



EESTI MAAÜLIKOOL

Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

Maarja Mikk

MÄNNIKJÄRVE RABA KUJUNEMINE JA TAASTAMINE

THE DEVELOPMENT AND RESTORATION OF MÄNNIKJÄRVE BOG

Bakalaureusetöö

Keskkonnakaitse õppekava

Juhendaja: lektor Eva-Liis Tuvi, MSc

Tartu 2016

Kaitsmisele lubatud ”.....“ 20....a

EMÜ põllumajandus- ja keskkonnainstituudi õppedirektor/osakonna juhataja:

.....

Bakalaureusetöö juhendaja:

.....

Olen koostanud bakalaureusetöö iseseisvalt ja kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, põhimõttelised seisukohad kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

/Eesnimi, perekonnanimi ja allkiri/

Käesolev bakalaureusetöö on koostatud ühe osana EMÜ õppetööst. Bakalaureuse hindamise positiivse hindegaga ei tähenda, et põllumajandus- ja keskkonnainstituut vastutab töös meetodite, saadud tulemuste ja tehtud järelduste eest.

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Bakalaureusetöö lühikokkuvõte	
Autor: Maarja Mikk		Õppekava: Keskkonnakaitse	
Pealkiri: Männikjärve raba kujunemine ja taastamine			
Lehekülgi: 47	Jooniseid: 2	Tabeleid: 2	Lisasid: 0
Osakond: Maastikukaitse- ja hooldus Uurimisvaldkond: Hüdrobioloogia, mere- bioloogia, veeökoloogia, limnoloogia, B260 Juhendaja(d): Eva-Liis Tuvi Kaitsmiskoht ja aasta: Tartu, 2016			
Käesolev töö annab ülevaate soode kujunemisest, levikust ja taastamisest ning soode ökosüsteemi teenustest. Töö peamiseks uuringuobjektiks on Endla soostikus asuv Männikjärve raba, kus taastati looduslikku veerežiimi. Eestis on kasutatud mitmeid erinevaid taastamise meetodeid eesmärgiga parandada soostiku servaala veerežiimi ja sooelupaikasad ning liigilist koosseisu. On tehtud ka mõningaid vigu, kuid nendest on õpitud. Tulemused seni taastatud soode osas on siiani olnud positiivsed ja paljulubavad. Soid on taastatud nii masinate kui vabatahtlike talgulistel abil. Tulemustest on teada, et pinnaveetase on Männikjärve raba lõunaservas tõusnud, mis oligi taastamistööde üheks eesmärgiks. Vähendamaks aurumise kadu harvendati puistut liituseni 10%-30%. Tugevat mõju ümbritsevale märgalakompleksile avaldab looduslikust madalam veeseis Endla järves ja Sinijärves. Loodud on kogu soostikku hõlmav veerežiimi taastamiskava. Kuna taastamiskava hõlmab väga suurt ala, puudub hetkel informatsioon, millistes sihtkaitsevööndites on tööd lõpetatud ja millistes veel pooleli. 10–15 aasta pärast selgub, kas taastamistööd on vilja kandnud ja kas on tekkinud püsiv turbasamblakate või mitte.			
Märksõnad: Männikjärve raba, Endla soostik, soo, raba, taastamine			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Bachelor´s Thesis	
Author: Maarja Mikk		Specialty: Landscape protection and preservation	
Title: The development and restoration of Männikjärve bog			
Pages: 47	Figures: 2	Tables: 2	Appendixes: 0
Department: Landscape protection and management Field of research: Hydrobiology, marine biology, aquatic ecology, limnology, B260 Supervisors: Eva-Liis Tuvi Place and date: Tartu, 2016			
Present work gives an overview how the swamps are formed, about their distribution and restoration through history. It also discusses the ecological services of the swamps. The main object of this research was the bog of Männikjärve in Endla swamp where bigger attention was paid to its forming and restoration processes. It is known that the surface of the water level has risen in the area on the southern edge, as was aimed with the rehabilitation works. To reduce evaporation losses, the forest area was thinned 10% - 30%. A strong impact on the surrounding natural wetland complex is also bound to continue to the lower natural levels of water in the Lake Endla and in the Lake Sinijärve. Estonia has been using a number of different recovery methods to restore mire's hydrological regime and mire habitation and species composition in the edge areas. Mires have been restored by machinery and by volunteers. The results so far from the restored part of mires have been positive and promising. Some mistakes have been made, but the restorers claim to have learned from it. As the recovery plan covers a very large area, there is currently no information on what special management zones have been completed and what work is still in progress. Up to 10-15 years in the future will it appear if the restoration work has been successful and whether there is a persistent peat moss cover or not in the restored area.			
Keywords: Männikjärve bog, Endla marshland, mire, bog, restoration			

Sisukord

SISSEJUHATUS	5
1. TEOREETILINE ÜLEVAADE.....	7
1.1. Soo mõiste ja erinevad käsitlused.....	7
1.2. Soode teke ning levik.....	9
1.3. Soode areng ja soode tüübid.....	11
1.4. Soode levik	14
1.5. Soode ökosüsteemiteenused	15
1.5.1. Varustavad teenused	15
1.5.2. Reguleerivad ja säilitavad teenused	19
1.5.3. Kultuurilised teenused ja mugavusteenused	21
1.6. Soode taastamine maailmas ja Eestis.....	22
2. MÄNNIKJÄRVE RABA	28
2.1. Männikjärve raba kirjeldus.....	28
2.2. Männikjärve raba taastamine.....	31
3. ARUTELU.....	35
KOKKUVÕTE	38
KASUTATUD KIRJANDUS	39
SUMMARY	46

SISSEJUHATUS

Antud bakalaureusetöö eesmärgiks on anda ülevaade Jõgevamaal Endla soostikus asuva Männikjärve raba kujunemisest ja taastamisest. Rabad ehk kõrgsood on märgalad, millel on rohkelt erinevaid funktsioone ning mis osutavad inimkonnale ökosüsteemiteenuseid. Just mitmekülgsed ökosüsteemiteenuste määratlemine ja hindamine on endaga kaasa toonud omaaegsete varasemalt tehtud vigade parandamise ehk rabade taastamise. Kõnekäänd ütleb: „Selleks et mõista tulevikku, peab tundma minevikku“. Selline mõttetera kehtib ka looduse, sh soometsade ja soode kohta. Inimese suunatud muutused (nt kuivendamine, turbakaevandamine ning uudismaade loomine) ei toeta varem kujunenud ökosüsteemi säilimist. Loodus reageerib vahelesegamisele omasoodu, muutes soovitud protsessid kavandatud tulemustele vastupidiseks. Sellised näited on hoiatuseks ennetamaks võimalikke tekkivaid ohte. See tähendab, et suuremastaabilised eksperimendid loodusega võivad kaasa tuua tagasilööke. Ka Männikjärve nii nagu teiste rabade degradeerumisele on kahjuks kaasa aidanud inimkäsi.

Männikjärve raba asub Jõgevamaal asuvas Endlas soostikus ning kuulub Endla looduskaitseala koosseisu.

Püstitatud eesmärgi saavutamiseks esitati kolm uurimisküsimust:

- Kuidas sood kujunevad ning kuidas kujunes Männikjärve soo Endla soostikus?
- Milliseid ökoloogilisi teenuseid sood kannavad ja miks neid taastatakse?
- Milline on soode taastamise praktika Eestis Männikjärve näitel?

Tegu on referatiivse tööga, ülevaadetega mis baseerub kirjanduslikul analüüsil, andes ülevaate rabadest ja nendega seonduvast nii globaalsel kui ka lokaalsel tasandil. Erilise tähelepanu all on Männikjärve raba kujunemine ja selle taastamine.

Töö autor tänab juhendajat Eva-Liis Tuvi suure tõhusa abi eest bakalaureusetöö teoreetiliste küsimuste lahendamisel. Lisaks tänab töö autor Riigimetsa Majandamise Keskuse kaitsekorraldusspetsialisti Kaupo Kohvi, kes oli valmis jagama minuga nii

kogemusi kui ka seisukohti, mis oli seotud käesoleva töö koostamisega, ning kõiki teisi, kes aitasid kaasa bakalaureusetöö valmimisele.

1. TEOREETILINE ÜLEVAADE

1.1. Soo mõiste ja erinevad käsitlused

Loodusteadlased on asunud seisukohale, et sõna „**soo**“ on üks vanimaid eesti keeles kasutatavaid sõnu (Ilomets 2001). Vanemas eesti keeles oli ülimärgade, põllumajanduslikult kasutute maade nimetamiseks mitmesuguseid sõnu, millest kõige levinumad – soo ja raba – olid eri kohtades kasutusel eri- või peaaegu samatähenduslikena. A. Hueck tegi esimesena eesti keeles vahet soo, rabba ja paijo (võsastunud sooniit) vahel (Valk 1988). Soo ja raba eristamine ei olnud lausaline, mõnel pool oli kasutusel endiselt soo ja raba üldises tähenduses. Teaduslikes töodes eristati soo- ja rabataimi. Kui aga oli vaja nimetada igasuguseid märgi maid, öeldi sood-rabad või sood ja rabad (Valk 1988).

Pärast II maailmasõda, 1940ndate aastate lõpul, alustati soostunud maade ulatuslikku kuivendamist ja taaslaienes turbatööstus. See tingis ühise soiste alade üldise koondnimetuse kasutuselevõtu ning koondnimetus pidi vastama venekeelsele sõnale *болото*. A. Raudsepp kasutab oma raamatus üldist mõistet turbasoo ja jaotab need madal- ja kõrgsoodeks ning vahepealseteks üleminekusoodeks (Valk 1988). Sealt tuli kasutusele üldmõiste soo ja selle alajaotuseks said madal-soo, kõrgsoo ja neile vahepealne siirdesoo. Termin *siirdesoo* võeti ametlikult kasutusele K. Kildema ettepanekul 1950. aastal üleminekusoo või ebaloogilise rabasoo ja sooraba asemel (Valk 1988). Kõrgsoo kõrval jäid kasutusse ka raba ja kõrgraba, saksa *Hochmoor* sõnasõnaline tõlkevaste.

Sood on osa turbaaladest. Soo on **turbaala**, kus turbakihi paksus on üle 30 cm ning selle ladestumine ei ole katkenud (Paal, Lode, 2011). Seega on turbaala laiem mõiste, kui soo, sest turbaala turbalasundi tüsedus ei ole kindlalt määratletud ning turba ladestumine võib jätkuda, olla katkenud või degradeerunud.

Tihti kasutatakse soode kohta sõna **märgala**, mis on algselt pärit Põhja-Ameerikast ja levis kiiresti inglisekeelses keskkonnas (Ilomets 1998). Märgalade mõiste on oluliselt laiem kui soode oma. Lisaks soodele ja turbaaladele kuuluvad märgalade hulka veealad (sh rannikujärved, rannikualad, siseveekogud) ja merealad, mille sügavus mõõna ajal ei ületa kuut meetrit (The List... 2016).

Maastikulises käsitluses on sool kui maastikuüksusel mitmeid definitsioone, ühiseks jooneks on turba esinemine. Soo on selline osa maastikust, kus alalise veerohkuse ja hapnikuvaeguse tõttu mullas jääb osa orgaanilist ainet lagunemata ning ladestub turbana (Valk 1988). Aroldi (2001) käsitluses on soo maastikuüksus, milles toimub või on toimunud turbatekke-protsess. Paali (2011) kohaselt on soo maastik, kus alalise veerohkuse ja hapniku vaeguse tõttu mullas jääb osa orgaanilist ainet lagundamata ning see ladestub sobivate akumulereeringimuste korral ajapikku soomulla ehk turbana.

Geoloogilisest aspektist on soo eeskätt kui turbamaardla, kus on tekkinud nii suures koguses turvast, et seda saab toota, st turbalasund on küllalt paks (Arold 2005). Turvas on heterogeenne segu rohkem või vähem lagunenud taimsest materjalist, mis on kogunenud veega küllastunud keskkonnas ja kus on hapniku puudus (IPS 2016). Vastavat protsessi maastikus nimetakse soostumiseks, vastavalt mullatekkesuunda aga turvastumiseks. Turvasmullad (turba tusedusega üle 30 cm) moodustuvad turvastumise käigus maapinnale ladestunud taimse varise muundumisel (Astover 2012:227). Turbakihi түsenedes jäävad alumised turbakihid muldkattest välja ja muutuvad maavaraks – turbalasundiks.

Turvas tekib soo kõige pindmisemas õhurikkas osas ning on oma olemuselt taimejäänuste konserveerunud kogum. Üksteisele järgnevad erineva koostisega turbakihid moodustavad kokku turbalasundi, mis järgib soo arengut (Valk 1988). Soo turbalasund jagatakse kaheks osaks: akrotelmiks ja katotelmiks. Akrotelm (turbatekkekiht) on soovee tasemest kõrgemal olev soo pindmine hapnikurikas osa, kus toimub orgaanilise aine moodustumine ja selle osaline lagunemine, katotelm on sooveetasemest sügavamal anaeroobsetes oludes olev turbalasundi osa, kus lagunemine on kordi aeglasem (Paal, Lode 2011). Turba kui maavara puhul tehakse vahet vähe- ja hästilagunenud turbal (Looduslik mitmekesisus 2014).

Kolmandaks võimaluseks soid käsitleda on soo kui kasvukoht, kus kasvavad niiskuslembesed taimed. Eestis on olnud kasutusel mitmeid jaotusi soode kasvukohatüüpide kohta (Paal, 1997). Euroopa Liiduga ühinemisel võttis Eesti endale kohustuse kaitsta üle-euroopalise tähtsusega liike ja nende elupaiku. Loodusdirektiivi (EÜT L°206, 22.07.1992) lisades on loetletud liigid ja elupaigatüübid, kelle kaitseks tuleb moodustada hoiualad ja tagada soodne seisund. Loodusdirektiivi elupaigatüüpide ja Eesti taimkatte kasvukohatüüpide klassifikatsiooni ühilduvust on selgitatud „Loodusdirektiivi“ elupaigatüüpide käsiraamatus (Paal, Leibak 2013).

Kokku leidub Eesti soodes üksteist kasvukohatüüpi, sooinventuuride käigus lisandus senisele kümnele veel lammissoode kasvukohatüüp (Paal, Leibak 2013:5).

