

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Energia- ja ympäristötekniikan koulutus

Olli Hacklin

SELVITYS TURVETUOTANTOALUEELLA OTETTUIEN NÄYTTEI-  
DEN EDUSTAVUUDESTA SUHTEESSA TUOTETTUUN TURPEE-  
SEEN

Opinnäytetyö  
Maaliskuu 2021



**OPINNÄYTETYÖ**  
**Maaliskuu 2021**  
**Energia- ja ympäristötekniikan**  
**koulutusohjelma**  
Tikkarinne 9  
80200 JOENSUU  
+358 13 260 600 (vaihde)

Tekijä(t)  
Olli Hacklin

Nimeke  
Selvitys turvetuotantoalueella otettujen näytteiden edustavuudesta suhteessa tuotettuun turpeeseen

Toimeksiantaja  
Vapo Oy

Tiivistelmä

Opinnäytetyössä tarkasteltiin Pohjois-Karjalan turvetuotantoalueilla tuotetun turpeen edustavuutta suhteessa tuotantoalueiden kenttäprofiiliin. Tarkastelu keskittyi turpeen tuhkapitoisuuteen ja koostumukseen. Tulosten perusteella arvioitiin alueilta tuotetun turpeen laatumuutoksia sekä pyrittiin selvittämään ja havainnollistamaan laadunvaihteluiden juurisyitä. Toimeksiantajan tavoitteena oli saada mahdollisimman kattava kuva tuotantoalueista ja niiltä tuotetusta raaka-aineesta.

Tutkimuksessa selvitettiin lisätarkastelua vaativat tuotantoalueet. Näistä kahdelle suunniteltiin ja toteutettiin näytteenotto. Näytteistä määritettiin tuhkapitoisuus. Näytteenoton avulla pyrittiin selvittämään alueelliset vaikutukset laadunvaihteluun. Lisäksi kerätty aineisto analysoitiin tilastollisin menetelmin. Analyysimenetelmillä selvitettiin, onko tuotantoalueen turpeen maatuneisuudella ja muilla mahdollisilla tekijöillä vaikutusta tuhkapitoisuuteen. Opinnäytetyössä oli tarkoitus tarkastella myös alkuainepitoisuuksia kenttänäytteistä. Valitettavasti opinnäytetyön tekijästä riippumattomista syistä näytteet tuhoutuivat ulkopuolisen laboratorion lämpökaapissa.

Selvityksen ja näytteenoton avulla saatiin selville raaka-ainetuotannon kannalta tärkeitä alueita ja turpeen laatupoikkeamia. Tutkimuksen avulla selvitettiin myös ei-toivottuihin ilmiöihin liittyviä tekijöitä, kuten kuinka turvelaji vaikuttaa tuhkapitoisuuden nousuun kyseisillä alueilla. Selvityksen tuloksia ja havaintoja on jo huomioitu tulevan tuotantokauden operatiivisessa toiminnassa.

Kieli  
suomi

Sivuja 52  
Liitteet 13  
Liitesivumäärä 16

Asiasanat  
turvetuotanto, turve, tilastomenetelmät, laboratoriotutkimus



**THESIS**  
**March 2021**  
**Degree Programme in Energy and**  
**Environmental Engineering**  
Tikkarinne 9  
80200 JOENSUU  
FINLAND  
+ 358 13 260 600 (switchboard)

Author(s)  
Olli Hacklin

Title  
A Study of Representativeness of Samples Taken from Peat Production Area in Relation to Produced Peat

Commissioned by  
Vapo Oy

Abstract

In this thesis the representativeness of produced peat was examined in peat production areas of North Karelia in relation to the field profile. The review focused on the ash content and degree of decomposition of peat. Based on the results, changes in the quality of produced peat from the areas were assessed, and efforts were made to find out the root causes of fluctuations of quality. Commissioner's goal was to get the most comprehensive image of the production areas and the raw material produced from them.

The study identified production areas that required further review. Sampling was planned and performed for two of these areas. Ash content of the samples was determined. The purpose of these samples was to identify areas that affect quality variations. In addition, statistical analysis was performed on the collected data. The methods of analysis were used to determine whether the decomposition and other possible components of peat influence the ash content. One of the goals of the thesis was also to examine the elemental concentrations in the taken field samples. Unfortunately, reasons beyond my control, the samples were destroyed in the oven of an external laboratory.

The study and sampling revealed important areas for raw material production and deviations in peat quality. The study also looked at factors related to undesirable phenomena, such as how the peat species contributes to the increase in ash content in those areas. Results and findings of the study have already been considered in operative actions of the forthcoming production season.

