

# PUISTUTE KASVATAMISE TASUVUS JÄÄKSOOS

Ekspert hinnang

Tellijaja: Eestimaa Looduse Fond

Koostaja: Paavo Kaimre

Tartu 2019

Uuring on valminud projekti „Märgalaviiljelus Baltimaades“ raames, mida toetab Euroopa Kliimainitsiatiiv (EUKI). EUKI on Saksamaa Keskkonna-, Looduskaitse- ja Tuumaohutuse Ministeriumi (BMU) projektide rahastamise vahend. EUKI üldine eesmärk on toetada koostööd Euroopa Liidus, et vähendada kasvuhooonegaaside kogust. Selleks tugevdatakse piiriülest dialoogi ja koostööd ning vahetatakse teadmisi-kogemusi. Autorid vastutavad täielikult uuringus avaldatu eest. Euroopa Kliimainitsiatiiv (EUKI) ja Saksamaa Keskkonna-, Looduskaitse- ja Tuumaohutuse Ministerium (BMU) ei vastuta avaldatu sisu eest.

On behalf of:



Federal Ministry  
for the Environment, Nature Conservation  
and Nuclear Safety



European  
Climate Initiative  
EUKI

of the Federal Republic of Germany

## Sisukord

Sissejuhatus .....	3
Puistute majandamise tasuvuse hindamise lähteandmed .....	4
Maapinna ettevalmistamine .....	5
Jääksoo väetamine puutihaga .....	5
Taimede hind ja istutustööd .....	5
Puidu hind ja metsavarumiskulud .....	6
Jääksoodesse kultiveeritavate puistute majandamise tasuvusarvutused .....	7
Metoodika .....	7
Sookask ( <i>Betula pubescens</i> Ehrh.) .....	7
Hall lepp ( <i>Alnus incana</i> (L.) Moench) .....	10
Sanglepp ( <i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.) .....	11
Paju ( <i>Salix</i> sp.) .....	12
Künnapuu ( <i>Ulmus laevis</i> Pall.) .....	14
Toetusmeetmete kasutamise võimalused .....	15
Soometsade majandamise praktika RMK-s .....	16
Kokkuvõte .....	17
Kasutatud allikad .....	18

## Sissejuhatus

Käesoleva analüüsi eesmärk on selgitada erinevate puuliikide kasvatamise potentsiaalne tasuvus ammendatud turbaväljal (jääksoos), mis perspektiivis taastatakse märgalakooslusena.

Jääksoodeks nimetatakse alasid, kus turbalasund on edasiseks masinatega kaevandamiseks ammendatud ja turba jääklasundi tüsedus ei ületa enamasti 0,1–0,5 meetrit. Turbaalad ehk jääksood taimestuvad väga aeglaselt, isegi 20-30 aastat pärast kaevandamise lõppu võib taimestik katta vaid mõne protsendi jääksoo pinnast. Et kiirendada taimestiku taasteket ja vähendada ammendatud aladelt süsinikdioksiidi emissiooni, tuleb alustada mahajäetud alade korrastamist. Jääksood taasväärtustatakse, kujundades nendest kas veekogud, luues tingimused turbatekke taastumiseks, maaviljeluseks, metsakasvatuseks vms (Keskkonnaministeerium 2019).

Jääksoode metsastamiseks ja looduslikuks metsastumiseks on soodsamad tingimused seal, kus jääkturbakiht on õhuke ning sellest on tekkinud viljakas gleimadalsoomuld. Sellistel aladel kattuvad jääksood looduslikul teel heakasvulise kaasikuga (Pikk 2011). Jääksoo metsastamisel on vaja head kuivendusvõrku ja korras teed. Põhjavee tase peab vegetatsiooniperioodil jääma keskmiselt 40–50 cm sügavusele ja kultiveerimistöde ajal vähemalt 30 cm sügavusele ning jääksoo turba tüsedus ei tohi olla alla 30 cm (Valk 1981 Ots 2018 kaudu).

Mitu aastakümnet tagasi, 1970-80ndatel aastatel, alustas Eesti Metsamajanduse ja Looduskaitse Teadusliku Uurimise Instituut jääksoode metsastamise katseid, aga paraku jäi nende katsete tulemuslikkuse uurimine tagasihoidlikuks. Üldiselt osutus jääksoode metsastamine loodetust kulukamaks ning ka esialgsed väetamise tulemused olid äärmiselt varieeruvad (Pikk 2011).

Seni Eestis tehtud katsed näitavad, et toitainerikaste tuhmade (puutuhk, põlevkivituhk) segamisel jääksoo turbasse saavutab kõige kiiremini suurima biomassi juurdekasvu kask, ületades männi ja kuuse juurdekasvu mitu korda (Kikamägi et al., 2013, 2014).

Puistute arengu prognoosimisel lähtutakse madal soo metsakasvukohatüübist, kus looduslikult kasvavad enamasti sookaasikud, harvemini männikud, mõnel juhul ka kuusikud. Tegemist on madalaboniteediliste (IV-Va boniteet) puistutega. Kuna sookaasikutes kasvavate puude tüve kvaliteet on madal, puud jändrikud, kõverad, tuleb ennekõike arvestada puistute kasutamise puistute biomassi tootmiseks. Hinnaliste (palgi)sortimentide väljatulek madal soo madalaboniteedilistest puistutest on küllatki vähene.

Teavet jääksoode taastamisega, sh metsastamisega seotud kulude kohta on üldiselt napilt. Ülevaate võimalike tegevuskulude kohta on andnud Edgar Karofeld 2011. aastal ilmunud kogumiku „Jääksood, nende kasutamine ja korrastamine“ alapeatükis „Jääksoode korrastamise maksumus“, kus Suurbritannia ja Kanada kogemusele tuginedes on esitatud taassoostumisele kaasaaitamise tegevustega seotud ajakulu ja rahaline maksumus. Materjal ei ole küll otseselt seotud metsastamisega, kuid osaliselt saab neid andmeid (tegevused, tehnoloogia, ajakulu) tasuvusarvutustes kasutada.

