# PROJEKTI RAHASTAMISTAOTLUS

|  |
| --- |
| **1. UURIMISTEEMA NIMETUS: RMK tellimus** |

|  |
| --- |
| **2. PROJEKTI NIMETUS: ArGrow biostimulandi mõju hindamine männi-, kuuse- ja kasetaimedele** |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **3. PROJEKTI KESTUS 3 aastat** | **Algus**: 01.04.2021 |  | **Lõpp**: 31.03.2024 |  |

|  |
| --- |
| **4. PROJEKTI TAOTLEJA: Eesti Maaülikool** |
| **Telefon: 7313001** |
| **Aadress: Kreutzwaldi 1, 51006, Tartu** |
| **Registrikood: 74001086** |
| **Panga rekvisiidid: EE571010102000084008** |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **5. PROJEKTI JUHT:** | Reimo Lutter  (Ees- ja perekonnanimi) | Teadur, PhD metsandus  (Amet, teaduskraad) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ees- ja perekonnanimi | Teaduskraad | Ametikoht |
| 1. Reimo Lutter | PhD | Teadur |
| 1. Tea Tullus | PhD | Teadur |
| 1. Argo Orumaa | MSc | Nimetatud nooremteadur |
| 1. Reeno Sopp | MSc | Spetsialist |
| 1. Silver Sisask | MSc | Spetsialist |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

|  |
| --- |
| **7. TAOTLETAV FINANTSEERIMINE (koos käibemaksuga) 3-aastane rahastus 75 948 eurot (25 316 eurot/aastas) ilma käibemaksuta (RMK tasub käibemaksu täiendavalt kui see lisandub eelarvele)**  Detailne projekti eelarve esitada Lisas 2. |