Language  
Finnish

Pages 52  
Appendices 13  
Pages of Appendices 16

Keywords

Peat Production, Peat, Statistical Methods, Laboratory Research

## Sisällys

1	Johdanto.....	7
2	Keskeiset käsitteet ja turve raaka-aineena.....	8
2.1	Keskeiset käsitteet.....	8
2.2	Turve raaka-aineena.....	9
2.3	Turvetuotanto.....	10
2.4	Muut aiheeseen liittyvät tutkimukset.....	11
3	Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoitteet.....	12
4	Opinnäytetyön toteutus.....	13
4.1	Lisätarkastelua vaativien alueiden valinta.....	13
4.2	Näytteenottosuunnitelman laadinta.....	18
4.2.1	Kirkkosuon näytteenottosuunnitelma.....	19
4.2.2	Teyrisuon näytteenottosuunnitelma.....	21
4.3	Näytteenotto ja dokumentointi.....	23
4.4	Tuhkapitoisuuden määrittäminen laboratoriossa.....	28
4.4.1	Näytteiden kuivaus ja kosteuden määrittäminen.....	29
4.4.2	Tuhkapitoisuuden määrittäminen.....	31
4.5	Muuttujien vaikutus tuhkapitoisuuteen.....	33
5	Tulokset.....	34
5.1	Lisätarkastelua vaativat alueet.....	34
5.2	Kenttänäytteiden tuhkapitoisuudet.....	37
5.3	Maatumisasteen vaikutus tuhkapitoisuuteen.....	38
5.4	Maatuneisuuden vaikutus tuhkapitoisuuteen.....	41
5.5	Vallitsevan turvetekijän vaikutus tuhkapitoisuuteen.....	43
6	Pohdinta.....	45
6.1	Tulosten tarkastelu.....	45
6.2	Luotettavuus ja virhearviointi.....	46
6.3	Toimenpidesuosituksien.....	47
6.4	Jatkotutkimusmahdollisuudet.....	49
6.5	Yhteenveto.....	49
6.6	Oppimisprosessi ja kiitokset.....	50
	Lähteet.....	51

## Liitteet

Liite 1	Von Post -maatumisasteen määrittäminen
Liite 2	Kirkkosuon kerros- ja osanäytekohtaiset turvelajitiedot
Liite 3	Teyrisuon kerros- ja osanäytekohtaiset turvelajitiedot
Liite 4	Linnansuon eteläisen tuotantoalueen (Alue 1) Mann-Whitneyn U -testin yhteenveto
Liite 5	Linnansuon pohjoisen tuotantoalueen (Alue 1) Mann-Whitneyn U -testin yhteenveto
Liite 6	Linnansuon pohjoisen tuotantoalueen (Alue 2) Mann-Whitneyn U -testin yhteenveto
Liite 7	Linnansuon pohjoisen tuotantoalueen (Alue 3) Mann-Whitneyn U -testin yhteenveto
Liite 8	Linnansuon pohjoisen tuotantoalueen (Alue 4) Mann-Whitneyn U -testin yhteenveto
Liite 9	Tuohtaansuon tuotantoalueen (Alue 1) Mann-Whitneyn U -testin yhteenveto

Liite 10	Tuohtaansuon tuotantoalueen (Alue 2) Mann-Whitneyn U -testin yhteen-
	veto
Liite 11	Tuohtaansuon tuotantoalueen (Alue 3) Mann-Whitneyn U -testin yhteen-
	veto
Liite 12	Mekrijärvensuon tuotantoalueen (Alue 1) Mann-Whitneyn U -testin yh-
	teenveto
Liite 13	Mekrijärvensuon tuotantoalueen (Alue 2) Mann-Whitneyn U -testin yh-
	teenveto

#### Kuvat

Kuva 1	Kirkkosuon suoprofiilialue.
Kuva 2	Linnansuon suoprofiilialueet.
Kuva 3	Mekrijärvensuon suoprofiilialueet.
Kuva 4	Teyrisuon suoprofiilialue.
Kuva 5	Tuohtaansuon suoprofiilialueet.
Kuva 6	Kirkkosuon alustavat näytepisteet.
Kuva 7	Kirkkosuon näytteenottopistekartta.
Kuva 8	Teyrisuon alustavat näytepisteet.
Kuva 9	Teyrisuon näytteenottopistekartta.
Kuva 10	Kuva Teyrisuon tuotantoalueelta läheltä näytepistettä P2.
Kuva 11	Kunnostettu sarkaoja Teyrisuolla.
Kuva 12	Kuva Kirkkosuon tuotantoalueelta sateiden pehmentämästä kentästä.
Kuva 13	Kairalla nostettu puolisynterimäinen näyte.
Kuva 14	Hacklin nostamassa kairanäytettä Teyrisuon tuotantoalueella.
Kuva 15	Teyrisuon näytteiden pussittaminen meneillään.
Kuva 16	Näytteet laboratoriolle.
Kuva 17	Näytteet Termaks-lämpökaapissa.
Kuva 18	Tuhkatut näytteet jäähtymässä eksikaattoreissa.

