

Majavakannan hoito ja vesiensuojelu Itämeren alueen maissa – nykytietämys, menetelmät ja kehitystarpeet

1. Johdanto

Tämä raportti on laadittu EU:n Interreg Itämeri -ohjelman rahoittamassa WAMBAF (Water Management in Baltic Forests) -projektissa (kesto 1.3.2016 – 28.2.2019). Se pureutuu haasteisiin, jotka liittyvät metsätalouden aiheuttamiin vesistövaikutuksiin. Tarkastelun kohteena ovat ravinteiden, kiintoaineen ja elohopean huuhtoutuminen pintavesiin. WAMBAF keskittyy kolmeen kysymykseen, jotka vaikuttavat merkittävästi veden laatuun Itämeren alueen maissa: rantametsien hakkuihin, metsäojitukseen ja majavan patoihin. Tähän raporttiin on tiivistetty vuoden 2016 aikana Itämeren alueen maista laaditun katsauksen tulokset nykytietämyksen perusteella 1) majavatuhojen vaikutuksesta ravinteiden, kiintoaineen ja elohopean huuhtoutumiseen sekä majavan patojen tehokkuudesta pidättää huuhtoutuvia aineita, 2) olemassa olevista työkaluista ja havaintokohteista koskien majavatuhoja ja niiden ehkäisyn suunnittelua ja 3) voimassaolevasta lainsäädännöstä, metsäsertifiointijärjestelmien standardeista ja vesiensuojeluohjeista kontrolloitaessa majavatuhoja sekä hoidettaessa majavakantaa turismin, metsästyksen ja muun kaupallisen toiminnan (liha, turkis, hajusteet) hyödyksi Itämeren alueen maissa.

Itämeren alueen maissa on metsiä 48 % maa-alasta ja niillä on suuri ekologinen, taloudellinen ja sosiaalinen merkitys. Joet ja purot kuljettavat ravinteita ja haitallisia aineita metsä- ja maa-alueilta pintavesiin ja rannikkoalueille aiheuttaen rehevöitymistä ja pilaantumista. Siksi rantametsien käsittelyillä, metsäojituksilla ja majavan padoilla on suuri merkitys veden laatuun, koska ne vaikuttavat ravinteiden ja haitallisten aineiden, kuten elohopean, huuhtoutumiseen ja se puolestaan vaikuttaa rantametsien ja vesistöjen ekologiaan ja monimuotoisuuteen.

Itämeren alueen kaakkoisosan maissa majavien lukumäärän on ajateltu olevan jo niin runsas, että se aiheuttaa metsätuhoja. Tieto, ohjeet ja työkalut puuttuvat, millainen majavan pato ja allas olisivat parhaita ehkäistäessä kiintoaineen, ravinteiden ja haitallisten aineiden vapautumista vesistöihin. Ei myöskään tiedetä minkälainen organisaatiomalli ja minkälaiset kannustimet olisivat parhaat säätelämään majavakannan hoitoa kestäväällä tavalla.

2. Raportissa käytetyt käsitteet

Majava: Euroopanmajava (*Castor Fiber* Linnaeus, 1758) (kuva 1) on suurin majavalaji laji Euraasiassa ja se kuuluu majavien heimoon (Castoridae) ja jyrsijöiden lahkoon (Rodentia). Sukulaislaji kanadanmajava,



Kuva 1. Euroopanmajava *Castor fiber* L. (Liettua, ©Romualdas Barauskas, NaturePhoto)