Kanada kogemuse põhjal on ühe hektari jääksoo korrastamise maksumuseks ligikaudu 800 C\$ (580 €) ning selleks kulub ligikaudu 25 töötundi. Kulutuse planeerimisel ja selle otstarbekuse arvestamisel ei tohiks unustada, et kulutades ligikaudu 580 € ühe hektari jääksoo korrastamiseks elavdab see kohalikku majandust ning see kulutus on ühekordne; 4–5 aasta pärast on see-eest endisel jääksool juba taastunud isereguleeruv ökosüsteem, mille positiivne mõju on hulga suurem. Erinevate ökosüsteemide poolt pakutavate nn teenuste hindamisel on sõltuvalt hindamise mitmekülgisusest saadud küllalt erinevaid tulemusi, kuid näiteks

seitsmeteistkümne arvesse võetud funktsiooni (sh mõju kliimale, ümbruskonna gaasi- ja veerežiimile, erosiooni vähendamisele, elupaikade mitmekesisuse säilitamisele jms) alusel on soode puhul selleks saadud 19 580 US\$ hektari kohta aastas (Costanza et al, 1997). Seega, jääsoo korrastamiseks kulutatud raha hakkaks neljandast-viiendast aastast alates igal järgneval aastal ühiskonnale tagasi andma kuni 25-kordselt. „Kas meil oleks mõistlik sellisest investeeringust keelduda või selle tegemise otstarbekuses kahelda?“, küsib E.Karofeld (2011).

Kuna jääsoo metsastamisel saadav puit on mõõtmetelt ja kvaliteedilt kasutatav valdavalt energiapuiduna, on järgnevalt vaatluse all puidu kasutamise vajadus ja potentsiaal taastuveneergetikas.

Taastuveneergetika tegevuskavas on sätestatud, et riiklik üldeesmärk taastuvatest energiaallikatest toodetud energia osakaalu energia summaarses lõpptarbimises aastal 2020 on 25% (2005. a eesmärk oli 18%). Euroopa Liidu energia- ja kliimapoliitikast tulenevalt seab energiamajanduse arengukava (ENMAK) 2030. aastaks eesmärgi saavutada 50%-line taastuveneergetika osakaal, sh soojusmajanduses 80%, elektrimajanduses 50% ja transpordis 10%. 2017. aastal oli puidu baasil toodetud primaarenergia kogus 63873 TJ, mis moodustas 31,2% toodetud kogumahust.

Taastuveneergetikas on praegust olukorda ja lähitulevikku arvestades vajalik puitbiomassi osa ca 7 mln m<sup>3</sup>. Kogus sisaldab raietest ümarpuitu ja raiejäätmeid, mittemetsamaalt saadavat puitu ja puidutöötlemise jäätmete kasutamist (Raudsaar jt 2018). Puitkütuste kasutajad on olnud viimastel aastatel suurimad puidutarbijad: 2016. aasta puidubilansi kohaselt kasutati energeetikas 4,46 mln m<sup>3</sup> ümarpuitu ja raiejäätmeid, puidutööstuste tootmisjääkide kasutamise mahtu on hinnatud 3 mln m<sup>3</sup>. 2016. aastal varuti mittemetsamaalt (kraavikaldad, elektriliinide trassid jmt) 0,6 mln m<sup>3</sup> puitu.

Arvestades biomassi tarbivatesse nn kombijaamadesse tehtud investeeringuid, tõenäoliselt püsib lähiaastatel ja aastakümnetel nõudlus energiapuidu järele. Metsanduse arengukava aastani 2030 protsessis sõnastati majandamise töörühmas seisukoht: oluline oleks kavandada abinõude väljatöötamist energeetikas kasutatava puidu allikate osas. Näiteks elektriliinide alune võsa, hooldusraiel metsa jääv ressurss, kraavi- ja põlluääred. Üks võimalik energiapuidu allikas võib olla jäätmaa, sh jääksoode kasutamine puitbiomassi kasvatamiseks.

## Puistute majandamise tasuvuse hindamise lähteandmed

Senistes jääksoode metsastamisega seotud Eestis tehtud uuringutes on ennekõike keskendunud puittaimede kasvutingimustele ja nende parandamisele, kultiveeritud puistute esimeste aastate arengule, taimede ellujäämisele ja hukkumisele ning selle põhjustele. Viimastel aastatel on uuritud puutuhaga. Tehtud tööde kulude kohta andmed puuduvad. Kuna tegemist on teaduslike katsealadega, siis ei olekski katsetegevuse rahalised näitajad otseselt ülekantavad suurepinnalisele jääksoode taasmetsastamisele.

Alljärgnevalt esitatakse selgitused puistute majandamisega seotud tegevuste ning nendega seotud kulude kohta.

### Maapinna ettevalmistamine

Senises jääksoode majandamise praktikas ja uurimistöös ei ole pinnase mehhaniseeritud ettevalmistamist rakendatud. Kuid kuna „Pööraveres on kohati jääkturba paksuseks vaid 20 cm, võib puude loodusliku uuenduse tekkeks ja kasvuks luua soodsamad tingimused pinnast sooadraga ette valmistades, adraga turba ja mineraalpinnase segikündmisel väheneb külmakohrutuste oht.“ (Ots 2018), siis on arvutustes ka pinnase ettevalmistamise kulu.

Üks võimalus on arvutustes kasutada metsamajanduses aset leidva maapinna ettevalmistamise hinda, mis 2017. a andmetel oli 137 eurot ha kohta. Kristjan Laas analüüsis oma 2012. a valminud bakalaureusetöös pajuistandike rajamist mineraalmaadel (endistel põllumajandusmaadel), kus kulud on ilmselt madalamad kui jääksoos. Temal hinnangul olid maapinna ettevalmistamise kulud umbes 61 eurot ha kohta.

E. Karofeldi (2011) esitatud Kanada kogemuse ülevaates on pinnase ettevalmistus aeg ~3,5 tundi hektari kohta ja mainitud, et enamasti on võimalik hakkama saada turbatööstuses kasutatavate masinatega. Praegu rasketehnika renditeenust pakkuvate ettevõtete hinnakirjade alusel kujuneb traktori ja haakesedame rentimise maksumuseks (32 eurot tund traktor 25 eurot, töövahend 7 eurot).

Eelnevast lähtudes on käesolevas hinnagus arvestatud 1 ha jääksoo pinnase ettevalmistamiskulu  $3,5 \text{ tundi} \cdot 32 \text{ eurot} = 112 \text{ eurot ha kohta}$ .