#### Taulukot

Taulukko 1	Hyvän hypoteesin kriteerit.
Taulukko 2	Kirkkosuon näytepisteet, suunnitelma (ETRS-TM35FIN).
Taulukko 3	Kirkkosuon näytepisteet, toteutus (ETRS-TM35FIN).
Taulukko 4	Teyrisuon näytepisteet, suunnitelma (ETRS-TM35FIN).
Taulukko 5	Teyrisuon näytepisteet, toteutus (ETRS-TM35FIN).
Taulukko 6	Turpeen lisätekijät.
Taulukko 7	Laboratoriovälineistö.
Taulukko 8	Teyrisuon Mann-Whitneyn U -testin yhteen-
	veto.
Taulukko 9	Kirkkosuon Mann-Whitneyn U -testin yhteen-
	veto.
Taulukko 10	Maatumisasteiden %-osuus aineistossa. Opinnäytetyön näytteenottoai-
	neisto, otoskoko n=34.
Taulukko 11	Maatumisasteen vaikutus tuhkapitoisuuteen. Kruskal-Wallis H -testin
	yhteen-
	veto. Opinnäytetyön näytteenottoaineisto, otoskoko n=34.
Taulukko 12	Maatumisasteiden %-osuus aineistossa. Vapon suoprofiiliaineisto, otos-
	koko n=306.
Taulukko 13	Maatumisasteen vaikutus tuhkapitoisuuteen. Kruskal-Wallis H -testin
	yhteen-
	veto. Vapon suoprofiiliaineisto, otoskoko n=306.
Taulukko 14	Maatuneisuuden vaikutus tuhkapitoisuuteen. Kruskal-Wallis H -testin
	yhteen-
	veto. Opinnäytetyön näytteenottoaineisto, otoskoko n=34.
Taulukko 15	Maatuneisuuden vaikutus tuhkapitoisuuteen. Kruskal-Wallis H -testin
	yhteen-
	veto. Vapon suoprofiiliaineisto, otoskoko n=306.

- Taulukko 16 Vallitsevan turvelajin vaikutus tuhkapitoisuuteen. Kruskal-Wallis H -testin yhteenveto. Opinnäytetyön näytteenottoaineisto, otoskoko n=34.
- Taulukko 17 Vallitsevan turvelajin vaikutus tuhkapitoisuuteen. Kruskal-Wallis H -testin yhteenveto. Vapon suoprofiiliaineisto, otoskoko n=306.

#### Kuviot

- Kuvio 1 Teyrisuon aineistojen jakaumat.
- Kuvio 2 Kirkkosuon aineistojen jakaumat.
- Kuvio 3 Maatumisasteen vaikutus tuhkapitoisuuteen. Kruskal-Wallis H -testin yhteenveto. Opinnäytetyön näytteenottoaineisto, otoskoko n=34.
- Kuvio 4 Maatumisasteen vaikutus tuhkapitoisuuteen. Kruskal-Wallis H -testin yhteenveto. Vapon suoprofiiliaineisto, otoskoko n=306.
- Kuvio 5 Maatuneisuuden vaikutus tuhkapitoisuuteen. Kruskal-Wallis H -testin yhteenveto. Opinnäytetyön näytteenottoaineisto, otoskoko n=34.
- Kuvio 6 Maatuneisuuden vaikutus tuhkapitoisuuteen. Kruskal-Wallis H -testin yhteenveto. Vapon suoprofiiliaineisto, otoskoko n=306.
- Kuvio 7 Vallitsevan turvelajin vaikutus tuhkapitoisuuteen. Kruskal-Wallis H -testin yhteenveto. Opinnäytetyön näytteenottoaineisto, otoskoko n=34.
- Kuvio 8 Vallitsevan turvelajin vaikutus tuhkapitoisuuteen. Kruskal-Wallis H -testin yhteenveto. Vapon suoprofiiliaineisto, otoskoko n=306.

#### Lyhenteet

- GTK Geologian tutkimuskeskus.
- ha Hehtaari.

## 1 Johdanto

Opinnäytetyön toimeksiantaja Vapo Oy on halunnut parempaa ennustettavuutta tuotettavan turpeen laadullisista vaihteluista. Etukäteistietoa turvekerrosten ominaisuuksista on kasvatettu hankkimalla tietoa tuotantoalueiden geologisesta profiilista ja omilla maaperägeologisilla tutkimuksilla. Haasteeseen on vastattu tekemällä myös jatkuvaa laadunseurantaa. Tuotantokaudella tapahtuviin mahdollisiin turpeen laadun heikkenemisiin ja vaihteluihin pyritään reagoimaan ripeästi joko keskeyttämällä tuotanto tietyllä tuotantolohkolla tai selvittämällä laatupoikkeaman alkuperä näytteenotolla poikkeavilta alueilta.

