

Gustav Adolfi Gümnaasium

Uurimistöö

**Turba kasutamine kasvusubstraadina
Läänemaa, Harjumaa ja Raplamaa kolme raba
turba näitel**

Koostas: Kätlin Pernau

Klass: G2 RO

Juhendajad: Lilian Kippasto, Mall Orru

Tallinn 2023

Sisukord

Sissejuhatus	4
1. Turbast üldiselt	6
1.1 Turba ja soode tekkimine	6
1.2 Turba omadused	7
1.2.1 Lagunemisaste	7
1.2.2 Niiskus	8
1.2.3 Elektrijuhtivus	9
1.2.4 Happesus	9
1.2.5 Ühe liitri kaal ja veeimavus	10
1.3 Kasutusala	11
2. Kasvusubstraadid	12
2.1 Eelised	12
2.1.1 Füüsikalised eelised	12
2.1.2 Keemilised eelised	13
2.1.3 Bioloogilised eelised	14
3. Rabade ja turbamaardlate iseloomustused	15
3.1 Niibi raba ja tema osa Tui	16
3.2 Sooniste soo ehk Elliste raba Ellamaa turbaalal	16
3.3 Kuislema raba Õmma turbaalal	17
3. Uurimismeetod	18
3.1 Laborianalüüsid	18
4. Tulemused	20
4.1 Laborianalüüside tulemused	20
5. Analüüs ja järeldused	22

Kokkuvõte	30
Kasutatud allikad	32
Lisa 1. Lennart von Posti skaala (Rusanov 2016; Jinming & Xuehui, 2011, lk 311-313)	35
Lisa 2. Cen-1 liitri mõõtesilinder	36
Lisa 3. Elektrijuhtivuse mõõtja SevenCompact S230	37
Lisa 4. Happesuse mõõtja SevenCompact S210	38
Lisa 5. Niiskusemõõtja Moisture Analyser HE53	39
Lisa 6. Veeimavuse leidmine	40

Sissejuhatus

Eesti on maavarade rikkuse poolest suhteliselt keskmisel tasemel, mistõttu peab riik oma ressursse võimalikult efektiivselt kasutama. Teisisõnu tuleb maavarasid vääridada ehk neile lisandväärtust anda, kuna loodusvarad ja -ressursid on rahvuslik rikkus, mis on vajalikud riigi majanduse arengule ja mida tuleb kasutada säästlikult.

Autor keskendub oma töös turbale, kirjutades teemal “Turba kasutamine kasvusubstraadina Läänemaa, Harjumaa ja Raplammaa kolme raba turba näitel”. Eestis eksporditakse turvast 120 välisriiki ja suurem osa sellest on kasvusubstraadina kasutatav. Toetudes Eesti Turbauuringute Andmebaasile, on tulevikus võimalik saada teavet kasvusubstraadi omadustest ja täiendavatest ekspordi võimalustest. Andmestikus on toodud Eesti turbaalade erinevate uuringupunktide turba koostis, mis annab aluse turba erinevate kasutamise võimaluste suurendamiseks (teada on 165 000 taimede määrangu andmestik). (Eesti Turbauuringute Andmebaas, 2022)

Uurimistöö uurimisprobleem seisneb selles, et Eestis eksporditakse turvast enamusest vääridatuna ning osaliselt ka toorainena. Töö eesmärk on uurida, milline Läänemaa, Harjumaa ja Raplammaa kolmes rabas kasvavast turbast on kõige parem kasvusubstraadina ning milliste omadustega turvas on selleks kõige efektiivsem taimede piisavalt kiireks kasvuks.

Selle eesmärgiga kaasneb asjaolu, et erinevates kliimavöötmetes kasutatakse mõnevõrra erinevate omadustega kasvusubstraati. Samuti lähtuvad turba kaevandajad ja selle vääridajad keskkonnasõbralikkusest lähtudes turba ühe liitri kaalust arvestusega, kui palju kulub kütust vääridatud turba transportimiseks sihtriiki.

Kõikidelt Eesti turbaaladelt ei ole lubatud turvast kaevandada ning omadustest lähtudes ei sobi kogu turvas kasvusubstraadiks. Kaevandada võib vaid nendelt turbaaladelt, mis on kantud kaevandatavate turbaalade registrisse (vastava keskkonnaministri määrus on nr 87). (Kaevandamisega rikutud ja mahajäetud turbaalade ning kaevandamiseks sobivate turbaalade nimekiri, 2016)

Kasvusubstraadile esitatakse teatud tingimused nii siseriiklikult kui ka rahvusvaheliselt ja nende tingimustele Eesti turba vastavusse seadmisel on vaja uurida järgmist viit turba omadust: ühe liitri kaal, veeimavus, turba pH, elektriline erijuhtivus ja niiskusesisaldus.

Lähtuvalt turba kasutustingimustest on antud uurimistöös püstitatud järgmised kaks uurimisküsimust:

1. Milliste omadustega turvas sobib kõige paremini kasvusubstraadiks lähtudes uurimistöös uuritavatest turba omadustest (ehk milline peab olema turba veeimavus, turba pH, tema elektriline erijuhtivus, seejärel niiskusesisaldus ja kaal ühe liitri kohta)?
2. Mil määral on uurimistöö autori uuritud kolme raba uurimispunktide teave turba omadustest muutunud võrreldes varasemate 2014-2015 aastate samades uurimispunktides OÜ Kekkilä turba analüüside vastuste keskmistega?

Uurimistöö esimene ehk teoreetiline osa on jagatud kolme peatükki. Esimene peatükk annab ülevaate turbast üldiselt (tekkimisest, tähtsamatest omadustest ja kasutusalaadest). Seda lugedes tagatakse vajalik arusaam turbast, mis aitab järgnevates uurimistöö osades paremini orienteeruda. Teine peatükk keskendub turbale kui kasvusubstraadile, seletades miks see nii levinud on ning millised on tema eelised võrreldes teiste taimekasvu materjalidega. Kolmas peatükk tutvustab uurimistöös kasutatud kolme turbaala.

Töö teise ehk uurimusliku osa esimeses peatükis kirjeldab autor uuringute teostamiseks kasutatud meetodeid ja nimetab uurimiseks kasutatavad uurimisvahendid lühiseltgitustega. Järgnevates peatükkides antakse ülevaade uurimistulemustest, analüüsitakse neid ning tehakse järeldused, vastates uurimisküsimustele. Uurimistöös kasutatakse andmete kogumiseks empiirilist uuringutüüpi.

Töö autor teeb OÜ Kekkilä laboris vastavate kolme raba (Sooniste, Kuislema, Tui) turba omaduste analüüsi, kasutades firma poolt võetud turbaproove. Need kolm nimetatud raba on valitud antud töö tegemiseks sellepärast, et OÜ Kekkilä on kaevandanud turvast just nendest paikadest viimaste ja käesoleva aasta jooksul. Lisaks võrdleb ja täpsustab autor enda saadud turba omaduste tulemusi eelnevate OÜ Kekkilä 2014-2015 aastate turbaproovide omadustega.

1. Turbast üldiselt

1.1 Turba ja soode tekkimine

Soo on looduslik ala või ökosüsteem, kus liigniiskuse ja hapnikuvaeguse tingimustes jääb osa taimejäänuseid lagunemata ning ladestub turbana. Botaaniliselt mõistetakse sood kohana, kus kasvab turvas, mis moodustub taimekooslusest. Sood teket soodustab kliima, vettpidav pinnas, madal reljeef ja kõrge põhjavee tase. Need tekivad mineraalmaa soostumisel või järvede kinnikasvamisel. Sood seovad süsinikku ja neist lendub õhku kasvuhoonegaase. (Ilomets jt, 2007, lk 1-10)

Soo oma tekkelt jaotatakse kolmeks:

- 1) madalsoo - toitub ainult põhjaveest,
- 2) siirdesoo - toitub nii põhjaveest kui sademetest,
- 3) raba - toitub vaid sademetest, sest põhjavesi ei jõua enam nii kõrgele, kuna turbakiht on juba piisavalt suur raba all. (Uudistaja, 2016)

Uurimistöö keskendub vaid rabale ja turbale.

Turvas tekib pidevas liigniiskes ja hapnikuvaeses keskkonnas, kus taimejäänused ei saa täielikult huumuseks ära laguneda. Turbamassi suurenedes hakkab tekkinud turbamass aina rohkem vett hoidma. See loob aegamööda niiskemad tingimused, mis võimaldavad märgala pindalal laieneda. Esimesed sood hakkasid tekkima peale viimast jääaega umbes 9000 aastat tagasi. (Valk, 1988, lk 52; Mikskaar, s.a)

Põhilisteks surnud taimeosade lagundajateks on bakterid, seened ning vähemal määral mulla selgrootud (Valk, 1988, lk 52). Peamised taimeliigid, millest turvas tekib, on turbasammal ehk sfagnum, ulmik, tarn, tupp-villpea, puit ja harilik pilliroog (Orru, 1997, lk 337).