|  |
| --- |
| **8. PROJEKTI PÕHJENDUS, EESMÄRGID, METOODIKA, INNOVAATILISUS JA RAKENDATAVUS, OODATAVAD TULEMUSED** (kuni 3 lk)  **8.1. Projekti põhjendus:**  Metsauuendamise eesmärk on saavutada võimalikult kiirelt olukord, kus uus puistu muutub süsinikku siduvaks ökosüsteemiks. Selle saavutamiseks näeb metsakasvatuse praktika ette puude istutamist ja järgnevaid kultuurihooldusi konkureeriva taimestiku likvideerimise näol. Istutatud puude konkurentsivõimekus on madal tänu istutusšokile ja vähenenud toitainete sisaldusele mullas võrreldes taimla tingimustega. See võib kaasa tuua kultuuri hilisema täiendamise vajaduse, kõrgemad hoolduskulud ja pikendab aega, mil uus metsapõlvkond vastab Metsaseaduses ettenähtud kriteeriumitele uuenenuks arvestamisel.  Viimaseaja praktika Põhjamaades (Rootsi ja Soome) näitab, et metsakultuuri kordaminekut parandab oluliselt keskkonnasõbralik orgaanilisel lämmastikul (arginiin) põhinev biostimulant ArGrow (Arevo, AB, Rootsi). Biostimulant on välja töötatud pikaajalise teadustöö tulemusena puude lämmastiktoitumise uurimisel Rootsis. Lämmastiku ja selle omastatavad vormid puudele on peamine kasvu limiteeriv faktor boreaalsetes ja hemiboreaalsetes metsades (Högberg et al., 2017). Näsholm et al. (1998, Nature) avaldas esmakordselt, et lisaks mineraalsetele lämmastikuvormidele (ammoonium ja nitraat) omastavad boreaalsed puud ka orgaanilist lämmastiku aminohapete kujul. Aminohapete omastamine puu lämmastiktoitumises on leidnud kinnitust ka teistes metsavööndites (Rennenberg & Dannenmann, 2015). Edasised teadusuuringud on näidanud, et orgaanilise lämmastiku roll puude lämmastikutarbes võib olla olulisem kui mineraalsed vormid ning puud eelistavad orgaanilisi vorme üle mineraalsete (Öhlund & Näsholm, 2001, 2002; Inselsbacher & Näsholm, 2012; Inselsbacher et al., 2014). Nende teadmiste põhjal on välja töötatud uudne biostimulant ArGrow, mis sisaldab aminohapet L-arginiin (NIH, 2021). Senised tulemused näitavad orgaanilisel lämmastikul põhineva biostimulandi varajast mõju noortele puude juurestiku arengule (Franklin et al., 2017). Läbi suurema juurepinna ja ektomükoriisa on noored puud võimelised omastama rohkem toitaineid ja vett, mis parandab oluliselt nende konkurentsivõimet ja säilivust. Lisaks paraneb lämmastiku kasutuse efektiivsus tänu kaasnevale süsinikumolekulile aminohappe koosseisus (Gruffmann et al., 2014; Franklin et al., 2017). Senine praktika Rootsis näitab, et lõpptulemusena paraneb puude kasvukiirus ja metsakultuuri kordaminek. Seni on ArGrow suurim kasutus Rootsis, kus 2020 aastal istutati 20 miljonit taime koos preparaadiga ning 2021 aastal plaanitakse 35 milj taime, sh kasutab ArGrow-d riigimetsi majandav Sveaskog (kontakt prof. Torgny Näsholm, SLU).  Seejuures on kasutatav biostimulandi kogus marginaalne, minimaalse doosi korral 40 mg N tegevaines taime kohta ehk 2000 tk/ha metsakultuuri puhul 80 g/N/ha. Tavapärane lämmastikväetamise (NH4NO3) praktika on 50–150 kg/ha. ArGrow doseerimine toimub taimepõhiselt ning preparaat läheb koos taimega istutusauku. Arginiinil põhinev biostimulant seotakse mullamaatriksisse ning lämmastik vabaneb sealt taimele aeglaselt (Öhlund & Näsholm, 2002; Inselsbacher et al., 2014). Võrdluseks, metsa viidud mineraalsed lämmastikuvormid väetiste näol on mobiilsed ja kujutavad endast keskkonnaohtu leostumisel läbi suurte koguste.  ArGrow ei ole nn väetis vaid biostimulant Euroopa Liidu kriteeriumites (NIH, 2021; EBIC, 2021). Eksperthinnang Eesti Maaülikooli Põllumajandus- ja keskkonnainstituudi mullateaduste õppetooli poolt ArGrow preparaadile on lisatud taotlusele.  Käesolev uurimisprojekt testib uudse biostimulandi mõju ja sobivust Eesti tingmustesse. Maaülikooli töörühm omab varasemat kogemust biostimulandi testimisel (R. Lutter juhtimisel), kui 2020 rajati katse arukasega mittemetsamaal (võrdluseks ArGrow-le on katses ka mineraalne lämmastik, fosfor ja puutuhk, sh hinnatakse katses toitainete leostumist). Käesolev projekt laiendab puuliikide ja biostiumlandi doosi testimist mittemetsamaal.  Käesolevas projektis rajatakse unikaalne katseala männi, kuuse ja kase potitaimede ja kase pott-põld taime testimiseks kahel erineval preparaadi doosil (kogused vahemikus 80–300 g/ha lähtudes doosist ja istutustihedusest). Katse eesmärk on rajada võrdlusala, kus lisaks mõjule puudele hinnatakse ka keskkonnaseisundit (sh süsiniku sidumine) ja elurikkust. Rajatav unikaalne teaduse infrastruktuur võimaldab tulevikus vastata ka teistele kasutusest välja jäänud maade metsastamise küsimustele (nt süsiniku sidumise potentsiaal nii biomass kui mullas) pikaajaliselt.  Väheväärtuslike põllumaade metsastamine on RMK tegevus suurendada metsamaa pindala (ca 400–500 ha/aastas) ja maakasutuse efektiivsust. Mittemetsamaade looduslikku metsastumist pidurdab konkureeriv rohttaimestik, mille hooldus- ja täienduskulud võivad olla kõrgemad kui tavalises metsakultuuris peale lageraiet. ArGrow võib taolistel aladel parandada puude säilivust ja seeläbi optimeerida hoolduskulusid ning kokkuvõttes lühendada aega, mil uus mets muutub süsinikku siduvaks ökosüsteemiks. Positiivse tulemuse korral on võimalik ArGrow kasutus ka metsamaale rajatud kultuuride kordamineku parandamisel ja hoolduskulude optimeerimisel. RMK on kase istutusmaterjali kasvatamisel üle minemas nn pott-põld süsteemile. Pott-põld taimed on tunduvalt suuremad (100 cm +) kui potitaimed (ca 50 cm), mistõttu on võimalik kiirendada metsauuenduse protsessi. Samas on pott-põld taimede juurestiku osakaal ebaproportsionaalne lehemassiga tänu istutuseelsele juurte kärpimisele (kontakt Aivo Vares). Käesolev projekt uurib, kas ArGrow parandab kase pott-põld taimetüübi juurte arengut peale istutamist.  