Aluksi opinnäytetyössä selvitettiin Pohjois-Karjalan valituilta turvetuotantoalueilla tuotetun turpeen edustavuutta suhteessa tuotantoalueiden suoprofiilien tietoihin. Tarkastelu kohdennettiin erityisesti turpeen tuhkapitoisuuteen sekä tämän korrelaatioon tuotantokenniltä sekä varastoautoista otettujen näytteiden välillä. Selvityksen perusteella valmistettiin kahdelle tuotantoalueelle näytteenottosuunnitelmat. Näytteenotolla pyrittiin löytämään tuotantoalueelta mahdollisia tuhkaesiintymiä, jotka selittäisivät turpeen laadunvaihtelua. Opinnäytetyön toisessa vaiheessa tarkasteltiin muuttujien välistä suhdetta tuhkapitoisuuteen. Tarkastelulla selvitettiin vaikuttaako maatumisaste ja maatuneisuus sekä turpeen botaaninen koostumus eli vallitseva turvelaji ja kasvijäännökset tuhkapitoisuuteen. Tavoitteisiin sisällytettiin myös tuloksien mahdollisesta vaihteluista johtuvien epävarmuustekijöiden tai juurisyiden ymmärtäminen ja ehdotukset näiden korjaamiseksi.

Opinnäytetyössä turvetuotantoalueita tarkasteltiin objektiivisesti ottamalla huomioon tietyt laatuvaatimukset. Objektiivisella näkökulmalla pyrittiin saamaan kokonaisvaltaisempi kuva tuotantoalueista. Tuotantoalueiden lohkoja on rajattu Vapon tarpeiden mukaan riippuen tuotettavan turpeen laatuvaatimuksista. Työssä otettiin rajatut alueet huomioon ja kohdennettiin tarkastelu näiden perusteella. Tarkasteltavat tuotantoalueet olivat Teyrisuo Polvijärvellä, Mekrijärvensuo Ilomantsissa, Linnansuo Joensuussa sekä Kirkkosuo ja Tuhtaansuo Kiteellä.

## 2 Keskeiset käsitteet ja turve raaka-aineena

### 2.1 Keskeiset käsitteet

**Ei-toivotuilla ilmiöillä** tarkoitetaan turpeen laatutekijöihin heikentävästi vaikuttavia ilmiöitä ja havaintoja, kuten epäorgaanisen aineen pitoisuuden nousua (Ovaskainen 2020).

**Fraktiilit** jakavat aineiston havainnot yhtä suuriin osiin. Fraktiileista tunnetuimmat ovat kvartiilit (Heikkilä 2014, 84).

**Frekvenssit** esittävät luokitellun aineiston eri arvojen lukumäärät (Heikkilä 2014, 83).

**Hakumenetelmä** on tuotantomenetelmä. Tuotantovaiheessa turpeen kokoaminen tapahtuu jokaisen sadon jälkeen. (Alakangas, Hölttä, Juntunen & Vesisenaho 2011, 29 - 30.)

**Histogrammia** käytetään jatkuvien muuttujien jakaumien kuvaamiseen (Nummenmaa, Holopainen & Pulkkinen 2014, 50).

**Kenttäprofiili tai suoprofiili** kertoo tuotantoalueen turvekoostumuksen ja tuhka- ja alkuainepitoisuudet syvyyksittäin sekä alueittain tuotantoalueella (Alakangas ym. 2011, 12). Opinnäytetyössä käytetään pääasiassa termiä suoprofiili.

**Kruskal-Wallis H -testi** on usean riippumattoman otoksen tilastollisen analyysin testimenetelmä (Heikkilä 2014, 217 - 218).

**Mann-Whitney U -testi** on kahden riippumattoman otoksen tilastollisen analyysin testimenetelmä (Nummenmaa ym. 2014, 193).

**Mediaani** on aineiston havaintojen keskimäinen luku, kun havainnot on asetettu suursjärjestykseen (Heikkilä 2014, 84).

**Primääri- ja sekundäärituhka** eli ensisijainen ja toissijainen tuhka. Ensisijainen tuhka on turpeen kasviperäistä tuhkaa ja toissijainen tuhka on tullut turpeeseen fysikaalisten ilmiöiden takia (Soveri 1984, 83 - 84).

**Sijaintiluvut** kuvaavat jollakin tavalla jakauman sijaintia (Heikkilä 2014, 83).

**Tuhka** on epäorgaanista ainetta, joka jää näytteen polttojännökseksi (Alakangas, Hurskainen, Laatikainen-Luntama & Korhonen 2016, 19).

**Turvekaava** ilmaisee turpeen rakenteen ja koostumuksen. Turvekaavaan dokumentoidaan kerrostuneisuus, turvelaji, kasvijännösten osuus sekä maatumisaste. (Lappalainen, Stén & Häikiö 1984, 36.)