Eelmainitud nimetatud soo elupaigatüübid on järgmised: rabad – nii looduslikus seisundis (7110*) kui inimese poolt rikutud, kui ka taastumisvõimelised rabad (7120), siirdesood ja õõtsiksood (7140), niisked luitenõod (2190), niiskuslembesed serva-kõrgrohustud tasandikel ja mäestikes alpiinse võõndini (6430), nokkheinakooslused turvastunud nõgudes (7150) ning Fennoskandia mineraaliderikkad allikad ja allikasood (7160). Eraldi rühmas on karbonaatsed madalsood – lääne-mõõkrohu ja raudtarnakoosluste liikidega lubjarikkad madalsood (7210*), sinihelmikaniidud karbonaatsel või turvastunud mullal või savikatel mudasetetel (6410), nõrglubjelasundit moodustavad allikad (7220) ning aluselised ning nõrgalt happelised liigirikkad madalsood (7230). Looduslikus seisundis rabade ja lääne-mõõkrohu ja raudtarnakoosluste liikide lubjarikaste madalsoode säilimise eest kannab Eesti erilist vastutust (elupaigatüübi numbri järel on *). See on tingitud sellest, et Eestis tuleks kaitsta neid liike, mis on haruldased või ohustatud meie naabermaades (Paal, Leibak, 2013:44). Kindlasti ei tohi unustada ka Eestis kasvavaid haruldasi või ohustatud liike.

1.2. Soode teke ning levik

Soode tekkeks on vaja teatud tingimusi. Erinevad teadlased käsitlevad tingimusi mõneti erinevat vahet (detailsuse aste on erinev). Ilomets (2007) eristab kahte tingimust. Esiteks peab sademete hulk ületama aurustumise hulka maapinnalt ja teiseks eelduseks on pinnase halb veeläbilaskvus (Ilomets, Kimmel 2007). Valk (1988) ning Paal (2011) eristavad tingimustena kliimat, (rõhutades sademete hulga ja auramise suhet ja temperatuuri), pinnamoodi ja pinnakatet (vete äravoolu võimalused) ning hüdrogeoloogilisi tingimusi (lähtekivimi veepidavus).

Soode tekkel eristatakse kahte stsenaariumi. Sood võivad tekkida kas maismaa soostumise tulemusel või veekogude kinnikasvamisel. Arengustsenaariumi on võimalik kindlaks teha uurides turbalasundi põhja osa – seal kas on järvelisi setteid (järvemuda ehk sapropeeli, järvelupja) või mitte (Valk 2005).

Maapinna soostumise tulemusel tekkinud soid nimetatakse terrigeenseteks soodeks. Mineraalmaa soostumine võib toimuda kahel viisil (Paal 2011), mis toob mõlemal juhul endaga kaasa mulla omaduste, sh viljakuse, halvenemise (Valk 2005). Nõgudes kujuneb veega küllastunud mullal vettpidav gleihorizont ja soostumine toimub läbides kõiki arenguetappe madalsoost rabani. Liivadel, kus puudub äravool, tekib leetumise tulemusena vettpidav horisont – nõrgkivi ehk ortstein (Paal, Lode 2011:9). Nõrgkivi teke on Eestis enamasti seotud metsapõlengutega ja niisuguse soostumise korral madalsood ei kujune, vaid soostumine algab siirdesoo- või rabafaasiga (*Ibid*). Survelise põhjaveega (allikatekkelisi ehk soigenseid) soid leidub Eestis kõrgustike jalameil, sh Endla soostik (Valk 2005).

Teiseks soode tekkevõimaluseks on kunagiste **järvede kinnikasvamine**. Järve kinnikasvamisel on samuti kaks erinevat võimalust – kas kinnikasvamine algab põhjast (sapropeeli tüsenemisega) või pealt õõtsikuga. Õõtsikuga kasvavad kinni peamiselt väikesed tuulte eest varjatud järved. Kõige levinum on üheaegne, nii põhjast kui pealt, kinnikasvamine (Paal, Lode 2011a:9). Esimeses arengufaasis kujunevad madalsookooslused. Sealt edasi kulgeb areng siirdesoo ja raba faasi suunas. Järvetekkelistel soodel eristatakse limnogeenseid soid – järvest tekkinud sood ning soodi- ja laguunitekkelisi (rannikulõukalisi) soid (Paal 2011). Soodisood on tekkinud jõeloogete ehk meandrite kinnikasvamisel. Laguunitekkelised ehk rannikulõukalised sood on tekkinud maakerke tagajärjel eraldunud lahtedest (Ilomets, Kimmel 2007).

Ligikaudu 60% Eesti soodest on kujunenud arumaa soostumisel ja ülejäänud on tekkinud järvede kinnikasvamisel (Paal, Lode 2011a:9). Kui vee või mandrijää alt vabanenud pind hakkab koheselt soostuma, siis selliseid soid nimetatakse esmasteks ehk primaarseteks soodeks. Veekogu või metsa asemel tekkinud soo on tekkinud teisese ehk sekundaarse soostumise tulemusel. Soome soodeuurijate arvates on aga ligi pooled Soome soodest primaarse tekkega (Ilomets, Kimmel 2007).

Vanimad esmased sood Eestis on moodustunud vahetult mandrijää taandumisel kas jää alt või jääsulavetest vabanenud maapinnal (Ilomets, Kimmel 2007). Eestis leidub preboreaalse vanusega esmaseid soid Kagu-Eesti saarkõrgustike nõgudes, samuti küünib mitmete Soomaa soode vanus vähemalt 10 000 aastani (*Ibid*). Madal-Eestis algas soostumine umbes 1500 aastat hiljem – umbes 8500 aastat tagasi. Intensiivne järvede kinnikasvamine algas umbes 6500 aastat tagasi (Paal, Lode 2011a:9).

Ulatuslike soode teke võis Eestis toimuda umbes 5500 kuni 4000 aastat tagasi (*Ibid*). Sellest ajavahemikust võivad olla alguse saanud ligi pooled, tänaseks enam kui 300 hektari suuruseks kasvanud, sood. Ka viimasel paaril aastatuhandel on uusi soid juurde kujunenud, kuid enamasti on need suhteliselt väikese pindala ja õhukese turbalasundiga. Tänapäeval jätkub maapinna kerkimisel mere alt vabanenud maa esmane soostumine.

1.3. Soode areng ja soode tüübid

Soode areng

Turba tekkimisega muutuvad mitmed tingimused. Turvas on ühest küljest soo arenemise tulemus, aineringe teatav püsiv vahesaadus, teisest küljest aga keskkond, milles toimub soo edasine areng, sest temas liigub vesi ja temast toituvad taimed – uue turba tekitajad (Arold 2001). Soostumisprotsessi tulemus osutub seega ühtlasi soo enda edasise arenemise tingimuseks ja põhitunnuseks (Masing *et al.* 1997).

Toitainete vaesust põhjustab soos pidevalt juurde moodustuv turvas, mis isoleerib põhjavee. Toitainete vähenemine põhjustab **madalsoo** keskosas taimestiku muutusi – domineerima hakkavad vähenõudlikud taimeliigid. Rohundite ja tarnade asemele tulevad turbasamblad, mis tekitavad mosaiikse taimkatte. Mätastel on rabale iseloomulikud taimed ja mättavahedes madalsoo taimed. Soo on jõudnud **siirdesoo** arenguetappi. Siirdesoo ei ole tavaliselt pikaajaline protsess, kuid võib sobivate tingimuste korral (veetaseme aeglane tõus) kesta aastatuhandeid, nt Emajõe Suursoo mõnedes osades (Paal, Lode 2011a).

Madalsoole iseloomulik soo nõgus või lauge pind hakkab soo keskosas kumerduma tänu turbasammalde aktiivsele kasvule. Koos turbasammalde invasiooniga toimuvad põhjalikud muutused soo hüdroloogilises režiimis (vee liikumine) ja hüdrokeemilistes omadustes (vee pH muutub sademetevee domineerimise tõttu happelisemaks). Madalsoo faasis valgus vesi servaaladelt keskele, raba faasis aga vastupidi – keskelt servadele. Kumera pinnaga rabaala laienemisel hakkab kujunema mikrotopograafiline pinnastruktuur – kontsentriselt ümber kõrgema keskosa moodustuvad älved ja rabapeenrad, samuti laukad. Nende pikitelg on risti veeväljavoolu suunaga. Soo on jõudnud viimasesse arengufaasi – **raba** staadiumisse.

Soid saab liigitada väga mitmeti – arengustaadiumite, veerežiimi ja hüdrokeemiliste tingimuste (toitumine) alusel ja ka komplekstunnuste alusel valdkondadeks.

- Arengustaadiumite alusel

Ülevaate soode morfoloogial ja arengustaadiumitel põhinevast jaotusest annab tabel 1. Arengustaadium on seotud mitmete tunnustega või nende puudumisega.

Tabel 1. Soo põhitüüpide võrdlus (Masing (1995) ning Arold (2001) järgi)

	Madalsoo	Siirdesoo	Raba
Veerežiim ja sellest tulenev toitumus	Sademed, põhja, pinna- ja tulvaveed; rohketoitelisus (eutroofsus)	Sademed, nõrgem põhja- ja tulvavete osas; segatoitumus, kesktoitelisus (mesotroofsus)	Ainult sademed; vähetoitelisus (oligotroofsus)
Pinnareljeef	Tasane või nõgus	Tasane	Kumer või tasane
Mikroreljeef	Tasane või rohumätastega	Kõrgete sambla- ja villpeamätastega	Vahelduv; mättad, peenrad, älved
Puurinne	Sookask, kohati sanglepp ja teised, harva mänd	Sookask ja mänd (teisi pole)	Ainult mänd, harva sookask
Põõsarinne	Madal kask, porss, pajud, paakspuu	Harva madal kask, porss (Lääne-Eestis)	(Puudub)
Puhmarinne	(Puudub)	Jõhvikas, mätastel kõik rabataimed	Kanarbik, sookail, sinikas, kukemari, küüvits, jõhvikas
Rohurinne	Liigirohke (angervaksa jt. rohunditega) või liigivaene	Lohkudes madalsootaimed, mätastel rabataimed; sage soopihl, ubaleht	Liigivaene: tupp-villpea, murakas, rabakas
Samblarinne	Valdavalt pruunsamblad (pärislehtsamblad) nn.	Mitmekesine, mätastel turbasamblad	Valdavalt turbasamblad
Turvas	Valdavalt puitu-sisaldavad turbad (sobiv väetiseks, kütteks)	Valdavalt tarna- ja sfagnumiturvas (sobib kütteks, allapanuks, aianduses)	Ainult sfagnumiturvas (sobib allapanuks, aianduses)

- Veerežiim ja hüdrokeemilised tingimused

Sõltuvalt vete hüdrokeemilisest koostisest ja päritolust jagunevad sood kaheks suureks grupiks - minerotroofseteks (sademe - ja põhjaveest toituvad) ja ombrotroofseteks (üksnes sadevetest toituvad) (Ilomets *et al.* 2007).

Minerotroofsed sood jagunevad omakorda:

1. Minerotroofsed sood, mis saavad oma vee nii sade – kui ka põhjaveest;
2. Soligeensed sood (allikasood) – need on valdavalt allikalise toitumisega;
3. Topogeensed sood (nõosood) – domineerib põhjaveeline toitumine;
4. Limnogeensed sood (õõtsikusood ja lammisood) – kujunevad veekogude kinnikasvamisel või iseloomulik perioodiline ülejutus tulvavetega;
5. Ombrotroofsed sood, mis toituvad üksnes sadeveest (Paal 2011b).

Sageli ümbritsevad rabasid segatoitelised ehk miksotroofsed siirdesood. Neis on iseloomulik kaheksugune toitumus – nii vihmaveest (mikroreljeefi kõrgematel vormidel, nt mättad) kui ka põhjaveest (mättavahedes) (Paal 2011b).

Kuna sademed sisaldavad väga vähesel määral taimede kasvuks vajalikke toitaineid, siis nimetatakse põhiliselt sadevetest toituvaid sood ka toitainetevaeseteks ehk oligotroofseteks (Ilomets *et al.* 2007). Rabad on oligotroofsed. Rohketoitelised ehk eutroofsed sood on madalsood.

- Valdkonna jaotus

Soode leviku ja nende omaduste alusel (sh floristiline, geobotaaniline rajoneering ning turbalasundi ehitus) on Eesti jagatud kaheksaks soovaldkonnaks (Masing 1988). Osade valdkondade piires eristatakse ka allvaldkondi.

1.4. Soode levik

Sood on levinud kõikjal maailmas, kus on täidetud turba tekkimise tingimused. Soodsad tingimused soostumiseks on põhjapoolkeral Euroopas, Aasias ja Põhja-Ameerikas paraskliimavöötmes (Valk 1988), kuid nende soode levik on ebaühtlane. Euroopas on enim soid põhja- ja loodeosa okas- ja segametsade vööndis, eelkõige merelise kliimaga piirkondades.

Ligi pool maailma märgaladest on sood (3,4 miljonit km²). Soodest omakorda pool paikneb põhjapoolkera parasvöötmes (The Ramsar... 2016). Märkimisväärse osa territooriumist hõlmavad sood Soomes (1/3), Rootsis (15%), Poolas (10%). Sood ei esine üksnes madalal kõrgusel, näiteks võib leida soid Kesk-Euroopa mäestikes ning isegi sademetevaestes Kesk-Aasia mäestikes (allikasood) (Valk 1988). Lõuna-Euroopas leiab soid vaid mäestikes (Valk 2005).

1950ndatest aastatest alguse saanud soode kuivendamisprogrammi raames on paljud Eesti väikesoodest kas hävinud või põllu- ja metsamaaks muudetud (Ilomets, Kimmel 2007). Turba kaevandamisega on hävitatud ligikaudu 30 000 ha rabasid. Turbakaevandamise tõttu kuivendatud rabakoosluste pindala võib ulatuda Eestis kokku 50 000 – 60 000 hektarini (Paal, Leibak 2013:27).

Viimaste inventuuride kohaselt on soode pindala vähenenud 1950ndatest aastatest alates 2,8 korda (Paal, Leibak 2013:3). Segadust tekitab ka sarnaste, kuid siiski eritähenduslike mõistete vääriti kasutamine. Turbaalad, mitte sood, hõlmavad 22,3% Eesti territooriumist (Oru 1992, 1995). Sood katavad vaid 5,3% Eestist (Paal, Leibak 2013:119). Seega 17% on maa-alast on kaetud soostuvate rohumaade ja metsadega, sh soometsade ja kõdusookooslustega ning muude degradeerunud turbaaladega. Iga-aastaselt suureneb ka ammendatud ja mahajäetud turbaväljade pindala. 2009. aastal lõpetatud inventeerimise tulemuste põhjal oli nende pindala 9371 ha, järgmisel paaril aastakümnel suureneb see veel enam kui kaks korda (Paal, Leibak 2013:28). Seega toimub taassoostumine, kuid soola taastumiseks kulub palju aega.