nykyiseltä nimeltään amerikanmajava, (*Castor canadensis* Kuhl, 1820) on alkuperäislaji Pohjois-Amerikassa ja Kanadassa ja osassa Pohjois-Meksikoa. Amerikanmajavaa istutettiin Itä-Suomeen vuonna 1937, josta se levisi koko maahan ja Venäjän Karjalaan. Muualle Eurooppaan sitä tuotiin eläinpuistoihin ja –tarhoihin kuten Puolaan 1930-luvulla, Itävaltaan 1976 – 1990 sekä Saksaan ja Ranskaan vuonna 1975. Vaikka euroopanmajava ja amerikanmajava ovat sukulaislajeja ja viihtyvät samanlaisissa elinympäristöissä ne eivät risteidy keskenään, koska niillä on eri määrä kromosomeja (Djoshkin ja Safonov, 1972, Nolet ja Rossel, 1998, Nummi, 2010). Majavat elävät vesistöjen varsilla ja viettävät aikaa sekä maalla että vedessä. Ne ovat kasvinsyöjiä; ruoka koostuu puuvartisten kasvien oksista, kuoresta, lehdistä, rungoista ja vesikasveista (IUCN 2016).

Majavan pato: majavien rakentama pato, joka nostaa veden pintaa purossa tai joessa niin, että muodostuu allas. Pesä on rakennelma, joka suojaa majavia saalistajilta ja mahdollistaa pääsyn ruokavarastoon talviaikaan (kuva 2). Minimivaatimus vedenkorkeudelle altaassa on 0,6–0,9 m, jolloin pesän suuaukko jää

WAMBAF



Kuva 2. Majavan pato, joka on tehty ojaan (Latvia, ©Jānis Ozoliņš)



Kuva 3. Majavan pesä lammen syvässä osassa (Liettua, ©Olgirda Belova)

veden alle. Suurempiin vesistöihin, joissa veden syvyys on riittävä, majava ei välttämättä tee patoa vaan asuu rantatörmän onkaloissa ja luolissa (kuvat 3 ja 4). Padon rakentaminen alkaa uoman leventämisellä, mikä hiljentää veden virtausta. Sen jälkeen majava kiilaa oksia ja runkoja rantatörmän mutaan ja muodostaa padon perustan. Sen jälkeen se käyttää pienempiä oksia, puunkuorta (lehtipuista), kiviä, mutaa, heinää, lehtiä, kasveja ym. saatavilla olevia rakennusaineita saadakseen padosta lujan ja vedenpitävän. Majavat kantavat mutaa ja kiviä etukäpälien välissä ja runkoja hampaissaan.

WAMBAF

Padot ovat keskimäärin 1,8 m korkeita ja veden syvyys padon takana vaihtelee 1,2 metristä 1,8 metriin (Pollock ym. 2003; Burchsted ja Daniels, 2014; Virbickas ym. 2015). Padon paksuus on noin metrin tai enemmän ja leveys riippuu uoman leveydestä, mutta keskimäärin se on noin 4,5 metriä. Padon rakennustyyli ja muoto vaihtelevat sen mukaan millainen uoma ja sen virtaus ovat. Padot muokkaavat vesielinympäristöä niin paljon, että voidaan puhua majavan olevan avainlaji. Majavat ovat yöaktiivisia ja ne voivat rakentaa pääpadon yhden yön aikana. Majavat eivät puolusta sivupatoja yhtä voimakkaasti kuin rakentamaansa pääpatoa. Patojen ja pesäkuoppien korjaaminen on aktiivisinta syksyisin.



Kuva 4. Majavien asuttama oja (Liettua, ©Olgyrda Belova)

Majavan elinalue: alue, jossa elää majavia, yksin, pariskuntana tai suurempana perhekuntana ja käsittää sekä vesistön että maa-alueen, jossa näkyy majavan toimintaa, kuten patoja, altaita, polkuja ja kaadettuja puita (Kuvat 5 ja 6). Majavan elinaluetta voi tarkastella kahdesta näkökulmasta, 1) majava ei aiheuta metsätuhoja tai haitallisten aineiden huuhtoutumista tai riski on pieni tai 2) riski metsätuhoille ja aineiden huuhtoutumiselle on suuri.