**Ylä- ja alakvartiilit** jakavat järjestetyt havainnot yhtä suuriin osiin. Laatikko-jana -kuvi-  
ossa yläkvartiili ilmoittaa aineiston mediaaniarvon ylittävän neljänneksen ja alakvartiili  
mediaanin alle jäävän neljänneksen. (Heikkilä 2014, 84.)

## 2.2 Turve raaka-aineena

Suomessa turvevaroja kartoittaa pääasiassa Geologian tutkimuskeskus (Virtanen, Hänni-  
nen, Kallinen, Vartiainen, Herranen & Jokisaari 2003, 7). GTK:n laatimassa tutkimusra-  
portissa, jossa tarkastellaan Suomen alueella olevia turvevaroja, luokitellaan turpeeksi  
eloperäinen maalaji, joka on muodostunut maatuneista suokasveista ja sen orgaanisen ai-  
neen määrä kuiva-ainemassasta on vähintään 75 % (Virtanen ym. 2003, 37). Turve on  
ominaisuuksiltaan hyvin ainutlaatuinen sen huokoisen rakenteen vuoksi. Huokoisuus joh-  
tuu siitä, että kuollessaan suokasvi säilyttää solurakenteensa turpeessa ja sen vuoksi eri-  
tyisesti vähän maatuneissa turpeissa huokoisuus on noin 95 % (Asplund 1976, 33 - 34).

Riippuen muun muassa turpeen maatuneisuudesta, tuotantotavasta ja kosteudesta, tur-  
peen energiatiheys ja muut ominaisuudet voivat vaihdella merkittävästi (Iivonen 2008,  
11 - 17). Turpeella on todettu olevan myös hyvä suodatuskyky monien orgaanisten yh-  
disteiden ja alkuaineiden suhteen. Turpeen suodatuskykyyn vaikuttaa ratkaisevasti maa-  
tuneisuus ja huokosrakenne (Brown, Gill & Allen 2000, 3907 - 3916).

Turvetta käytetään pääasiassa energiantuotannossa ja sen osuus on noin 4,5 % Suomen  
energian kokonaiskulutuksesta (Tilastokeskus 2019). Turvetta myös varastoidaan muun  
muassa huoltovarmuuden tukemiseksi (Huoltovarmuuskeskus 2020). Energiantuotannon  
lisäksi turvetta käytetään esimerkiksi kuivikkeena, maanparannusaineena, kompostoin-  
nissa ja imeytysaineena sekä tekstiileissä (Bioenergia ry 2020). Yhtenä turpeen tuoteke-  
hitys- ja jatkojalostusmahdollisuutena on ollut viime aikoina mediassakin paljon puhuttu  
aktiivihiiilen tuotanto Vapon ilmoitettua perustavansa Ilomantsiin aktiivihiiilen tuotan-  
toyksikön (Karjalainen 2018). Samalla syntyi Suomeen täysin uusi teollisuuden ala (Vapo  
Oy 2019). Näiden ominaisuuksien ja käyttökohteiden vuoksi turpeen laatutekijät ovat  
avainasemassa jalostuksen eri vaiheissa sekä jalostettavassa tuotteessa.

### 2.3 Turvetuotanto

Turvetuotanto on hyvin kausiluonteista ja työllistää pääasiassa kesällä touko-elokuun välisenä aikana. Tuotantoon vaikuttaa voimakkaasti sääolosuhteiden vaihtelu, minkä vuoksi myös tuotantomäärät voivat vaihdella huomattavasti. Turvetuotantoa on pääasiassa kahdenlaista: jysinturvetuotantoa sekä palaturvetuotantoa. Edellä mainituista jysinturvetuotanto on opinnäytetyössä tarkasteltavien aineistojen tuotantotapa. Jysinturvetuotannossa on neljä päävaihetta, jysintä, kääntäminen, karheaminen ja kokoaminen. Tuotannossa käytetään useimmiten hakumenetelmää, jolla tarkoitetaan sitä, että tuotantovaiheessa turpeen kokoaminen tapahtuu jokaisen sadon jälkeen. (Alakangas ym. 2011, 29 - 30.)

Opinnäytetyön aineistossa näytteet on noudettu varastoautoista mahdollisimman kattavasti aina kokoamisvaiheen jälkeen. Turvetta varastoidaan aumoihin, jotka sijaitsevat useimmiten kulkuyhteyksien läheisyydessä. Riippuen tuotantoalueen tilasta tai varastointitarpeista, aumoja voidaan kasata kauemmaksi. Tällaisissa tapauksissa auman toimituksissa täytyy ottaa huomioon kelirikot ja talvitien kunto. Turveauman säilymisessä on huomioitava myös aumojen itsekuumenemisriski. Kuumenemiseen vaikuttaa muun muassa turpeen kosteus ja aumauksen aikana vallinnut lämpötila (Alakangas ym. 2011, 55 - 56). Tasalaatuisena tuotettu turve säilyy aumassa hyvänä, jos se on oikein varastoitu (Paappanen & Erkkilä 2007, 4).