Turbasood katavad umbes veerandi Eestimaa pinnasest, mis on umbes miljon hetkarit. Enamik Eesti soid tekkisid kas veekogude kinnikasvamisel või mineraalalade soostumisel. (Mikskaar, s.a)

Antud uurimistöös uuritakse vaid kolme Eestimaa raba (Sooniste, Kuislema, Tui) ja nende turvast. Kolme raba geograafilise asukoha kaart on lisatud lk 16 (vt Joonis 1).

1.2 Turba omadused

Turba omadused võib jagada kolme kategooriasse:

- a) füüsikalisteks (lagunemisaste, veeimavus, tihedus),
 - b) keemilisteks (happesus, tuhasus, katioonivahetusvõime, elektrijuhtivus) ja
 - c) bioloogilisteks (mikroobide sisaldus, patogeenide ja kahjurite olemasolu).
- (Kekkilä-BVB, 2018)

Selles töös uuritakse ja kirjutatakse lähemalt nendest turba omadustest, mis omavad kõige suuremat mõju kasvusubstraadi kasutuskõlblikkusele (niiskus, happesus, elektrijuhtivus, veeimavus, turba ühe liitri kaal, kui transpordikulu määraja). (Kekkilä-BVB, 2018)

Turba koostis ja omadused olenevad peamiselt keskkonnast, milles see tekkis. Tähtsal kohal on soo toitumistingimused (kas põhjaveest, segatoitumine või sademetest). Selle alla kuuluvad pinnase toitainete sisaldus olenevalt toitumisest ning sademete hulk. Lisaks mõjutab soo tekkimist asend maastikus ehk geomorfoloogiline asukoht (madalik, jõe org, nõlv, tasandik jm) ja ka turvast moodustav taimestik. (Orru, 1997, lk 337)

1.2.1 Lagunemisaste

Turba lagunemisaste on ainete osakaal, mis sisaldab humiinaid, taimse materjali laguprodukte ning üksikrakkudeks lagunenud kudesid. Seda väljendatakse tavaliselt protsentides, mis omakorda jaotatakse Lennart von Posti skaalale humifikatsiooniklassidesse (vt "Lisa 1. Lennart von Posti skaala"). (Rusanov, 2016)

Lagunemisaste sõltub keskkonnast, kus turvas kasvab. Kõige aeglasem on lagunemisprotsess külmades anaeroobsetes kohtades, kuhu koguneb vesi aastaringselt. Vastupidiselt on soojades ja hooajaliselt kogunenud veega paikades see palju kiirem.

Happelisus on samuti üks tegur: rabades on turba lagunemisaste väga madal, sest väike pH-tase, ca 3.0, aeglustab protsessi. Lisaks määrab ka taimeliik lagunemisastme suurust: puuturvas on kordades paremini lagunenud kui samblaturvas. (Jinming & Xuehui, 2011, lk 311-313)

Mida enam on turvas lagunenu, seda rohkem hoiab see vett. Kuna on uuritud veeimavust, siis on oluline märkida ka lagunemisastet. Eesti turvast veetakse üle maailma laiali, seega on olulised tähelepanekud turba värvuse osas. Ettevõtted kasutavad töö käigus turba omaduste kiiremaks iseloomustamiseks slängina sõnu “must, pruun ja hele”, kuna turba värvus on otseselt seotud turba lagunemisastmega.

Üldised tähelepanekud on järgmised:

- 1) Vähelagunenud turba lagunemisaste on ca 10-25% - see on värvuselt hele turvas. Vähelagunenud turvast eksporditakse peamiselt Lääne-Euroopasse, kus on sarnane kliima Eestiga ning väike aurustumine. Vähelagunenud turvas ei sobi kuuma kliimaga piirkondadesse, näiteks ekvaatori piirkonnas kasutamiseks, kuna ta ei suuda niiskust hoida ja kaotab kiirelt endas niiskusesisalduse. Seega pole sellistes kuumades tingimustes vähelagunenud hele turvas kasvusubstraadina kasutuskõlblik. (Orru, 2022)
- 2) Keskmiselt lagunenu turba lagunemisaste on ca 25-30% - see on värvuselt pruun turvas. Keskmise lagunemisastmega turvast kasutatakse kasvusubstraadina põhiliselt Lõuna-Aafrikas ja Lõuna-Ameerikas. (Orru, 2022)
- 3) Hästilagunenud turba lagunemisaste on ca 30-45% - see on värvuselt must turvas. Hästilagunenud turvas on heaks kasvusubstraadiks Põhja-Sahaaras ja Lõuna-Koreas, kuna see säilitab rohkem vett. Ekvaatorilähistel aladel on kuumuse tõttu aurustumine väga suur, mistõttu on tarvis sinna suurema niiskuse säilitamise võimega turvast. Mida enam lagunenu on turvas, seda enam säilitab ta vett ja on sobilik kasutamiseks ekvaatori lähedastel aladel. Seda mõtet kinnitavad Eesti turba eksportijad. (Orru, 2022)

Kui turba lagunemisaste on suurem kui 45%, siis seda materjali ei saa käsitleda kasvusubstraadina. Selline materjal ei hoi niiskust ja mineraale vajalikul hulgal. (Orru, 2022)

1.2.2 Niiskus

Turvas on looduslikus olekus väga niiske - tema massist on keskmiselt 90% vesi. Rabaturbal on suurem niiskus (kuni 94%), sest ta on vähem lagunenu ja taimeosakesed hoiavad vett

paremini. Madal- ja siirdesoodes on väiksem niiskus (umbes 80%-86%). Niiskuse sisaldust määratakse laboratoorselt. (Rusanov, 2016; M. Orru, isiklik suhtlus, 2022, 15. november)

Enamik turbas leiduvast veest on seotud kapillaarselt, mistõttu ei saa käsitsi turba kokku surumisel kogu vett välja. Kui tahetakse turvast müüa ja transportida, siis esmalt tuleb seda päikese ja tuule käes kuivatada, et vähendada transpordikulu. Kaevandamise järgselt turvast tavaliselt kuivatatakse 40% niiskuse sisalduseni enne edasist töötlust. (Eesti Turbaliit, s.a)

1.2.3 Elektrijuhtivus

Turba elektrijuhtivus on selles lahustunud soolade sisaldus ehk ka selle võime juhtida elektrivoolu. Elektronid ja ioonid liiguvad läbi turbaosakeste pooride, mis sisaldavad niiskust. Mida suurem on turba lagunemisaste, seda tumedam on turvas ning seda suurem on ka tema elektrijuhtivus. (K. Kotkas, isiklik suhtlus, 2023, 17. aprill)

Turbal on üldiselt madal elektrijuhtivus. Tavaliselt loetakse optimaalseks elektrijuhtivuseks 0,8-1,8 mS/m. Maksimaalne elektrijuhtivus kasvusubstraatide korral on soovitatav 2,5 mS/m. Kõrgema kui 2,5 mS/m elektrijuhtivuse korral on taimedel raske mullast toitaineid omastada, mille tulemusel jääb nende kasv ja areng puudulikuks. (Kekkilä-BVB, 2018)

1.2.4 Happesus

Turba pH-tase sõltub peamiselt taimedest, millest see tekkinud on. Näiteks rabaturvas on tunduvalt happelisem kui madal- või siirdesoo turvas, sest seal kasvavad happelembelisemad taimed (rohu- ja samblaturbad). Happesust tõstavad (pH-d langetavad) ka lagunemisprotsessid, mis toimuvad pidevalt tänu mikroorganismidele. Lagundamise käigus eralduvad huumushapped loovad paremad tingimused happelembelisemate taimede kasvuks. (Rusanov, 2016; Meléndrez, 2009)

Lisaks tõuseb pH-tase ionide vahetuse käigus, millest tuleb juttu ka järgmises peatükis. Toitainevahetuse käigus soo- ja rabataimed omastavad mullalahusest aluselisi katioone (näiteks magneesiumi ja kaltsiumi) samal ajal happelisi vesinikioone vabastades, muutes ümbritseva keskkonna pH-taset madalamaks. (Mengel, 1993)

Turba pH-d mõõdetakse kahel korral: esialgu nii-öelda kohene pH ja seejärel 24 tunni möödudes. Hilisem pH 24 tunni pärast näitab seda, kas tulemus on endiselt sobilik. Seda peetakse turba kvaliteedi kontrolliks. Kohese pH arvvaartus näitab, kas tootmisprotsessi võib jätkata. (K. Kotkas, isiklik suhtlus, 2023, 17. aprill)

Kohese pH arvvaartus näitab, kas see turvas on koheselt kasutatav või peab turvast enne kasutamist töötleva sobiva pH saavutamiseks looduslike materjalidega.

