Sammalten etäsuojelua ESCAPE - hankkeessa: mitä opittiin?

SANNA LAAKA-LINDBERG[1]

Laaka-Lindberg, S. 2017: Sammalten etäsuojelua ESCAPE – hankkeessa: mitä opittiin? – *Bryobrotherella* 20: 86–95. ISSN 1456-2766. ISBN 978-952-68727-0-4.

Abstract [Bryophyte *ex situ* conservation in ESCAPE – project: What have we learned?] ESCAPE–project is a five-year conservation project funded by EULife+ programme in 2012–2017. As the project is approaching its end in autumn 2017, an overview to the project achievements in bryophyte *ex situ* – method development and testing is presented here. The conservation scheme of bryophytes has been developed including the necessary permission applications, species storing in living gene reservoirs and testing methods of population strengthening and reintroductions. Assisted migration as a species conservation tool for bryophytes is tested on the basis of criteria designed in ESCAPE-project. Three threatened bryophytes representing different habitats and ecological demands selected as ESCAPE focal species include *Meesia longiseta, Tortula cernua and Mannia fragrans.*

Key words: *Ex situ* conservation, bryophytes, cryopreservation, living collections, population strengthening, reintroduction, assisted migration

[1]*Luonnontieteellinen Keskusmuseo LUOMUS, Kasvitiede, PL 7, FI-00014 Helsingin yliopisto*

Johdanto

Vuonna 2012 alkaneessa EU:n Life+ ohjelman rahoittama uhanalaisten kasvien etäsuojeluhanke ESCAPE on ehtinyt loppusuoralle ja on aika koota hankkeen aikana saadut tulokset ja kokemukset sammalten etäsuojelusta. Etäsuojeluhan on lajien suojelua niiden luontaisten elinympäristöjen ulkopuolella. *Ex situ* – eli etäsuojelun menetelmiin kuuluvat erilaiset lajien geneettisen muuntelun tallentamiseen tähtäävät kokoelmat kuten siemenpankit (ks. esim. Leon-Lobos ym. 2012), kudosten tal-

lentaminen syväjäädytettynä tai *in vitro* solukkoviljelmissä (Sabovljević ym. 2014) ja elävien kasvien kokoelmat esimerkiksi kasvitieteellisissä puutarhoissa (ks. esim. Miranto ym. 2012). Nämä kokoelmat voivat tarvittaessa toimia lähteinä lajien palauttamiseksi luontoon esimerkiksi hävinneisiin esiintymiin tai tuottamaan uusia yksilöitä heikentyneiden populaatioiden turvaamiseksi. Vuoden 2013 Bryobrotherella-lehdessä esittelin hankkeen tavoitteet ja erityisesti sammaliin kohdistuneet toimet (Laaka-Lindberg 2013). Tässä artikkelissa kokoan yhteen hankkeen aikana saadut kokemukset sammalten etäsuojelusta.

Etäsuojelu on systemaattisena suojelukeinona uutta Suomessa niin sammalilla kuin putkilokasveillakin. Etäsuojelun piiriin kuuluvia keinoja on aiemminkin käytetty enemmän sattumanvaraisesti kasvilajien suojelussa, mutta selkeitä toimintaperiaatteita ja protokollia ei ole ollut tarjolla. ESCAPE – hankkeessa on erilaisilla lajeilla kokeiltu etäsuojelukeinoja suojelun tehostamiseksi. Kokemusten pohjalta kootaan opaskirja, joka on jatkossa lajiensuojelun ammattilaisten käytettävissä ja tukena toimenpiteitä suunniteltaessa. Sammalten etäsuojelusta on toistaiseksi varsin niukasti kokemusta maailmallakin. ESCAPE – hankkeen sammalosiossa varsinaisia kohdelajeja on vain kolme, joten kovin laajoja yleistyksiä saatujen tulosten pohjalta ei vielä voi tehdä. Sammalten etäsuojelun mahdollisuuksista ja rajoituksista on kuitenkin saatu tarpeellista tietoa menetelmien kehittämiselle ja lajivalikoiman laajentamiselle jatkossa.