### Jääksoo väetamine puutuhaga

Katri Otsa eksperthinnagu kohaselt: „Enne külvide tegemist või puude istutamist on oluline segada turbasse puutuhka (2-3 t/ha). Orienteervalt maksab ühe autokoorma (15 tonni) tuha transport 40 € ehk 2,6 €/tonn.“ Arvutustes on arvestatud tuha kulu 8 eurot ha kohta, tuha külvamise ajakulu 1 tund/ha, rendimasinate kulu 32 eurot tunnis. Tuhakülvi kogukulu seega 40 eurot ha kohta.

### Taimede hind ja istutustööd

Puistute rajamine võiks toimuda nii puutaimede istutamise kui külvi teel. Kuna aga jääksoos on kevadel ja suvel väga suur pealmise turbakihi kuivamise oht, on külvikultuuride rajamine seotud suure riskiga, sest seemnete idanemiseks ei jätku niiskust. Seepärast on käesolevas eksperthinangus kavandatud puistute rajamine taimede ja paju puhul pistokste istutamisega.

**Tabel 1.** Puutaimede ja pistokste hind

Puuliik	Hind, euro/tk
Arukask/Sookask	0,23
Sanglepp	0,22
Hall lepp	0,22
Künnapuu	0,50
Paju	0,06

Istutustöö hinnaks on taimede puhul arvestatud 0,14 eurot taime kohta, paju pistokste puhul arvestatud istutamise maksumuseks 335 eurot ha kohta.

#### Puidu hind ja metsavarumiskulud

Arvutustes on lähteandmetena kasutatud Järvelja õppe- ja katsemetskonna keskmisi puiduhindasid vahelaos (s.t. transpordituna raielangilt tee äärde) aastatel 2017-2019.

**Tabel 2.** Puidusortimendide hind vahelaos

<b>Sortiment</b>	<b>Hind, euro/tm</b>
Kasepalk	42
Kasepaberipuit	33
Lehtpuu küttepuit	23
Sanglepa palk	33
Halli lepa palk	33

Pajuvõsa hinnaks istandikus on arvestatud 1 euro ühe puistekuupmeetri eest, s.t. ostja maksab müüjale hakitud puidu eest.

Tark Mets OÜ koostatud puiduturu ülevaate kohaselt oli 2019. a märtsis 2019 hakkpuidu keskmine hind tarbija juures 12,21 eurot puistekuupmeetri kohta. Võsa eest makstav hind tuletatakse lõpptarbija makstavast puistekuupmeetri hinnast, arvutades maha nii hakkimise, puidu transpordi, tööde korraldamise ja ettevõtte üldkulud. Võsa hind puiduturul on vahemikus 1-3 € puistekuupmeetri eest. Hind sõltub väga palju sellest, milliseks kujuneb transpordikulu hakke lõpptarbijale viimiseks. Eelmainitud hakkpuidu hinda ja selle valmistamise kulusid arvestades kujuneb nõ kriitiliseks veokauguseks 70-100 km. Kui veokaugus on pikem, ei ole võsa eest enam võimalik maksta.

Metsamaterjali ülestöötamise kompleksteenuse (raie ja kokkuvedu) keskmine hind oli Järvelja õppe- ja katsemetskonnas 15,35 eurot tm kohta. Eestis on 2019. a puidu ülestöötamiskulud keskmiste raielankide korral 14,5-17 €/tm. Puidu transportimine metsast lõpptarbijani maksab keskmiselt 8-8,5 €/tm.

## Jääksoodesse kultiveeritavate puistute majandamise tasuvusarvutused

### Metoodika

Kuna jääksoodesse rajatud istandike puistute pikaajalise arengu (kasvukäigu) kohta ei ole Eestis empiirilisi andmeid, kasutati käesolevas eksperthinnangus jääksoodede looduslikele tingimustele võimalikult sarnastes tingimustes kasvavate puistute kasvumudeleid (Kiviste, 1997).

Puistute raiumisel saadava sortimentatsiooni prognoosimiseks kasutati Allan Simsi 2011.aastal koostatud programmi. Prognoositava sortimentide mahu ja kasvava metsa hinna baasil arvutati raiest saadav tulu. Kui puistust saadakse ümarsortimente (palgid, paberipuit, küttepuit), siis sellisel juhul raietöödel tekkivate raiejäätmete kogumist ja hakkimist ei kavandatud, raiejäätmed jäävad raialale. Pajuistandiku tasuvusarvutuses aga arvestatakse kogu istandikus kasvava puidu hakkimisega.

Võrreldavaks näitajaks on kõigepealt absoluutne tasuvus, st kas majandamisel saadav tulu katab istandiku rajamise ja majandamise kulud.

Arvutatud on ka majandamistsükli puhasnüüdisväärtus 1% ja 2% intressi juures, st arvutatakse praegusele ajahetkele (0-aastale) ajaldatud kulude ja tulude summa. Tulemus peaks investori jaoks olema positiivne. Negatiivne puhasnüüdisväärtus näitab, et investeering ei anna oodatavat tootlust.

Metsakasvatamiseks investeeringute hindamisel kasutatakse sageli kriteeriumina sisemist tasuvusläve. See on intressimäär, mille juures investeeringu puhasnüüdisväärtus on null. Sisemise tasuvusläve eelis on, et seda on hea võrrelda oodatava tulususega ning elimineeritakse nii investeeringu mahust kui majandamise perioodist tulenev projektide erinevus.

### Sookask (*Betula pubescens* Ehrh.)

Tasuvuse arvutamisel oletatakse ala ettevalmistamist ja puutuhaga väetamist. Kaalumisel oli noores istandikus metsakultuuri hooldamine, kuid võrreldes mineraalmaaga on jääksoods rohttaimede kasv sedavõrd väike, et need ei takista lehtpuutaimede kasvu ja seepärast hooldamist ei kavandata. Arvutused on tehtud mahuküpsuse vanuses (50 aastat), 70 a vanuses ja 100 a vanuses puistus.

Kasvumudelina kasutati madalsoo kasvukohatüübis kasvava kasepuistu diferentsmudelit.