WAMBAF



Kuva. 5. Metsää majavan patoamalla alueella, Brattfors, Umeå (Ruotsi, © Göran Sjöberg)

Pienen riskin elinalueet ovat tavallisesti vanhaa metsää ja voivat olla paikallisesti tärkeitä biodiversiteettikohteita. Ne voivat myös toimia majavan leviämisen keskittymänä ja elinympäristöjen ja maiseman ilmeikkäinä elementteinä. Suuren riskin elinalueet ovat yleensä uusia elinympäristöjä majaville. Nämä alueet ovat alttiita tuhoille, ja niissä on rajoitettu pääsy vesistöön, ravintoon ja tilan käyttöön.



Kuva 6. Majavan pääpolku (Liettua, ©Olgyrda Belova)

Majavatuhot: majavan padot voivat aiheuttaa merkittävää tuhoa. Tulviminen voi johtaa metsätuhoihin. Jos tulviminen tapahtuu rakennetun ympäristön lähellä, se voi aiheuttaa laajaa tuhoa huuhtomalla pois teitä ja polkuja (kuva 7).



Kuva 7. Majavan padon aiheuttamaa tulvimista metsätiellä (Liettua, ©Olgirda Belova)

Jos majavan pato purkautuu, sitä seuraavassa nopeassa tulvassa siltarummut voivat tukkeutua. Majavan aiheuttamissa tuhoissa osan ongelmasta aiheuttavat tuhojen havaitseminen ja ajoittuminen. Tien penkan alle kaivautuminen tai muutaman puun hukuttaminen ovat hyvin näkyvää tuhoa, jotka voidaan havaita heti majavien saavuttua alueelle. Lisäksi majavat kaatavat monen eri lajin puita metsissä (kuva 8) ei pelkästään ravinnoksi vaan myös patojen ja pesien rakentamiseen. Tulvan alle jääneet puut myös kuolevat seisovassa vedessä.

Majavan tulva-alue (majavalampi): vesistö, joka on syntynyt padon tai ojien avulla (kuva 9). Majavan padot estävät luontaisen veden virtaamisen (Haemig, 2012). Tulva-alueelle tulee kasveja ja eläimiä, jotka tyypillisesti elävät järvissä pikemmin kuin virtaavissa vesissä. Tulva-alueet vähentävät veden virtausta valuma-alueella. Patoamalla virtaavaa vettä, majavat uittavat risuja ja puun runkoja, jotka ovat niiden pääasiallista ravintoa. Tulva-alue toimii pakopaikkana, jossa majavat voivat olla pitkiä aikoja yhtäjaksoisesti veden alla.

Ekosysteemi-insinööri: majavia kutsutaan "ekosysteemi-insinööreiksi", koska ne fyysisesti muuttavat elinympäristöjä kaatamalla puita, rakentamalla patoja, kaivamalla kanavia ja rakentamalla pesiä. Näin tehdessään majavat eivät muuta pelkästään juoksevan veden uoman rakennetta, veden määrää ja ravinteiden virtausta, mutta majavat vaikuttavat myös monien muiden eläin- ja kasvilajien levinneisyyteen ja yleisyyteen (Jones ym. 2014, Wright ym. 2002).

Avainlaji: Majavia kutsutaan avainlajeiksi – avainlajilla on poikkeuksellisen suuri merkitys ympäristöönsä suhteessa omaan yleisyyteensä (Nuñez ja Dimarco 2012, Cockman 2016).

WAMBAF

Näkyvimpinä merkkejä ympäristön muokkaamisesta ovat majavien padot ja tulvikot. Majavat vaikuttavat sekä vesi- että maaelinympäristöihin ja eliölajeihin ja yleensä lisäävät sekä kasvien että eläinten lajikirjoa (Rosell ym. 2005).



Kuva 8. Majavan kaatamia koivuja,
Röjvattsbäcken, Bjurholm (Ruotsi, ©Göran Sjöberg)

3. Majavakannan hoito ja sen merkitys Itämeren alueella: tausta, tilastot ja tavoitteet majavakannan hoidolle, nykytilanne eri maissa

Itämeren suojelu perustuu sisävesien suojeluun, koska suurin osa typestä ja fosforista tulee Itämereen jokien virtaaman kautta. Koko Itämeren valuma-alueella tehdään toimenpiteitä maalta tulevan kuormituksen vähentämiseksi. Ilmasto, maankäyttö ja erilaiset toimintatavat Itämeren alueen eri maissa vaikuttavat aineiden vesistökuormitukseen. Kuormituksen suuruuteen vaikuttavat myös semi-akvaattiset nisäkkäät kuten euroopanmajava. Suomessa ja Luoteis-Venäjällä amerikanmajava on yleinen laji (Taulukko 1, kuva 10).