Turvetuotanto on luvanvaraista toimintaa ja siihen vaikuttaa merkittävästi ympäristölainsäädäntö. Ympäristövaikutukset otetaan huomioon jo maanhankintavaiheessa. Turvetuottajan ja turvetuotantoalueilla toimivien henkilöiden on oltava riittävän tietoisia oman toimintansa lainsäädännöstä sekä ympäristövaikutuksista pystyäkseen toimimaan lain edellyttämällä tavalla. (Alakangas ym. 2011, 14 - 15.)

Tuotannon aikana tapahtuvat sääilmiöt voivat vaikuttaa laatuun merkittävästi. Tuotantoalueet ovat laajoja ja aukeita alueita, joten tuulisuus on tavallista. Tuotantoalueilla on paloturvallisuus- sekä ympäristösyistä voimassa erilaisia rajoituksia tuulisuuden suhteen. Tuuli voi myös kuljettaa epäpuhtauksia tuotantokentille. Lisäksi vesienkäsittely on tärkeässä roolissa turvetuotannossa, sillä turvetuotanto vaatii sarkojen kuivatuksen. Sarkojen ja sarkaojarakenteiden kunnossapito on merkityksellinen niin vesistön kuormituksen kuin myös tuotetun turpeen kannalta. Mikäli kunnossapitoa syystä tai toisesta laiminlyödään, voi tuotantolohkoilla ilmetä rankkasateiden aikana tulvia, ja se vaikuttaa siten tuotetun turpeen laatuun ja saantoon heikentävästi.

## 2.4 Muut aiheeseen liittyvät tutkimukset

Aiheesta on laadittu tutkimuksia, joita voidaan käyttää vertailututkimuksina tulosten tarkastelussa. Virtasen ym. (2003) laatiman Suomen turvevarat 2000 -raportin mukaan rahkavaltaisia turpeita esiintyy pääasiassa Länsi- ja Lounais-Suomen rannikkoalueilta sekä Itä-Suomesta. Saravaltaisia turpeita esiintyy pääasiassa Keski-Suomen, Kainuun ja Keski-Lapin aapasoiden alueilla. Ruskosammalturpeita esiintyy Suomessa hyvin vähän, mutta yleisimmin Keski-Lapin soilla. (Virtanen ym. 2003, 38, 44.)

Tolonen (1984) tarkasteli tutkimuksessaan tuhkapitoisuuksien muutoksia niukkaravin-teisten soiden kerrostumissa. Selittäviä tekijöitä korkealle tuhkapitoisuudelle ovat muun muassa turpeen hajoamisen yhteydessä tapahtuva mineralisaatio, jonka vuoksi epäorgaaniset ainesosat rikastuvat entisestään, synnyttäen turpeeseen primäärituhkaa. Tolonen viittaa myös aiempaan tutkimukseensa, jossa sekundäärituhkan ilmeneminen on selitetty. Turpeen maatuessa tehokkaasti sen kasvuvauhti hidastuu, jolloin turpeen pinta on pidempään alttiina epäorgaanisen aineksen ilmaperäiselle laskeumalle ja huuhtoutumalle. (Tolonen 1984, 216.)

Mäkilä (1994) käsitteli GTK:n tutkimusraportissa suon energiasisällön laskemista turpeen ominaisuuksien avulla. Tutkimuksen aineistona käytettiin ympäri Suomen otettujen GTK:n turveinventoinnin näytteiden tuloksia. Turpeen ominaisuuksista tarkastelussa oli maatumisasteen vaikutukset vesipitoisuuteen, tiheyteen, energiasisältöön, lämpöarvoon

ja tuhkapitoisuuteen. Tarkastelussa otettiin huomioon pää- ja lisäturvetekijät. Tutkimuksessa havaittiin, että epäorgaanisen aineen määrä ja laatu riippuu turpeen koostumuksesta, kerrostumisolosuhteista sekä maatumisasteesta. Tutkimuksessa todetaan, että turpeen tuhkapitoisuuden ja maatuneisuuden välillä ei ole merkittävää riippuvuutta (Mäkilä 1994, 25). Mäkilän mukaan tuhkapitoisuus lisääntyy siirryttäessä rahka- ja rahkavaltaisista turpeista saraturpeisiin ja saravaltaisiiin turpeisiin. Tuhkapitoisuus voi kuitenkin vaihdella huomattavasti, varsinkin saraturpeilla, riippumatta maatumisasteesta. (Mäkilä 1994, 57 - 58.)