Yksi keskeinen sammallajien suojelussa huomioitava seikka on että jopa yleisten lajien keräämiseen vaaditaan maanomistajan lupa. Niinpä myös sammalten etäsuojelussa tärkeä vaihe ennen käytännön toimiin ryhtymistä on hakea luvat sammalten keräämiseen niin ympäristöhallinnon luvista vastaavilta viranomaisilta kuin maanomistajaltakin. Lupia tarvitaan tietysti rauhoitettujen ja direktiivilajien sekä suojelualueilla kasvavien lajien keräämiseen ja toimenpiteisiin.

Etäsuojelusta ja sammalista

Ex situ -suojelu – eli etäsuojelu on tarkoitettu ensisijaisesti kaikkein huonoimmassa asemassa olevien, korkeimpiin uhanalaisuusluokkiin kuuluvien lajien suojeluun silloin kun pääasiallisen suojelun lajien luontaisilla kasvupaikoilla (*in situ* -suojelu) ei katsota riittävän lajin turvaamiseksi. Suomen putkilokasvilajeista on muodostettu prioriteettilista, jolla korkeimmat pisteet saaneet lajit ovat ensisijaisesti etäsuojeluun soveltuvia (Ryttäri 2013). ESCAPE – hankkeen etäsuojelukokeet kohdistuivat tälle listalle kuuluviin kasveihin. Sammalista ei vastaavaa listaa ole tehty. Hankkeessa sammalten etäsuojelun kohdelajeiksi valikoitui Suomen uhanalaisten sammalten suojelutyöryhmän suosituksesta kolme erityyppistä uhanalaiseksi

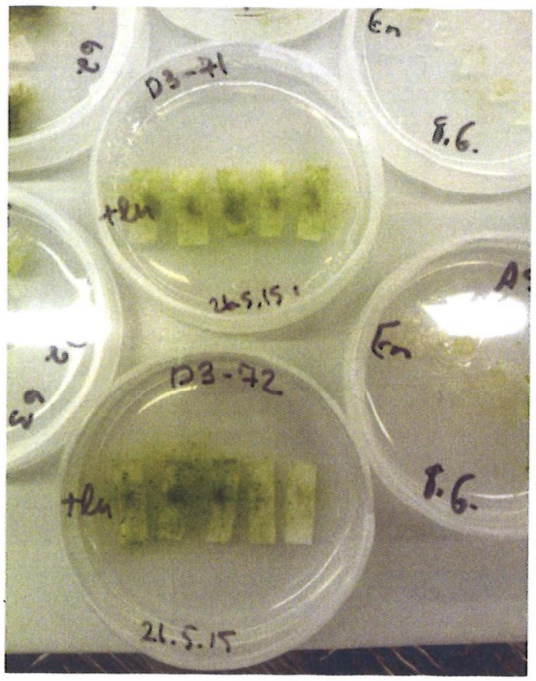
luokiteltua sammallajia: lehtisammalista luhtaisten lettojen erittäin uhanalaiseksi (EN) luokiteltu isonuijasammal (*Meesia longiseta*) ja Suomessa ihmisen luomissa kalkkiympäristöissä kasvava äärimmäisen uhanalainen (CR) nuokkulapiosammal (*Tortula cernua*) sekä paahteisten ravinteisten kallioketojen erittäin uhanalainen sekovarrellinen maksasammal tuoksukäppyräsammal (*Mannia fragrans*). Ne edustavat erityyppisiä elinympäristöjä, niillä on vain vähän tunnettuja, olemassa olevia esiintymiä (Juutinen & Ulvinen 2017) ja ne ovat ainakin osassa maata voimakkaasti taantuneet (ks. Syrjänen 2009a, 2009b, Virtanen 2009).