Taulukko 1. Euroopanmajavan kanta-arviot Itämeren alueen maissa (2012 – 2015, virallinen tilasto)

Maa	Majavien lkm	Huomioita
Ruotsi	130 000	<i>arvio perustuu aiempiin kanta-arvioihin</i>
Suomi	1 500 – 2 500	<i>lisäksi n. 10 000 kpl amerikanmajavaa</i>
Viro	16 300 – 17 500	<i>Halley ym. 2012</i>
Latvia	100 000 – 150 000	
Liettua	121 025	
Puola	100 000	<i>virallinen tilasto 2014</i>
Luoteis-Venäjä	120 500	<i>lisäksi n. 15 000 amerikanmajavaa Karjalan tasavallan ja Pietarin alueella*</i>

*Danilov ja Fyodorov 2016

Euroopanmajava oli ennen laajalti levinnyt Itämeren maissa. Ihminen on vaikuttanut majavakannan runsauteen ja levinneisyyteen vuosisatojen ajan. Eläimet tarvitsevat alueellisesti ja ajallisesti vaihtelevia elinympäristöjä, joissa on riittävästi ravintoa ja suojaa tarjolla. Lakisääteisen suojelun ja kohdennettujen suojelutoimenpiteiden kuten metsästysrajoitusten, lajien uudelleen istutusten, siirtoistutusten, maa- ja vesielinympäristöjen suojelun ja ennallistamisen ansiosta majavakannat ovat elpyneet merkittävästi ja levinneet myös luontaisesti. Majavat ovat menestyksellisesti palanneet entisille asuinalueilleen. Laji on kuitenkin yhä suojelun alainen Euroopassa useiden kansainvälisten lakien ja sopimusten kautta kuten EU:n Luontodirektiivin (92/43/EEC, liitteet II ja IVa) ja Euroopan luonnonsuojelusopimuksen (Bern Convention, liite III) kautta. Joissakin Itämeren alueen maissa majavankannan hoito on tiukasti suojeltua, mutta sitä voi metsästää tai pyydystää riistalajina Ruotsissa, Suomessa, Latviassa, Liettuassa ja Virossa. Näissäkin maissa majavan metsästys on tarkkaan säädeltyä ja yleensä rajoitettua (Taulukko 2). Metsästyksen sallivat maat Euroopassa on listattu Luontodirektiivin liitteessä V.

Majavakantojen hoito ei kuitenkaan ole aktiivista Itämeren alueen maissa ja tietoa majavan vaikutuksista on vähän. Useimmissa tutkimuksissa majavan vaikutuksia vesistöihin on tarkasteltu metsien tai vesilajiston kautta. Majavan muokkaamasta elinympäristöstä on hyötyä monille muille lajeille. On tutkittu, että lajimäärät runsastuvat, uhanalaiset lajit runsastuvat ja lohikannat kasvavat, koska elinympäristö tarjoaa monipuolisesti ravintoa ja suojaa. Vesivarojen säätelyssä majavalla on myös merkitystä; pohjavesivarannot kasvavat, padot tasaavat virtaamia ja patoaltaat poistavat ravinteita ja kiintoainetta vesistöistä. Myös maisemanhoidossa majavat ovat tärkeitä ennallistamalla uomaverkostoa, vähentämällä maaperän syöpymistä ja säilyttämällä maiseman avoimena. Majavakannan hoidossa on tärkeää huomioida kansalliset eroavaisuudet ja tarpeet.