Suoseuran katsauksessa Herranen (2010) esitteli tuloksia laajasta turveinventaariosta. Turveinventoinnin tulosten perusteella rikkipitoisuus oli korkeampi voimakkaammin maatuneemmissa sara- ja ruskosammalturpeissa, kun taas rahkaturpeen rikkipitoisuusjakauma oli tasaisin ja pitoisuustasot pienimmät. Korkeat rikkipitoisuudet näyttäisivät johtuvan kallioperän mustaliuskejaksoista. Herranen toteaa korkean rikkipitoisuuden liittyvän useammin sara- ja ruskosammalvaltaisiiin turpeisiin, koska on oletettavaa, että niihin sitoutuu mineraalimailta tulevien vesien epäorgaaninen aines tehokkaammin. Tämä puolestaan nostaa sara- ja ruskosammalturpeiden tuhka- ja rikkipitoisuutta. Rikkiä todennäköisesti nousee myös kapillaarisesti alla olevasta mustaliuskevaltaisesta kallioperästä. (Herranen 2010, 51 - 52.)

### **3 Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoitteet**

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää turvetuotantoalueet, joilla tuotetun turpeen laadussa on havaittavissa merkittävää eroa verrattuna suoprofiilin tietoihin. Tavoitteena on ottaa näytteet lisätarkastelua vaativilta tuotantoalueilta, jotka selittäisivät mahdolliset korkeat tuhkapitoisuudet. Tavoitteena on myös tarkastella, vaikuttavatko eri muuttujat turpeen tuhkapitoisuuteen merkittävästi. Tarkastelu kohdennetaan turpeen tuhkapitoisuuteen ja sen korrelaatioon turpeen botaanisen koostumuksen ja maatuneisuuden välillä.

Keskeisenä asiana työssä on juurisyiden selvittäminen mahdollisten laadunvaihteluiden ymmärtämiseksi. Tilastollisen analyysin lisäksi arvioidaan myös tuotannon ja muiden fyysikaalisten ilmiöiden merkitystä laadunvaihtelulle. Pohdintaosuuteen sisällytetään myös ehdotuksia käytännön toimenpiteistä, joilla voidaan ehkäistä ei-toivottujen ilmiöiden esiintymistä operatiivisessa toiminnassa.

## **4 Opinnäytetyön toteutus**

### **4.1 Lisätarkastelua vaativien alueiden valinta**

Tuotantoalueilta on hankittu tietoa niiden suoprofiilista. Suoprofiilin perusteella tuotantoalueille on rajattu eri laatuvaatimuksia omaavat alueet, joilta tuotetaan turvetta eri käyttötarkoituksiin. Suoprofiililla pyritään myös ennustamaan tulevien tuotantokausien satoa ja sen laatua. Heinäkuussa vuonna 2018 laaditusta suoprofiiliaineistosta tarkasteltiin 0 - 25 cm:n kerroksen tuloksia tuhkapitoisuuden osalta, sillä tuotantokentästä jyrsitään tuotantokauden aikana keskimäärin 10 - 15 cm turvetta (Ovaskainen 2020). Aineiston tietoja verrattiin vuoden 2020 tuotantokauden aikana kerättyyn koontiaineistoon, johon on koottu tuhkapitoisuustuloksia koko tuotantokauden ajalta sekä tuotantokauden loputtua aumavarastojen kairausnäytteenoton tuhkapitoisuuksien painotettu keskiarvo.