1.5. Soode ökosüsteemiteenused

Soode ökoloogilistele teenustele ehk funktsioonidele on tähelepanu pööratud alates esimestest suuremahulistest soode uuringutest. Ökosüsteemiteenused kerkisid esile möödunud sajandi 90ndatel aastatel (Sall *et al.* 2012). Ökosüsteemiteenuste jaotusi on mitmeid. Levinumad on MEA (*Millennium Ecosystem Assessment*), TEEB (*The Economics of Ecosystems and Biodiversity*) ja CICES (*Common International Classification of Ecosystem Services*) (Külvik *et al.* 2016, Kosk 2016).

Kõik süsteemid sisaldavad varustavaid, reguleerivaid ja kultuurilisi teenuseid. Viimasel ajal ja eriti Euroopas on valdavaks CICESi jaotus, mis on hierarhilise ülesehitusega, kus kõrgemal tasemel on teenuste kategooriad – varustavad teenused, reguleerivad ja säilitavad teenused ning kultuurilised teenused (Külvik *et al.* 2016). Ökosüsteemide rahalise väärtuse hindamisel eelistatakse samuti otseseid teenuseid käsitlevat CICESi klassifikatsiooni (Kosk 2016). Eestis on koostatud ülevaated märgalade ökosüsteemi teenustest (Kimmel 2009), rabade ökosüsteemi teenustest Kuresoo raba näitel (Kosk, Lõhmus 2011) ning mere ja siseveekogude ökosüsteemi teenustest (Kosk 2016).

Tänapäeval on sood võrreldes varasemaga muutumas üha väärtuslikumaks, andes nii otsest kui kaudset tulu (Tabel 2). Peamine otsene väärtus seisneb turbafondis, võimaldades seda kasutada nii kütteks kui alusturbana. Kaudse väärtusena on sood puhta vee ja õhu reservuaarideks, haruldaste ja ohustatud liikide kasvukohaks, oluliseks süsinikusidujaks, hapniku vabastajateks ning esteetiliste värvide ja vormide kujundajaks maastikul (Kosk, Lõhmus 2011). Samas ei tohi unustada seda korvamatut väärtust, mida sood annavad inimesele – vaimne ja füüsiline heaolu.

1.5.1. Varustavad teenused

Turvast kasutatakse nii kütteks, elektri tootmiseks kui ka kasvusubstraadina, vähesel määral loomakasvatuses allapanuks. Eestis on turba kütteks kasutamisel kauaaegne kogemus - juba 19. sajandi keskel võeti arvele rohkem kui 300 käsitsi kaevandatud turbaauku (Paal 2007:27).

Tabel 2. Märgalade poolt pakutavad ökosüsteemi teenused CICESis süsteemi alusel (Kimmel (2009) ja Kosk, Lõhmus (2011)* järgi).

TEENUS	SELGITUS
VARUSTAV TEENUS	
Kütus	Turvas nii soojuse kui elektri tootmisel
Kiudaine	Aianduse turvas, pilliroog, hundinui, puit, hein
Toit	Kala, ulukid, marjad
Biokeemilised tooted	Turvas keemiatööstusele, aga ka kosmeetikale, ravimuda, ravimtaimed
Maa	Rohumaa karjatamiseks (sookarjamaad)
Magevesi	Joogivesi
Mulla moodustamine*	
REGULEERIVAD JA SÄILITAVAD* TEENUSED	
Kliima reguleerimine	Kasvuhoonegaaside regulatsioon (allikas ja siduja)
Hüdroloogilised režiimid	Põhjavee kogumine ja vabastamine, veehoidla
Saaste kontroll	Liigsete toit- ja saasteainete eemaldamine ja taaskasutusse võtmine
Looduslikud häiringud	Üleujutuste kontroll lammialadel ja tormikaitse rannikumärgaladel
Elustik, elupaigad	Liigid, sh looduskaitseks väärtuslikud liigid, elupaik
KULTUURILISED TEENUSED	
Spirituaalne inspiratsioon	Muljed ja heaolu
Puhkus	Turism, puhketegevus ja hobid (linnuvaatlus, loodusfoto)
Esteetiline	Looduse austus, lugupidamine
Teadus	Hariduse omandamise võimalused, <i>uurimiste läbiviimise koht*</i>
Ajaloolised paigad*	<i>Kultuurilooliselt olulise tegelasega seotud koht, nt Kuresoos M, Saare sünnipaik*</i>

Masinatega lõigatud turvast kasutati Sindis alates 1861. aastast, samast perioodist pärinevad ka teated alusturba (allapanuks kasutatav turvas) kaevandamisest (Turvas 2016). 20. sajandi algul suurenes turba kasutamine kütusena ka elektri tootmisel. See moodustas 1926. aastal kogu tööstuses kasutatud kütusest 10% (Ilomets *et al.* 1995). 1922. aastal asutatud riikliku ettevõtte Riigi Turbatööstuse eesmärgiks oli korraldada ja koordineerida turba kaevandamist, ning ühendada senised turbatööstused (Turvas 2016).

Väiksemad turbatootjad ühinesid kohalikeks ühistuteks (Juske 1995). Turba tähtsus küttemajanduses vähenes seoses puidu osakaalu tõusuga aastatel 1925–1935. Metsade kaitsmiseks, algatas valitsus 1936. aastal kütusereformi eesmärgiga suurendada turbakütuse osakaalu. Freesturba (peenturvas) kaevandamist alustati Eestis 1938. aastal (Luberg 1995). Enne Teist maailmasõda kaevandati turvast 1,77 miljonit m³ (Raudsepp 1946).

Pärast Teist maailmasõda kasvas turba kasutamine kütusena märkimisväärselt (mehhaniseeritud kaevandamine, briketitehaste avamine) (Paal *et al.* 1999). Nõudlus alusturba järele kasvatas 1950–1960ndatel aastatel freesturba kaevandusmahtusid ja rajoonides loodi põllumajandustehnika koondised (EPT-d). Turba kaevandamist hakati finantseerima riigieelarvest. Buum lõpetas väiksemate ettevõtete tegutsemise, sest väikesemahulist tehnikat nappis. 1982. aastal lõpetati tükkturba (pressitud turba) varumine, kuid 1987.–1988.aastal alustati sellega taas (Paal *et al.* 1999).

1980. aastaks oli Eestis mehhaniseeritult kaevandatud kokku 8,5 miljonit tonni ehk üle 21 miljoni m³ turvast (Luberg 1995). Kaevandamise maht oli maksimaalne 1980. aastatel, mil asuti kaevandama ka väetusturvast (Paal 2007:28). Alates 1990. aastate algusest pole turba kaevandamise aastane maht ületanud 1,5 miljonit tonni, kuigi freesturba kaevandamine ekspordiks suurenes 1990ndatel märkimisväärselt (Kaevandamine 2016). Plokkturba kaevandamist aianduslikuks otstarbeks alustati 1990. aastal (Turvas 2016). Turbabriketi tootmine on vähenenud, kuid kütteturba nõudlus on suurenenud seoses koostootmisjaamade valmimisega Tartus, Tallinnas ja Pärnus ning väiksemates asulates (Kaevandamine 2016).

2013. aastal püsis aastane turba eksport suurusjärgus 600 000 – 700 000 tonni aastas. Peamisteks sihtriikideks olid Holland, Belgia ja Saksamaa. Üldse eksporditi Eesti turbatooteid enam kui 100 riiki (Kaevandamine 2016). Võrreldes 1990ndate. aastatega on suurenenud turba kohapealne väärindamine.

Maavaravarude bilansi andmetel on Eestis turvast kaevandatud 77,5 miljonit tonni (Kaevandamine... 2016). 2015. aastal kaevandati turvast ligikaudu 716 tuhat tonni (suhe on vähelagunenud turba kasuks), eelnenud aastaga on kogus vähenenud 33% (Jürgens 2016). Turbale on määratud aastane kaevandamismäär, mis sõltub maakonna varudest (Maapõueseadus 2004, 17.07.2015; § 26 (5); Turba kriitilise varu ... 2005, 01.01.2006). 2013. aasta 31. detsembri seisuga oli keskkonnaregistri maardlate nimistus 893 turbamaardlat (Raudsep 2014).

Oluline probleem on turbavarude vähenemine, sest väga aeglaselt taastuva loodusvarana kasutatakse seda tunduvalt rohkem kui juurde tekib. Tulevikus võib eeldada, et Eesti turbatööstus keskendub enam kas mahajäetud jääksoodele või kuivendatud turbaaladele ning looduslikus olekus soid suures ulatuses kasutusele ei võeta (Niitlan 2016).

Kiudaine. Rabades kasvavat pilliroogu, hundinuia ja vähesel määral ka heina on võimalik kasutada ehitusmaterjalina (Kimmel 2009). Turbasammalt on ajalooliselt kasutatud ka palkehitiste tihendamiseks.

Biokeemilised tooted. Tänapäevases kosmeetikas on märksõnaks looduslähedus. Kosmeetikas on turvas bioaktiivne tooraine, mis kogub populaarsust ka väljaspool Eestit (Meie lugu 2014). Lisaks kasvab soodes ravimtaimi, nt sookail, rabamurakas ja kanarbik.

Puit. Eestimaa asub kliimaatiliselt metsa kasvuks soodsas piirkonnas, isegi kui algselt kasvutingimused ei ole metsakasvatuseks ideaalsed. Metsamaa rajamise otstarbel kuivendatud turbamaadel kasvavat puitu käsitletakse taastuva kütusena (Niitlan 2016). Teine peamine põhjus, miks soid kuivendati oli metsakasvu soodustamine. Hapnikuvaeguse ja kahjulike ühendite külluse tõttu on rabavesi puude kasvuks ebasoodsate omadustega. Puude kasvu parandamise esmaseks tingimuseks on rabavee taseme viimine vähemalt 0,4 m sügavusele. Vee liikumine rabas soodustab puude kasvu, millega on seletatav puude parem kasv rabajärvede ja laugaste ääres ning muudes rabaosades, kus vesi liigub paremini (Valk 2005). Pika uurimis- ja eksperimenteerimise taustal selgus, et majanduslikult ei ole rabade kuivendamine ära tasunud (Milleks seda... 2016). Samuti kaasnesid mittesoovitavad probleemid, nagu näiteks suur tuleohtlikkus.

Joogivesi. Pruun rabavesi on happeline ja mineraalainete sisaldus äärmiselt väike, ei kustuta see janu, kuid samas on orgaaniliste ainete kontsentratsioon väga kõrge. See ongi

põhjuseks miks ei ole raba joogivee pakkuja kuigi soos on mitmeid veekogusid (älved, laukad ja veesooned) (Valk 2005).

Toit. Sood pakuvad nii loomset kui ka taimset toitu. Soode veekogud ei ole kalarikkad, kuid ahven ja haug on siiski võimelised rabajärvedes elama. Soid kasutavad ka mitmed ulukid nii püsiva elupaigana kui ka rändamisel. Rohkem teatakse sood kui marjamaad (peamiselt jõhvikad, sooservades ka pohlad, sinikad ja mustikad).

1.5.2. Reguleerivad ja säilitavad teenused

Hüdroloogiline režiim. Rabades kujuneb veerežiim iseseisvalt. Raba on kui veekuhi, kus oligotroofsed sajuveed on väikese kuivaine hulga poolt tugevasti seotud. Raba veetaseme kõrgus, selle tõus ja langus sõltuvad sademete hulgast, auramise intensiivsusest ja soopinna kallakusest. Raba keskel on veetase 4-8 m kõrgemal kui rabaga piirneval mineraalmaal. Raba auramisvõime on aastas 20-25 mm võrra madal soo omast väiksem (Valk 2005). Rabaturba massist on vett 90-95%. Kuna sademed ületavad aurumist, suureneb veevaru rabas iga aastaga. Rabas ei ole karta puudel veenappust, ei põua ajal ega kõige tugevamagi kuivenduse korral. Metsa kuivenduskraavi mõju rabavee sügavusele ulatub vaid 15–20 m kaugusele ega ulatu kaugemale ka kraavide suure sügavuse puhul (Valk 2005). Rabavesi on edifikaatorlikuks teguriks, mis mõjustab teisi ökoloogilisi tegureid ja tugevdab maastiku soostumist.

Soode metsa- või põllumajandusliku kasutamise, samuti turbakaevandamise põhiliseks eeltöoks on kuivendamine. 1918-1940 melioreeriti valdavalt põllumajanduslikuks otstarbeks rohkem kui 350 000 ha maid (Ratt 1985). Metsastamisele läks kogu kuivendatud alast umbes 5%. Pärast II maailmasõda soode kuivendamine hoogustus, kuivendati nii turba kaevandamiseks, põllumaa saamiseks kui ka metsanduslikul otstarbel. 1980. aastate lõpuks oli Eestis maaparandusega hõlmatud kokku 1 006 300 ha, sealhulgas 338 400 metsa- ja 584 400 ha põllumajanduslikku maad (Paal, Leibak 2013:48). Eestis on kuivendatud või kuivendusest mõjutatud umbes 70% soodest (Ilomets, Kimmel 2007). Soode kuivendamine mõjutab nii kraavitatud alasid kui ka nende ümbrust (Paal 2011).

Põhjavee taseme alandamine mõjutab naaberalade veerežiimi ning mikrokliimat ja elustikku. Mõju ulatus sõltub kuivendusobjekti asukohast soos, soo suuruselt ja tüübist (kas madalsoo või raba). Enamasti moodustab kuivenduse kaudse mõju ala 20–150% kuivendusobjekti pindalast (Paal 2007:21). Hinnanguliselt moodustavad keskmise või tugeva kuivendusmõjuga sood Eesti soodest 12%, osaliselt keskmise või tugeva kuivendusmõjuga aga 12,4%. 5% soode puhul on kuivendusmõju hindamata või teadmata (Looduslik mitmekesisus 2014:158).

Vee kvaliteedi parandamine ja reoainete transpordi kontroll on märgalade üks olulisemaid reguleerivaid teenuseid (Kosk, Lõhmus 2011).

Saaste kontroll. Sood üheks reguleerivaks teenuseks on liigsete toit- ja saasteainete eemaldamine ja taaskasutusse võtmine (*Ibid*).

Looduslikud häiringud. Soo ja turbasammal on kui käsn, mis imab vee endasse. Üleujutuste kontroll on oluline eelkõige lammialadel ja tormikaitse rannikumärgaladel (*Ibid*).