**Tabel 3.** Madalsoo kkt kaasiku kasvukäik

Vanus	H, m	D, cm	Tagavara, tm/ha
10	2,4	2,1	5
20	5,5	5,0	20
30	8,3	7,7	40
40	10,6	10,2	60
50	12,4	12,4	77
60	13,8	14,2	91
70	14,9	15,8	102
80	15,8	17,2	111
90	16,5	18,4	118
100	17,1	19,4	124
110	17,6	20,3	128
120	18,0	21,1	132

Erinevas vanuses puistu raie modelleerimine näitab, et madalsoos kasvava sookase puistut tuleks kasvatada vähemalt 50 aastat, sellisel juhul katab raieist saadav tulu puistu rajamise ja minimaalse hooldamise kulud. Vanemas puistus tehtud uuendusraied annavad suurema tulu tänu kallimate sortimentide väljatulekule võrreldes 50 aastase puistuga. Samal ajal mõjutab pikem raiering intressimäära kaudu puhasnüüdisväärtust. Uuendusraie tegemisel nii 70 aastases kui 100 a vanuses puistus saadakse 1% intressimäära kasutamisel napilt positiivse puhasnüüdisväärtus. Arvutuse kohaselt on jääksohu rajatud kaseistandiku kui investeeringu sisemine tasuvuslävi seega ligikaudu 1% aastas.

**Tabel 4.** Madalsoo kaasiku ennustatav sortimentide maht (tm)

Sortiment	50 a puistu	70 a puistu	100 a puistu
palgid	1,55	15,13	37,05
paberipuit	45,65	57,01	56,84
küttepuit	7,47	5,10	3,28
jäätmed	22,33	24,76	26,83
<b>KOKKU</b>	<b>77,00</b>	<b>102,00</b>	<b>124,00</b>

Sortimentide mahud korrutatakse tabelis 2 esitatud ühikuhindadega (puidu hind transpordituna teeäärsesse lattu).

Allpoolesitatud tabelites tähistab lühend NPV (ingl *Net Present Value*) puistu majandamise tulude ja kulude puhasnüüdisväärtust, kui oodatav tasuvus on kas 1% või 2%. Investeeringu sisemine tasuvuslävi on see intressimäär, millega arvutades on NPV ehk tulude ja kulude puhasnüüdisväärtus 0 eurot.

**Tabel 5.** Madalsoo kkt sookaasiku majandamise tasuvusarvutusUuendusraie 50 aasta vanuses  
puistus

aasta		NPV 1%	NPV 2%
	Tegevus	euro/ha	euro/ha
0	pinnase ettevalmistamine	-112	-112
1	puutuhaga väetamine	-40	-39
1	istutamine (taimed+töö)	-555	-544
50	uuendusraie	1743	648
50	raie ja kokkuvedu	-839	-312
	<b>KOKKU</b>	<b>197</b>	<b>-359</b>

## Uuendusraie 70 a vanuses puistus

aasta		NPV 1%	NPV 2%
	Tegevus	euro/ha	euro/ha
0	pinnase ettevalmistamine	-112	-112
1	puutuhaga väetamine	-40	-39
1	istutamine	-555	-544
70	uuendusraie	2634	659
70	raie ja kokkuvedu	-1186	-296
	<b>KOKKU</b>	<b>741</b>	<b>-333</b>

## Uuendusraie 100 aasta vanuses puistus

aasta		NPV 1%	NPV 2%
	Tegevus	euro/ha	euro/ha
0	pinnase ettevalmistamine	-112	-112
1	puutuhaga väetamine	-40	-39
1	istutamine	-555	-544
100	uuendusraie	3507	484
100	raie ja kokkuvedu	-1492	-206
	<b>KOKKU</b>	<b>1309</b>	<b>-417</b>

Teoreetiline alternatiiv on majandada kasepuistus pelgalt biomassi tootmiseks. Soome uurimuste (Hytönen 2018) kohaselt on 15 aastases kaasikus 30200 tüve ha kohta ja kuivmassi 56 tonni/ha. Kuid nagu näitab praegune Eesti kogemus, makstakse peenemõõdulistest tüvekestest saadava puidu eest oluliselt vähem kui küttepuidu ümarmaterjali eest.

Arvutustes on vaadeldud ainult puitu ja sellest saadavat tulu. Soomes (Hytönen 2018) on tehtud katseid ja mõeldakse sooladel ka nt kaselehtede kogumisele, mille kuivmassi on hinnatud 550 kg/ha kohta.

Hall lepp (*Alnus incana* (L.) Moench)

Kuna ei madal- ega ka siirdesoo kasvukohatüübi hall-lepiku kohta ei ole diferentsmudelit, on kasutatud neile võimalikult lähedase kasvukohatüübi puistu kasvukäiku.

**Tabel 6.** Tarna-angervaksa kasvukohatüübi hall-lepiku kasvukäik

Vanus	H, m	D, cm	Tagavara, tm/ha
10	4,4	3,7	22
20	8,6	7,6	58
30	11,6	10,8	89
40	13,6	13,3	111
50	15,1	15,2	127
60	16,1	16,6	138
70	16,9	17,8	146
80	17,5	18,7	152
90	18,0	19,5	157
100	18,4	20,1	160
110	18,7	20,6	163
120	19,0	21,0	165

Mahuküpsus saavutatakse 30 aastases puistus, seda raiudes on võimalik 89 tm kasvava metsa tagavarast saada 60 tm küttepuitu, raielangile jääb 29 tm jäätmeid.

**Tabel 7.** Halli lepa puistu majandamise tasuvus

aasta	euro/ha	NPV 1% euro/ha	NPV 2% euro/ha
0 pinnase ettevalmistamine	-112	-112	-112
1 puutuhaga väetamine	-40	-40	-39
1 istutamine (taimed+töö)	-576	-570	-565
30 uuendusraie	1380	1024	762
30 raie ja kokkuvedu	-921	-683	-508
<b>KOKKU</b>	<b>-269</b>	<b>-381</b>	<b>-463</b>

Isegi raha ajaväärtust arvestamata ei ole kultiveeritud hall-lepiku majandamine tasuv. 30 aastase raieringiga majandades on puhasnüüdisväärtus -269 eurot ha kohta. Põhjus on selles, et küttepuidust saadav küllaltki madal hind (8 eurot/tm) ja puistu madal tootlikkus ei kata puistu rajamise ja raietöödega seotud kulusid.

Sanglepp (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.)