Sobilik pH arvvaartus jääb 4-5 vahele. Alla pH arvvaartuse 4,0 turvas ei ole sobilik ehk on liiga happeline ja ei sobi koheseks kasutamiseks enamik taimedele. Sellise pH-tasemega turbale tuleb lisada lupja pH tõstmiseks ehk happesuse neutraliseerimiseks. Mida suurem on pH näit, seda aluselisem on turvas, seda enam on ta lagunened. (K. Kotkas, isiklik suhtlus, 2023, 17. aprill)

Kui turbal on koheselt mõõtes pH arvvaartuselt pH 4-5 vahel, siis toetudes varasematele uurimistele saab järeldada, et selline pH-tase enam ei lange. Väga madala pH-ga turvas on tavaliselt pärit vähelagunenud rabast. Sellises rabadest võetud turba pH võib olla lausa 2,5-3,0. Uuritud punktides oli turvas keskmiselt lagunened. (M. Orru, isiklik suhtlus, 2023, 17. aprill)

1.2.5 Ühe liitri kaal ja veeimavus

Turba ühe liitri kaalu mõõdetakse selleks, et teada saada transporditava turba ruumala massi. Seda mõõdetakse OÜ Kekkila laboris Cen-1 mõõtesilindriga grammides. Läbi selle tulemuse saab hiljem ka veeimavust arvutada, kui lahutada vees imbunud turba kaalu varasemast mõõdetud ühe liitri kaalust. (A. Vaarmets, isiklik suhtlus, 2023, 8. veebruar)

Veeimavus näitab, mitu protsenti vett saab turbamass endasse imendada lähtuvalt selle kaalust. Nagu lagunemisastme alapeatükis selgitatud, eksporditakse turvast veeimavuse protsendist lähtudes erineva kliimaga maailma piirkondadesse. Näiteks suure veeimavusega hästilagunenud turvas on sobilik ekvaatori lähistel aladel (Põhja-Sahaaras, Lõuna-Koreas) ning väiksema veeimavusega vähelagunenud turvas Lääne-Euroopas. Tume turvas säilitab vett ehk temas ei toimu nii kiiret vee aurustumist. (Orru, 2022)

1.3 Kasutusala

Turvast kui toorainet kasutatakse üle terve maailma erinevates kasutusvaldkondades: 57% küttes, 27,5% aianduses ja 13,5% muudes valdkondades, millest tuleb juttu alljärgnevalt (Rusanov, 2016). Eestis toodetavat toorturvast eksporditakse umbes 120 riiki, mis ise väärindavad seda (M. Orru, isiklik suhtlus, 2022, 15. november).

Hästilagunenud madalsoo turvas on turbabriketina efektiivne kütteks kasutamiseks, sest selle kütteväärtus ja niiskuse sisaldus on enam-vähem võrdne puidu ja ligniidiga. Küttureturba tootmiseks kasutatakse enamasti turvast, mille lagunemisaste on üle 25% ning tuhasus ei ületa 14%. Tööstuses kasutatakse turvast põletites ja elektrijaamades, eriti riikides, kus fossiilseid kütuseid ei leidu. Kodumajapidamises on levinud turbabriketid ning turbapelletid. (Rusanov, 2016)

Turvas on laialdaselt kasutusel ka meditsiinilistel eesmärkidel. Turvast rakendatakse reumatoloogias, füsioteraapias, dermatoloogias ning samuti spordimeditsiinis. Enamlevinud on näiteks balneoteraapia ja erinevad nahahooldusvahendid. (Wollina, 2009)

Lisaks kasutatakse vähelagunenud rabaturvast loomadele allapanuks, kuna sellel on mitmed eelised. Esiteks seob see ammoniaaki, aidates vähendada kahjulikku mõju keskkonnale. Teiseks on rabaturvas madala pH-taseme tõttu happeline, mistõttu on bakterite levik takistatud. (Linden, 2013)

Rabaturvas leiab kasutust ka kompostides ja kasvusubstraatides. Viimasele keskendubki antud uurimistöo kõige rohkem ning sellest tuleb lähemalt juttu järgmises peatükis.

2. Kasvusubstraadid

Kasvusubstraadid on mulda asendavad toitainekeskkonnad kultuurtaimede (kurgid, tomatid, lilled, paprika jne) kasvatamiseks. Üheks põhiliseks kasvusubstraadiks on turvas. 2013. aasta seisuga oli Euroopa Liidus 75,1% kasvusubstraatidest valmistatud turbast. Eestis on samuti kõik kasvusubstraadid tehtud turbast. Selline suur osakaal tuleneb riikide pikaajalisest kogemusest. Turba kasvusubstraati kasutavad nii hobiaednikud kui ka aiandustööstusettevõtted rakendades seda lille-, aedvilja-, seene- ja marjakasvatuses ning istikute kasvatamisel. Sellel on oluline osa toidujulgeoleku tagamiseks üle maailma. Turvas on ökoloogiliselt puhas ja talle ei ole paremat asendusainet siiani leitud. (Schmilewski, 2017; Orru, 2022)

2.1 Eelised

2.1.1 Füüsikalised eelised

Kasvusubstraadi koostisosana on turvas parem kui mis tahes muu materjal mitmel põhjusel. See tuleneb turba füüsikalistest, keemilistest ja bioloogilistest omadustest, mis kõik aitavad kaasa selle kestvale populaarsusele. (Kekkilä-BVB, 2018)

Kasvusubstraatides loetakse kõige olulisemateks füüsikalisteks omadusteks suurepärase veeimavust ja head võimet varustada juuri hapnikuga, kuna need tagavad taimede optimaalse kasvu. Turbal on suur veeimavusvõime (umbes 65% mahust), mis on vajalik vee ja selles lahustuvate toitainete pidevaks transpordiks taime juurteni. Hea imavuse tõttu on vähendatud veekulu soodne ettevõtete rahakottidele ja väiksema kahjuliku mõjuga keskkonnale. Lisaks on turbal ka suur õhusisaldus (umbes 30% mahust), mis on vajalik selleks, et taime juured ja nendel elavad kasulikud mikroobid saaksid pidevalt hapnikku. (Kekkilä-BVB, 2018; Kitir jt, 2018, lk 79)

Teine tähtis füüsikaline omadus on suur katioonivahetusvõime (ingl k *cation exchange capacity* ehk CEC). See on võime varustada mullalahust toitainete katioonidega (peamiselt kaltsiumi, magneesiumi ja kaaliumiga), et taim neid omastada saaks. Selleks, et need

leostumise käigus välja ei uhtuks, hoiavad negatiivselt laetud huumuse- ja saviosakesed neid kinni. Nii ei lähe vajalikud toitained raisku, vaid need kasutatakse täies mahus ära. (Department of Primary Industries, s.a; Sonon jt, 2014)

Turbal on väike puistetihedus, mis tähendab, et see on kergesti kokkusurutav. See omadus võimaldab seda transportida pikkadel vahemaadel kütusesäästlikult, aidates hoida transpordikulud madalad ja vähendada negatiivset mõju loodusele. (Kekkilä-BVB, 2018)

Lisaks eelnimetatule tagab turba rakuline struktuur täieliku struktuuri stabiilsuse. See on vajalik selleks, et kasvusubstraat säilitaks oma olulised omadused ka taimede kasvamise ajal. Seetõttu on turvas hea, sest ta ei lagune kunagi täielikult, säilitades oma struktuuri. (Michel, 2010)

2.1.2 Keemilised eelised

Turbal on väga madal pH-tase, pH on ca 3,5-4,5. See on põllukultuuride kasvatajate jaoks sobilik, sest nad saavad lubiaineid lisades reguleerida kasvusubstraadi pH-taset vastavalt taime pH-taseme vajadustele. Enamik põllukultuure eelistavad mõõdukalt happelist keskkonda, mistõttu on kõige optimaalsem pH-tase nende jaoks 5,5-6,0. Kõige tihedamini lisatakse substraadile kaltsiit-, dolomiit- või hüdraatlubjakivi või kaltsiumsulfaati. (Kekkilä-BVB, 2018; Lindberg & Owen, 2018)

Lisaks on turbal madal elektrijuhtivus (ingl k *electric conductivity* ehk EC). See on mullalahuses olevate lahustunud soolade sisaldus ja seda kasutatakse põllukultuuri üldise toitumisseisundi mõõtmiseks. Kui see on liiga kõrge, siis on taimedel raske toitaineid ja vett omastada. Madal elektrijuhtivus tähendab, et turbas on vähe ebasoodsaid aineid, mis võivad põllukultuuri kasvu ning arengut kahjustada. Optimaalne on 0,8-1,8 mS/m ning üle 2,5 mS/m on juba liiga kõrge elektrijuhtivus (Gong, 2022). Põllumehed hindavad seda mõõdetavat elektrijuhtivuse omadust, kuna elektrijuhtivuse tulemustest lähtuvalt saavad turba kasutajad ise erinevaid väetisi lisades reguleerida konkreetsete toitainete sisaldust. (Kekkilä-BVB, 2018; Argo & Fisher, 2009)

2.1.3 Bioloogilised eelised

Turbast valmistatud kasvusubstraat on ohutu keskkond põllukultuuride kasvuks, sest see on vaba patogeenidest, kahjuritest, parasiitidest, seemnetest ja taimede diaspooridest (taime levimisvõimelised osad). Organismid, kes elavad selles, on isegi kasulikud, aidates kaasa taimede kasvule ja arengule. (Rusanov, 2016)