Elustik ja elupaigad. Esimesed katsed analüüsida Eesti soodes iseloomulike liikide koguarvu teostati 1980ndatel aastatel (Paal 2005). Hinnati, et soodes kasvab ligikaudu 190 erinevaid samblaliike, üle 300 liigi ämblikke, rohkem kui 1 600 liiki putukaid, lisaks kahepaiksed, roomajad, linnud ja imetajad (Paal 2005). Sooelustikul on omad tunnusliigid, nt vaevakask (*Betula nana*), huulheinad (*Drosera spp.*), raba-võiliblikas (*Colias palaeno*), mudatilder (*Tringa glareola*) ja hallõgija (*Lanius excubitor*), rabapüü (*Lagopus lagopus*) ning mättaid moodustavad turbasamblad (Paal 2004).

Esimene sookaitseala moodustati 1938. aastal Kirde-Eestis Ratva rabas, põhjuseks oli kaljukotka ja tema elupaiga kaitse (Ilomets, Kimmel 2007). 1957. aasta looduskaitse seaduse jõustumisega võeti kaitse alla mitmeid eritüübilisi soid– Nigula, Muraka, Nehatu, Viidumäe (Ilomets, Kimmel, 2007). Rahvusvahelise Bioloogiaprogrammi (IBP) koosseisus kujunes 1960ndatel välja projekt Telma, mille eesmärgiks oli sookaitsealade kriteeriumide väljatöötamine (Masing 1997). 1969. aastal algas diskussioon soode kuivendamisest ajakirja „Eesti Loodus“ veergudel. Kõige selle tulemusena jäeti suur osa hüdrooloogiliselt olulisi ja marjavarudelt märkimisväärsed soid kuivendusplaanidest välja (Ilomets 2007). 1981. aastal loodi Eestis 28 sookaitseala, mille tagajärjel tõusis ametlikult kaitstud soode pindala Eestis 15%-ni soode kogupindalast (Ilomets, Kimmel 2007).

2000. aastal alustati Eestis Euroopa kaitsealade võrgustiku Natura 2000 rajamist. Juba olemasolevad kaitsealad arvatakse Natura võrgustikku. Võrgustikku lisatakse veel looduskaitse all mitteolevaid kuid kõrge looduskaitseväärtusega soid. Kokku säilitatakse Natura egiidi all 238 400 ha looduslikke soid ja soometsi (Ilomets, Kimmel 2007). Eesti soodest umbes 60% on väga kõrge või kõrge looduskaitse väärtusega, sealjuures on puudub neil kuivendusemõju või on see nõrk (Looduslik mitmekesisus 2014).

Ramsari rahvusvahelise tähtsusega märgalade nimekirjas on märkimisväärne arv (2010) soid (The Ramsar... 2016). Eesti suurematest sookompleksidest on rahvusvahelise tähtsusega märgalade registris Alam-Pedja looduskaitseala (LKA) (registrisse kantud 1997), Emajõe Suursoo LKA (1997), Endla LKA (1997), Muraka LKA (1997), Nigula LKA (1997), Nehatu LKA (1997), Soomaa rahvuspark (1997), Sookuninga LKA (2006), Agusalu LKA (2010), Leidisoo LKA (2010), Luitemaa LKA (2010) (The List... 2016).

Kliima. Viimaste hinnangute kohaselt pärineb kuivendatud turbaaladelt 10 miljonit tonni CO₂ (Milleks seda... 2016). Seega on kuivendatud turbaalad energeetika järel (15 miljonit tonni turvast) peamiseks kasvuhoonegaaside allikaks Eestis. Globaalsel skaalal katavad sood mõne protsendi maapinnast, kuid nendega on seotud umbes pool atmosfääris paiknevast süsinikust (Salm 2012). Kuiv turbamass on tuleohtlik ja kergesti süttiv.

1.5.3. Kultuurilised teenused ja mugavusteenused

Kultuurilised teenused on eelkõige seotud esteetilise ja vaimse naudinguga ning lõõgastumisega, uute teadmiste saamisega ning teadustöö tegemise kohaga. Kosk ja Lõhmus (2011) toovad välja ka teenusena ajaloolised paigad.

Eesti märgaladelt on teada huvipakkuvaid ja haruldasi leide, aga sood ei ole olnud arheoloogide eelistatud uurimisobjekt. Suurtel soosaladel on keeruline leida inimeste tegevusjälgi, enamik leide on olnud juhuslikud ning märgatud soos tegutsevate inimeste poolt (kraavi- ja turbakaevajad) (Jonuks, Oras 2012). Ajaloolised leiud näitavad, et märgalasid on kasutatud nii ohverdamiseks kui ka varjupaigana (Kosk, Lõhmus 2011).

Euroopas ei kohta enam tihti laiuvad rabamaastikke ja maalilisi laukaid (Kuusk 2014). Looduslike soode rohkuse poolest oleme Soome ja Kanada järel maailmas kolmandad (Eesti soode... 2014). Rabad on populaarsed matkamise kohad, paljudes soodes on õppe- või matkarada/rajad.

1.6. Soode taastamine maailmas ja Eestis

Soode taastamisega on teadlased ja praktikud tegelenud aastakümneid nii Euroopas (Hollandis, Saksamaal, Suurbritannias) kui ka Põhja-Ameerikas (USA-s ja Kanadas) (Ilomets 2001). Hollandlased, kes on viimase kümne aastaga algatanud rohkem kui 1000 märgala taastamise projekti on veendunud, iga soohektari loomine läheb neil maksma umbes 1 miljon USA dollarit (*Ibid*).

Soid taastatakse peamiselt kolmel põhjusel: liikide ja elupaikade säilitamine ning kasvuhoonegaaside emissiooni piiramine, viimati lisandus taastamise argumendina ökosüsteemiteenuste määratlemine ja hindamine.

Soodest pärinevad kasvuhoonegaaside teema muutus aktuaalseks pärast Kyoto protokollist vastuvõtmist (Kuresoo taastamine 2014). Igal aastal lendub Rootsis igalt hektaril freesturbaväljal õhku 3–5 tonni süsinikku ehk 12–20 tonni CO₂. Kõik Eestimaa jääksood kokku saadavad seda kasvuhoonegaasi umbes 400 000 tonni aastas. Aastas kaevandatakse meil umbes 1,2–1,5 miljonit tonni turvast. Samal ajal kasvab veel looduslikes soodes turvast juurde umbes 0,6–0,7 miljonit tonni (Ilomets 2001).

Rabade taastamise esimeseks sammuks on turba kaevandamisest paljaks jäänud pinnase ettevalmistus: turba pinna ümberkujundamine ja kuivenduskraavide sulgemine (Rocherford, Lode 2006). Teiseks sammuks on levise saamine seni puutumata rabaosast, sealjuures neid võimalikult vähe mõjutades. Kolmandaks sammuks on soo väetamine soovitatavalt fosforväetisega, mis soodustab taimede kasvu (Quinty, Rocheford 2003).

Soode reaalsele taastamisele eelneb suuremahuline põhjalik analüüs ja eeltöö. Taastamistööde valik oleneb lisaks taastamise eesmärgile taastatava märgala tüübist, veerežiimist, kuivenduse mõju tugevusest ning kestusest (Taastamine 2016). Alast

sõltuvalt valitakse taastamisvõtted, koostatakse taastamiskava, tehniline projekt ning lõpuks pärast kooskõlastusi toimub taastamine.

Taastamiselade valikul arvestatakse põhiliselt järgmisi asjaolusid: esmajoonel soo või soostiku tähtsust, rikutud ala mõju ulatust ümbritsevale, kuluefektiivsust, ala taastumispotentsiaali, elupaiga ja liigikaitse integreerimist, ala teisi väärtusi (mets, kultuuri- ja loodusobjektid) ning kaitsekorralduskavades seatud prioriteete ja planeeritud töid (Kaitstavate soode... 2015).

Märgalade taastamise võtmetegur on vesi. Veetase tuleb tõsta maapinna lähedale ühtlaselt üle kogu kuivendusemõjuga ala. Enamasti rajatakse tavaliselt selleks kraavidele paisud iga 20–30 cm languga kohta. Kui alale omane sootaimestik ja seemnepank on hävinud, tuleb kasutada doonoriladelt pärinevaid levimisalgeid (turbasambla elav, 20–30 cm paksune ülemine osa). Kaitsmaks niiskust ja püsivat temperatuuri kaetakse sammal põhja või heinaga. Taastamist peetakse edukaks, kui kuue-seitsme aasta jooksul pärast leviste külvi jõuab turbasammalde katvus 60%-ni. Taastumise kiirendamiseks hõrendatakse või eemaldatakse kuivenduse mõjul tihenunud puurinne. Sellega vähendatakse veekadu. Nimelt aurub puude kaudu suur hulk vett, nii et metsa kasvades alaneb pinnase veetase tunduvalt. Samuti takistab tihe puurinne valguse levikut maapinnale, eriti oluline on see valguslembeste turbasammalde jaoks (Taastamine 2016). Märgalad taastuvad väga visalt, veerežiimi looduslähedaseks muutumiseks kulub kümnekond aastat, taimestik taastub veelgi aeglasemalt (*Ibid*).

Hollandis on kõrgsood kadunud turba kaevandamise ja kultivatsiooni tõttu. Raba säilmeid on jäänud alles 9000 ha. Alates 1970ndast aastast on üritatud taastada rabasid, kus kasvaksid ka rabadele iseloomulikud taimed. Kõige tähtsam on rabade taastamisel tõsta vee taset ja piirata veetaseme kõikumist (Best, Bakker 1993).

Iirimaa taastatakse turbakaevandusalasid. Lisaks veetaseme tõstmisele kasutatakse turbasambla külvamist ja õlgedega katmist ning väetamist (Irish peatland Conservation Council 2016). Veetaseme tõstmisel on Iirimaa populaarsed plastikust sulundseinad, mida saab kohapeal mootorsaaga parajaks lõigata ning kummihaamriga turbasse paigaldada (Kohv 2012).

Taanis kasutati Life projekti (*Restoration of raised bogs in Denmark using new methods*) raames erinevaid taastamisvõtteid: puude ja põõsaste raiumine, kraavide ja äravoolude

ummistuste likvideerimine, liikide elupaikade kinnikasvamise vastu võitlemine (Danish Ministry of the Environment 2005–2011).

Soome ja Rootsi liigirikkaid madalsoid taastati 2014. aastal projekti „Rikkärr“ raames (Leivits 2016). Projektis osalevad riigid (Rootsi, Soome, Norra, Taani, Island ja Eesti) jagasid taastamis- ja majandamiskogemusi. Rootsis eemaldati taastamise käigus võsa, majandamisel kasutati niitmist ja karjatamist. Soomes suleti kraave, kuid probleemid tekkisid väljaspool taastatavat ala asuvate kraavidega ehk sood ei taastatud kui hüdroloogilist tervikut (Leivits 2016).

Lätis on soid taastatud nii looduskaitsealadel (Grinise, Moricsala, Randu, Cena ja Teici/Teiča) kui ka Kemeris rahvuspargis (Pakalne 2013, Kohv 2012). Lisaks taastati EC Life + projekti raames soid: Aizkraukle, Aklais, Rožu ja Melnais looduskaitsealal (Pakalne 2013). Looduskaitsealustes rabades ehitati kuivenduskraavidesse tammisid, et taastada rabade loomulik veetase (*Ibid*).

Eesti soode kuivendamise näitel selgus, et metsakasvatuse edendamiseks rabade kuivendamine ja edasised hooldustööd ei tasu ennast majanduslikult ära (Kuresoo taastamine 2014). Kaasnevaks mureks kuivendatud rabal oli suvine ülikõrge tuleohtlikkus.

Eesti on soode taastamisel järginud lähinaabrite, eelkõige lätlaste, kogemusi (Kohv 2012). Näiteks Kuresoo raba taastamisel tehti lätlastega tihedat koostööd, kaasates nii kaitsealade töötajaid kui ka looduskaitseeksperthe (Kuresoo taastamine 2014). Esmajärjekorras pöörati tähelepanu kuivendusest mõjutatud siirdesoodete - ja rabaaladele kui potentsiaalselt kergemini taastuvatele sootüüpidele ning, millede seisundi parandamiseks on ka rohkem kogemusi (Kohv 2012). Kogemuste vähesus ei luba üheselt kinnitada, millised taastamismeetmed on Eesti oludes kõige tulemuslikumad, ent samas kuluefektiivsed (Kaitstavate soode... 2015). Väga oluline on taastamistegevuse tulemuslikkuse seire. Seiretulemused peavad andma informatsiooni erinevate taastamismetoodikate edukusest ja sellest, millises osas tuleks neid muuta või täiendada (Kaitstavate soode... 2015).

Eestis taastatud rabad

Esimesed katsed Eesti soode taastamiseks tehti 1980. aastate lõpus ja 1990. aastate alguses, kuid ebaõnnestunult. Esimesed katsed turbasammalde asustamiseks kuivendatud turbaaladele olid väga lihtsad, ent valdavalt edutult (Rochefort, Lode, 2006). **Kuresoo taastamisprojekt** (2006–2007) oli esimene suuremahulisem soode taastamisprojekt.

Kuresoo Soomaa rahvuspargi osana on hästi säilinud kompaktne soo. Soomaa on rahvusvahelise tähtsusega linnuala, rahvusvahelise tähtsusega märgala ning lisaks kuulub veel üle-euroopalisse Natura 2000 võrgustikku. Kuresoo kogupindala on ligikaudu 11 000 hektarit. Raba on üldjoontes kuivendusest puutumata, kuid äärealadel on kuivendatud rabamassiivi ümbritsevaid kunagisi siirdesoid. Eestimaa Looduse Fondi rabaprojekti ala asus Kuresoo kaguosas ja oli ligikaudu 53 ha suurune (Kuresoo taastamine 2014).

Kuresoo taastamise projektil oli viis põhilist eesmärki: ala hetkeseisundi fikseerimine, taastamiskava koostamine; ehitusprojekti koostamine, jätkuprojekti ettevalmistamine ning kogemuste vahetamine lätlaste ja eestlaste vahel (Kuresoo taastamine 2014). ELFi projekti «Märgalakoosluste taastamine» rahastati Euroopa Ühenduse Algatuse INTERREG III A raames. Projekti kaasfinantseerijad on Eesti Vabariigi Siseministeerium, Keskkonna Investeeringute Keskus, Eesti Energia ja WWF Switzerland (Kuresoo taastamine 2014).