**Tabel 8.** Madal soo kkt sanglepa puistu kasvukäik

A	H, m	D, cm	M, tm/ha
10	2,8	2,5	10
20	6,2	5,7	32
30	9,0	8,6	58
40	11,2	11,1	82
50	12,9	13,1	103
60	14,3	14,8	119
70	15,3	16,1	132
80	16,2	17,3	141
90	16,9	18,2	149
100	17,4	19,0	155
110	17,9	19,7	160

Mahuküpsuse saavutab madal soo kkt sanglepa puistu 45 aasta vanuselt, keskmine juurdekasv 2,07 tm aastas. Oletades, et istandiku majandamisel maksimeeritakse puitse biomassi saamine, tehakse 45 aasta vanuses puistus raie. Kasvukäigu kohaselt on seal 93 tm puitu, millest realiseeritavat küttepuitu saadakse 67 tm.

**Tabel 9.** Sanglepiku majandamise tasuvusarvutus

Uuendusraie 45 a vanuses puistus

Aasta	euro/ha	NPV 1% euro/ha	NPV 2% euro/ha
0 pinnase ettevalmistamine	-112	-112	-112
1 puutuhaga väetamine	-40	-40	-39
1 kultiveerimine	-576	-570	-565
45 uuendusraie	1570	1003	644
45 raie ja kokkuvedu	-1035	-661	-425
<b>KOKKU</b>	<b>-193</b>	<b>-380</b>	<b>-496</b>

Uuendusraie 70 a vanuses puistus

Aasta	euro/ha	NPV 1% euro/ha	NPV 2% euro/ha
0 pinnase ettevalmistamine	-112	-112	-112
1 puutuhaga väetamine	-40	-40	-39
1 kultiveerimine	-576	-570	-565
70 uuendusraie	2578	1285	645
70 raie ja kokkuvedu	-1578	-786	-395
<b>KOKKU</b>	<b>272</b>	<b>-223</b>	<b>-466</b>

Tasuvusarvutus näitab, et võrreldes lühikese raieringiga annab traditsiooniline 70 aastane raiering raha ajaväärtust arvetamata positiivse tasuvuse tänu lepapalkide kõrgemale hinnale võrreldes küttepuiduga.

### Paju (*Salix sp.*)

Teiste kiirekasvuliste energiapuidu tootmiseks sobivate liikide seas on pajud ühed vähestest, mida on Euroopa Liidus olulisel määral kultiveeritud. Põhja-Euroopa tingimustes omavad pajud noores eas teiste puu- ja põõsaliikide ees suurt tootlikkuse eelist. Lisaks sellele ei erine pajuistandustega tegelemine palju põllukultuuride majandamisest. Lühikese raieringi tõttu majandatakse paju- istandikke väga intensiivsete võtetega. Aasta pärast istutamist lõigatakse istandikud sageli maha, et soodustada uute kannuvõrsete teket. Lõikust teostatakse seejärel suhteliselt tihti: iga kolme kuni viie aasta tagant. Lõikuse intervall sõltub väga palju siiski pajude kasvust: kui see on liiga väike, võidakse lõikus edasi lükata, kuna võsa lõikamis- ja koristuskulud on väga kõrged (Helby et al. 2004 Kraav, J. 2005 kaudu).

Energiavõsa kasvatamise kogemus on Eestis küll olemas, kuid seda ennekõike mineeraalmuldadel, st jääksooga võrreldes oluliselt viljakamatel kasvukohtadel, mistõttu saadud uurimistulemused ei ole ülekantavad toitainevaestesse tingimustesse. Ja isegi looduslikult mineraalmaal kasvavate pajustike kasv võib erineda märkimisväärselt istandike omast. Nt Mitt jt uuringust (2014) selgus, et elektriliinikoridorides kasvanud pajustike keskmine juurdekasv oli ca 2,8 korda väiksem kui lühikese raieringiga vitspaju ja pikalehise paju istandiku kloonide võrsete biomassi juurdekasv.

Seemen ja Pikk (1994) tõdevad: „Läbiviidud uurimistöö võimaldas järeldada, et vitspaju kasvatamine jääksoode lagunemata rabaturbal on teatud võtete (veepinna alandamine, tugev lupjamine, sügav harimine, väetamine) kasutamisel võimalik, kuid nendel aladel valitsevad karmid mikroklimaatilised tingimused ja metsloomade kahjustused seavad selle tegevuse ottsrabekuse kahtluse alla. Nähtavasti seetõttu ongi meil pajuistandikke siiani rajatud mineraalmuldadele. Kindlamaid tulemusi annab pajude kasvatamine mineeraalmuldadel, kuid ka siis tuleb kasvukoha valikule pöörata suurt tähelepanu.“

Elektriliinitrassidel oli keskmine aastane juurdekasv pajul 3,4 tonni ha kohta (Mitt jt. 2014). Pajuistandikes kasutatakse väga sageli 4 aastast koristamistsükli, seda ka käesoleva eksperthinnangus. 4 aastaga saadakse hinnanguliselt 13,6 tonni kuivmassi, mis vastab ligikaudu 27 m<sup>3</sup> kasvavale tagavarale ja 54 puistekuupmeetrile hakkpuidule.

Värskemad uurimistööd esitavad hektari kohta saadud kuivmassi, mille suhe kasvava puiduga sõltub ennekõike puidu niiskusest. Käesolevas hinnangus on kasutatud ligilehadesi üleminekukoefitsiente. Nt märjast puidust kuivmassi saamisel eeldatakse, et märg puit on 50% niiskusesisaldusega. Kui mõõdame puitu kuupmeetrites, siis „tiheda“ puidu hakkimisel saadav ruumiline maht omakorda kahekordistub.

Ligikaudsed üleminekutegurid: 1 kuivmassi tonn = 2 m<sup>3</sup> kasvavat puitu = 4 m<sup>3</sup> puistematerjali

**Tabel 10.** Pajuistandiku majandamise tasuvusarvutus, võsa hind 1 euro puistekuupmeetri kohta

Aasta		NPV1%	NPV2%
	euro/ha	euro/ha	euro/ha
0	Pinnase ettevalmistamine	-112	-112
1	Puutuhaga väetamine	-40	-39
1	Pistoksad 16000 tk	-960	-941
1	Istutamine	-335	-328
5	Hakkpuit	54	49
9	Hakkpuit	54	45
13	Hakkpuit	54	42
17	Hakkpuit	54	39
21	Hakkpuit	54	36
	<b>KOKKU</b>	<b>-1177</b>	<b>-1099</b>

Tabelis 10 esitatud skeem näitab, et 21 aastase majandamistsükli puhul on majandamine kahjumlik, paju võsa lõikusest ja hakkimisest saadav tulu ei kata investeerimiskulusid.