WAMBAF



Kuva 9. Majavan luoma tulva-alue, jossa vanha majavanpesä, Röjvattsbäcken, Bjurholm, (Ruotsi, Göran Sjöberg)

Taulukko 2. Majavametsästyksen saalismäärät Itämeren alueen maissa.

Maa	Saalismäärät vuosittain, kpl			Metsästysaika	Kommentit**
	2015	2014	2013		
Ruotsi		8 448	8 210	1.10. – 10.5. (Etelä-Ruotsi), -15.5. (Pohjois-Ruotsi)	Lähde: www.viltdata.se
Suomi	235 5 300	191 6 700	231 4 200	20.8. – 30.4. 20.8. – 30.4.	euroopanmajava*** amerikanmajava
Viro	6 557	5 572	5 700	1.10. – 15.04	
Latvia	24 248	31 376	24 711	15.7. – 15.4.	
Liettua	19 544	21 749	11 778	15.8. – 15.4.	
Puola*	133 (22 %)	93 (24 %)	38 (15 %)	1.10. – 15.3.	
Karjalan tasavalta, Venäjä	238	165	150	1.10. – 28.2.	

* Osittain suojeltu, metsästys sallittu vain erikoistapauksissa, luvut Podlaskie provinssista (Luoteis-Puolassa): saalismäärä ja %:a myönnetyistä luvista suluissa.

** Lähteet: maiden julkiset metsä- ja riistatilastot ja metsästyslait sekä henkilökohtaiset haastattelut: MMT Sauli Härkönen, Suomen riistakeskus, FT Fyodor Fyodorov ja FT Alexander Saveljev, Karjalan tasavalta.

***Riistakeskuksen erillisluvalla.

4. Majavatuhojen hallinta ja vesiensuojelu: majavien vaikutus veden laatuun, vesiensuojelumenetelmät ja niiden tehokkuus

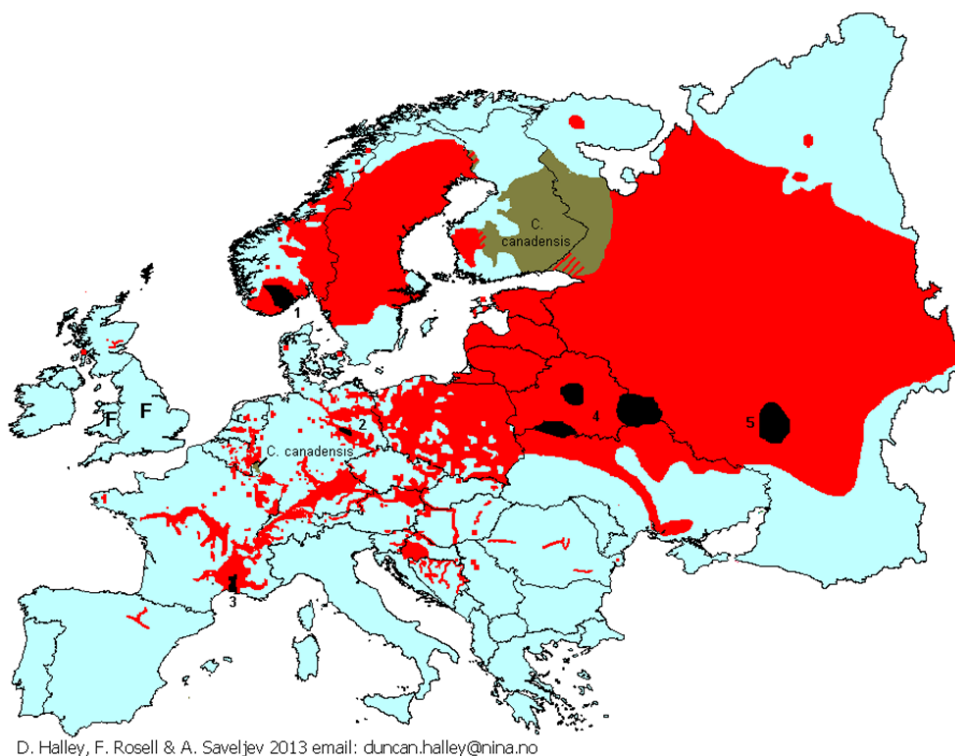
Majavaa pidetään nykyään ongelmallisena lajina. Se aiheuttaa tuhoja sekä metsässä että maatalousalueilla. Patojen rakentaminen, kanavien kaivaminen ja puiden kaataminen voi johtaa laajojen alueiden tulvimiseen. Majava muuttaa merkittävästi vesistöjen rakennetta ja aiheuttaa muutoksia lajistokoostumuksessa sekä muuttaa veden laatua. Rakentaessaan pesiään majava vaikuttaa muiden kasvi- ja eläinlajien menestymiseen. Majavaa pidetään avainlajina, koska se muuttaa elinympäristöään sekä säätelee vesistöjen valuntaa ja siten yleensä vähentää tulvimista ja kiintoaineen huuhtoutumista padon alajuoksulla. Jotta majavakantojen hoidossa sekä niiden aiheuttamissa tuhoissa voidaan saavuttaa kestävä taso, majavien aiheuttamia vaikutuksia on tutkittava perusteellisesti. On tärkeää tutkia miten a) majavan padot ja altaat suodattavat virtaavaa vettä ja vaikuttavat sen laatuun, b) patojen taakse kertynyt kiintoaine vaikuttaa alapuolisen vesistön veden laatuun. Kun näitä ilmiöitä tutkitaan, on tärkeää ottaa huomioon ja arvioida alueellisten tekijöiden vaikutus majavien elinympäristössä, kuten erot maaperässä ja hydrologiassa, koska ne vaihtelevat eri alueilla ja eri maissa.