Projekt "Soode taastamise kavandamine" (12.2011–01.2013) keskendus parimate taastamisalade leidmisele Eesti märgaladel, nende kirjeldamisele ning taastamiskavade koostamisele. Koostöös keskkonnaametiga keskenduti rahvusvahelise tähtsusega märgaladele ehk nn Ramsari aladele. Taustinformatsiooni saadi ELFi varasematest sooinventuuridest (Rannu (Kestla)... 2011–2013). Taastamiskavad koostati 10 ala kohta, mis valiti välja välitööde käigus (Kohv 2012). Nendeks aladeks on Soosaare raba, Sangla soo, Kaasikjärve raba, Feodorisoo, Riiska soo, Kuresoo SE serv, Leidisoo NE serv, Lihula soo E ja SE osa, Maarjapeakse soo ja Sookuninga soo (Kohv 2013). Projekti rahastas Coca-Cola Fond.

Hara soo loodusliku veerežiimi taastamiseks Lahemaa rahvuspargis (2011–2013) kasutati paisude rajamise, puittaimestiku eemaldamise ja pinnasetöö meetodit (Hara soo... 2011–2013).

Viru raba jääksoo taastamine Lahemaa rahvuspargis ja Rannu (Kestla) raba jääksoo taastamine Aseri maastikukaitsealal (2011–2013). Mõlemal turbatootmisega rikutud aladel teostati raba elupaikade taastamisteggevused – loodusliku veerežiimi taastamine ja puittaimestiku eemaldamine ning turbasambla külvamine (Viru raba... 2011–2013).

Endla looduskaitseala loodusliku veerežiimi taastamine (2011–2015). 2012. aastal alustas Riigimetsa Majandamise Keskus (edaspidi RMK) Eestis Endla raba Toodiksaare sihtkaitsevööndi veerežiimi taastamistöödega. Projekt rakendati töösse põhjusel, et antud

piirkonna veeseis oli olnud aastakümneid väldanud nõukogude ajast saati kuivendusprotsesside tulemusena nii madal, et ei võimaldanud rabal õigesti funktsioneerida. Raba oli muutunud selle suureks CO₂ tootjaks (RMK alustab.... 2014).

Taastamistegevuste peamised eesmärgid Endla raba Mardimäe-, Põllusaare- ja Tulijärve sihtkaitsevööndis (edasi SKV) Endla rabas olid sookoosluse taastamine ning metsise mängu- ja elupaiga seisundi parandamine. Toodiksaarel eesmärgiks oli esmatähtis sookoosluse taastamine (kogu SKV ulatuses tuleb kraavid sulgeda veerežiimi taastamiseks) (Kohv 2012).

Projektiga loodi eeldused loodusliku veerežiimi taastumiseks ligikaudu 200 ha suurusel alal (Endla looduskaitseala... 2011-2015). Tegevusi rahastati Euroopa Liidu Euroopa Regionaalarengu Fondi meede "Looduse mitmekesisuse säilitamise" kaudu.

Muraka (LKA) soostiku servaala veerežiimi ja sooelupaikade taastamine (2013–2015). Eesmärgiks oli eelduste loomine Muraka soostiku servaaladel paiknevatel seitsmel lahustükil luua eeldused kuivendamiseelse hüdroloogilise režiimi, liigilise koosseisu ja biotoobi struktuuri taastumiseks. Muuhulgas saadi siit kogemus. Väikseks altsminekuks oli valesti valitud paisude ülevoolu materjali osas – tavapärane mänd asendati kasega, mis paraku kipub kiirelt mädanema. Sellest õpiti ja otsustati, et kõik ülevoolud tuleb edaspidi ehitada männist (Krumm 2015). Raha taastamiseks saadi Euroopa Liidu Euroopa Regionaalarengu Fondi meetmest "Looduse mitmekesisuse säilitamine".

Soomaa rahvuspargi soode taastamine (2011–2020). Taastatakse vähemalt 1275 ha sooelupaiku Kuresoos, Riisa rabas, Kikepera rabas, Öördi rabas ja Valgerabas. Selleks likvideeritakse kraave, tehakse trassiraied kraavide sulgemiseks, rajatakse paise jms (Soomaa rahvuspargi... 2016). Tegevusi rahastab Ühtekuuluvusfond.

Endla looduskaitseala soode taastamine (2015–2024). Plaanis on taastada vähemalt 660 ha sooelupaiku Linnusaare rabas ja Kaasikjärve rabas. Tegevuse raames projekteeritakse ja viiakse ellu järgmised veerežiimi taastamiseks vajalikud tööd – kraavide likvideerimine, kraavide sulgemiseks vajalikud trassiraied, paisude rajamine. Raha töödeks saadakse Ühtekuuluvusfondist (Endla looduskaitseala... 2015–2024).

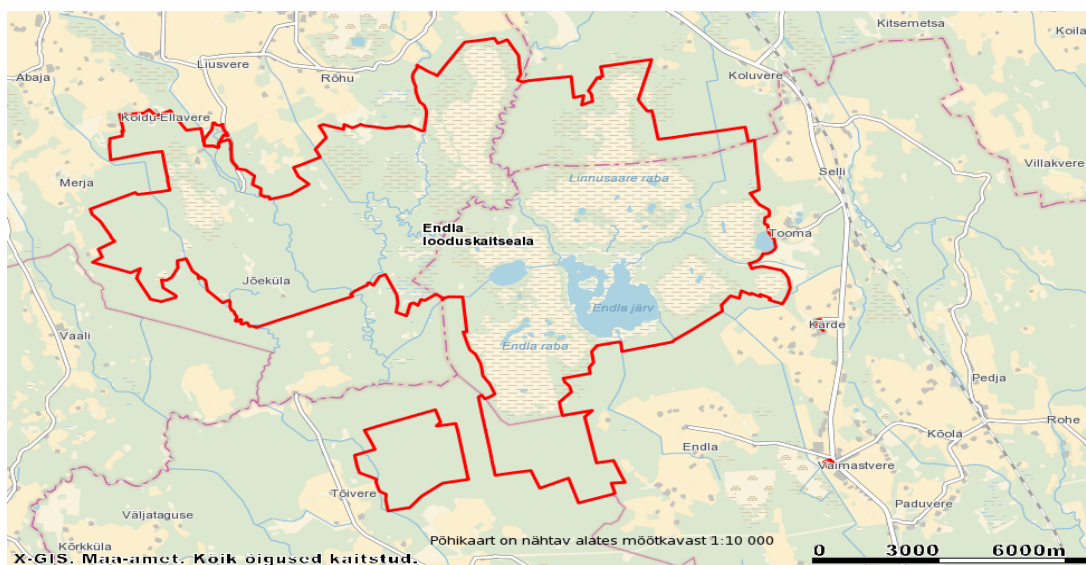
Soode Life-projekt (2014-2020). Eestimaa Looduse Fond (ELF) koos Tartu Ülikooli (TÜ) ja MTÜ Arheovisiooniga kavatseb taastada ligi 5800 ha kuivendusest kahjustatud soid, millest 3276 ha on Natura elupaigad. Väljavalitud alad on Alam-Pedja looduskaitseala

(LKA) lahustükk Soosaare soo, Feodorisoo Agusalu LKA–l, Ohepalu LKA, Tudusoo LKA, Sirtsu LKA ja– Laukasoo Lahemaa rahvusparkis (Salm 2015). Lisaks elupaikadele parandatakse liikide (metsis, rabapüü, rabakonn, rabakiilid ja koerliblikalised) elutingimusi. Arheoloogiliste uuringute eesmärk on kaardistada muistised, tagada nende säilimine taastamisaladel ja teavitada avalikkust kõnealustel aladel ennemuistsetel aegadel aset leidnud inimtegevusest. Taastamisprojekt on hetkel taastamiskavade koostamise etapis, selle alusel tehtavad tööd algavad eeldatavasti 2017. aastal (Salm 2015). Projekti käigus tehakse koostööd Riigimetsa Majandamise Keskuse (RMK) ja Keskkonnaametiga. Projekti rahastab Euroopa Komisjoni LIFE programm.

2. MÄNNIKJÄRVE RABA

2.1. Männikjärve raba kirjeldus

Männikjärve raba on üks osa Endla soostikust ja sealsete loodusväärtuste säilitamiseks moodustatud **Endla looduskaitsealast**. Endla looduskaitseala on pika ajalooga kaitseala. Üks osa – Sinijärv – võeti looduskaitse alla linnukaitsealana juba 1939. aasta (Vabariigi Valitsuse otsus... 1939. aastast). 1981. aastal sai Endla-Oostriku soostikust (8162 ha) üks 30-st soodesõja tulemusel moodustatud sookaitseala (Endla Riikliku... 1985). Mõned kuud hiljem nimetati kaitseala ümber Endla riiklikuks looduskaitsealaks, mille eesmärgiks oli kõrgsoode säilitamine, neis toimuvate looduslike protsesside ja nähtuste uurimine ning kaitseala ökoloogiliste süsteemide kaitse teaduslike aluste väljatöötamine (Endla Riikliku.... 1985). Taasiseseisvumisajal on kaitseala piire ja eesmarke täpsustatud mitmel korral (Endla looduskaitseala kaitse-eeskiri 1997). Seni viimane kaitse-eeskirja muudatus jõustus 2014. aasta lõpus (Endla looduskaitseala kaitse-eeskiri 2014). Endla looduskaitseala kattub täielikult kolme rahvusvahelise tähtsusega alaga: Endla loodusala ja Endla linnuala ning Ramsari ala (lisati 1997) (Endla LKA... 2014).



Joonis 1. Endla looduskaitseala Eesti kaardil (Maa-ameti looduskaitse... 2016a).

Kaitseala paikneb kolme maakonna (Jõgeva, Järva ja Lääne-Viru) maadel (Endla looduskaitseala kaitse-eeskiri 2014). Kaitseala on tsoneeritud üheks loodusreservaadiks, 20 sihtkaitsevööndiks ja kaheksaks piiranguvööndiks (Endla looduskaitseala kaitse-eeskiri 2014). Männikjärve sihtkaitsevöönd asub Jõgevamaal Jõgeva vallas Kärde ja Tooma küla aladel (Endla LKA... 2014). Männikjärve sihtkaitsevööndi kaitse-eesmärgiks on ökosüsteemi arengu tagamine üksnes loodusliku protsessina (Endla looduskaitseala kaitse-eeskiri, 2014, 30, § 13 (1)). Männikjärve sihtkaitsevööndi maa- ja veeala pindala on kokku 300,1 ha (Keskkonnaagentuur uuendab... 2015). Männikjärve sihtkaitsevööndis asuval Männikjärvel on kaitseala valitseja nõusolekuta keelatud inimeste viibimine ja kalapüük (Endla looduskaitseala kaitse-eeskiri 2014).

Endla looduskaitseala kuulub Alutaguse madaliku maastikurajooni, mis sopistub Endla soostikukohalt Pandivere kõrgustiku, Kesk-Eesti lavamaa ja Vooremaa vahele (Arold 2005). Pinnamoes domineerivad märgade alade – jääjärve- ja järvetasandikud (37%) – ning väheste teedega sootasandikud (37%) (Arold 2005).

Endla soostik kuulub Põhja-Eesti kõrgustiku suurte mosaiiksoode valdkonda (Allikvee, Masing, 1988). Soostik on tekkinud lamedas nõos mandrijää taandumisel ja sulamisel ning Suur-Endla järve kinnikasvamisel (Masing 1977). Säilinud on rühm jäänukjärvi, neist suurimad on Endla järv ja Sinijärv (45,8 ha). Endla looduskaitsealal paikneb Endla soostiku kaheksa rabamassiivi, sealhulgas ühena neist Männikjärve raba (Ilomets, Kimmel 2007).

Endla soostikku iseloomustavad olulised järgmised koondnäitajad on (Valk 1988): madal soo pindala koos soostiku koosseisu kuuluvate rabadega, 14 510 ha, siirdesoo 3310 ha ja raba 7280 ha. Turbalasundi maksimaalne paksus on 8 m, toorturba maht 458 148 tuhat m³. Enamik Endla soostiku soodest on järvelise tekkega. Sageli katab sapropeeli 1–2 m paksune vähelagunenud madal soo pilliroo-lehtsamblaturba kiht, kõrgemas kihis suureneb puidufragmentide sisaldus (Valk 1988).

Viimaste hinnangute kohaselt hõlmab metsaga madal soo 91 ha, siirdesoo ja raba pindalaks on vastavalt 1597 ha (Keskkonnaagentuur uuendab... 2015).

Männikjärve raba on oakujuline. Massiiv on ekstsentriline, ühepoolsest arenenud laugastikuga ning jäänukjärvega (Valk 1988). Massiivi pindala on 208 ha, rabaplatoo laskub veidi lääneserva poole (Ilomets, Kimmel 2007). Rabalaama kasvu ida suunas on

takistanud Tooma moreenikünkad. Raba on arenenud pärast jääaegse Suur-Endla järve kinnikasvamist selle idaosas ja selle kaldal. Raba kaguservas on jäänukina kunagisest suurest veekogust säilinud madal Männikjärv. Männikjärve raba hakkas arenema järvesetetele moodustunud madalsoole praeguse rabalaama keskosas. Madalsooturvas hakkas kuhjuma umbes 8000 aastat tagasi, rabafaas algas aga umbes 3500 aastat tagasi. Turbalasundi suurim paksus Männikjärve rabas on 7,3 meetrit. Kuna raba ei ole ümara kujuga, vaid on idaosas veidi kokkusurutud, siis on rabatüübid hästi väljakujunenud – servaala rabamännik, järgnev puis-älveraba ning ilmekas puis-laukaraba rangelt orienteeritud laugastega- rööbiti raba lääne-, edela- ja loodekontuuriga. Männikjärve raba pikkade, omavahel ühinenud laugaste ja paljude laukasaarekestega laugastik on erakordselt iseloomulik ja maaliline. Laugaste sügavus on siin 0,5 kuni 3,5 meetrit (Ilomets, Kimmel 2007).