Allikad:   * Arvevo AB. [https://www.arevo.se/]. * EBIC. 2021. The European Biostimulants Industry Council [https://biostimulants.eu/] * Franklin, O., Cambui, C.A., Gruffmann, L., Palmroth, S., Oren, R., Näsholm, T. 2017. The carbon bonus of organic nitrogen enhances nitrogen use efficiency of plants. Palnt, Cell & Environment, 40, 25–35. * Gruffman, L., Jämtgard, S., Näsholm, T. 2014. Plant nitrogen status and co-occurrence of organic and inorganic nitrogen sources influence root uptake by Scots pine seedlings. Tree Physiology, 1–9. * Högberg, P., Näsholm, T., Franklin, O., Högberg, M.N. 2017. Tamm Review: On the nature of the nitrogen limitation to plant growth in Fennoscandian boreal forests. Forest Ecology and Management, 403, 161–185. * Inselsbacher, E., Näsholm, T. 2012. The below-ground perspective of forest plants: soil provides mainly organic nitrogen for plants and mycorrhizal fungi. New Phytologist, 195, 329–334. * Inselsbacher, E., Oyewole, O.A., Näsholm, T. 2014. Early season dynamics of soil nitrogen fluxes in fertilized and unfertilized boreal forests. Soil Biology & Biochemistry, 74, 167–176. * NIH. 2021. National Library of Medicine. [https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Arginine#datasheet=LCSS] * Rennenberg, H., Dannenmann, M. 2015. Nitrogen Nutrition of Trees in Temperate Forests—The Significance of Nitrogen Availability in the Pedosphere and Atmosphere. Forests, 6, 2820–2835. * Näsholm, T., Ekblad, A., Nordin, A., Giesler, R., Högberg, M., Högberg, P. 1998. Boreal forest plants take up organic nitrogen. Nature, 392, 914–916. * Öhlund, J., Näsholm, T. 2002. Low Nitrogen Losses with a New Source of Nitrogen for Cultivation of Conifer Seedlings. Environ. Sci. Technol, 36, 4854–4859. * Öhlund, J., Näsholm, T. 2001. Growth of conifer seedlings on organic and inorganic nitrogen sources. Tree Physiology, 21, 1319–1326.   **8.2. Projekti eesmärgid:**  **Projekti teaduslikud eesmärgid ja väljundid:**   * Hinnatakse ArGrow mõju (sh erinevad doosid) männi, kuuse ja kase maapealsele kasvule (biomass, kõrgus, juurekaela diameeter ja nende juurdekasvud) ja säilivusele iga kasvuaasta lõpus. * Hinnatakse ArGrow mõju juurestiku arengule ja maapealse:maa-aluse biomassi allokatsioonile, sh N sisaldused okastes ja lehtedes. * Kirjeldatakse keskkonnatunnuste (mulla C, pH ja toitainete sisaldused) ja elurikkuse (soontaimed ja samblad) algseis esimesel kasvuaastal, et jälgida pikaajalisi mõjusid. * Luuakse oluline teadusinfrastruktuur erinevate puuliikide võrdlemiseks väheväärtuslikel põllumaadel täiendava biomassi tootmisel.   **Projekti praktilised eesmärgid ja väljundid:**   * Välja selgitada, kui palju kiiremini saavutatakse metsa uuenenuks arvestamise lähtudes Metsaseaduse kriteeriumitest. * Välja selgitada, kas biostimulant parandab kase pott-põld taimede ebaproportsionaalset biomass:juuremass suhet ning parandab taimede säilivust. * Välja selgitada, kas ja kui palju biostimulandi kasutamisega on võimalik kokku hoida järgnevatelt kultuurihooldustelt (rohurinde hooldus). * Välja selgitada, kas biostimulandi mõjul paranenud puude säilivus võimaldab vähendada istutamise algtihedust. * Välja selgitada, kui palju suureneb biostimulandi mõjul puude produktiivsus ehk mitu tm/ha saab rohkem puitu või saabub varem mahuküpsus. * Esmased hinnangud elurikkusele ja keskkonnamõjudele.   **8.3. Töö metoodika:**  Katseala rajatakse RMK valduses olevale kinnistule AH096-14 ja 41, Tartu maakonnas. Katse rajatakse uurimaks mõjusid üksikpuu (individuaalsed mõõtmised) ja puistu (produktsioon, mullamõjud ja elurikkus) tasemel. Katse rajatakse lähtudes teadustöö kriteeriumitest statistilisele andmetöötlusele (randomiseeritud plokisüsteem ehk. *randomized block design*). Iga töötlus on esitatud ploki sees 20×20m proovitükina. Proovitükid paiknevad plokis juhuslikult ning plokid on kolmes replikatsioonis. Proovitükil istutatakse taimed lähtudes tavapärasest istutustiheduse praktikast RMK-s.  Katses testitakse 12 eri töötlusvarianti:   * Kuuse potitaim kontroll (ilma biostimulandita) * Kase potitaim kontroll (ilma biostimulandita) * Kase pott-põld kontroll (ilma biostimulandita) * Männi potitaim kontroll (ilma biostimulandita) * Kuuse potitaim (1×doos)\* * Kase potitaim (1×doos) * Kase pott-põld (1×doos) * Männi potitaim (1×doos) * Kuuse potitaim (2×doos) * Kase potitaim (2×doos) * Kase pott-põld (2×doos) * Männi potitaim (2×doos)   \*2000 puuga istutustiheduse juures on 1 doos 80 g N tegevaines hektari kohta.  Kokku 36 proovitükki suurusega 20×20m jagatuna 3 plokis ehk minimaalne pindala 1,44 ha (LISA 3).  Korrapärased katseruudud mõõdetakse välja enne istutamist ja tähistatakse. Puud isutatakse proovitüki sees ridadena ning kaks välimist rida jäetakse nn puhveralaks. Puhverala puid ei mõõdeta töötluste testimiseks. Katse rajamisel kirjeldatakse iga prooviruudu mulla süsinikusisaldus, happesuse (pH) ja toitainete (N, P, K, Ca, Mg)sisalduse algseis erinevates mullakihtides, kokku 6 mullaproovi ala kohta. Kõikidest taimetüüpidest kirjeldatakse maapealse biomass:juuremassi suhe laboris. Iga kasvuaasta lõpus korratakse mudelpuude analüüse. Kõikidel prooviruutudel kirjeldatakse taimkatte algseis (soontaimed ja samblad) liikide, rohkuse ja katvuse näol. Toimuvad laboratoorsed tööd lõplikul määramisel. Iga kasvuaasta lõpus kogutakse lehe- ja okkaproovid NPK sisalduse määramiseks. Koheselt peale istutamist mõõdetakse puude algseis (kõrgus ja diameeter juurekaelalt) ning mõõtmisi korratakse iga kasvuaasta lõpus. Biomassi mudelpuude põhjal koostatakse allomeetrilised mudelid, millega on võimalik ennustada puupõhiselt süsiniku sidumise potentsiaal nii maapeal kui juurtes. Võrreldakse puude varajast kasvu varasemalt koostatud kasvumudelitega. Hindamaks hoolduskulude optimeerimist, jäetakse osa proovitükist hooldamata (rohutõrje).  **RMK kohustused:**  1. Katseala maa ja istutuseelne ettevalmistus (võsaraie, maapinna ettevalmistus)  2. Tagada istutusmaterjal, sh transport katsealale  3. Bioregulaatori ostmine koos istutustorudega  4. Kultuuri hooldamine  5. Tarastamine ulukikahjustuse vältimiseks  **EMÜ kohustused:**  1. Katseala valimine, tähistus ja planeerimistööd  2. Prooviruutude markeerimine  3. Puude istutamine  4. Mullaproovide kogumine ja edasine töötlemine  5. Puude mõõtmine, mudelpuude töötlemine laboris  6. Taimkatte kirjeldused  7. Andmehaldus- ja töötlus ning raporteerimine |