Selleks, et leida paju võsa eest makstavat hinda, mille puhul istandiku rajamine annaks investeeringule 1% tasuvuse, katsetati tabelarvutuses erinevaid hindasid ning saadi tulemuseks ligikaudu 6 eurot. Majandamise skeem ning kulud, tulud ja tasuvus on esitatud tabelis 11.

**Tabel 11.** Pajuistandiku majandamise tasuvusarvutus, võsa hind 6 eurot puistekuupmeetri kohta

Aasta		NPV1%	NPV2%
	euro/ha	euro/ha	euro/ha
0	Pinnase ettevalmistamine	-112	-112
1	Puutuhaga väetamine	-40	-39
1	Pistoksad 16000 tk	-960	-941
1	Istutamine	-335	-328
5	Hakkpuit	324	293
9	Hakkpuit	324	271
13	Hakkpuit	324	250
17	Hakkpuit	324	231
21	Hakkpuit	324	214
	<b>KOKKU</b>	<b>173</b>	<b>-49</b>

## Künnapuu (Ulmus laevis Pall.)

Künnapuu on võrdlemisi nõudlik mullastiku suhtes, kasvades viljakamatel huumusrikkatel muldadel. Laasi (2019) kohaselt kasvab künnapuu Eestis vooluveekogude äärsetes parasniisketes ja niisketes lammimetsades ja salumetsades ning puisniidusarnastel luhtadel üksikpuudena, sagedamini II rindes, nt sanglepa ja saare all. Kaitsealune III kategooria liik, mis lageraiel jäetakse kasvama.

Eestis on praegu metsaregistri andmetel 72 puistut, kus enamuspuuliik on künnapuu. Valdavalt kasvavad need viljakatel kasvukohtadel, ennekõike naadi, aga ka jänese kapsa, angervaksa ja sinilille kasvukohatüüpides. Soomuldadel looduslikult esinevaid künnapuupuistud ei esine. Arvestades künnapuu kasvuks sobivaid looduslikke tingimusi, on künnapuu kasvatamine märgaalaviljelusalal väga vähetõenäoline.

Kuna tegemist on kaitsealuse III kategooria liigiga, siis ei ole majandusliku tasuvuse arvestamine tegelikult üldse asjakohane. Künnapuu puitu on kasutatud tiseritöödeks ja majapidamisesemete valmistamiseks. Endel Laasi (1987) kohaselt on Eestis künnapuupuistute arv minevikus vähenenud just väärtusliku puidu tõttu.

Istutamiseks sobiva künnapuu taime hind on ligikaudu 0,5 eurot. (Allikas: vestlus Järvelja ÕKM taimla juhataja K.Einaga)

**Tabel 11.** Künnapuupuistu majandamise tasuvus

Aasta	euro/ha	NPV	NPV
		1%	2%
	euro/ha	euro/ha	euro/ha
0 pinnase ettevalmistamine	-112	-112	-112
1 puutuhaga väetamine	-40	-40	-39
1 istutamine (taimed+töö)	-960	-950	-941
uuendusraie	0	0	0
<b>KOKKU</b>	<b>-1112</b>	<b>-1102</b>	<b>-1092</b>

Kuna künnapuu on Eestis III kategooria kaitsealune liik, siis ei saa seda puistut raiuda, mistõttu puidutuluga siinkohal ei arvestata.

Juhul kui puud hakkavad ja kenasti kasvama ja rekultiveeritud alal areneb künnapuu puistu, mitmekesisstab see loodust. Laialehiste puuliikide vähesusele on Eestis tähelepanu juhitud mh metsanduse arengukava aastani 2030 alusuuringus (Remm ja Liira 2018), kus öeldakse, et metsade majandamisstrateegiaid tuleb spetsiifilisemalt kujundada ohustatud elustiku, mh laialehiste liikide soosimiseks.

## Toetusmeetmete kasutamise võimalused

Metsandusmeetmed on otseselt seotud olemasoleva metsamaaga, looduskaitseprogrammid aga kaitsealadega, ohustatud elupaikade jms-ga. Ammendatud turbaväljade taastamiseks toetused puuduvad. Maapõueseaduse §80 kohaselt peab üldgeoloogilise uurimistöo loa, uuringuloa või kaevandamisloa omaja korrastama uuritud või kaevandatud maa tehnoloogia seisukohalt otstarbekal ajal. Uuritud ja kaevandatud maa korrastamise täpsustatud nõuded ja korra kehtestab valdkonna eest vastutav minister määrusega.

Eestis on mõned toetusmeetmed, mis ei rakendu kehtiva korra kohaselt jääksoode metsastamisele, kuid mille eesmärk on küllatki sarnane. Üks neist on metsa uuendamise toetus: toetatakse metsataimede soetamist ja istutamist, metsamaapinna ettevalmistamist ning metsauuenduse hooldamist, kui metsas on tehtud raie või mets on hukkunud. Tegemist peab olema metsamaaga.

Toetuse määrad, kui taotluse esitab erametsaomanik:

- 1) maapinna ettevalmistamine kuni 48 eurot hektari kohta;
- 2) metsataimede soetamine ja istutamine kuni 200 eurot hektari kohta;
- 3) metsauuenduse hooldamine kuni 48 eurot hektari kohta.

Kui oletada, et 2019. a tasemel toetused rakenduksid sarnaselt metsamaaga ka jääksoo metsastamisele, suurendaks see maaomaniku jaoks ärimajanduslikku tasuvust. Nt sanglepa puistu majandamine 70 aastase raieringiga annaks investeeringule veidi alla 1% tasuvuse.

**Tabel 12.** Sanglepa puistu majandamise tasuvus metsa uuendamise toetuste rakendamise korral

Aasta	Tegevus	euro/ha	NPV 1% euro/ha	NPV 2% euro/ha
0	pinnase ettevalmistamine	-64	-64	-64
1	puutuhaga väetamine	-40	-40	-39
1	kultiveerimine	-376	-372	-369
45	uuendusraie	1570	1003	644
45	raie ja kokkuvedu	-1035	-661	-425
	<b>KOKKU</b>	<b>55</b>	<b>-134</b>	<b>-252</b>

Uuendusraie 70 a vanuses puistus

Aasta	Tegevus	euro/ha	NPV 1% euro/ha	NPV 2% euro/ha
0	pinnase ettevalmistamine	-64	-112	-112
1	puutuhaga väetamine	-40	-40	-39
1	kultiveerimine	-376	-372	-369
70	uuendusraie	2578	1285	645
70	raie ja kokkuvedu	-1578	-786	-395
	<b>KOKKU</b>	<b>2098</b>	<b>-26</b>	<b>-270</b>



Künnapuupuistute rajamise võimalik toetamine võiks tulla kõne alla meetme „Kaitsealuste liikide ja elupaikade säilitamine ning taastamine” kohaselt. Nimetatud meetme kasutamist reguleeriva Keskkonnaministri määruse 22.12.2014 nr 58 kohaselt on toetatavate tegevuste teiste seas ka tegevuskava alusel *Ex situ* liigikaitsega seotud investeeringud.