Tegemist on kõige uurituma rabaga Eestis. Soolaseid vaatlusi ja katseid on tehtud juba aastasadu ning siin on töötanud ja uurimusi läbi viinud pea kõik Eesti tuntud sooteadlased (Ilomets, Kimmel 2007). Tooma sookatsejaam, asutatud Balti Sooparandusseltsi (1908–1914 Balti Sooselts) poolt, on vanim põllumajanduslik uurimisasutus, mis tegutses aastatel 1910–1989 (Eesti Entsüklopeedia 2011). 1910. aastal viidi läbi Männikjärve rabas läbi esimesed soode kompleksuuringud Eestis (Kohv 2012). 1950. aastast tänaseni (ka tänapäeval) töötab rabas soohüdrometeoroloogiajaam (Ilomets, Kimmel 2007; Keskkonnaagentuur uuendab... 2015). Aastail 1928–1944 endises sooharimiskooli hoones Toomal asub 1993. aastast alates Endla looduskaitseala külastuskeskus (EE 1996 s.v. Tooma sookaitsejaam). 1955. aastal alustati Männikjärve rabas Eesti esimese laudtee rajamisega soojaama vaatluste tarvis (Kohv 2012). Keset laugastikku on aga ehitatud vaatetorn (Ilomets, Kimmel 2007).

Männikjärve raba läbivad erinevate tähistatud rajad – Männikjärve raba õpperada (7,3 km), Männikjärve matkarada (2,2 km) ja Endla järve matkarada (8 km), mis osaliselt omavahel kattuvad (Keskkonnaagentuur uuendab... 2015). „Kõige külastatavam koht on külastajauuringu andmetel Männikjärve raba õpperada (Keskkonnaamet 2014a:63)“. Omajagu populaarsust on rajale lisanud 7 meetri kõrgune vaatetorn, millest avaneb vaade Männikjärve laugastikule. 2013. aastal suleti konstruktsioonide vananemise tõttu ohtlikuks muutunud torni külastamine. Pärast 2016–2017 aasta toimuva torni rekonstrueerimistöid avatakse see huvilistele taas (Endla järve... 2016).

Soostiku veerežiimi muutused

Endla soostiku idaosas rajati esimesed kuivenduskraavid 19. sajandi lõpul ja seda põhjusel, et Räägu kanalil ehk Uusjõel inimese jõul rajatud veekogu kasvas kinni (Veber 1957).

19.sajandi lõpukümnendil alandati Männikjärve veepinda vähemalt 0,7 meetri võrra (Kohv 2012). Vahetult enne sookaitsejaama rajamist 1910. aastal, kaevati kogujakraav Männikjärve raba idakaldale ja sealt edasi kuni Mustjõeni (*Ibid*).

Lisaks kraavitusele mõjutas raba ka turbakaevandamine ning maaviljeluskatsed Männikjärvest põhja pool ligikaudu 1,6 km² suurusel alal (*Ibid*). Raba servaalal on eelmise sajandi algul vähesel määral käsitsi turvast lõigatud (Ilomets, Kimmel 2007). Kuivendussvõrku tihendati tõenäoliselt 1960. aastatel samaaegselt Endla märgalal toimunud teiste suurte kuivendustöödega (Kohv 2014).

Männikjärve sihtkaitsevööndi vanimad kuivenduskraavid on rajatud üle saja aasta tagasi.

2.2. Männikjärve raba taastamine

Endla soostiku taastamise eesmärk oli hinnata Endla soomassiivide mõjutatust möödunud sajandil rajatud kuivendussüsteemidest ja tegevuste määratlemine soostiku looduslikkuse taastamiseks täpsusega, mis võimaldab konkreetsete ehitusprojektide tellimist taastavatele aladele (Kohv 2012). Männikjärve rabas on kaitseala valitseja nõusolekul lubatud muuhulgas veerežiimi taastamine ja kaitsealuste liikide elutingimuste säilitamiseks vajalik tegevus (Endla looduskaitseala kaitse-eeskiri 2014).

Männikjärve raba taastamise (*s.l.*) kirjeldused põhinevad eelõige järgmistel allikatel: Kohv (2012), Kohv (2013) ja Kohv (2014).

Taastamisprojektiga seonduv

Kameraalsed tööd ja välitööd. Kameraalsete töödega alustati 2013. aastal. Kuivendussüsteemide seisukorrale hinnangu andmiseks koguti eelteavet Maaparandusbüroo (MPB), metsaregistri (MR) ning Maa-ameti kodulehel olevatest andmebaasidest. Tutvuti uurimisalasid kajastavate ajalooliste kaartide, mullakaardi ning

reljeefimudelitega. MPB andmebaasi põhjal selgitati välja, millal kuivendussüsteemid rajati. Kuivendamise mõju välja selgitamiseks ümbritsevatele metsaaladele kasutati metsaregistrit. Maa-ameti kodulehel pakutavatest laserskaneerimise andmetest tuletatud kõrgusmudel võimaldas osaliselt hinnata kraavide praegust sügavust, mõju ulatust ning üldist seisukorda. Metsaregistrist tehtud päringutel pöörati peatähelepanu kasvukohatüüpide ning puistu liigilisele koostisele (Kohv 2012).

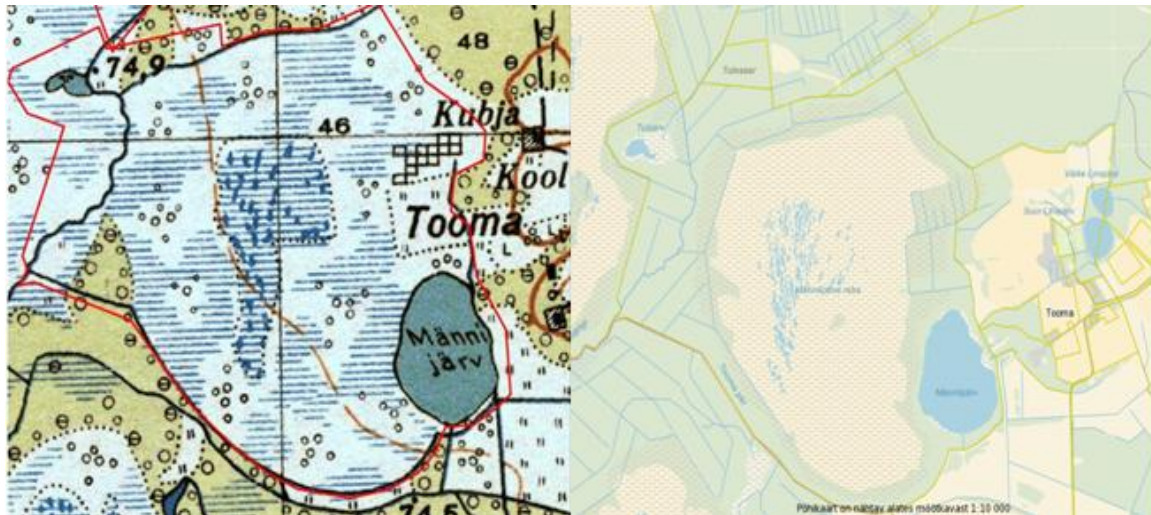
Kuivendussüsteemid piiritleti kaardil tuginedes Eestis põhikaardile ja Maa-ameti kõrgusmudeli andmetele. Seejärel algasid välitööd. Uuringualade kaardianalüüsi täiendas kraavisüsteemide ülevaatus. Välitöid teostati 2011.aasta lõpus (november-detsember). Kraavisüsteemide ülevaatusel läbiviimisel liiguti peamiselt mööda magistraalkraave ning tehti kraavide seisukorra kohta jooksvalt märkmeid ning fotojäädvustusi. Üles märgiti kraavide mõõtmed, kraavi süngi omadused, veerohkus, voolutakistused ja ümbritseva ala mõjutatus kuivendustest. Samuti kirjeldati ära inimese liikumisvõimalused piki kraave. (*Ibid*)

Välitöödel kogutud andmestikust koostati GIS-i põhises andmebaasis. Andmeväljades kirjeldati kraavide põhilised omadused, ning seoti need geograafilise punkti välitöödel tehtud fotodega. Kokku sisaldab loodus andmebaas ligi 500 kirjet. (*Ibid*)

Kuivenduse mõju tugevuse lausaliseks hindamiseks kasutati välitöödel kogutud andmeid, Eestimaa Looduse Fondi sooinventuuri andmeid ning ortofotosid. Taastamisvõtete puhul lähtuti Eestis rakendatud taastamiskava(de)st ning Lätis (Kemeris rahvuspark, Cēsis, Teicis looduskaitsealadel) tehtud tööde kogemustest. Välitöid teostasid Arvo Aljaste ja Marko Kohv. Andmeid digitaliseeris Maarja Kirt. (*Ibid*)

Esialgsed kameraalsete ja välitööde järgsed tulemused

Männikjärve sihtkaitsevööndis oli kuivendussüsteemide seisukord üsna halb, paremas olukorras on sihtkaitsevööndi lõunapiiril olevad kraavid (Kohv 2012). Ülejäänud raba piirdekraavid olid madalama languga osades 3/4 ulatuses turbasammalt ning villpead (*Eriophorum sp*) täis kasvanud.



Joonis 2. Männikjärve sihtkaitsevööndi situatsioon 1938. aastal (Kohv 2012) ja tänapäeva kaart (Maa-ameti looduskaitse... 2016b).

Suurema languga kraaviosad rabarinnakul olid rohkem lahti, kuid seal oli kraavidesse kuni 3/4 sügavuseni kasvanud puud või võsa ning kraavikaldad on tugevalt erodeerunud. Kraavide ristlõige oli muutunud U-kujuliseks või kraavi põhja on kujunenud väiksem lohk. Kogu sihtkaitsevööndi ulatuses oli kraavides voolu takistamas langenud puud, kraavide suudmed olid kohati turbamuda kuhjumise tõttu suunda muutnud. Kobraсте tegevus oli koondunud peamiselt Mustjõe.

Männikjärve sihtkaitsevööndi peamiselt piirikraavidest koosnev kuivendusvõrk (joonis 2) oli mõningal määral mõjutanud raba äärealasid ning avaldanud tugevat mõju seda ümbritsevale siirde- ja madalsoovööndile (Kohv 2012). Raba keskosa oli üksnes nõrgalt kuivendusest mõjutatud. Peamiselt seisnes kuivenduse mõju rabale puistu ja puhmarinde tihenemises ning turbasammalde katvuse vähenemises kraavide läheduses. Äärealadel asuvale siirde- ja madalsoole oli kuivenduse mõju olnud tugevam. Mitmel pool oli juba välja kujunenud kõdusoo kasvukohatüüp. Siirdesoo männikutesse ning madalsoo kaasikutesse oli levinud kuusk koos tüüpilise liigivaese ning hõreda alustaimestiku ja turba ülemise kihi intensiivse mineraliseerumisega.

Männikjärve raba taastamine

2012/2013 talvel algasid **reaalsed taastamistööd** ehk puittaimestiku raie rohkem kui 50 hektaril. Tööde käigus eemaldati sekundaarsed puistud, raiuti hõredamaks tekkinud tihe kuuse teine rinne. Raietööde eesmärgiks oli vähendada vee aurumist (puude kaudu) ja luua paremad valgustingimused rabale omaste liikide ja koosluste taastamiseks (Kohv 2014). Pärast raie teostamist aladele jäänud mulded lükati lihtsalt kraavi vältimaks vee kuhjumist kraavi taha.

Looduslik taassoostumine algas 2013. aastal levides rabakuplite poole Mustjõe ning Kaasikjärve ja Männikjärve raba vaheliselt alalt. Taassoostumise põhjuseks oli kraavivõrkude amortiseerumine ja veetaseme tõus (tänu kobrastele) Tooma peakraavis ja Mustjõel. Tõusnud veetase põhjustas kohati kuuse hukkumist ning mõningaid probleeme matkaradade läbimisel. 2013. aasta augustis oli Tooma peakraavi ning paralleelse kraavi vahel 20–30 cm paksune veekiht, mis oli põhjustatud Mustjõe ja Tooma peakraavi ummistusest. Mõlemad on riiklikult hooldatavate eesvoolude nimekirjas ja nende puhastamise eest peaks hoolitsema riik (Kohv 2013).

Intensiivne taassoostumise jätkumiseks tuleks säilitada kõrge veetase, puhastada eesvoolud kuni kuivenduse toimumise hädavajaliku kõrguseni. Lidar-andmete põhineva kõrgusmudeli kohastelt on Tooma ja Koidu peakraavide kõrguseks umbes 76,7 m ja Mustjõel 77,5 m üle merepinna (*Ibid*).

Paisutus. Paisutamisel kasutati turbapaise. Nende kasuks otsustati, st nad on odavamad ja nõuavad edaspidi vähem hooldust. Vee tagasivalgumist vältimiseks pikendati paisutiibasid (Kohv 2014). Suurem osa paisudest rajati 2013. aasta oktoobriks. Tööde tulemuslikkus sõltub pinnaveetaseme tõusust, kui pinnavesi ei tõuse, siis soo ei taastu (*Ibid*).

Projekti rahastajaks oli Euroopa Regionaalarengu Fond (Jakobson 2011). Jääb loota, et nn euroraha kulutati targasti.

3. ARUTELU

Männikjärve rabast ja kogu Endla looduskaitsealast ning Tooma soohüdroloogiajaamast (kuulub hüdroloogilisse vaatlusvõrku) teadlaste poolt kogutud materjal ja info on olulise tähtsusega. Männikjärve raba kraavid on pindmise äravoolu kogujateks ja nendes teostatakse vajalikud vooluhulkade mõõtmised. Seal kogutakse nii meteoroloogilisi kui hüdrooloogilisi andmeid. Hüdrooloogiliste vaatluste käigus mõõdetakse sooveetaset ja soovee äravoolu, kogudes andmeid erinevatest raba mikromaastikest ja erineva sügavusega kihtidest. Meteoroloogilised vaatlused toimuvad aga nii mineraalpinnasel kui ka rabapinnasel. Andmeid kogutakse erinevatel kõrgustel õhutemperatuuri ja õhuniiskuse, tuule kiiruse ja suuna, sademete hulga ja esinemisaja kohta. Mõõdetakse veel ka aurumist laukast ja raba pinnalt. Talvel mõõdetakse lumekihi paksust, pinnase külmumise sügavust ning määratakse lume veevaru. Kogutud andmed on olulised soostiku veerežiimi taastamise kavandamisel ning hiljem taastamise edukuse seires.