ESCAPE – hankkeen sammalten etäsuojelun kehittämistarpeen perusteluna esitettiin että sammalilla on vain vähän tutkittua kokemusperäistä tietoa etäsuojelusta ja sen vaikutuksista (Laaka-Lindberg 2013). On hieman yllättävää, että hankkeen aikana vuosina 2012–2017 on maailmalla julkaistu varsin vähän uusia tutkimuksia etäsuojelusta, lukuun ottamatta sammalten *in vitro* kasvatusta, mistä uutta tietoa on kertynyt runsaastikin (ks. esim. Ros ym. 2013, Sabovljević ym. 2014). ESCAPE – hankkeessa kokeiltavat ja kehitettävät etäsuojelun keinot ovat siten lajien suojelun eturintamassa edelleen. Tulosten arviointi vaatii pitkän ajan seurantaa ja kehittämistyötä, jossa on vasta päästy alkuun. Tulokset ovat kuitenkin lupaavia ja kehitystyön ja toiminnan jatkamiselle on luotu hyvä pohja.

Kaikkien kohdelajien esiintymien tilanne selvitettiin hankkeen alussa. Lisäksi lajien valikoiduissa populaatioissa tehdään populaatioiden lisääntymiskykyä ja dynamiikkaa selvittävät seurantatutkimukset. Tuoksukäppyräsammalen Lammin esiintymää seurataan kolmen vuoden ajan ja isonuijasammalen kolmea esiintymää Sodankylässä viiden vuoden ajan. Nuokkulapiosammalen Kiimingin esiintymän tilanne selvitettiin syksyllä 2016, ja sitä verrataan Risto Virtasen vuonna 2010 tekemään kartoitukseen (julkaisematon raportti Pohjois-Pohjanmaan Ely-keskus).

Sammalten mikrolisäys ja kryosäilytys

Sammalten säilyttäminen ei luonnollisestikaan ole mahdollista siemenpankissa, mutta korvaava lajien solukot elävinä ja kasvukykyisinä ylläpitävä säilytys syväjäädytettynä nestetyppisäiliöissä (ns. kryopreservointi eli kryosäilytys) on osoittautunut monille sammalille sopivaksi etäsuojelun keinoksi (Sabovljević ym. 2014). Sammalten on todettu säilyttäneen jäätyneinä elinkykynsä jopa satoja vuosia (La Farge ym. 2013). Huolimatta kryosäilytyslaitteiden ja laboratoriotyön tarpeesta, on kryosäilytys kustannustehokas tapa lajin etäsuojelussa, sillä varsinaiseen kryosäilytykseen tarvittava solukkomäärä on varsin pieni, säiliöihin mahtuu kymmeniä tuhansia näytteitä, ja säilyvyys on varsin hyvä.



Kuva 1. Kryosäilytyksestä herätettyjä sammalversoja, joita lisättiin ESCAPE-hankkeessa *in vitro* olosuhteissa Oulun yliopiston kasvitieteellisellä puutarhalla. – Cryopreserved bryophyte shoots propagated in Oulu University. © Sanna Laaka-Lindberg.

ESCAPE – hankkeessa *in vitro* menetelmien kehittämisessä käytettiin kohdelajien lisäksi testilajeina myös kairasammalta (*Meesia triquetra*) ja päärynäsammalta (*Leptobryum pyriforme*). Suoraan luonnosta tuotujen sammalversojen mikrolisäys *in vitro* -olosuhteissa sopivan esikäsittelymenetelmän kehittämiseksi osoittautui yhdeksi pullonkaulaksi koska sammalversojen pintasterilointi on tehotonta ja leväja homekontaminaatioriski on suuri. Itiöiden pintasterilointi on sen sijaan helpompaa, ja varmin keino sammalten *in vitro* kasvatuksessa onkin lisäys itiöistä. Suuri osa lajeista vaatii lisäksi nestetyppisäiliöihin varastoimiseen yksilöllisen esikäsittelyprotokollan (esim. Sabovljević ym. 2014), joka usein kuitenkin on sovellettavissa myös lähilajeille, joten testilajien avulla vältettiin uhanalaisten kohdelajien tarpeeton keruu.