Määrus kehtestati Perioodi 2014–2020 struktuuritoetuse seaduse alusel. Avatud taotlemise korral võivad toetust taotleda järgmised juriidilised isikud:

- 1) põhikirja kohaselt looduskaitsega tegelevad mittetulundusühingud ja sihtasutused;
- 2) kohalikud omavalitsused ja omavalitsusliidud;
- 3) teadusasutused

Toetuse maksimaalne osakaal on 85% abikõlblikest kuludest ning projekti omafinantseeringu minimaalne osakaal on 15% abikõlblikest kuludest. Toetuse minimaalne summa projekti kohta on 10 000 eurot.

### Soometsade majandamise praktika RMK-s

Soometsade praktilise majandamise kirjeldamiseks on kasutatud Riigimetsa Majandamise Keskuse andmeid. Vaadeldud on raba ja kuivendatud raba, siirdesoo ja kuivendatud siirdesoo ning madalsoo ja kuivendatud madalsoo kasvukohatüüpides tehtud metsamajanduslike tööde mahtu. Vaatlusaluste kasvukohatüüpide pindala kokku on 537 557 ha, mis moodustab 37,7% kogu RMK majandatavast maast. Majandustegevuse maht on aga võrreldes pindalaga äärmiselt väike. 2018. aastal oli neil kasvukohatüüpidel tehtud tööde osakaal kogumahust järgmine: istutamine 2,6%, metsakülv 0,2% (külviti tehti ainult 1 ha), maapinna ettevalmistamine 2,1%. Suhteliselt rohkem tehti valgustusraiet: 6,0% kogumahust ja looduslikule uuendusele kaasaaitamist taimede istutamisega: 11,7% kogumahust.

Harvendusraiete pindala osakaal aastatel 2016-2018 oli 4,2% (pindala 1147 ha ja 27468 ha), lageraiete osakaal 5,4% (pindala 1770 ha ja 32978 ha) kogumahust. Soometsades tehti kolme aasta jooksul kujundusraiet 388 hektaril valdavalt loodushoiu eesmärgil (soode ja rabade taastamine jms).

Kõigist vaatluse all olevate kasvukohatüüpide puistutes 32% on andmebaasis märkega „kuivendatud“, s.t. kuivendamata ja kuivendatud alade suhe on ligikaudu 2:1. Kuivendamine suurendab metsamajanduse otstarbekust ja intensiivsust ning erinevate metsakasvatustlike tegevuste mahtu. Nt istutustööde suhe kuivendamata ja kuivendatud märgades metsades on 5:4, harvendusraiete suhe 10:8; lageraiete proportsioon 10:7. Metsakuivendus suurendab seega metsa majandamise mahtu ligikaudu 50-60%.

Erinevate tööde osakaal viitab sellele, et soometsade raiesmikel lastakse uueneda looduslikult ja seejärel suunatakse puistute arengut erinevate metsakasvatustlike võtetega.

## Kokkuvõte

Kui seada märgalaviljelusel eesmärgiks puistute rajamine ja majandamisest tulu saamine, on soovitatav mõelda sookase või sanglepa viljelemisele. Tulemus on küllaltki ootuspärane, sest on just need käesoleva eksperthinnangu lähteülesandes loetletud liigid looduslike kasvutingimuste mõttes jääksoode jaoks sobivaimad. Eksperthinnangus tehtud arvutused andsid ainult nende kahe liigi puhul positiivse tulemi, st aja jooksul saadav tulu katab jääksoo metsastamisega seotud kulud. Arvutuste kohaselt saavutatakse kasepuistute majandamisel ligikaudu 1% sisemine tasuvuslävi.

J. Pikk (2011) on pikaajalise uurimistöö põhjal tõdenud, et metsakultuuride rajamisel jääksoodesse on sobivaim puuliik arukask. Käesolevas eksperthinnangus tehtud arvutus sobib nii aru- kui sookase kohta, sest nii ühikukulu kui puidu hind on sarnane mõlema liigi jaoks. Kultiveerimisel kasutatakse tavaliselt arukase istikuid, puutihaga väetatud alale tekkib suure tõenäosusega sookase looduslik uuendus ning tulevases puistus kasvab mõlema kaseliigi puid.

Kui investeerimisarvutustes arvestada raha ajaväärtusega (rakendada investeeritud raha tootluse nõuet), siis sookaasiku kasvatamine annab ligikaudu 1% sisemise tasuvusläve. Isegi sanglepa puhul annab 1% intessimäära kasutamine negatiivse puhasnüüdisväärtuse, kuigi 70 a puistus on arvestatud lisaks küttepuidule palkide saamisega. Praeguse metsamajanduse toetuskeemi rakendamine aga tõstaks ka sanglepa majandamise sisemise tasuvusläve 1%-le.

Eesti metsade majandamisel saadav arvestuslik sisemine tasuvuslävi jääb vahemikku 1,5-8%. Kõrgem sisemine tasuvuslävi saadakse nende majandamisviiside ja arvutuste puhul, mil uuendamise- ja kultuuri hooldamise kulusid puistu arengu algstaadiumis ei tehta. E. Lõhmuse ordinatsioonitabeli servades paiknevate metsakasvukohatüüpide majandamisel saadakse ootuspäraselt keskmisest madalam tasuvuslävi, mis jääb 1-3% vahele (Vahter ja Kaimre 2005).

Arvutuste tulemusi hinnates tuleb tõdeda, et jääksoo metsastamisel või selle looduslikkuse taastamisel võib puistute majandamisest saadavast tulust olulisem eesmärk olla maa-ala keskkonnaseisundi parandamine.