|  |  |
| --- | --- |
| **Projekti juht:** teadur **Reimo Lutter** | **Kuupäev: 18.02.2021** |
| **Tööandja esindaja:** MI direktor **Marek Metslaid** | **Kuupäev: 18.02.2021** |
| **RMK kontaktisik: Toomas Väät** | **Kuupäev: 19.02.2021** |

LISA 1 Põhitäitja CV ja publikatsioonide loetelu (kuni 10 olulisemat teemaga seotud publikatsiooni).

# ELULOOKIRJELDUS (CV)

1. **Eesnimi:**

Reimo

1. **Perekonnanimi:**

Lutter

1. **Töökoht:**

Eesti Maaülikool

1. **Ametikoh**t**:**

Metsakasvatuse teadur

1. **Sünniaeg:**

27.05.1989

1. **Haridus:**

Eesti Maaülikool, doktor (metsandus), 2017

Eesti Maaülikool, magister (metsandus), 2013

Eesti Maaülikool, bakalaureus (metsandus), 2011

Rakke Gümnaasium, 2008

1. **Teenistuskäik:**

Eesti Maaülikool, teadur, 2021-

Rootsi Põllumajandusteaduste Ülikool (SLU), järeldoktor, 2019-2020

Eesti Maaülikool, teadur, 2017-2019

Eesti Maaülikool, spetsialist, 2012-2017

1. **Teaduskraad:**

doktor metsandus (*PhD*)

