä aineksia huuhtoutuu pienistä laskeutusaltaista huolimatta takaisin lahteen. Massassa ei kuitenkaan ole korkeita haitallisten aineiden pitoisuuksia. Orgaanista ainesta sedimentissä on 0,7–18 %.

Suurimman ympäristöriskin hankkeessa aiheuttaa alueelle tyypillisen sulfaattimaan esille kaivaminen. Kun uutta pohjaa paljastuu ja maalle läjitettyä sedimenttiä kulkeutuu takaisin lahteen, veden happamoituminen saattaa muuttaa lahden elinkelvottomaksi vesieliöille (esim. Österholm ym. 2005). Sommarösundissa käytettyjä työmenetelmiä on tarpeen kehittää erityisesti happamien maa-ainesten neutraloinnin osalta (Vesaaja 2008).

Työn lopputulokseen saattaa vaikuttaa myös sedimentin epävakaus: ruoppausalueen reunat kuluvat, ja ainesta valuu rantapenkereistä lahden poh-

jaan (Mattila 2007). Ruoppaus tuhoaa lisäksi kalojen kutualueita. Vaikka Sommarösundissa on havaittu vain yleisiä kalalajeja, niidenkin jokainen kutualue on tärkeä paitsi kalakantojen myös lajinsäisen perinnöllisen monimuotoisuuden säilymistä (Salonen 1997; Kaukoranta ym. 2000; Mattila 2007).

Ennen hankkeen aloittamista tehtiin selvitykset Sommarösundin vedenlaadusta sekä alueen linnustosta, kalastosta ja kasvillisuudesta. Hankkeen arvioitiin vähentävän luonnon monimuotoisuutta rantojen perinneympäristöissä sekä muuttavan lahden suulla sijaitsevan pienen kluuvijärven olosuhteita (Västra Finlands miljötillståndsvärk 2005). Lisäksi ruoppauksesta aiheutuvan veden sammenemisen sekä kutupaikkojen tuhoutumisen arvioitiin haittaavan alueen kalakantaa ja kalastusta. Hankkeen ympäristövaikutuksia tullaan seuraamaan esimerkiksi kalastotutkimuksilla ja sedimenttaatiomittauksilla (Vesaaja 2008).

Kokonaisuudessaan Sommarösundin kunnostushankkeen etuja pidetään haittoja suurempina. Ympäristöjärjestöt eivät ole vastustaneet hanketta, vaikka Sommarösund sijaitsee UNESCO:n maailman luonnonperintöalueella (Merenkurkun saaristo ja Ruotsin Höga Kusten), joka on saanut statuksensa nimenomaan ainutlaatuisen nuoren glasialikorkokuvansa ja maankohoamisen vuoksi (esim. Breilin ym. 2005). Alueella katsotaan olevan lukemattomia vastaavia, mutta luonnonarvoiltaan suurempia lahtia, ja ruoppaushankkeen luvat myönnettiin juu ennen alueen julistamista maailmanperintökohteeksi (Vesaaja 2008).

### **Vaikutukset nähtävissä vasta vuosien päästä**

Södra Vallgrundin asukkaiden mielestä 350 asukkaan kylän elinvoima ja kehitys ovat voimakkaasti riippuvaisia Sommarösundista (Koko kylä... 2005). Uimarannan ja vierasvenesataman suunnitellaan muodostavan kylän uuden toiminnallisen keskuksen. Asukkaat toivovat hankkeen myös vilkastuttavan kylän elämää ja luovan matkailuun liittyviä työpaikkoja. Kylän keskus kouluineen ja kauppoineen sijaitsee kuitenkin noin kilometrin päässä Sommarösundiin rakennettavasta venesatamasta ja uimarannasta. Kulkuyhteyksien kehittäminen voi olla tarpeen, jotta vierasvenesatama vilkaistuttaisi myös kyläkeskusta.