Märgalaviljeluse arendamist komplitseerib olukord, et Eestis ei ole praegu pehmetele pinnastele sobivat tehnikat, millega jääksoodesse rajatud puistused efektiivselt majandada. Tõsi, tehnika on kohaldatav või renditav, kuid tõenäoliselt kujunevad ühikuhinnad tööde väikese mahu tõttu võrreldes nn tavatingimustes majandamisega oluliselt kallimaks. Võttes aluseks praegused metsamajanduse teenustööde hinnavahe ja arvestades, et maksimumhindasid rakendatakse keeruliste pinnasetingimuste, pikemate veokauguste ja väiksemate töömahtude (lankide), on maksimumhinnad ca 15-20% kallimad kui keskmiste hindade korral. Käesolevas eksperthinnangus on tehnika kasutamise kulud enam-vähem võrreldavad praegu kasutatava metsa- ja põllumajandustehnikaga.

Ülalesitatud arvutustes ei ole arvestatud jääksoo süsinikubilansiga kaasnevate võimalike maksetega, st süsiniku kaubandusega. Süsinikuemissiooni peatamine jääksoo kiire taimestumisega võib olla täiendav argument jääksoode metsastamiseks ja märgalaviljeluse edendamiseks.

## Kasutatud allikad

- Eesti Maaülikool. 2015. Metsaressursi analüüs süsiniku sidumise maksimeerimiseks. Lepingulise töö aruanne. 46 lk.
- Eesti Maaülikool. 2018. Eesti Maaelu Arengukava 2014-2020 meetme 08 „Investeeringud metsaala arengusse ja metsade elujõulisuse parandamisse“ raames makstavate toetuste standardsete ühikuhindade kujunemine. Tartu. 17 lk.
- Energiavõsa käsiraamat. 2008. BIOPROS. [www.biopros.info](http://www.biopros.info)
- Energiatoodete hinnad. Majandus- ja kommunikatsiooniministeerium.
- <https://www.mkm.ee/et/eesmargid-tegevused/energeetika/energiatoodete-hinnad>.
- Hytönen, J. 2018. Koivun lehtien tuottaminen lyhyellä kierrolla suonpohjilla. Ettekanne 15.03.2018 Kokkolas.
- Karofeld, E. 2011. Kogemusi maailmast. Jääksood, nende kasutamine ja korrastamine. Lk. 111-130.
- Kikamägi, K., Ots, K., Kuznetsova, T. 2013. Effect of wood ash on the biomass production and nutrient status of young silver birch (*Betula pendula* Roth) trees on cutaway peatlands in Estonia. Ecological Engineering, 58, 17–25
- Kikamägi, K., Ots, K., Kuznetsova, T., Pototski, A. 2014. The growth and nutrients status of conifers on ash-treated cutaway peatland. Trees, 28, 1, 53–64.
- Kiviste, A. 1997. Eesti Riigimetsa puistute kõrguse, diameetri ja tagavara vanuseridade diferentsmudel 1984. - 1993. a. metsakorralduse takseerikirjelduste andmeil. EPMÜ teadustööde kogumik nr. 189. Tartu: 63-75
- Kraav, J. 2015. Hübriidhaava energiavõsa kasv ja biomassi omadused. Magistritöö. Eesti Maaülikool. 58 lk.
- Laas, E. 1987. Dendroloogia. Valgus: Tallinn. 824 lk.
- Laas, E., Uri, V., Valgepea, M. (koostajad). 2011. Metsamajanduse alused. Tartu Ülikooli Kirjastus. 863 lk.
- Laas, E. 2019. Dendroloogia ja pargindus. Atlex: Tartu. 640 lk.
- Laas, K. 2012. Paju energiavõsa kasvatus ning selle tasuvus Eestis. Bakalaureusetöö. Eesti Maaülikool. 36 lk.
- Mitt, R. Padari, A. Samsonov, M. 2014. Elektriini trassid epuitse biomassi modelleerimine. Metsanduslikud Uurimused, Vol.60, lk. 44-56.
- Ots, K. 2018. Eksperthinnang erinevate puuliikide kasvatamiseks ennistatud veerežiimiga turbaaladel Eesti ja Läti tingimustes. 23 lk.
- Paal, J. (koostaja). 2011. Jääksood, nende kasutamine ja korrastamine. 160 lk.
- Pikk, J. 2010. Jääksode metsastamine. Maavarade kaevandamine ja puistangute rekultiveerimine Eestis. Koost. E. Kaar, K. Kiviste. Tartu: Eesti Maaülikool, lk 396–402.
- Pikk, J. 2011. Metsastamine. Jääksood, nende kasutamine ja korrastamine. Lk. 69-81.
- Raudsaar, M. (koostaja). 2018. Puidubilanss. Ülevaade puidukasutuse mahtudest 2016 ja 2019. Tallinn, 36 lk.

Remm, L., Liira, J. 2018. Metsade pindala, vanuselise ja ruumilise struktuuri sobivuse analüüs ning toimuvate muutuste mõju metsa erinevate funktsioonide täitmiseks. Eesti metsanduse arengukava aastani 2030 alusuuringu aruanne. Lk. 7-105.

Seemen, H., Pikk, J. 199. Vitspaju turvasmuldadel kasvatamise tulemustest. Mets ja inimene. Lk. 9-103.

Sims, A. 2011. Sortimenteerimise õppeprogramm.

Tark Mets oü. 2019. Ülevaade 2018. aasta IV kvartali puiduturust.

<https://www.eramets.ee/uuringud-ja-statistika/hinnainfo/>

Tark Mets OÜ. 2019. Ülevaade 2019. aasta I kvartali puiduturust. [https://www.eramets.ee/uuringud-](https://www.eramets.ee/uuringud-ja-statistika/hinnainfo/)

[ja-statistika/hinnainfo/](https://www.eramets.ee/uuringud-ja-statistika/hinnainfo/)

Toetuse andmise tingimused meetmes „Kaitsealuste liikide ja elupaikade säilitamine ning taastamine” avatud taotlemise korral. Keskkonnaministri määrus. [RT I, 06.01.2015, 2](https://www.riigiteataja.ee/akt/106012015002?leiaKehtiv)

<https://www.riigiteataja.ee/akt/106012015002?leiaKehtiv>

Vahter, T., Kaimre, P. 2005. Metsa majandamise tulusus ja selle sõltuvus ettevõtlusvormist.

Metsanduslikud Uurimused 43, 113-123.