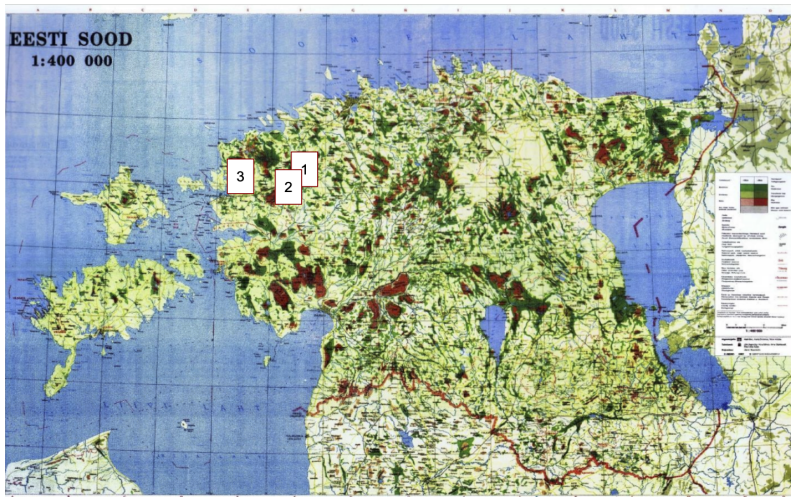
Turbas elavad kasulikud mikroorganismid aitavad võidelda seenhaiguste vastu ja viivad vajalikud toitained ringlusesse. Turvast ei tohi steriliseerida just seetõttu, et mikroobide hävitamise käigus surevad ka kasulikud mikroorganismid, tehes substraadi toimetuks. (Kekkilä-BVB, 2019)

Lisaks eelnimetatule stimuleerib turbas leiduv humiinhape kultuurtaimede juurte kasvu. Tänu oma täielikule orgaanilisele koostisele saab seda materjali ka kompostida, vähendades ebavajalikke jäätmeid. (Kekkilä-BVB, 2018)

3. Rabade ja turbamaardlate iseloomustused

Mall Orru teatmikku “Eesti turbasood” uurides selgus, et Läänemaal on 16 turbasood. Kaevandamiseks pole aga kõik sood sobilikud. Keskkonnaministri määrusest number 87 saab leida kaevandamiseks sobivate turbaalade nimekirja. Läänemaal võib seda teha viiel turbaalal: Kõverdamal, Laikülas, Niibis, Paliveres ja Turvalepas. Antud uurimistöös on valitud Läänemaalt Niibi raba. Harjumaal on kokku 44 turbaala, millest 25 on kaevandamiseks sobilikud. Antud uurimistöös kasutatakse Harjumaalt valitud Sooniste soo. Raplamaal paikneb 32 turbaala, millest 15 on sobilikud kaevandamiseks. Antud uurimistöös valitud Kuislema raba. Õmma turbaalalt pärit just sealt. (Orru, 1995, lk 16, 74, 94; Kaevandamisega rikutud ja mahajäetud turbaalade ning kaevandamiseks sobivate turbaalade nimekiri, 2017)

Uurimistöö autor uurib Läänemaa, Raplamaa ja Harjumaal kolme raba: Sooniste soo ehk Elliste raba, Kuislema raba. Õmma turbaalal ja Tui raba Niibi turbaalal. Parema arusamaa tagamiseks on järgnevalt lisatud Eestimaa kaart, kus on vastavate numbritega kõik kolm raba ära märgitud (vt Joonis 1).



Joonis 1. Uurimistöös uuritud kolme raba geograafiline asukoht Eesti kaardil (Eesti Geoloogiakeskus, 1993)

1. Soonistee soo ♡ Elliste raba
2. Kuislema raba. Õmma turbaalal ♡ Kuistlema Raba
3. Tui raba Niibi turbaalal ♡ Niibi turbamaardla

3.1 Niibi raba ja tema osa Tui

Niibi raba asub Lääne maakonnas Lääne-Eesti madalikul. Soo tekkis järve soostumisel (turba all on 0,1-0,2 m järvemuda ja järvelupja). Turvas lasub liival ja savil ning toitub sademetest. Soo pindala on 1331 hektarit, millest 760,59 hektarit moodustab turbamaardla. (Eesti Turbauuringute Andmebaas, 2020)

Maardlal on kaks turbatootmisala, kust kaevandab turvast OÜ Kekkila Eesti. Turvas sobib nii aiandus kui ka küteturbaks (kütteväärtus on 11,5-12 MJ/kg). Keskkonnaministeeriumi koostatud kasutatavate turbaalade nimekirja alusel kuulub maardlast 897,9 ha kasutatavate varude hulka. (Eesti Turbauuringute Andmebaas, 2020)

3.2 Sooniste soo ehk Elliste raba Ellamaa turbaalal

Sooniste soo ehk Elliste raba asub Ellamaa turbaalal Harjumaa lääneosas. Soo paikneb ulatuslikus lamedas nõos ja tekkis järvenõo soostumisel. Turba all lasub 1,48 meetri paksune järvemudakiht, mis annab viimasele tunnistust. Sooniste soo toitub sademetest, põhjaveest ja valgveest. (Orru, 1995, lk 16; Eesti Turbauuringute Andmebaas, 2020)

Soo pindalaks on 1822 ha, millest 1444,86 ha on turbamaarda. Sellest 531,6 ha kuulub Keskkonnaministeeriumi poolt koostatud kasutatavate soode nimekirja. Soo turbast toodetakse aiandus-, alus- ning küteturbast. Kuna selle turba kütteväärtus on üsna kõrge (11,6 MJ/kg) ning see on kahjulikest elementidest ja raskemetallidest enamjaolt vabanenud, siis sobib see hästi kasutuseks kütusena. See on üks OÜ Kekkila kaevanduspaikadest, mille proovipunktide turba omadusi uurimistöö autor analüüsis. (Eesti Turbauuringute Andmebaas, 2020)

Vähelagunenud turvast on 0,98 milj.t aktiivset tarbevaru ja 0,31 milj. t aktiivset reservvaru. Hästilagunenud turvast on 4,56 milj.t aktiivset tarbevaru ja 0,9 milj.t aktiivset reservvaru. (Eesti Turbauuringute Andmebaas, 2020)

3.3 Kuislema raba Õmma turbaalal

Kuislema raba asub Õmma turbaalal Raplamaal. Raba esineb soo kirdeservas lagerabana, läänes ja loodes puis- ja puispõõsasrabana. See tekkis järve soostumisel, millele annab tunnistust õhuke järvemudakiht. Kuislema raba toitub sademetest, kuna põhjaveeni see ei ulatu. (Eesti Turbauuringute Andmebaas, 2020)

Maardla turbavarus on vähelagunenud turvast 2,01 milj. t aktiivset tarbevaru ja 0,54 milj. t aktiivset reservvaru. Hästilagunenud turvast on 4,11 milj. t aktiivset tarbevaru ja 2,43 milj. t aktiivset reservvaru. (Orru, 1995, lk 94; Eesti Turbauuringute Andmebaas, 2020)

Rabas toodetakse alus- ja aiandusturvast. Vastavalt Keskkonnaministeeriumi poolt koostatud kasutatavate soode nimistule kuulub Õmma maardlast 592,9 ha kaevandatavate varude hulka. (Eesti Turbauuringute Andmebaas, 2020)

3. Uurimismeetod

Uurimistöö teostamiseks on kasutatud empiirilist uurimistöö meetodit. Töö autor sooritas laborianalüüse, kus mõõtis kuuest erinevast proovipunktist võetud turba viit omadust (kaalu ühe liitri kohta, happesust, elektrijuhtivust, niiskust ja veeimavust). Need viis omadust on üle maailma tunnustatud kõige tähtsamad turba omaduste näitajad, kuna need mängivad suurimat rolli turba kasutuskõlblikkuses.

Lisaks uuritakse enne turba väärindamist ka turba õhusisaldust, katioonivahetusvõimet, puistetihedust, tuhasust ja lagunemisastet, aga antud uurimistöös autor neid katseliselt ei uurinud.

Analüüsid viidi läbi uurimistöö autori poolt Läänemaal Niibi laboris, mida omab turba kasvusubstraatide firma OÜ Kekkila. Mõõtmisi juhendas hollandi päritoluga Eestis elav ja tegutsev kohalik laborant Casper Siemes, kes näitas ette, kuidas seadmeid kasutada.

3.1 Laborianalüüsid

- 1) Ühe liitri turba kaalu mõõdetakse Cen-1 liitri mõõtesilindriga, mille diameeter on 10 cm ja sügavus 12,7 cm (vt “Lisa 2. Cen-1 liitri mõõtesilinder”). Silinder täidetakse tervenisti turbaga, kui eemaldatav krae on peal. Seejärel lisatakse kolmeks minutiks peale raskus, mis surub turba kokku sobiva tiheduseni, et ei oleks üleliigset õhku. Peale kolme minuti möödumist võetakse nii raskus kui ka krae ära. Turvas tasandatakse ehk eemaldatakse pealt liigne osa, et jääks sile pind. See kallatakse silindrist kaalu peale ning leitakse kaal ühe liitri kohta.
- 2) Turba elektrilist erijuhtivust ehk elektrijuhtivust mõõdetakse elektrijuhtivusseadmega SevenCompact S230 (vt “Lisa 3. Elektrijuhtivuse mõõtja SevenCompact S230”), mis annab tulemuse mikrosiimensit meetri kohta ($\mu\text{S/m}$). Mugavuse parandamiseks on töös teisendatud mS/m-sse. Käesolevas uurimistöös mõõdetakse elektrijuhtivust iga proovipunkti turba korral koheselt, st 24 tunni möödudes ei mõõdeta. See asjaolu on vajalik mainida seetõttu, et tavapraktikas mõõdetakse elektrijuhtivust tegelikult alati ka sama proovi korral 24 tunni möödudes, et tagada turba kasutuskõlblikkus happesuse seisukohalt.