Itiöiden pintasterilointi onnistui hyvin ja testien tuloksena on isonuijasammal saatu kryosäilytykseen. Isonuijasammalta on myös herätetty syväjäädytyksestä (**Kuva 1**) ja lisätty kasvihuoneessa turvepoteissa, missä kasvuun lähtö onnistui hyvin. Nuokkulapiosammalenkin mikrolisäyksessä on edistytty niin että sekin saadaan hankkeen aikana kryosäilytykseen. Maastossa kerätyssä tuoksukäppyräsammalessa ei ollut itiöpesäkkeitä eikä *in vitro* kasvatus versonkappaleista agarmaljoilla tuottanut tulosta muun muassa edellä mainitusta kontaminaatiosta johtuen. Sammal kuitenkin saatiin kasvamaan kasvihuoneolosuhteissa turvepoteissa.

Kuva 2. Kaisaniemen kasvitieteellisen puutarhan huoltokatoksen päälle perustettuun sammalkattokokeeseen lisättiin syksyllä 2014 myös nuokkulapiosammalta yhteistyössä ESCAPE-hankkeen kanssa. – *Tortula cernua* was added to the species composition of the experimental moss roof in the autumn 2014 in cooperation with ESCAPE project. © Sanna Laaka-Lindberg.

Sammalten kasvatus kasvitieteellisessä puutarhassa

Kaisaniemen kasvitieteelliseen puutarhaan rakennettiin aiempien suunnitelmien pohjalta vuonna 2016 sammal-jäkäläpuutarha, jonka tavoitteena on esitellä eteläisen Suomen sammal- ja jäkälälajistoa (Launis ym. 2016). Mukaan on ajateltu jatkossa ottaa myös uhanalaisia sammalia *ex situ* -suojeluun mahdollisuuksien mukaan. ESCAPE – hankkeessa on kokeiltu kahden kohdelajin kasvatusta puutarhassa. Nuokkulapiosammal lisättiin syksyllä 2014 mukaan Kaisaniemessä käynnissä olevaan sammalkattokokeeseen (Veuro ym. 2012). Maastosta kerättyä sammalta murskattiin kevyesti nesteeseen ja kaadettiin kasvualustalle sammalkoekatolle syksyllä 2014 (**Kuva 2**). Lisäksi nuokkulapiosammalta liimattiin kananmunan avulla puutarhan takapihan muurille pieniä määriä laastin päälle, tarkoituksena testata toimiiko tämä kiinnitystapa. Valitettavasti muurille kiinnitystä seuranneille viikoille osui runsaita sateita, jotka huuhtoivat sammaltupsut alas muurilta. Nuokkulapiosammalen menestyksestä sammalkatolla ei ole vielä lopullista tietoa, mutta tilanne tarkistetaan keväällä 2017.

Kryosäilytyksestä herätettyä Oulun kasvitieteellisen puutarhan kasvihuoneessa turvepotteihin siirrettyä isonuijasammalta on kasvatettu poteissa Kaisaniemen puutarhalla kesästä 2016 alkaen. Sammal on selviytynyt poteissa kastelun turvin varsin hyvin. Puutarhan isonuijasammalpotit ovat palautusistuksiin kasvatetuista ylimääräisiksi jääneitä potteja, jotka päätettiin säilyttää tulevaa elävissä kokoelmissa kasvatusta varten. Nämä potit tullaan istuttamaan sammalpuutarhan suosammalten kokoelmaan. Sammalpuutarha on uudenlainen osa puutarhan kokoelmaa, ja tärkeä tiedon jakamisen ja ympäristökasvatuksen keino, esteettisistä elämyksistä puhumattakaan. Uhanalaisten sammalten tuominen puutarhan elävissä kokoelmissa ihmisten nähtäville edesauttaa lajien tuntemusta ja niiden suojeluarvon ymmärrystä.