Maankohoamisrannikolla pystytään ruoppauksen avulla kääntämään kelloa takaisin, mutta ei pysäyttämään sitä. Merenpinta laskee maanpintaan nähden 8 senttimetriä vuosikymmenessä, minkä lisäksi vesialueita madaltavat pohjaan kerrostuvat sedimentit. Sommarösundissa sedimentoitumista pyritään vastaisuudessa vähentämään laskeutus-

altaiden avulla (Västra Finlands miljötillståndsverk 2005).

Maankuori kohoaa Merenkurkun alueella maapallon keskipisteeseen nähden noin 10 millimetriä vuodessa (Milne ym. 2001). Merenpinta on kohonnut 1900-luvulla noin 2 millimetriä vuodessa (Houghton ym. 2001; IPCC 2007), joten rannansiirtymisen nopeus on Raippaluodossa ollut noin 8 millimetriä vuodessa. Jatkuvasti kehittyvät ilmastomallit tuottavat hyvin erilaisia ennusteita vuosisatamme ilmastosta. Jos ennustettu yhden metrin merenpinnan nousu vuoteen 2100 mennessä (Overpeck ym. 2006) toteutuu, merenpinta kohoaa suunnilleen samalla nopeudella kuin maankuori ja rantaviiva on Raippaluodossa vuosisadan lopussa maanpintaan nähden samalla tasolla kuin nykyisin. Jos merenpinnan kohoaminen osoittautuu nykyisille nopeammaksi (esim. Jevrejeva ym. 2008; Pfeffer ym. 2008), myös Pohjanmaan rannikon maankohoaminen saattaa kääntyä maanvajoamiseksi merenpintaan nähden.

Merenlahtien kuivaruoppaukset ovat suuria hankkeita. Sommarösund on topografialtaan poikkeuksellisen soveltuva kuivattamiseen, eikä kuivatuksesta todennäköisesti tule merenlahdilla kovinkaan yleistä ruoppausmenetelmää. Sommarösundin hanke on kuitenkin toteutettu niin hyvässä yhteisymmärryksessä osapuolten kesken, että Länsi-Suomen ympäristökeskus aikoo käyttää sitä mallihankkeena. Vastaava hanke on jo käynnissä Pietarsaareissa (Vesaaja 2008).

Erityisesti kuivatustekniikalla tapahtuvasta laajojen alueiden ruoppauksesta ei Suomen merialueilla ole aiempaa kokemusta. Ruoppauksen ja ruoppausmassan läjityksen ympäristövaikutuksista tarvitaan edelleen lisää tietoa (esim. Riipi 1997). Maankohoamisrannikon käytön ja hoidon tekee haasteelliseksi myös se, että rannikkomeristöön kohdistuu monia osittain ristiriitaisia intressejä luonnon monimuotoisuuden ja prosessien hoitamisen ja suojelemisen sekä virkistyskäytön, elinkeinoelämän ja aluepolitiikan suhteen.

Kokonaisuudessaan hanke on toimiva esimerkki uuden vesienhoitolain edellyttämästä osallistavasta suunnittelusta (esim. Jormola 2007), ja hallinnolliselta kannalta Sommarösundin kunnostusta voidaan pitää onnistuneena. Hankkeen vaikutuksia ympäristöön ja talouteen voidaan kuitenkin arvioida vasta vuosien kuluttua, kun ruoppaus ja läjitysten maiseointi saadaan valmiiksi ja ympäristön kunnostuksen vaikutukset ehtivät heijastua alueen elinkeinoelämään. Vaikka lahden kalaston elpymisestä on jo merkkejä (Vesaaja 2008), meriluonnon ja rantojen elinympäristöjen toipuminen on hidasta ja hankalasti mitattavaa.