Inimese tegevuse ja mõneti ka tegevusetuse tagajärjel on kannatada saanud just sood ja rabad. Omal ajal oli soode kuivendamise argumendiks energeetika ja põllumaa puudus ning metsakasvatuse hoogustamine. Teistele ökosüsteemi teenustele ei pööratud tähelepanu ning huvi ei tuntud. Rabadesse rajatud õpperadadel küll puudutatakse neid olulisi teemasid põgusalt, kuid käesoleva töö autor on seisukohal, et tuleks leida täiendavat aega ja võimalusi äratamaks tavakodanikku huvi selgitamiseks soode-rabade säilimise vajalikkuse teema vastu. Kõigil ja igaühel meist oleks kasulik teada looduse aabitsatõdesid kasvõi selleks, et loodust silmitsedes suuta ise otsustada, mis on tehtud õigesti, mis vääralt. Tänapäeval on soost uue maa ja puidu saamine ning turba kaevandamine asendunud pigem murega kliima soojenemise ja veekvaliteedi pärast. Lisaks looduslähedus igapäevaelus ja rekreatiivsed teenused on need, mida tänapäeva kiire elutempoga (linna)inimene hindab.

Täna on Kanadas soode taastamisel saavutatud valdavalt positiivseid tulemusi ning leitud, et jääksoode pind stabiliseerub juba 3-5 aastaga, kuid täielik taastumine on pikaajaline protsess ning võtab aega vähemalt 10-20 aastat (Paal 2007). Eestis on kasutatud mitmeid erinevaid taastamise meetodeid taastamaks soostiku servaala veerežiimi ja

sooelupaikasad ning liigilist koosseisu. On tehtud ka mõningaid vigu, kuid nendest on õpitud. Tulemused seni taastatud soode osas on siiani olnud positiivsed ja paljulubavad. Soid on taastatud nii masinate kui vabatahtlike talguliste abil.

Männikjärve taastamistööd hõlmasid sekundaarse puistu raiet ning kraavide kinni ajamist ja veetaseme tõstmist paisutamise teel. See oli üks osa Endla soostiku veerežiimi taastamine kavast. Endla kaitseala kaiste – eesmärgi täitmiseks ning vähendamaks kuivenduse mõju märgalakompleksile otsustati koostada Endla looduskaitseala veerežiimi taastamiskava. Kava eesmärgiks oli hinnata Endla soomassiivide mõjutatust möödunud sajandil rajatud kuivendussüsteemidest ja tegevuste määratlemine soostiku looduslikkuse taastamise täpsusega, mis võimaldab konkreetsete ehitusprojektide tellimist taastavatele aladele. Uuringu alla kuulusid kuus sihtkaitsevööndit: Mardimäe, Põhja-Linnussaare, Tulijärve, Männikjärve, Põllusaare ja Toodiksaare. Tööde järjekord veerežiimi taastamistöödel lepitati kokku järgmine:

- Lõigata lahti kraavivallid, servad ja sihid, et tagada masinatele juurdepääs;
- Teostada eelpool kirjeldatud raied ja vedada välja metsamaterjal ning raidmed;
- Sulgeda vajalikud kraavid tammidega;
- Likvideerida kraavivallid (Kohv 2012).

Männikjärve rabas on tööd lõpetatud. Männikjärve rabas toimunud taastamist on teada, et pinnaveetase on ala lõunaservas tõusnud, mis oligi taastamistööde üheks eesmärgiks. Vähendamaks aurumise kadu harvendati puistut liituseni 10%-30%. Kuna taastamiskava hõlmab väga suurt ala, puudub autoril hetkel informatsioon millistes sihtkaitsevööndites peale Männikjärve sihtkaitsevööndi on tööd lõpetatud ja millistes veel pooleli. Probleeme võib tekkida Endla järve ja Sinijärve veetaseme tõstmisega, sest nende veetasemega on seotud Endla järvest lõunasse jäävate majandusmetsade kuivendussüsteemid. 10 – 15 aasta pärast on näha, kas taastamistööd on vilja kandnud ja kas on tekkinud püsiv turbasamblakate või mitte.

Soode LIFE+ projekt annab lisaks oma panuse Eesti kõrge looduskaitse väärtusega soode taastamisse. Projekti eesmärgiks on jagada erinevatele huvigruppidele teavet sooökosüsteemide toimimisest ja neid ohustavatest teguritest, et ennetada seni säilinud soode olukorra jätkuvat halvenemist, samuti ka soode kuivendamisest lähtuvate CO₂

heitmete suurenemist (Soode taastamise...2014). Eeldatakse, et projekti abil suureneb soode kaitse, kasutuse ja taastamisega seotud ekspertide teadlikkus, samuti ka paraneb vastava teabe jõudmine avalikkuseni.

KOKKUVÕTE

Käesolev töö annab ülevaate soode kujunemisest, levikust ja taastamisest läbi ajaloo ning mõningal määral käsitletakse ka veel soode ökoloogilisi teenuseid. Töö peamiseks uuringuobjektiks on Endla soostikus asuv Männikjärve raba, kus pöörati suurt tähelepanu just kujunemisele ja taastamisele.

On teada, et esmased sood hakkasid Eesti aladel tekkima pärast jääaega (umbes 10000 aastat tagasi). Hiljem on sood moodustunud veekogude kinnikasvamisel või metsade soostumisel. Peamiselt tekivad sood savikatel pindadel, mis ei lase vett läbi. Soo võib samuti kujuneda ka nõgudes, kus sademete hulk on suurem ära voolava ja aurustuva vee kogusest. Enamik Eesti soid on tekkinud järvede kinnikasvamisel, nagu sealhulgas ka Männikjärve raba. Männikjärve raba on arenenud pärast jääaegse Suur-Endla järve kinnikasvamist selle idaosas ja selle kaldal.

Soid taastatakse peamiselt kolmel põhjusel. Nendeks on liikide ja elupaikade säilitamine ning kasvuhoonegaaside emissiooni piiramine. Viimati lisandus taastamise argumendina ökosüsteemiteenuste määratlemine ja hindamine. Ökosüsteemiteenused on kaubad ja teenused, mida ökosüsteemid pakuvad inimkonna heaoluks. Soode ökosüsteemiteenusteks on varustatavad, reguleerivad ja säilitavad ning kultuurilised- ja mugavusteenused. Hooletu loodusressursside kasutamise ja rahvaarvu kasvu tõttu on hävinud suur osa ökosüsteemidest ja seda toetavast elurikkusest. Tänapäevaks on 2/3 maa ökosüsteemiteenustest vähenemas või ohustatud ning liigid surevad välja kuni 1000 korda kiiremini kui see evolutsiooni käigus juhtuks.

Tuleb tõdeda, et märgalade taastamine on üsna kulukas, mistõttu lähitulevikus saab taastada neid alasid üsna väikeses mahus. Seetõttu on oluline pöörata esmane tähelepanu ja ressurss just suure väärtusega aladele (Endla, Soomaa, Lahemaa jt.). Kanadas läbi viidud soode taastamise protsessi näitel saab öelda, et soode taastamine on pikaajaline, aga teostatav, kuid tulemuste lõplik selgumine võtab aega vähemalt 10-20 aastat.

Endla märgalakompleks on kuivendusest tugevasti mõjutatud. Kompleksi looduslähedase veerežiimi taastamiseks on vajalik kraavide sulgemine ja ka kuivenduse mõjul muutunud puistu kujundamine märgala taastumist soodustavaks. Männikjärve raba taastamine on üks osa Endla soostiku veerežiimi taastamisest.

KASUTATUD KIRJANDUS

- Aaviksoo, K., Kadarik, K., Masing, H. (1997). Kaug- ja lähivõtted 30 Eesti soost. EU KKM, Info- ja tehnokeskus. Tallinna Raamatutrükikoda. Lk 30-31.
- Allikvee, H., Masing, V. (1988). Põhja- Eesti kõrgustiku suurte mosaiiksoode valdkond. – Eesti sood. / Valk, U. (1988). Tallinn Valgus. Lk 266-268.
- Arold, I. (2005). Eesti maastikud. Sootasandikud e sood. Tartu Ülikooli Kirjastus. Tartu. 117 lk.
- Arold, I. (2005). Eesti maastikud. Alutaguse madalik. Tartu Ülikooli Kirjastus. 337 lk.
- Arold, I. (2001). „Eesti maastikuline liigestatus“. Tartu Ülikooli Kirjastus. Tartu.
- Astover, A. (2012). Raba- ja siirdesoomullad. – Mullateadus. /Astover, A. Tartu: Eesti Maaülikooli põllumajandus- ja keskkonnainstituut. Lk 378-380.
- Best, E. P. H., Bakker, J. P. (1993) Hydrological differences between bogs and bog-relicts and consequences for bog restoration. Introduction. Netherland. Pp 217-218. http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-011-2042-5_11#page-2 (19.04.2016).
- Danish Ministry of the Environment. Nature Agency. (2005-2011). Restoration of raised bogs in Denmark using new methods – a LIFE Projekt. Pp 13-50. http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&rep=file&fil=RERABOGS_Best_Practices.pdf (01.05.2016).
- Eesti soode seisund ja kaitstus. (2014) *Eestimaa Looduse Fondi* uuring: Eesti looduses on hävinud tohutu hulk soosid. http://www.eramets.ee/uudised-1/sa-erametsakeskus/elfi_uuring- eesti looduses on havinud tohutu hulk soosid/ (25.04.2016).
- Endla järve matkarada (8 km). (2016). – *Loodusega koos*. <http://loodusegakoos.ee/kuhuminna/kaitsealad/endla-looduskaitseala/1195> (05.06.2016).
- Endla looduskaitseala. (1987). *EE* kd. 2. Tallinn: Eesti Entsüklopeediakirjastus, Lk 563.
- Endla LKA, Männikjärve sihtkaitsevöönd. (2014). Tartu: Keskkonnaifo. <http://register.keskkonnainfo.ee/envreg/main#HTTPrEPIUjM0gWI7TTQDBmeSFjDn8Wt kZD> (01.05.2016).

- Endla looduskaitseala kaitsekorralduskava 2015-2024. (2015). Tartu: Keskkonnaamet. <http://loodus.keskkonnainfo.ee/eelis/GetFile.aspx?fail=-1145566082> (01.05.2016).
- Endla looduskaitseala loodusliku veerežiimi taastamine. Looduse mitmekesisuse säilitamine. (2011-2015). – RMK. <http://www.rm.k.ee/organisatsioon/el-fondid-1/looduse-mitmekesisuse-sailitamine/endla-looduskaitseala-loodusliku-veereziimi-taastamine> (10.05.2016).
- Endla looduskaitseala soode taastamine. Ühtekuuluvusfond. (2015-2024). – RMK <http://www.rm.k.ee/organisatsioon/el-fondid-1/uhtekuuluvusfond/endla-lk-soode-taastamine> (10.05.2016).
- Endla Riikliku Looduskaitseala põhimäärus §1. (Kinnitatud 11.09.1985, tunnistatud kehtetuke RT I 1997) – ENSV Teataja nr 39, arikkel 602. <http://loodus.keskkonnainfo.ee/WebEelis/GetFile.aspx?fail=-1597235946> (05.04.2015).
- Hara soo loodusliku veerežiimi taastamine Lahemaa rahvusparkis. Looduse mitmekesisuse säilitamine. (2011-2013). – RMK. <http://www.rm.k.ee/organisatsioon/el-fondid-1/looduse-mitmekesisuse-sailitamine/hara-soo-loodusliku-veereziimi-taastamine-lahemaa-rahvusparkis> (10.05.2016).
- Ilomets, M. (2001). Mis saab jääksoodest? Mis maksab soo taastamine? Loodusajakiri. http://www.loodusajakiri.ee/eesti_loodus/EL/vanaweb/0106/mati.html (01.02.2016).
- Ilomets, M. (1998). Sood- meie kaasavara Euroopa Liitu. – *Eesti Loodus*. Nr 5/6. Lk 220-223. http://www.loodusajakiri.ee/eesti_loodus/EL/vanaweb/9805/sood.html (04.04.2016).
- Ilomets, M., Kimmel, K. (2007). „Sood Eestis ja Lõuna-Soomes“ (03.04.2015).
- International Peat Society (IPS), (2016). <http://www.peatociety.org/> (15.10.2014)
- Jakobson, K. (2011). RMK alustab Endla raba taastamist 23.11. – RMK. Pressiruum. <http://www.rm.k.ee/organisatsioon/pressiruum/uudiste-arhiiv/uudised-2011/rmk-alustab-endla-raba-taastamist> (01.05.2016).
- Jonuks, T., Oras, E. (2012). Sood peidavad ajalugu. – *Eesti Loodus*. Nr 4. http://www.eestiloodus.ee/artikkel4521_4494.html (03.04.2015).
- *Juske, A. (1995). Turbatootmisest Eestis. In Paal, J., Leibak, E. (2013). Eesti soode seisund ja kaitstus. Tartu. https://issuu.com/elfond/docs/eesti_sood_seisund_ja_kaitstus (12.12.2015).
- Jürgens, A. (2016). Maavarade kaevandamismahud pole suurenenud. – *Maa-amet*. Uudised.

- http://www.maaamet.ee/index.php?lang_id=1&news_id=1283&page_id=1&menu_id=1
(24.04.2016).
- Kaevandamine (2016). – *Eesti Turbaliit*. Tallinn. <http://www.turbaliit.ee/kaevandamine/>
(24.04.2016).
 - Kaitstavate soode tegevuskava. (2015). *Keskkonnaministeerium*. Lk. 27-31.
http://www.envir.ee/sites/default/files/soode_tegevuskava.pdf (04.05.2016).
 - Keskkonnaagentuur uuendab Tooma sooseirevõrku. (2015). Tartu: Keskkonnaamet.
<http://www.keskkonnaamet.ee/endla/uudised/keskkonnaagentuur-uuendab-tooma-sooseirevorku/> (06.05.2016).
 - Kohv, K. (2014). Endla raba lääneserva taastamistööde tulemuslikkus on saanud esimese kinnituse. – *Looduseblogi*. <http://www.rm.k.ee/metsa-majandamine/loodusblogi/endla-raba-laaneserva-taastamine-on-olnud> (1.05.2016).
 - Kohv, K. (2012). Endla looduskaitseala taastamiskava. – *Eestimaa Looduse Fond*. Tartu. Lk 17-19.
 - Kohv, M. (2013). Märgalade taastamiskavad. – *Eestimaa Looduse Fond*. Tartu. Lk 16-17.
https://issuu.com/markokohv/docs/cc_projekt_m_rgalade_taatamine_aruanne/16
(19.04.2016).
 - Kohv, M. (2012). Märgalade taastamiskava. Tartu. Lk 2.
https://issuu.com/markokohv/docs/cc_projekt_m_rgalade_taatamine_aruanne
(06.05.2016).
 - Kosk, A. (2016). Mere ja siseveekogude ökosüsteemi teenuste määramise ja kaardistamise metodoloogia ja väljatöötamine. – *Aruanne. Kokkuvõte*. Tartu: Lk 1-17.
<http://media.voog.com/0000/0019/2868/files/Kokkuv%C3%B5te.pdf> (24.04.2016).
 - Kosk, A., Lõhmus, L. (2011). Ülevaade Eesti rabade ökosüsteemi teenustest ja nende majanduslike väärtuste hindamisest. – *Töövõttuleping 03.11.2011 nr 4-1.1/282*.
http://www.envir.ee/sites/default/files/rabadeokosteenustmajvaartustehind_teoriosa_aija_kosk.pdf (01.02.2016).
 - Krumm, L. (2015). Algas Muraka soostiku servaalade veerežiimi ja soolupaikade taastamine! – *Loodusblogi*. <http://www.rm.k.ee/metsa-majandamine/loodusblogi/muraka-soostiku-servaalade-veereziimi-ja-soolupaikade-taastamine> (04.05.2016).
 - Kuresoo taastamine. (2014) – *Eestimaa Looduse Fond*. Tallinn.
<http://www.elfond.ee/et/teemad/raba/soode-taastamine/kuresoo-taastamine> (6.11.2014).