1. **Teaduskraadi andnud asutus,** **aasta:**

Eesti Maaülikool, 2017

1. **Tunnustused:**

2015, Reimo Lutter, RMK Endel Laasi nimelise stipendiumi laureaat

2013, Reimo Lutter, Üliõpilaste teadustöö riiklik konkurss - III preemia, bio- ja keskkonnateadused, magistriaste

2012, Reimo Lutter, RMK Heino Tederi nimelise stipendiumi laureaat

1. **Teadustöö** **põhisuunad:**

Metsakasvatus; toitainete- ja süsinikuringed; produktsioon

1. **Publikatsioonid (kuni 10, avaldatud viimase 5 aasta jooksul):**
2. Rusalepp, L.; Lutter, R.; Hepner, H.; Kaasik, A.; Tullus, A. (2021). Secondary metabolites in leaves of hybrid aspen are affected by the competitive status and early thinning in dense coppices. Annals of Forest Science, 78 (1), 1−14.
3. Tullus, A.; Rosenvald, K.; Lutter, R.; Kaasik, A.; Kupper, P.; Sellin, A. (2020). Coppicing improves the growth response of short-rotation hybrid aspen to elevated atmospheric humidity. Forest Ecology and Management, 459 (117825), 1−11
4. Rytter, L.; Lutter, R. (2020). Early growth of different tree species on agricultural land along a latitudinal transect in Sweden. Forestry, 93 (3), 376−388.
5. Hepner, H.; Lutter, R.; Tullus, A.; Kanal, A.; Tullus, T.; Tullus, H. (2020). Effect of early thinning treatments on above-ground growth, biomass production, leaf area index and leaf growth efficiency in a hybrid aspen coppice stand. BioEnergy Research, 13, 197−209.
6. Tishler, M.; Tullus, T.; Tullus, A.; Jäärats, A.; Lutter, R.; Lundmark, T.; Tullus, H. (2020). Effects of shelterwood method and plant stock type on the early growth and survival of pine seedlings in regeneration stands under hemiboreal conditions. Scandinavian Journal of Forest Research, 35 (1-2), 85−95.
7. Rosenvald, K.; Lõhmus, K.; Rohula-Okunev, G.; Lutter, R.; Kupper, P.; Tullus, A. (2020). Elevated atmospheric humidity prolongs active growth period and increases leaf nitrogen resorption efficiency of silver birch. Oecologia, 193, 449−460.
8. Lutter, R.; Kõlli, R.; Tullus, A.; Tullus, H. (2019). Ecosystem carbon stocks of Estonian pre-mature and mature managed forests: effects of site conditions and overstorey tree species. European Journal of Forest Research, 138, 125−142
9. Lutter, Reimo; Tullus, Arvo; Kanal, Arno; Tullus, Tea; Tullus, Hardi (2017). Above-ground growth and temporal plant-soil relations in midterm hybrid aspen (Populus tremula L. × P. tremuloides Michx.) plantations on former arable lands in hemiboreal Estonia. Scandinavian Journal of Forest Research, 8, 688−699.
10. Lutter, Reimo; Tullus, Arvo; Kanal, Arno; Tullus, Tea; Tullus, Hardi; (2016). The impact of former land-use type to above- and below-ground C and N pools in short-rotation hybrid aspen (Populus tremula L. × P. tremuloides Michx.) plantations in hemiboreal conditions. Forest Ecology and Management, 378, 79−90.
11. Lutter, Reimo; Tullus, Arvo; Kanal, Arno; Tullus, Tea; Tullus, Hardi (2016). The impact of short-rotation hybrid aspen (Populus tremula L. × P. tremuloides Michx.) plantations on nutritional status of former arable soils. Forest Ecology and Management, 362, 184−193.

Kuupäev: 19.02.2021

LISA 2 Projekti eelarve

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Kulud vastavalt raamatupidamisele | Kokku | Kulude jagunemine aastate kaupa | | |
| **1** | **2** | **3** |
| Töötasud (koos sots. maksuga) | **61548** | **20516** | **20516** | **20516** |
| Ostetud teenused |  |  |  |  |
| Lähetuskulud | **4500** | **1500** | **1500** | **1500** |
| Materjalid, tarvikud |  |  |  |  |
| Masinad, seadmed |  |  |  |  |
| Muud kulud, analüüsid | **10800** | **10800** | **0** | **0** |
| **Projekti otsesed kulud kokku** | **76848** | **32816** | **22016** | **22016** |
| **Üldkululõiv 10%** | **7685** | **3282** | **2202** | **2202** |
| **Kokku** | **84533** | **36098** | **24218** | **24218** |

LISA 3 Katse teoreetiline skeem. Näide puude paigutusest 2x2m algseaduga.