Jatkossa merenlahtiin kohdistuvissa kunnostushankkeissa tulisi tarkoin arvioida, millä menetelmillä ja laajudella kunnostus on järkevää toteuttaa ja miten ympäristölle aiheutuvia haittoja saadaan vähennettyä. Vaikka kuivatusruoppauksen aikana ei sedimenttiä kulkeudu lähivesiin, vanhan sedimentin paljastamisesta ja ruoppausmassan läjittämisestä rannoille saattaa aiheutua vaikeasti ennakoitavia ympäristövaikutuksia. Merenpohjan eliöyhteisöjen tuhoutuminen kokonaisen merenlahden alueelta on vaikeasti korjattava ympäristöhaitta, joten tulevaisuuden hankkeissa olisi nähdäksemme syytä pohtia, onko sedimentin poistaminen kokonaisen lahden alueelta järkevää. Lisäksi etenkin maankohoamisrannikolla hankkeet on mitoitettava siten, että toimenpiteistä aiheutuvat haitat ovat tasapainossa pitkän aikavälin hyötyjen kanssa.

### Kiitokset

Kiitämme Länsi-Suomen ympäristökeskuksen vanhempaa insinööriä Mikko Vesaajaa, Åbo Akademin Husön tutkimusosaston johtajaa, dosentti Johanna Mattilaa ja ympäristösuunnittelun toimialajohtaja Hannu Tikkaista Sigma Konsultit Oy:stä ruoppaus-hankkeeseen ja hankealueen maisemanhoitoon liittyvistä lisätiedoista ja kommentista. *Terran* päätoimittajalta sekä kolmelta arvioijalta saamamme palaute oli arvokas apu käsikirjoituksen viimeistelyssä.

### KIRJALLISUUS

- Aaltonen, H. (2006). Vanajaveden Luukkaanlahden kunnostaminen – esiselvitys. Julkaisematon opinnäytetyö. 64 s. Hämeen ammattikorkeakoulu.
- Breilin, O., A. Kotilainen, K. Nenonen & M. Räsänen (2005). The unique moraine morphology, stratotypes and ongoing geological processes at the Kvarken archipelago on the land uplift area in the western coast of Finland. *Geological Survey of Finland, Special Paper* 40, 97–111.
- Burger, J. (1991). Coastal landscapes, coastal colonies, and seabirds. *Reviews in Aquatic Sciences* 4, 23–43.
- Eronen, M. (2005). Land uplift: virgin land from the sea. *Teoksessa*: Seppälä, M. (toim.). *The physical geography of Fennoscandia*, 17–34. Oxford University Press, Oxford.
- Houghton, J., Y. Ding, D. Griggs, M. Noguer, P. van der Linden, X. Dai, K. Maskell & C. Johnson (2001; toim.). *Climate change 2001: the scientific basis*. 881 s. Cambridge University Press, Cambridge. <<http://www.ipcc.ch/ipccreports/>>
- IPCC (2007). *Climate change 2007: synthesis report*. Intergovernmental Panel on Climate Change. Fourth assessment report. 52 s. <<http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-syr.htm>>
- Jevrejeva, S., J. Moore & A. Grinstead (2008). Relative importance of mass and volume changes to global sea level rise. *EGU Geophysical Research Abstracts* 10.