Populaatioiden vahvistaminen

Sekä nuokkulapiosammalen että tuoksukäppyräsammalen etäsuojelussa kokeillaan kesän 2017 siirtokokeissa uusien yksilöiden lisäämisen merkitystä pieniksi huvenneissa luonnonpopulaatioissa. Etäsuojelun keinoin lisättyä nuokkulapiosammalta istutetaan Kotkan Kyminlinnan muurille esiintymän vahvistamiseksi. Nuokkulapiosammal on Oulun kasvitieteellisellä puutarhalla mikrolisättyä ja kryosäilytettyä. Tuoksukäppyräsammalesta puolestaan on etäsuojelussa kasvihuoneolosuhteissa lisätty verson paloista, joita viedään pienimuotoisessa kokeessa Lammin esiintymän liepeille. Tavoitteena näillä molemmilla lajeilla on testata pienimuotoisesti muun muassa kasvualustaan kiinnittämisen menetelmiä, sillä molemmat lajit kasvavat kalkkipitoisella kivi- tai mineraalialustalla. Molempien lajien lisäys on mahdollista *ex situ* – olosuhteissa. Pienimuotoiset kokeet tuovat aikanaan lisää tietoa menetelmistä miten lajien luontoon siirtäminen parhaiten onnistuu.

Palautusistutukset

Tärkeä sammalten *ex situ* – suojelun tavoite on lajien ja niiden geneettisen muuntelun suojelu erilaisissa kokoelmissa, joista tarvittaessa saadaan materiaalia lajien luontoon palauttamista varten (Nikolic ym. 2015). On hyvin tärkeää että luontoon palauttaminen tehdään elinympäristöön joka on lajille sopiva (ks. esim. Kooijman ym. 1994). Siksi palautusistutusten ensimmäinen vaihe on soveltuvan kohteen valinta. ESCAPE – hankkeessa isonuijasammalen palautuskokeen kohteeksi valikoitui luhtainen letto, jolta laji oli joitakin vuosia aiemmin todettu hävinneeksi, mutta jonka olosuhteet todettiin lajille sopivaksi eikä merkkejä mahdollisista lähitulevaisuudessa tapahtuvista heikennyksistä havaittu.

Isonuijasammalen palautuskokeessa yhdistettiin useita erilaisia lähestymistapoja. Kokeessa seurataan palautettujen sammalpottien selviytymistä ja istutustavan vaikutusta selviytymiseen. Erilaisia mikrolisäys- ja kryosäilytykseen sopeuttamisen menetelmiä verrataan toisiinsa, esimerkiksi vaikuttaako sokerin lisääminen kasvualustaan palautettavien sammalpottien selviytymiseen. Näin saadaan tietoa parhaiten toimivasta kryosäilytysprotokollasta. Eri alkuperän merkitystä testataan vertaamalla lähistöltä noin 15 km päästä lähtöisin olevaa isonuijasammalta pohjoisesta nykyisen levinneisyyden painopistealueelta Sodankylästä olevaan kantaan. Palautusistutuksen ajankohdan merkitystä testattiin siirtämällä osa sammalpoteista syksyllä, osa keväällä. Lisäksi kokeen kryosäilytyksen läpikäyneillä käsittelyillä on vertailuna kontrollipotteja, jotka eivät ole olleet kryokäsittelyssä lainkaan. Kaikista näistä käsittelyistä on kokeessa kuusi toistoa. Seurannoissa mitataan sammallaikun peittävyys ja versotiheys poteissa, sekä mahdollisten suvullisten versojen ja/tai itiöpesäkkeiden esiintyvyys.

Tarkemmat tulokset saadaan kesän 2017 seurantojen jälkeen. Alustavien havaintojen mukaan syksyllä 2016 itiöpesäkkeitä ei vielä ollut kehittynyt. Osa poteista oli kärsinyt märän kesän seurauksena korkeana pysyvästä vedenpinnasta, mutta vain muutama potti oli tuhoutunut talven ja sateisen kesän aikana. Keväällä kasvukauden alussa istutetut potit näyttivät menestyvän syksyllä istutettuja paremmin (**Kuva 3**). Kevään 2016 seurannassa havaittiin että syksyllä istutetut talvehtivat