- Kuusk, H. (2014). Uuring: Eesti looduses on hävinud tohutu hulk soosid. – *Delfi*. <http://epl.delfi.ee/news/eesti/uuring-eesti-looduses-on-havinud-tohutu-hulk-soosid?id=69946133>. (24.04.2016).
- Külvik, M., Kosk, A., Vilbaste, S. (2016). Mere ja siseveekogude ökosüsteemi teenuste määramise ja kaardistamise metodoloogia väljatöötamine. – *Aruanne*. 1.peatükk. Ökosüsteemide tüpoloogia ja ökosüsteemiteenuste indeks. Tartu: Lk 1-8. <http://media.voog.com/0000/0019/2868/files/1ptk.pdf> (24.04.2016).
- Leivits, A., (2016). Rootsi- Soome kogemused liigirikaste madalsoode taastamisel- ülevaade projektist „Rikkärr“. – *Enviromental Board*. http://www.elfond.ee/images/images/M%C3%A4rgalade_p%C3%A4eva_2016_ettekanded/Agu_Leivits.pdf (10.05.2016).
- Looduslik mitmekesisus. Sood. (2014). Keskkonnaülevaade. – *Keskkonnaagentuur*. Lk. 148-150. http://www.keskkonnaagentuur.ee/failid/ky_2013_pt7.pdf (25.04.2016).
- Maa-ameti looduskaitse ja Natura 2000 rakendus. (2016a) – *Maa-amet*. http://xgis.maaamet.ee/xGIS/XGis?app_id=UU62A&user_id=at&bbox=604842.57796272_8,6515988.60071397,645932.442102726,6537183.03978785&setlegend=FLKA_02=0,FLKA_03=0,FLKA_04=0,FLKA_05=0,FLKA_08=0,SHYBR_ALUS01V=0,SHYBR_ALUS08=1&LANG=1 (19.05.2016).
- Maa-ameti looduskaitse ja Natura 2000 rakendus. (2016b) – *Maa-amet*. http://xgis.maaamet.ee/xGIS/XGis?app_id=UU62A&user_id=at&punkt=629651.6528356&zoom=4895.63218390802&setlegend=FLKA_02=0,FLKA_03=0,FLKA_04=0,FLKA_05=0,FLKA_08=0,SHYBR_ALUS01V=0,SHYBR_ALUS08=1&LANG=1 (15.05.2016).
- Masing, V. (1997). Ürgsed sood kui loodusmälestised. Tallinna Raamatutrükikoda. Tallinn Lk 10.
- Masing, V. (1997). Ürgsed sood kui loodusmälestised. /Valk, U. (1988). Eesti sood. Tallinn. 247 lk.
- Meie lugu. (2014). - *TurBliss*. <http://turbliss.eu/et/meie-lugu/> (06.05.2016).
- Milleks seda vaja on? (2016) – *Eestimaa Looduse Fond*. Tallinn. <http://elfond.ee/et/teemad/raba/soode-taastamine> (27.04.2016).
- Niitlan, E. (2016). Turbaliidu nägemus Eesti turba ja soode kasutusest. - *Märgalade päeva ettekanne*.

http://elfond.ee/images/images/M%C3%A4rgalade_p%C3%A4eva_2016_ettekanded/Erki_Niitlaan.pdf (02.02.2016).

- Paal, J. (2011). Milliseid soid meil esineb? / Jääksood, nende kasutamine ja korrastamine. *Eesti Turbaliit*. Tartu. Lk 14-18.
- Paal, J. (2007). Turba kaevandamine. Jääksode korrastamise käsiraamat. Tartu: 27. Lk 27
http://www.envir.ee/sites/default/files/jaaksoode_korrastamise_kasiraamat_1.pdf
(24.04.2016).
- Paal, J. (2005) Estonian mires.
http://www.botany.ut.ee/jaanus.paal/Jaanuse_Artiklite_koopiad/Estonian_mires.pdf
(2.04.2015).
- Paal, J. (2004). Rabad. Euroopas väärtustatud elupaigad Eestis. AS Kirjastus Ilo ja trükikoda Ilo Print. Lk 71.
- Paal, J. (1999) Jääksode korrastamise käsiraamat. - *Keskkonnainvesteeringute keskus*.
http://www.envir.ee/sites/default/files/jaaksoode_korrastamise_kasiraamat_1.pdf
(30.03.2015).
- Paal, J. (1997). Eesti taimkatte kasvukohatüüpide klassifikatsioonist. Väljavõte. - *Keskkonnaministeeriumi Info- ja Tehnokeskus*. Tallinn.
- Paal, J., Leibak, E. (2013). Eesti soode seisund ja kaitstus. Tartu.
https://issuu.com/elfond/docs/eesti_soode_seisund_ja_kaitstus (01.05.2016).
- Paal, J., Lode, E. (2011). Mis on soo ja mis on turbaala. / Paal, J. (2011). Jääksood, nende kasutamine ja korrastamine. *Eesti Turbaliit*. Tartu. Lk 9.
- Pakalne, M., Delina, A. (2013). Restoration of bog hydrology in Latvia.
http://www.envir.ee/sites/default/files/sooelupaigad_pakalnedelina_latvia_20130925.pdf
(27.03.2016).
- Paulus, S. (2012). Jüri-Ott Salm: looduslikud sood jäägu puutumata. - *Novaator*
http://www.novaator.ee/ET/loodus/juriott_salm_looduslikud_sood_jaagu_puutumata/
(06.05.2016).
- *Quinty, F., Rochefort, L. (2003). Peatland Restoration Guide, second edition. Canadian Sphagnum Peat Moss Association and New Brunswick Department of Natural Resources and Energy. Québec, Québec. viidatud: Müür, M. (2009). Kuivendamise mõju märgalade taimekooslustele ning nende taastamine. Bakalaureusetöö. Tartu. Tartu Ülikool. Loodus- ja tehnoloogiateaduskond. Ökoloogia ja Maateaduste Instituut. Botaanika õppetool. Lk 18, 23.

- Rannu (Kestla) raba jääsoo taastamine Aseri maastikukaitsealal. Looduse mitmekesisuse säilitamine. (2011-2013). – RMK <http://www.rmk.ee/organisatsioon/el-fondid-1/looduse-mitmekesisuse-sailitamine/rannu-kestla-raba-jaaksoo-taastamine-aseri-maastikukaitsealal> (10.05.2016).
- Ratt, A. (1985) Mõnda maaviljeluse arengust Eestis läbi aegade. Valgus, Tallinn. / Kohv, K., Viilma, K., Timm, U., Palo, A., Maamets, L., Kaisel, M., Adermann, V. Metsanduse arengukava aastani 2020 TG 2 (Metsade loodusliku mitmekesisuse taastamine) esimese seminari jaoks üldine taustamaterjal projektis „Majandatavates metsades bioloogilise mitmekesisuse hoidmise meetmete tulemuslikkuse hindamine ja tulevikusuundumuste määratlemine“ käigus määratletud probleemidest metsade elurikkuse hoidmisel. http://www.envir.ee/sites/default/files/elfinder/article_files/mak_2020_tg2_seminari_tausta_materjal.pdf (15.05.2016).
- Raudsepp, R. (2014). Geoloogilistest uuringutest ja maavaradest Eestis. – Keskkonnaministeerium. Tallinn: Lk 7. http://www.envir.ee/sites/default/files/geol.tood_ja_maavarad_28.112014_rein.pdf (24.04.2016).
- Restoration of Sphagnum Moss Growth on Peatlands. (2016) *Irish Peatland Conservation Council*. The Canadian Approach. <http://www.ipcc.ie/advice/peatland-management-diy-tool-kit/restoration-of-sphagnum-moss-growth-on-peatlands/> (01.05.2016).
- RMK alustab Endla raba taastamist 23.11. (2014). – RMK. <http://www.rmk.ee/organisatsioon/pressiruum/uudiste-arhiiv/uudised-2011/rmk-alustab-endla-raba-taastamist> (06.11.2014).
- *Rochefford, L., Lode, E. (2006). 17. Restoration of Degraded Boreal Peatlands. In Wieder, R. K., Vitt D. H. (ed.), *Boreal Peatland Ecosystems*. Ecological Studies 188:381-423. Springer- Verlag, Berlin. viidatud: Müür, M. (2009). Kuivendamise mõju märgalade taimekooslustele ning nende taastamine. Bakalaureusetöö. Tartu. Tartu Ülikool. Loodus- ja tehnoloogiateaduskond. Ökoloogia ja Maateaduste Instituut. Botaanika õppetool. Lk 18, 19.
- Salm, J-O. (2015). Eesti sood. Eestis algas soode taastamise teemaline Life projekt. <http://www.soo.ee/eestis-algas-soode-taastamise-teemaline-life-projekt> (04.05.2016).
- Salm, J-O. (2012). Jüri-Ott Salm: looduslikud sood jäägu puutumata. http://www.novaator.ee/ET/loodus/juriott_salm_looduslikud_sood_jaagu_puutumata/ (06.05.2016).

- Soode taastamise Life+ projekt. (2014). – *ELF*. <http://elfond.ee/et/teemad/raba/soode-taastamise-life-projekt> (05.04.2016).
- Soomaa rahvuspargi soode taastamine. Ühtekuuluvusfond. (2016). - *RMK* <http://www.rm.k.ee/organisatsioon/el-fondid-1/uhtekuuluvusfond/soomaa-rp-soode-taastamine> (06.11.2016).
- Taastamine (2016). Soode kaitse. – Eesti sood. <http://www.soo.ee/taastamine> (06.05.2016).
- The List of Wetlands of International Importance. (2016). – *Ramsar*. <http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/sitelist.pdf> (06.05.2016)
- The Ramsar convention and its mission. (2016). – *Ramsar*. <http://www.ramsar.org/about/the-ramsar-convention-and-its-mission> (04.04.2016).
- Tooma sookaitsejaam. (1996). *EE* kd. 9. Tallinn: Eesti Entsüklopeediakirjastus. Lk 471. http://entsyklopeedia.ee/artikkel/tooma_sookatsejaam (05.04.2015).
- Turvas. (2016). – *Mäeinstituudi teemaleht*. <http://freesturvas.blogspot.com.ee/> (10.05.2016).
- Vabariigi Valitsuse otsus 8. septembrist 1939 maa-alade ja veekogude kaitse alla võtmise kohta. – *Riigi Teataja* nr 79. Akt 630. http://eelis.ic.envir.ee/MonoLive/default.aspx?state=115;68547593;est;eelisand;;&comp=objresult=dok&obj_id=1790546237 (11.05.2016).
- Valk, U. (2005). Eesti rabad. Ökoloogilis-metsanduslik uurimus. Tartu. Lk. 240-244.
- Valk, U. (1988). Eesti sood. Valgus. Lk 266-268.
- *Veber, K. (1957). Endla soostiku geoloogiline ja hüdrograafiline iseloomustus ning genees. In Kumari, E. (ed.), *Loodusuurijate Seltsi Aastaraamatu 50:37-62*, viidatud: Müür, M. (2009). Kuivendamise mõju märgalade taimekooslustele ning nende taastamine. Bakalaureusetöö. Tartu. Tartu Ülikool. Loodus- ja tehnoloogiateaduskond. Ökoloogia ja Maateaduste Instituut. Botaanika õppetool. 13 lk.
- Viru raba jääksoo taastamine Lahemaa rahvuspargis. EL fondid. (2011-2013). - *RMK*. <http://www.rm.k.ee/organisatsioon/el-fondid-1/looduse-mitmekesisuse-sailitamine/viru-raba-jaaksoo-taastamine-lahemaa-rahvuspargis> (10.05.2016).

THE DEVELOPMENT AND RESTORATION OF MÄNNIKJÄRVE BOG

SUMMARY

Present work gives an overview how the swamps are formed, about their distribution and restoration through history. It also discusses the ecological services of the swamps. The main object of this research was the bog of Männikjärve in Endla swamp where bigger attention was paid to the forming and restoration.

It is known that the first swamps in Estonia emerged after the ice age (about 10000 years ago). Later they have formed by growing over the bodies of water or forests becoming swampy. Swamps generally emerge in clayey soil which doesn't let water through. A swamp can also form in hollows where the amount of rainfall is bigger than the amount of water that flows off or vaporizes. Most of Estonian swamps have emerged by growing up the lakes like the bog of Männikjärve. The bog of Männikjärve developed after the ice age when the eastern part of Lake Suur-Endla grew over.

Swamps are restored mostly for three reasons: to preserve species and their environment and to limit the emission of green-house gases. Recently specification and evaluation of the ecosystem services were added. The ecosystem services are goods and services that ecosystems offer to the humanity welfare. The swamps' ecosystem services are supplying, regulating, preserving and cultural-comfort services. Due to careless use of natural resources and increase in the population most of the ecosystems and their supportive environment have vanished. For today 2/3 of the land ecosystem services are declining or endangered and the species become extinct 1000 times quicker than it would happen during the evolution. Unfortunately restoration of wetlands is quite expensive, it means

that in the near future limited areas can be restored. Therefore it is important to undertake the areas with bigger values (Endla, Soomaa, Lahemaa etc.). In Canada the swamps restoration process showed that it is long but achievable and it takes at least 10-20 years to clarify the final results.

Endla's wetland is heavily influenced by the drainages. To recover the natural water regime in this complex it is necessary to close ditches and the effects of drainage to the stand must be changed to restore the wetland. To restore the bog of Männikjärve is one part of the recovery of Endla swamp's water regime.