Koska majavien tulva-alueet muuttavat voimakkaasti elinympäristöä, on tärkeää parantaa tietämystä siitä, miten veden laatu (mukaan lukien ravinnekoostumus) muuttuu tulva-alueen yläpuolisessa ja alapuolisessa vesistössä ja miten virtaus vaikuttaa tulva-alueen ravinnekoostumukseen. Majavakantojen hoidon tavoitteena on myös majavien aiheuttamien metsätuhojen vähentäminen. Majavakantojen hoidossa on kolme tarkastelunäkökulmaa: a) määrällinen (yksilömäärän rajoittaminen metsästyksen avulla), b) laadullinen (sukupuolijakauman ja ikärakenteen kontrollointi) ja c) alueellinen (elinympäristöjen) hoito. Majavankannan hoitostrategiaan on otettava mukaan sekä suora kannan kontrollointi yksilöiden poistamisella ja kantojen hoito säädellyn metsästyksen tai pyydystämisen avulla sekä teknisiä ratkaisuja esimerkiksi elinympäristöjen hoidon avustaminen veden korkeuden säätelyn avulla. Majavan metsästys ei ole kovin yleistä Itämeren alueen maissa. Ei-aktiivinen kannanhoito voi kuitenkin johtaa hallitsemattomaan majavakannan kasvuun. Siksi majavien ekologian ja käyttäytymisen erityispiirteet pitäisi ottaa huomioon, kuten hidas kolmen vuoden lisääntyminen ja sopivien elinalueiden puute. Metsästyksen kieltäminen tai sen voimakas rajoittaminen ei välttämättä johda populaation optimirakenteeseen ja kestävään yksilömäärään.

Lisäksi pitää huomioida että majavien hyödyllisyys esim. luontomatkailun lisääntymisen kautta voi korvata niiden aiheuttamia tuhoja metsätaloudelle tai ihmisen tekemille rakenteille kuten teille ja ojaverkostolle. Ristiriitoja todennäköisesti tulee esiintymään ja niiden hoitamiseen tarvitaan hyviä hallinnollisia ratkaisuja ja työkaluja.