Kuva 3. Keväällä 2016 maastoon palautusistutettuja isonuijasammalpotteja, joissa hyvin kasvuun lähteneitä versoja syksyn seurantakäynnillä. – *Meesia longiseta* pots which were reintroduced to natural habitat in spring 2016 thrive well in the autumn. © Sanna Laaka-Lindberg.

erittäin hyvin, mutta syksyn seurantakerralla havaittiin edellisenä syksynä istutettujen kuolleisuuden olevan keväällä istutettuja suuremman. Vuoden 2017 seuranta paljastaa lisää isonuijasammalen eri käsittelyjen vaikutuksesta palautuskokeen onnistumiseen.

Avustettu leviäminen

Avustettu leviäminen on toistaiseksi lajien suojelun toimintamuotona Suomessa luvanvaraista ja kokeiluasteella ESCAPE – hankkeen puitteissa. Koska kaikki sammalten kerääminen ja rauhoitettuihin lajeihin kohdistuvat toimenpiteet ovat luvanvaraisia, päätettiin avustetun leviämisen kenttäkokeista sammalilla luopua. Oli vaikeaa löytää kohteita, joissa näitä kokeita olisi ollut mahdollista toteuttaa. Avustetusta leviämisestä sammalilla on toistaiseksi vain hyvin vähän tietoa, vaikka viimeaikainen tutkimus leviämisrajoitteisen maksasammalen siirtoistutuksista viittaa hyviin mahdollisuuksiin myös sammalten suojelukeinona (Flagmeier ym. 2016). Avustettu leviäminen tarkoittaa lajien siirtämistä turvaan ilmastonmuutoksen seurauksena heikentyneestä elinpiiristään alueelle, joka ilmastomallinnuksen mukaan voisi olla lajille sopiva tulevaisuudessa ilmaston muutoksen aiheuttamien ympäristömuutosten edetessä. ESCAPE – hankkeessa kuitenkin testataan kohdelajeiksi valittujen sammalten soveltuvuutta avustettuun leviämiseen tutkimuksissa esitettyjen kriteerien pohjalta (ks. Hällfors 2013).

Kiitokset. ESCAPE – hanke kiittää EU Life+ ohjelmaa ja Ympäristöministeriötä rahoituksesta. Lämpimät kiitokset Oulun Kasvitieteellisen puutarhan kryolaboratoriolle yhteistyöstä: Anna-Liisa Ruotsalainen, Aino Hämäläinen, Jaanika Edesi ja Peetu Rytkönen. Kiitokset myös Suomen sammalten suojelutyöryhmälle ja erityisesti puheenjohtaja Kimmo Syrjäselle kohdelajiehdotuksista.

Kirjallisuus

Flagmeier, M., Hollingsworth, P.M., Genney, D.R., Long, D.G., Muñoz, J., Moreno-Jiménez, E. & Woodin, S.J. 2016: Transplanting the leafy liverwort *Herbertus hutchinsiae*: a suitable conservation tool to maintain oceanic-montane liverwort-rich heath? – *Plant Ecology & Diversity* 9(2): 175–185.

Hällfors, M. 2013: *Criteria for assisted migration/Avustetun leviämisen soveltuvuuden arviointiperusteet.* – 3 s. Pdf. Saatavissa https://www.luomus.fi/sites/default/files/files/am-criteria_310113.pdf. Päivätty 28.1.2013.

Juutinen, R. & Ulvinen, T. 2017: *Suomen sammalien levinneisyys eliömaakunnissa 7.* – Suomen ympäristökeskus. 69 s. Pdf. http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B565EFA99-4AAF-4AC0-BD0D-D61BE33492DC%7D/97366. Päivätty 3.1.2017.

Kooijman, A.M., Beltman, B. & Westhoff, V. 1994: Extinction and reintroduction of the bryophyte *Scorpidium scorpioides* in a rich-fen spring site in the Netherlands. – *Biological Conservation* 69: 87–96.

Laaka-Lindberg, S. 2013: ESCAPE – Uhanalaisten sammalten ex situ – suojelu Suomessa. – *Bryobrotherella* 16: 37–43.