- 3) Happesust ehk pH-taset mõõdetakse seadmega SevenCompact S210 (vt “Lisa 4. Happesuse mõõtja SevenCompact S210”). Mida väiksem on arvuliselt turba pH, seda happelisem turvas on. Turba pH-d mõõdetakse kahel korral, esialgu nõ kohene pH ja 24 tunni möödudes.

Uuringus võetakse 500 milliliitrisesse keeduklaasi 500 ml destilleeritud vett (millel puudub elektrijuhtimisvõime). Sellele destilleeritud veele lisatakse turvast nii palju, et selle mass moodustaks 10% ühe liitri turba kaalust ning seejärel segatakse klaaspulgaga kogu segu korralikult. Seejärel pannakse ettevalmistatud seguga keeduklaasi pH-meetriga ja elektrijuhtivusanduriga ühendatud andmekoguja, mille tulemusel ilmuvad andmekoguja ekraanidele nii pH kui ka elektrilise erijuhtivuse tulemused.

- 4) Turba niiskusesisaldust mõõdetakse Halogen niiskuse mõõtjaga Moisture Analyser HE53 (vt “Lisa 5. Niiskusemõõtja Moisture Analyser HE53”), mis näitab mitu protsenti kogu massist moodustab vesi. Tulemuse leidmiseks võetakse umbkaudselt “näpuotsatäis” turvast, et see turba kogus mahuks niiskusemõõtjasse. Välja mõõdetud “näpuotsatäis” turvas asetatakse seadmesse mõõteplaadile. Poole tunni möödudes saadakse vastav niiskuse protsent.
- 5) Veeimavuse leidmiseks täidetakse Cen-1 mõõtesilinder täielikult turbaga seda kokku pressimata. Turvas koos silindriga kaalutakse ära ja asetatakse 1 cm sügavusse vette (vt “Lisa 6. Veeimavuse leidmine”). Silindri põhjas on väikesed augud, mistõttu hakkab turbasse vett imenduma. Kümne minuti möödudes võetakse silinder veest välja ja kaalutakse uuesti. Saadud viimasest tulemusest lahutatakse enne vette panemist olnud kuiva turba ja silindri kaal ning selle tulemusel saadakse turbasse imendunud vee mass grammides. Lõpuks arvutatakse välja mitu protsenti kogu kaalust on vee mass ja vastav protsent näitabki veeimavuse tulemust.

4. Tulemused

4.1 Laborianalüüside tulemused

Esimeses proovis (Sooniste 105) on tegu pruuni turbaga, mille ühe liitri kaal on 169,22 grammi. Selle pH-tase on 5,33 ning elektrijuhtivus 0,4887 dS/m. Niiskusesisaldus on 48,9% ja veeimavus 2,2%.

Teises proovis (Sooniste 203) on tegu samuti pruuni turbaga, mille ühe liitri kaal on 185,60 grammi. Selle pH-tase on 4,7 ning elektrijuhtivus 0,5778 dS/m. Niiskusesisaldus on 56,9% ja veeimavus 10,5%.

Kolmandas proovis (Sooniste MUST) on tegu musta turbaga, mille ühe liitri kaal on 416,58 grammi. Selle pH-tase on 5,24 ning elektrijuhtivus 4,7 dS/m. Niiskusesisaldus on 74,4% ja veeimavus 25,5%.

Neljandas proovis (Kuislamäe 1) on tegu pruuni turbaga, mille ühe liitri kaal on 205,11 grammi. Selle pH-tase on 4,99 ning elektrijuhtivus 0,4466 dS/m. Niiskusesisaldus on 69,5% ja veeimavus 19,4%.

Viiendas proovis (Kuislamäe 5) on tegu pruuni turbaga, mille ühe liitri kaal on 174,06 grammi. Selle pH-tase on 5,09 ning elektrijuhtivus 0,5485 dS/m. Niiskusesisaldus on 54,9% ja veeimavus 15,9%.

Kuuendas proovis (TUI) on tegu pruuni turbaga, mille ühe liitri kaal on 179,25 grammi. Selle pH-tase on 4,67 ning elektrijuhtivus 2,422 dS/m. Niiskusesisaldus on 44,6% ja veeimavus 13,8%.

Kuue proovipunkti turba omaduste paremaks võrdlemiseks on tehtud tabel kõigi analüüside tulemustega (vt Tabel 1). Lisaks on eraldi tulpdiagrammid iga omaduse kohta, mis on esitatud järeldeste osas.

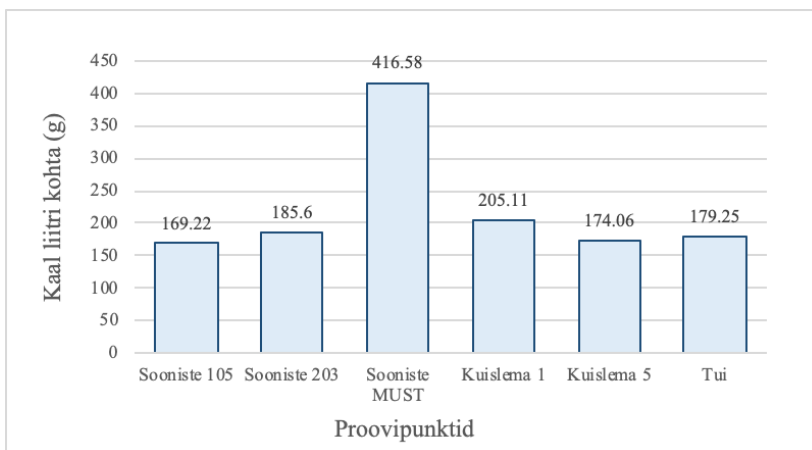
Tabel 1. Uurimistöös uuritud rabade kuue proovipunkti turba kaal ühe liitri kohta, pH-tase, elektrijuhtivus, niiskusesisaldus ja veeimavus (Eesti Turbauuringute Andmebaas, 2020)

Proovipunkt	Kaal liitri kohta (g)	pH-tase	Elektrijuhtivus (mS/m)	Niiskusesisaldus (%)	Veeimavus (%)
Sooniste 105	169,22	5,33	0,49	48,90	2,20
Sooniste 203	185,60	4,70	0,58	56,90	10,50
Sooniste MUST	416,58	5,24	4,70	74,40	25,50
Kuislema 1	205,11	4,99	0,45	69,50	19,40
Kuislema 5	174,06	5,09	0,55	54,90	15,90
Tui	179,25	4,67	2,42	44,60	13,80

5. Analüüs ja järeldused

Antud uurimistöös võrreldakse kuut erinevat proovipunkti omavahel ning neid omakorda võrreldakse kasvusubstraate tootva firma OÜ Kekkilä varasemate andmete keskmistega (vt Tabel 2). Uurimistöö autor mõõtis turba omadusi kuuest proovipunktist: Sooniste 105, Sooniste 203, Sooniste MUST, Kuislema 1, Kuislema 5 ja Tui. Need tähistavad konkreetseid geograafilisi punkte teatud rabades. Kekkilä OÜ kaevandab oma kasvuturvast just nendest kohtades, et hiljem seda väärindada ja eksportida välisriikidesse.

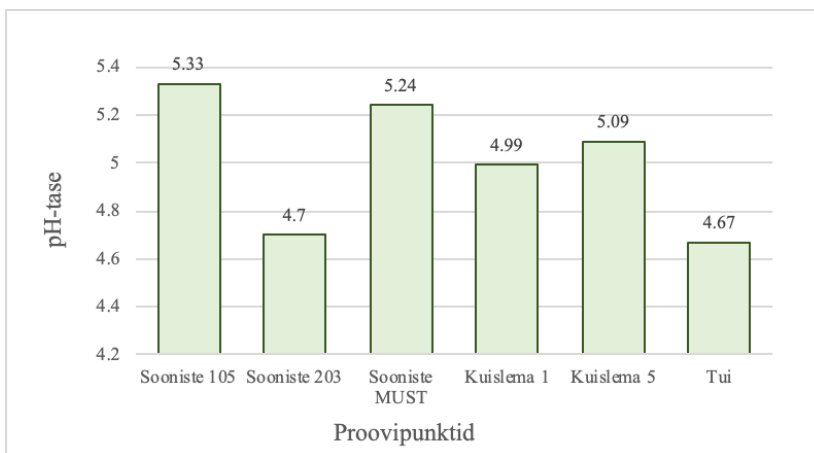
- 1) Kaal liitri kohta (vt Joonis 1). Autori andmetel on Sooniste MUST võrreldes teiste proovidega ca kaks korda raskem - 416,58 g. Selline tulemus oli oodatav, sest tegu on musta turbaga, mis on rohkem lagunenu ja seega ka tihedam - ühte liitrisse mahub rohkem materjali. Turba värvusele viitab ka turba kaevandamise proovipunkti nimetus: Sooniste MUST. Ülejäänud viie järgneva mõõtepunkti proovid on kõik pruunid turbad ja enam-vähem lähedase kaaluga. Must turvas on enam lagunenu ja seega suurema tihedusega kui pruun turvas ja selle tulemusel mahub ühte liitrisse rohkem. Musta turvast on seega keskkonnasõbralikum transportida, kuna rohkem materjali saab ühest kohast teise viia ühe sõiduga, säästes kütust ja vähendades õhusaastet. Sooniste 105 on autori andmete põhjal kergeim (169,22 g).