5. Suunnittelutyökalut majavatuhojen ehkäisyyn ja havaintokohteet

Käytäntö ja ohjeistus majavakannan hoitoon vesiensuojelun ja metsänhoidon näkökulmasta eri Itämeren maissa vaihtelee ja jokaisella maalla on erityyppiset kustannustehokkaat ratkaisunsa. Työkalujen ja havaintokohteiden tarkoitus on sekä majavakannan hoito että metsien suojele majavatuhoilta. Niissä ei ole otettu huomioon majavapatojen vaikutusta vesistöjen veden laatuun ja aineiden huuhtoutumiseen. Havaintokohteiden koko vaihtelee puroista valuma-alueisiin. Työkalujen ja havaintokohteiden käyttäjät vaihtelevat opiskelijoista, metsäalan ammattilaisiin ja metsästäjiin.



D. Halley, F. Rosell & A. Saveljev 2013 email: duncan.halley@nina.no

Kuva 10. Majavalajien esiintyminen, euroopanmajava. (punainen) ja amerikanmajava (vihreä) Euroopassa (©Halley, D. - Halley ym. 2012).

Majavien merkitystä metsien ja vesistöjen virkistyskäytölle ja opetukselle ei ole riittävästi otettu huomioon suunnittelutyökaluissa, toimenpiteissä ja havaintokohteissa. Tarvitaankin yhtenäistä lähestymistapaa majavakannan hoitoon mukaan lukien määrälliset, laadulliset ja paikalliset tavoitteet.

6. Majavat lainsäädännössä, metsäsertifiointijärjestelmissä ja hoitosuosituksissa

Katsauksen kohteena olevat Itämeren maat kuuluvat Venäjää lukuunottamatta Euroopan Unioniin ja ne ovat vienneet EU:n vesipuitedirektiivin (VPD, 2000/60/EC) ja sen tytärdirektiivit, Luontodirektiivin (92/43/EEC) ja Euroopan Luonnonsuojelusopimuksen (Bern Convention) osaksi kansallista lainsäädäntöään. Näissä maissa esimerkiksi majavien metsästyksellä on kuitenkin erilaiset tavoitteet. Lainsäädäntö ja ohjeistus näissä maissa sallivat rajoitetusti myös majavapatojen hävittämisen, mikä voi edesauttaa majavapopulaation selviytymistä ja myös vähentää metsätuhoja. Majavapatojen hävittäminen ei hävitä majavapopulaatiota vaan ne voivat asuttaa alueen uudelleen. Liettuassa, Ruotsissa, Puolassa ja Virossa on erityisohjeita majavakannan hoitoon ja seurantaan myös suojelun näkökulmasta. Näissä ohjeissa, kuten ei tutkimuksissakaan, ole riittävästi huomioitu majavan vaikutusta vesistöjen veden laatuun ja huuhtoumiin. Vain hyvin harvoissa tutkimuksissa on käsitelty haitallisia aineita ja majavapatoja. Nämä kysymykset vaativat edelleen lisätutkimuksia.

7. Kiitokset

Kiitämme erityisesti tohtoreita Göran Hartman, Alius Ulevičius, Sirpa Piirainen, Sauli Härkönen, Fyodor Fyodorov ja Alexander Saveljev sekä Michał Wróbel'ia ja muita katsaukseen osallistuneita henkilöitä heidän arvokkaasta avustaan, kommenteistaan ja neuvoistaan. Erityiskiitokset myös EU:n Interreg Baltic Sea -ohjelmalla hankkeen rahoittamisesta.

8. Lisätietoja:

Timo Hiltunen, Metsähallitus, s-posti: timo.hiltunen@metsa.fi, puh. 040 569 8515, osoite: Keskustie 35, 35300 Orivesi

WAMBAF projektin **www-sivu:** <http://www.skogsstyrelsen.se/en/AUTHORITY/International-activities/WAMBAF/>

Kirjallisuus:

Burchsted, D., Daniels, M.D. 2014. Classification of the alterations of beaver dams to headwater streams in northeastern Connecticut, U.S.A. *Geomorphology*, 205: 36-50.