La Farge, C., Williams, K.H. & England, J.H. 2013: Regeneration of Little Ice Age bryophytes emerging from a polar glacier with implications of totipotency in extreme environments. – *Proc. Nat. Acad. Sci.* 110(24): 9839–9844.

Launis, A., Laaka-Lindberg, S., Lommi, S., Pehkonen, P., Piippo, S., Myllys, L. & Hyvärinen, M. 2016: New lichen and moss garden in the heart of Helsinki. – Teoksessa: *The 8th IAL Symposium Lichens in Deep Tme. August 1–5, 2016, Helsinki, Finland.* S. 162. Saatavilla myös: http://ial8.luomus.fi/wp-content/uploads/2014/09/IAL8_abstracts3007.pdf.

León-Lobos, P., Way, M., Aranda, P.D. & Lima-Junior, M. 2012: The role of ex situ seed banks in the conservation of plant diversity and in ecological restoration in Latin America. – *Plant Ecology & Diversity* 5(2): 245–258.

Miranto, M., Hyvärinen, M., Hiltunen, R. & Schulman, L. 2012: Ex situ conservation of threatened native plants in Finland: analysis of the current status. – *Endangered Species Research* 17(3): 227–236.

Nikolic, N., Papp, B., Vujičić, M., Szurdoki, E., Sabovljević, A. & Sabovljević, M. 2015: Bryophyte conservation biology: successful European case studies on bryophytes reintroduction – Teoksessa: Bogdanović, S., Jogan, N. (eds.) 2015: *Book of abstracts – 6th Balkan Botanical Congress, Rijeka*, September 14–18, 2015. S. 30.

Ros, R.M., Werner, O. & Pérez-Alvarez, J.R. 2013: Ex situ conservation of rare and threatened Mediterranean bryophytes. – *Flora Mediterranea* 23: 223–235.

Ryttäri, T. 2013: *ESCAPE Life+ BIO/FI/917 Ex situ suojeluun ehdotettavien 100 Suomen luonnonvaraisen kasvin prioriteettilista. Priority list of 100 native plants suggested for ex situ –conservation in Finland.* – Pdf. 12 s. Päiväys 30.1.2013. Saatavissa: http://www.luomus.fi/sites/default/files/escape-100-lajia_300113.pdf

Sabovljević, M., Vujičić, M., Pantović, J. & Sabovljević, A. 2014: Bryophyte conservation biology: In vitro approach to the ex situ conservation of bryophytes from Europe. – *Plant Biosystems – An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology* 148(4): 857–868.

Syrjänen, K. 2009a: *Meesia longiseta* – erittäin uhanalainen. – Teoksessa: Laaka-Lindberg, S., Anttila, S. & Syrjänen, K. (toim.), *Suomen uhanalaiset sammalet.* Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Ympäristöopas. S. 164–166.

Syrjänen, K. 2009b: *Mannia fragrans* – erittäin uhanalainen. – Teoksessa: Laaka-Lindberg, S., Anttila, S. & Syrjänen, K. (toim.), *Suomen uhanalaiset sammalet.* Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Ympäristöopas. S. 155–156.

Veuro, S., Lehvävirta, S. & Mesimäki, M. 2012: *Viherkattojen elinkaarianalyysi ja kestävät rakenneratkaisut. Esiselvitys.* – Helsingin yliopisto, Viides ulottuvuus – viherkatot osaksi kaupunkiympäristöä – tutkimusohjelma. Kiinteistöalan Koulutussäätiö Kiinko. Pdf. 27s. Saatavissa: http://www.luomus.fi/kasvitiede/tutkimus/viherkatot/esiselvitys_viherkattojen%20LCA.pdf.

Virtanen, R. 2009: *Tortula cernua* – erittäin uhanalainen. – Teoksessa: Laaka-Lindberg, S., Anttila, S. & Syrjänen, K. (toim.), *Suomen uhanalaiset sammalet.* Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Ympäristöopas. S. 277–279.