Joonis 1. Kuue proovipunkti kaal ühe liitri kohta

- 2) pH-tase (vt Joonis 2). Autori andmetel jäävad mõõdetud turbaproovide happesused pH vahemikku 4,67-5,33. Tuginedes turba happesuse teooriale, on uuritud mõõtepunktide turbaproovid kõik sobilikud edasiseks kasutuseks kasvusubstraadi koostises, kuna enamik turbal kasvatatavaid põllukultuure vajavad kasvupinnast pH-tasemega 5,5-6,0 (Kekkilä-BVB, 2018).

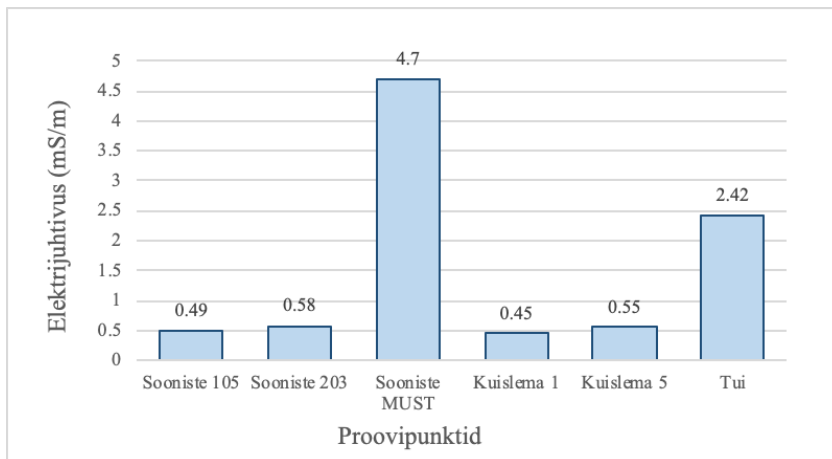
Põllumehed ja hobiaednikud saavad ise lubiaineid lisades reguleerida kasvusubstraadi happesust vastavalt kasvatatavatele taimedele. Autori uuritud turbaga on võimalik seda teha, sest nad pole ei liiga happelised ega aluselised. Antud proove võrreldes, tuleb kõige vähem lubiaineid lisada Sooniste 105 turbale (pH 5,33) ning kõige rohkem Tui turbale (pH 4,67).



Joonis 2. Kuue proovipunkti pH-tase

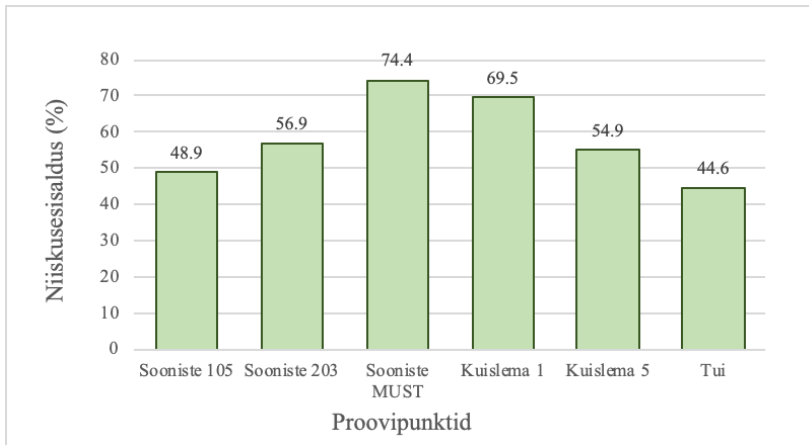
- 3) Elektri juhtivus (vt Joonis 3). Kuue turbaproovi elektri juhtivused jäävad vahemikku 0,45-4,7 mS/m. Vastavalt teoorias nimetatud kõige optimaalsemale elektri juhtivusele (0,8-1,8 mS/m, maksimum 2,5 mS/m), on uuritud turba proovid kas liiga kõrge või liiga madala elektri juhtivusega. Näiteks, Sooniste MUSTal on see 4,7 mS/m, mis on peaaegu kaks korda suurem kõige kõrgemast optimaalsest elektrilise erijuhtivuse piirist (2,5 mS/m), mistõttu on Sooniste MUST selle omaduse poolest kõige ebasobilikum. Turbatöötledajad lisavad elektri juhtivuse näidu optimeerimiseks vastavaid väetisi, millele viitab uurimistöö autor teooria osas. Mainimist väärrib see asjaolu just seetõttu, et Sooniste MUST on enim väärindatav ja enim eksporditav turba liik vaatamata kontrollmõõtmistel saadud liiga kõrge elektri juhtivuse näidu tõttu.

Vaevu jääb optimaalse maksimaalse erijuhtivuse piiride sisse Tui proovipunktist võetud turvas erijuhtivuse tulemus 2,42 mS/m. Sooniste 105, Sooniste 203, Kuislema 1 ja Kuislema 5 on aga väga madala elektri juhtivusega vastavalt 0,49 mS/m, 0,58 mS/m, 0,45 mS/m ja 0,55 mS/m. Sellest hoolimata saab nendest viimati nimetatud proovipunktidest võetud turba proovidele mineraalaineid juurde lisades erijuhtivuse tulemust suurendada.



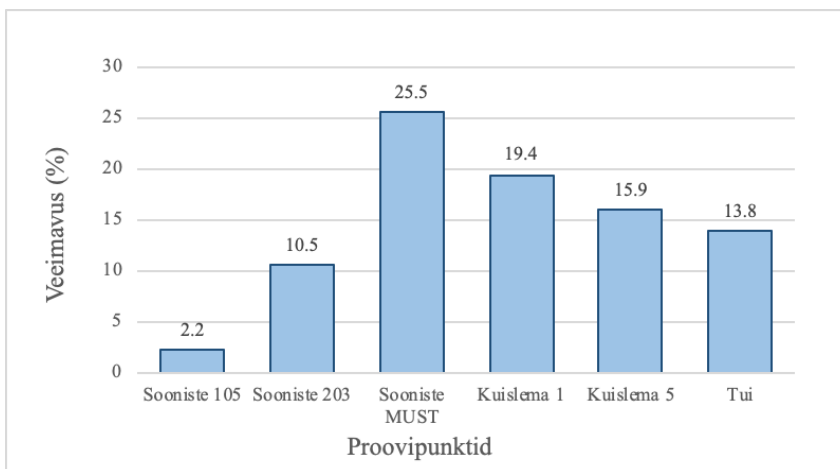
Joonis 3. Kuue proovipunkti elektri juhtivus (mS/m)

- 4) Niiskusesisaldus (vt Joonis 4). Kuues juba kasvusubstraadiks kohandatud sobiliku turbaproovi niiskusesisaldused on vahemikus 44,6%-74,4%. Proovide niiskused on väiksemad turba looduslikus olekus olevast niiskusest, kuna turvas on jõudnud veidi kuivada. Kõige rohkem vett leidub Sooniste MUST proovis, mis on ühtlasi ka värvuselt must turvas. Mida rohkem turvas lagunenu on, seda väiksem on tema poorsus, mistõttu suudab ta paremini vett kinni hoida.



Joonis 4. Kuue proovipunkti niiskusesisaldus (%)

- 5) Veeimavus (vt Joonis 5). Kuue turbaproovi veeimavused kümne minuti möödudes on vahemikus 2,2%-25,5%. Kõige rohkem vett hoiab taaskord Soonitse MUST ehk värvuselt must turvas (25,5%). Halvim veeimavus on Sooniste 105 proovil (2,2%).



Joonis 5. Kuue proovipunkti veeimavus (%)

Turba kaalu, niiskusesisalduse ja veeimavuse vahel tekib seos: mida suurem on turba kaal, seda suurem on ka niiskuse ja veeimavuse protsent. Must turvas suudab kõige rohkem vett hoida ja on järelilikult jällegi keskkonnale soodsam, sest oma võimega hoida endas palju vett saavad põllumehed seda väärtuslikku ressursi säästa. Põllukultuurid saavad kasutada vee peaaegu täies mahus ära.

Seoses uurimistöö teise uurimisküsimusega on järgnevalt uurimistöös esitatud tabel (vt Tabel 2), mis sisaldab uurimistöö autori kuue proovipunkti mõõtmistulemusi ja mis on omakorda viidud vastavusse OÜ Kekkilä varasemate 2014-2015 aastate samade uurimispunktide turba analüüside tulemuste keskmistega. Uurimistöö koostaja tegi igas mõõtmispunktis ühe proovimõõtmise. OÜ Kekkilä andmebaasi põhjal leidis uurimistöö autor vastavas mõõtmispunktist saadud ca 2000 (täpsemalt 1971 mõõtmistulemust) põhjal keskmise tulemuse. Autor võrdleb uurimistöö teise küsimusele vastuse saamiseks vastavate punktide vastavaid mõõtmistulemusi.