Cockman, C. 2016. Beavers as a Keystone Species. <http://landtrustcnc.org/2016/beavers-as-a-keystone-species/>

EC Habitat Directive (Council Directive 92/43/EEC). 1992. OJ L 206/7

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31992L0043&from=en>

Halley, D., Rosell, F., Saveljev, A. 2012. Population and Distribution of Eurasian Beaver (*Castor fiber* L.). *Baltic Forestry* 18(1): 168-175.

IUCN Species Survival Commission (IUCN). 2016. IUCN Red List of Threatened Species: *Castor fiber*. *International Union for Conservation of Nature and Natural Resources*. <http://www.iucnredlist.org/details/4007/0>

Jones, C.G., Lawton, J.H. and Shachak, M. 1994. Organisms as ecosystem engineers. *Oikos* 69(3): 373-386.

Nolet, B.A. and Rosell, F. 1998. Comeback of the beaver *Castor fiber*: an overview of old and new conservation problems. *Biological Conservation* 83(2): 165-173.

Nummi, P. 2010. NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet – *Castor canadensis*. In: Online Database of the European Network on Invasive Alien Species – NOBANIS www.nobanis.org, Date of access x/x/2010

Núñez, M.A. ja Dimarco, R.D. 2012. Keystone Species. In: The Berkshire Encyclopaedia: of Sustainability: Ecosystem Management and Sustainability. Berkshire Publishing Group, p. 226-230.

Paine, R.T. 1969. A Note on Trophic Complexity and Community Stability. *The American Naturalist* 103 (929): 91–93

Pollock, M. M., Heim, M., Werner, D. 2003. Hydrologic and Geomorphic Effects of Beaver Dams and Their Influence on Fishes (PDF). *American Fisheries Society Symposium* 37 [Retrieved 2016]. The Bern Convention (Appendix III).

Rosell, F., Bozsér, O., Collen, P., and Parker, H. 2005. Ecological impact of beavers *Castor fiber* and *Castor Canadensis* and their ability to modify ecosystems. *Mammal Review* 35: 248–276.

The Bern Convention. 1982. ETC 104; Available at:

<https://rm.coe.int/CoERMPublicCommonSearchServices/DisplayDCTMContent?documentId=0900001680304356>

Water Framework Directive (2000/60/EC). 2000. OJ L 327. Available at:

http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index_en.html

Virbickas, T., Stakėnas, S., Steponėnas, A. 2015. Impact of Beaver Dams on Abundance and Distribution of Anadromous Salmonids in Two Lowland Streams in Lithuania. *PLoS ONE* 10(4): e0123107. doi:10.1371/journal.pone.0123107

Wright, J.P., Jones, C.G., Flecker, A.S. 2002. An ecosystem engineer, the beaver, increases species richness at the landscape scale. *Oecologia* 132:96–101.

Authors

Belova Olgirda¹, Göran Sjöberg², Frauke Ecke³, Elve Lode^{4,5}, Daniel Thorell⁶

¹ Institute of Forestry, Lithuanian Research Centre for Agriculture and Forestry LAMMC; Liepų str. 1, Girionys LT-53101, Kaunas district, Lithuania; email: Baltic.Forestry@mi.lt;

² Faculty of Forest Sciences, Swedish University of Agricultural Sciences SLU, SE-901 83 Umeå. Sweden; email: goran.sjoberg@slu.se;

³ Department of Wildlife, Fish, and Environmental Studies, Swedish University of Agricultural Sciences SLU, Box 7050 75007 UPPSALA; visiting address: Lennart Hjelms väg 9, Umeå; email: frau.ecke@slu.se

⁴ Department of Soil and Environment, Swedish University of Agricultural Sciences SLU, , P.O. Box 7001, SE-75007 Uppsala Sweden, email: elve.lode@slu.se;

⁵ Tallinn University Institute of Ecology, Uus-Sadama 5, 10120 Tallinn, Estonia, elve.lode@gmail.com;

⁶ Swedish Forest Agency, Box 343, SE-50113 Borås, Sweden, daniel.thorell@skogstyrelsen.se