- Jormola, J. (2007). Luonnonmukainen vesirakentaminen EU:n vesipolitiikan puitteiden toteuttamiseksi Suomessa. *Terra* 119: 3–4, 255–261.
- Kakkuri, J. (1987). Character of the Fennoscandian land uplift in the 20<sup>th</sup> century. *Geological Survey of Finland, Special Paper* 2, 15–20.
- Kaukoranta, M., M.-L. Koljonen, J. Koskiniemi, J. Pennanen & J. Tammi (2000). *Atlas of Finnish Fishes*. 40 s. Riistan- ja kalantutkimuslaitos, Helsinki.
- Koko kylä mukana Sommarösundin kunnostamisessa (2005). *VASEK Forum* 2/2005: 4–5.
- Lindblad, A. (2007). Pilaantuneet sedimentit sekä niiden ruoppaukseen ja käsittelyyn soveltuvat menetelmät. Julkaisematon opinnäytetyö. 88 s. Teknillinen korkeakoulu. <<http://www.water.tkk.fi/>>
- Mattila, J. (2007). Asemanjohtaja, Husön biologinen asema, Åbo Akademi. Haastattelu 3.9.2007 (H. Tolvanen).
- Millman, R. (1969). Some historical consequences of postglacial land upheaval. A study of abandoned harbour sites on the island of Björkö, Replot, Finland 1965. *Geografiska Annaler B* 51: 1, 1–7.
- Milne, G., J. Davis, J. Mitrovica, H.-G. Scherneck, J. Johansson, M. Vermeer, & H. Koivula (2001). Space-geodetic constraints on glacial isostatic adjustment in Fennoscandia. *Science* 291: 5512, 2381–2385.
- Mäkinen, J. & M. Räsänen (2003). Early Holocene regressive spit-platform and nearshore sedimentation on a glaciofluvial complex during the Yoldia Sea and the Ancylus Lake phases of the Baltic Basin, SW Finland. *Sedimentary Geology* 158: 1–2, 25–56.
- Nerg, N. (2005). Merenpohjasedimentin kuivatus geotubissa. *Kuntatekniikka* 5/2005, 24–28.
- Overpeck, J., B. Otto-Bliesner, G. Miller, D. Muhs, R. Alley & J. Kiehl (2006). Paleoclimatic evidence for future ice-sheet instability and rapid sea-level rise. *Science* 311, 1747–1750.
- Pfeffer, W., J. Harper & S. O’Neel (2008). Kinematic constraints on glacier contributions to 21st-century sea-level rise. *Science* 321: 5894, 1340–1343.
- Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus (2008). *Järvikunnostuskohteita*. 30.10.2008. <<http://www.ymparisto.fi/>>
- Riipi, T. (1997). Ruoppaus- ja läjitystekniikoiden valinta maalajien ominaisuuksien ja ympäristövaikutuksen perusteella. *VTT Tiedotteita* 1853. 89 s.
- Rönnbäck, P., N. Kautsky, L. Pihl, M. Troell, T. Söderqvist & H. Wennhage (2007). Ecosystem goods and services from Swedish coastal habitats: identification, valuation, and implications on ecosystem shifts. *Ambio* 36: 7, 534–544.
- Salonen, K. (1997). Suomen luonnon geneettinen monimuotoisuus. Valtakunnallinen hankekartoitus. *Suomen ympäristökeskuksen moniste* 85. 51 s.
- Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohje (2004). *Ympäristöopas* 117, 121 s. <<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=27093&lan=fi>>
- Suutarinen, O. (1983). Recomputation of land uplift values in Finland. *Reports of the Finnish Geodetic Institute* 83: 1, 1–16.
- Ulvi, T. & E. Lakso (2005; toim.). Järvien kunnostus. *Ympäristöopas* 114, 336 s. <<http://www.environment.fi/>>
- Vesaaja, M. (2007). Vanhempi insinööri, Länsi-Suomen ympäristökeskus. Haastattelu 3.9.2007 (M. Rönkä).
- Vesaaja, M. (2008). Vanhempi insinööri, Länsi-Suomen ympäristökeskus. Haastattelu 3.6.2008 (H. Tolvanen).
- Västra Finlands miljötillståndsverk (2005). *Tillståndsbeslut 12/2005/3, LSY-2003-Y-346* (Iståndsättning av Sommarösund genom muddring av viken och deponering av muddermassorna i Södra Vallgrund by i Korsholms kommun samt inledande av arbetena innan beslutet vunnit laga kraft). Helsingfors 4.2.2005.
- Österholm, P., M. Åström & R. Sundström (2005). Assessment of aquatic pollution, remedial measures and juridical obligations of an acid sulphate soil area in western Finland. *Agricultural and Food Science* 14: 1, 44–56.