Tabel 2. Uurimistöö autori ja OÜ Kekkila turba omaduste andmed (* - uurimistöö autori mõõdetud tulemused; Excel - OÜ Kekkila varasemate 2014-2015 andmete põhjal leitud keskmised tulemused; – - OÜ Kekkila Exceli tabeli andmetes puudusid vastavad tulemused)

Proovipunkt	Kaal liitri kohta (g)*	Kaal liitri kohta Excel (g)	pH kohene*	pH kohene Excel	pH 24h pärast	EC kohene (mS/m)*	EC kohene Excel (mS/m)	EC 24h pärast	Niiskus (%)*	Niiskus Excel (%)
Sooniste 105	169,22	180,1	5,33	5,8	4,46	0,49	1	3,2	48,9	51
Soonsite 203	185,6	192,6	4,7	4,9	4,49	0,58	1,2	2,78	56,9	59
Sooniste MUST	416,58	–	5,24	–	–	4,7	–	–	74,4	–
Kuislema 1	205,11	180	4,99	5,2	4,43	0,45	0,9	2,84	69,5	51
Kuislema 5	174,06	177,5	5,09	5,9	4,44	0,55	1	2,77	54,9	52
Tui	179,25	193,3	4,67	5,7	4,51	2,42	1,2	3,58	44,6	50

Tulemustest järeldub, et tegelikult on andmed võrreldavad. OÜ Kekkilä eelnevad andmed on ca 10 mõõteühiku võrral kõrgemad uurimistöö autori poolt saadud tulemustest, aga üldiselt saab lugeda seda erinevust piisavalt väikeseks. Samas näitab selline ligilähedas tulemuse saamine autori poolt ka seda, et niisugusel meetodil uurimistöö jaoks andmete saamine on usaldusväärne.

Järgnevalt on välja toodud iga kuue uurimispunkti tulemuste muutused protsentides:

- 1) Sooniste 105: Kaal ühe liitri kohta - uurimistöö autori tulemus on ca 6% madalam;

Kohene pH-tase - ca 8% madalam;

Kohene elektrijuhtivus - ca 50% madalam;

Niiskus - ca 4% madalam;

- 2) Sooniste 203: Kaal liitri kohta - ca 4% madalam;

Kohene pH-tase - ca 4% madalam;

Kohene elektrijuhtivus - ca 48% madalam;

Niiskus - ca 4% madalam;

- 3) Sooniste MUST: OÜ Kekkilä Exceli tabelis puuduvad vastavad andmed.

Vastavad mõõtmistulemused on leitavad antud uurimistöös.

- 4) Kuislema 1: Kaal liitri kohta - ca 12% kõrgem;

Kohene pH-tase - ca 4% madalam;

Kohene elektrijuhtivus - 50% madalam;

Niiskus - ca 26% kõrgem;

- 5) Kuislema 5: Kaal liitri kohta - ca 2% madalam;

Kohene pH-tase - ca 14% madalam;

Kohene elektrijuhtivus - 55% madalam;

Niiskus - ca 5% kõrgem;

- 6) Tui: Kaal liitri kohta - ca 7% madalam;

Kohene pH-tase - ca 18% madalam;

Kohene elektrijuhtivus - ca 50% kõrgem;

Niiskus - ca 11% madalam.

Lähtuvalt autori poolt saadud kohestest mõõdetud turba pH tulemustest ja 24 tunni möödudes (vt Tabel 2) saadud pH tulemustest saab järeldada, et uuritud punktides on turvas koheselt kasutatav kasvusubstraadina pH osas.

Tulemuseks võib öelda, et muutused on väikesed. Turbad on hästi sobilikud ja võib jätkata nendelt aladelt kasvusubstraatide kaevandamist.

Kokkuvõte

Uurimistöö teemaga esialgu tutvudes tundus uurimistöö koostajale, et Eestimaa turvast kui väärtuslikku ja peaaegu taastumatut maavara võiks vääringdada enam. Peale uurimistöö teemaga põhjalikumalt tegeledes ja tutvudes turbaga tegelevate kahe firma töö ja tulevikuplaanidega, peab uurimistöö autor tõdema, et tema esmane arusaam turba vääringdamisest ei olnud autoril piisav.

Peab tõdema, et kasvusubstraati võib suhtuda tänapäeval nagu juba vääringdatud turbasse, sest turba eksportimisel erineva kliima ja erineva kasutusotstarbega riikidesse viiakse just sihtotstarbelisse riiki eksportimisel vastavusse turba pH (vajadusel listakse rahvusvaheliselt lubatud lubiaineid), niiskuse sisaldus (lisatakse vett või kuivendatakse) ja elektrolüütide tase (töös mõõdeti seda erijuhtivuse näidu saamisel).

Turbaga tegelevaid ettevõtteid tuleks julgustada andma turbale enam lisandväärtust, mis tooks firmale, inimestele ja riigile rohkem tulu. Uurimistöö autori arvates peale uurimistöö valmimist peab tõdema, et turbaga tegelevad ettevõtted vajavad ka enam riigipoolset toetus.

Antud uurimistöö on tehtud selleks, et anda turbast huvitatud ettevõtetele parem ülevaade Eesti turbaalade olukorrast. Keskendutakse kolmele rabale, kust kaevandatakse turvast ning kust kaevandatud turbast on võimalik valmistada kasvusubstraati.

Töö eesmärk oli uurida, milline Läänemaal, Harjumaal ja Raplamaal rabas kasvavast turbast on kõige parem kasvusubstraadina ning milliste omadustega turvas on selleks kõige efektiivsem taimede piisavalt kiireks kasvuks.

Töö eesmärk sai täidetud. Uuritud kolme raba kuuest mõõtmispunktist analüüsitud turvas on hea kvaliteediga ja sobib kasutamiseks kasvusubstraadina. Samuti võrreldi eelnevaid 2014 - 2015 aastate OÜ Kekkila sama mõõtmispunkti mõõdetud ca 2000 tulemust ja tehti statistiline analüüs. Tulemustest selgub, et autori poolt mõõdetud punktide andmed on sarnased varasemate tulemustega. Lisaks Soomiste MUST mõõtmispunkti andmed nimetatud varasemas andmetabelis puudusid ja neid saab sinna lisada käesoleva uurimistöö põhjal.

Uurimistöös püstitati kaks uurimisküsimust:

Esimene uurimisküsimus "Milliste omadustega turvas sobib kõige paremini kasvusubstraadiks lähtudes uurimistöös uuritavatest turba omadustest (ehk milline peab olema turba veeimavus, turba pH, tema elektriline erijuhtivus, seejärel niiskusesisaldus ja kaal ühe

liitri kohta)?” sai vastuse. Uurimistööst selgus, et parimaks kasvusubstraadiks on Sooniste MUST. Kasvusubstraadiks on kõige efektiivsem kasutada musta turvast, sest temal on selleks kõige paremad omadused. Tal on suur veeimavus, mis aitab säästa vett, olles kasulik nii põllumeeste rahakotile kui ka keskkonnale. Oma suure tiheduse tõttu on seda ka kõige säästlikum transportida, sest ühe korraga saab rohkem turvast viia kasutamise sihtkohta.

Musta turba ainsaks miinuseks võib tuua selle kõrgema elektrijuhtivuse, sest see takistab taimede kasvuks vajalike ainete omastamist. Selle kõrge elektrijuhtivuse vähendamiseks, tehakse lisatakse väetisi. Teiste proovide madal juhtivus annab neile eelise.

Vaatamata sellele, et must turvas tundub kõige optimaalsem variant kasvuturbaks, ei jää pruun turvas sellele sugugi alla. Sellel on samuti väga head omadused ning koos musta turbaga on nad taimede jaoks parimad kasvupinnased.

Teine uurimisküsimus ”Mil määral on uurimistöö autori uuritud kolme raba uurimispunktide teave turba omadustest muutunud võrreldes varasemate 2014-2015 aastate samades uurimispunktides OÜ Kekkilä turba analüüside vastuste keskmistega?” sai ka vastuse. Uurimistööst selgus, et kõigis uuritud punktides võib turba kaevandamist ja selle väärindamist jätkata. Autori väide toetub ca 2000 (täpsemalt 1971 mõõtmistulemust) analüüsitud tulemusele.

Antud töö on ainulaadne seetõttu, kuna uurimistöö koostaja tegi koostööd erinevate turbaettevõtetega (Eesti Turbaliit, Kekkilä OÜ, Mikskaar, aiandusettevõtted jmv). Töö annab ülevaate, millist turvast on sobilik kasutada maakera erinevates paikades. Näiteks hästilagunenud turvas on ekvaatori lähistel, keskmiselt lagunenud turvas liigub näiteks Lõuna-Aafrikasse, vähelagunenud turvas on sobilik Lääne-Euroopa maades.

Tööst selgub, et eksporditakse väärindatud turvast, mis toob Eesti riigile kasu (loob töökohti, väärindab maavara) ja annab maailma toidujulgeolekule kaaluka osa. Seega ei tohi turba kaevandamine ja väärindamine Eestis katkeda ega lõppeda.

Tulevikus võiks püstitada uusi turbaga seonduvaid uurimissuundi toetudes Turba Andmebaasile, kus on praeguseks toodud 165 000 määrangu kohta andmestik. Samuti võiks edasi arendada teaduspõhist kasvusubstraadi väärindamist ja teha koostööd teadusasutuste ja ülikoolidega.

Kasutatud allikad

- Argo, B. & Fisher, P. (2009, 19. juuni). *Understanding Plant Nutrition: Common High Media-EC Problems*. Greenhouse Grower. <https://www.greenhousegrower.com/production/plant-culture/understanding-plant-nutrition-common-high-media-ec-problems-2/>
- Barsegian, A. M. (2017). *Hiiumaa sookoosluste turbasügavuste kaardistamine ja selle seos soode arengulooga* [Bakalaurusetöö, Tallinna Ülikool].
- Department of Primary Industries. (s.a). *Cation exchange capacity*. <https://www.dpi.nsw.gov.au/agriculture/soils/guides/soil-nutrients-and-fertilisers/cec>
- Eesti Turbaliit. (s.a). *Turvas*. <https://www.turbaliit.ee/turvas/>
- Gong, L. (2022). *Soil Electrical Conductivity(EC): What's It, Why Important, How to Measure & More*. Seed Studio. <https://www.seedstudio.com/blog/2022/07/15/soil-electrical-conductivity/#:~:text=The%20optimal%20EC%20value%20for,and%20should%20not%20exceed%202.5.>
- Ilomets, M., Kimmel, K., Sten, C. G., Korhnen, R. (2007). *Sood Eesti ja Lõuna-Soomes*. Baltoscandia.
- Jinming, H. & Xuehui, M. (2011). Physical and Chemical Properties of Peat. Jinsheng, G. (toim), *Coal, Oil Shale, Natural Bitumen, Heavy Oil and Peat* (309-326). EOLSS.
- Kaevandamisega rikutud ja mahajäetud turbaalade ning kaevandamiseks sobivate turbaalade nimekiri*. (2017). RT I, 29.12.2016, 64. <https://www.riigiteataja.ee/akt/129122016064>
- Kekkilä-BVB. (2018, 26. oktoober). *Peat, the supreme substrate raw material*. <https://www.kekkilaprofessional.com/growing-tips/peat-the-supreme-substrate-raw-material/>
- Kekkilä-BVB. (2019, 6. november). *Beneficial microorganisms in peat*. <https://www.kekkilaprofessional.com/growing-tips/beneficial-microorganisms-in-peat/>
- Kitir, N., Yildirim, E., Şahin, Ü., Turan, M., Ekinci, M., Ors, S., Kul, R., Ünlü, H., Ünlü, H. (2018). Peat Use in Horticulture. Topcuoğlu, B., Turan, M. (toim), *Peat* (lk 75-90). IntechOpen.
- Lindberg, H. & Owen, W. G. (2018, 8. jaanuar). *Managing substrate pH of soilless substrates*. MSU Extension. <https://www.canr.msu.edu/outreach/index>

- Linden, J. (2013, 23. juuli). *The Impact of Peat Moss Amendments on the Microbial Load in Used Pine Shaving Poultry Litter*. The Poultry Site. <https://www.thepoultrysite.com/articles/the-impact-of-peat-moss-amendments-on-the-microbial-load-in-used-pine-shaving-poultry-litter>
- Meléndrez, M. M. (2009, august). *Humic Acid: The Science of Humus and How it Benefits Soil*. Eco Farming Daily. <https://www.ecofarmingdaily.com/build-soil/humus/humic-acid/>
- Mengel, D. B. (1993). *Fundamentals of Soil Cation Exchange Capacity (CEC)* [Laiendustöö, Purdue Ülikool]. <https://www.extension.purdue.edu/extmedia/ay/ay-238.html>
- Michel, J-C. (2010, aprill). The physical properties of peat: a key factor for modern growing media. *Mires and Peat*. <http://mires-and-peat.net/pages/volumes/map06/map0602.php>
- Mikskaar. (s.a). *Turbatootmine*. Eestis. <https://web.archive.org/web/20131019124806/http://www.mikskaar.com/et/tooted-artiklid-turbatootmine>
- Orru, M. (1995). *Eesti turbasood*. Eesti Geoloogiakeskus.
- Orru, M. (1997). Peat. Raukas, A., Teedumäe, A. (toim), *Geology and Mineral Resources of Estonia* (337-346). Estonian Academy Publishers.
- Orru, M. (2022). *Turba varud, turba kaevandamine, turba väärindamine, turba andmebaas* [Esitlus]. Powerpoint.
- Rusanov, F. (2016). *Turba tehniliste näitajate analüüsi metoodika väljatöötamine, nende seosed turba omaduste muutuste ja kasutusalaadega* [Magistritöö, Tallinna Tehnikaülikool].
- Schmilewski, G. (2017, juuli). *Growing media constituents used in the EU in 2013*. International Society for Horticultural Science. https://www.ishs.org/ishs-article/1168_12
- Sonon, L. S., Kissel, D. E., Saha, U. (2014, 26. veebruar). *Cation Exchange Capacity and Base Saturation*. UGA Extension. <https://extension.uga.edu/publications/detail.html?number=C1040&title=cation-exchange-capacity-and-base-saturation>
- Stranberg, M. (2014). *Turbakasutuse ökoloogiliselt tasakaalustatud viisidest ja seda toetavatest tehnoloogiatest* [Uurimistöö].
- Valk, U. (1988). *Eesti sood*. Valgus.

Uudistaja. (2016). *Eesti on kümne tuhande soo maa.*
<https://www.loodusajakiri.ee/uudistaja-17-08-2016/>

Wollina, U. (2009, jaanuar). Peat: a natural source for dermatocosmetics and dermatotherapeutics. *Journal of Cutaneous and Aesthetic Surgery.*
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2840924/>

Üldgeoloogilise uurimistöö ning maavara geoloogilise uuringu kord ja nõuded ning nõuded fosforiidi, metallitoorme, põlevkivi, aluskorra ehituskivi, järvelubja, järvemuda, meremuda, kruusa, liiva, lubjakivi, dolokivi, savi ja turba omaduste kohta maavarana arvelevõtmiseks.
(2022). RT I, 27.06.2022, 32. <https://www.riigiteataja.ee/akt/119122018028?leiaKehtiv>

Lisa 1. Lennart von Posti skaala (Rusanov 2016; Jinming & Xuehui, 2011, lk 311-313)

Humifikatsiooniklass	Lagunemisaste, %	Turba iseloomustus
H1	10	peaaegu kõik taimejäänused alles, selge ja värvuseta
H2	10...15	vaevu lagunenud taimejäänused, selge pruunika tooniga vesi
H3	16...25	väike osa taimejäänustest lagunenud, kergelt sogane ja pruunikas vesi
H4	26...30	osa taimejäänustest lagunenud, sogane ja pruun vesi, turvas ei voola sõrmede vahelt läbi
H5	31...35	enamus taimejäänustest lagunenud, taimeosad raskesti eristatavad, väga sogane ja pruun vesi, koos veega tuleb osa turvast sõrmede vahelt läbi
H6	36...40	enamik taimejäänustest lagunenud, väga sogane tumepruun vesi, 1/3 turbast eraldub kokku pigistamisel
H7	41...45	väga suur osa taimejäänustest lagunenud, vesi on selge, umbes pool turbast voolab sõrmede vahelt läbi
H8	46...50	peaaegu täielikult lagunenud taimejäänused, vett reeglina ei eraldu, 2/3 turbast voolab sõrmede vahelt läbi,
H9	51...55	täielikult lagunenud taimejäänused, pigistamisel voolab peaaegu kogu mass sõrmede vahelt läbi, taimejäänused ei ole eristatavad
H10	>55	täielikult lagunenud taimejäänused, kogu mass voolab sõrmede vahelt läbi, vaba vett ei eraldu

Lisa 2. Cen-1 liitri mõõtesilinder



Joonis 1. Cen-1 liitri mõõtesilindri osad (silinder, raskus ja krae) (Vaarmets, 2023)



Joonis 2. Turvas mõõtesilindris raskuse all (Klaos, 2022)

Lisa 3. Elektri juhtivuse mõõtja SevenCompact S230



Joonis 3. SevenCompact S230 mõõtepulk elektri juhtivust mõõtkas (Klaos, 2022)



Joonis 4. SevenCompact S230 monitor näitamas elektri juhtivust (Klaos, 2022)

Lisa 4. Happesuse mõõtja SevenCompact S210



Joonis 5. SevenCompact S210 monitor näitamas happesust (Klaos, 2022)



Joonis 6. Töö autor mõõtnas happesust ja elektrijuhtivust (Klaos, 2022)

Lisa 5. Niiskusemõõtja Moisture Analyser HE53



Joonis 7. Niiskuse mõõtja Moisture Analyser HE53 (Klaos, 2022)



Joonis 8. Töö autor turba niiskust mõõtnas (Klaos, 2022)

Lisa 6. Veeimavuse leidmine



Joonis 9. Turvas vett imendamas (Klaos, 2022)



Joonis 10. Turba kaalumine peale vee imendamist (Klaos, 2022)