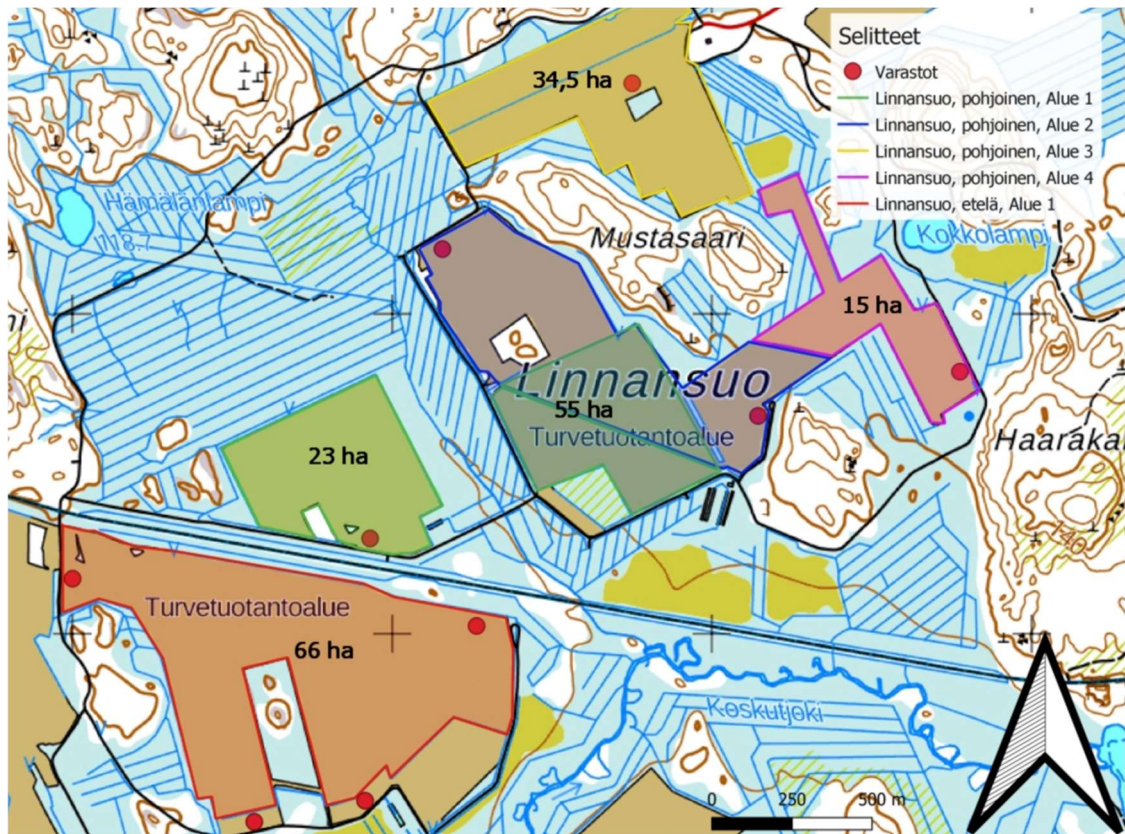
Lisätarkastelua vaativien alueiden selvitys suoritettiin tilastollisella analyysillä. Aineistojen testimenetelmänä käytettiin Mann-Whitneyn U -testiä. Testillä selvitettiin, onko aineistojen tuhkapitoisuusjakaumissa merkittävää eroa ja saako laaditut hypoteesit tukea. Menetelmä valikoitui käyttöön, koska otoskoko on suhteellisen pieni eikä ole takeita, ovatko tarkasteltavat aineistot normaalijakautuneet. Kyseinen testi on hyvä myös, kun esimerkiksi pelkkä painotettu keskiarvo ei ole mielekäs tunnusluku tarkasteltavaksi laajempana kokonaisuutena (Kangas 2020) tai epäillään, että jakauma on vino (Heikkilä 2014, 219).

P-arvona eli merkitsevyystasona käytettiin analyysiohjelmiston oletusarvoa 0,05 (Taanila 2020, 3). Merkitsevyystasolla ilmoitetaan, kuinka suuri riski on, että jakaumien ero tai riippuvuus on sattumanvaraista (Heikkilä 2014, 184). Aineiston laadinnassa noudatettiin

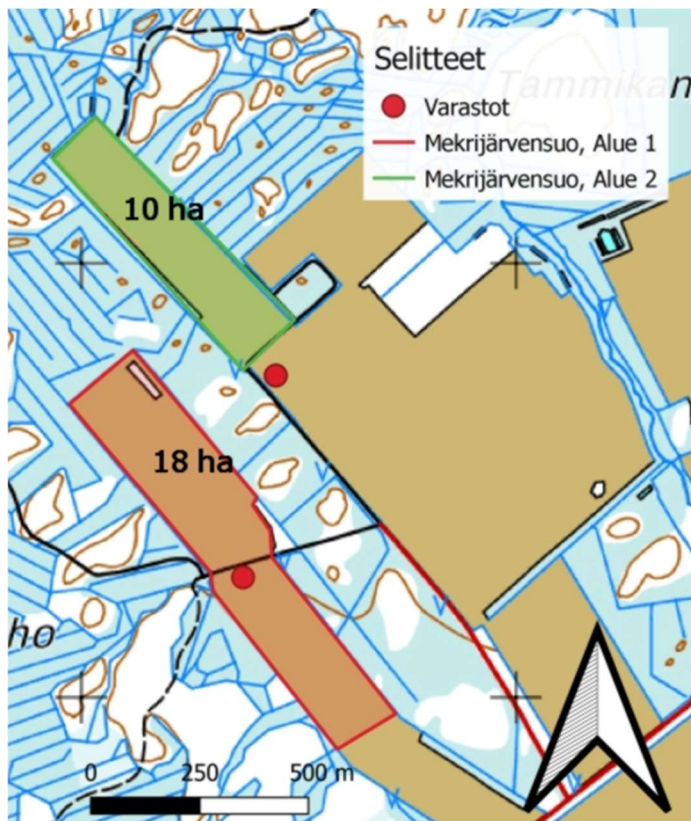
varovaisuutta. Koska ei ole tarkkaa tietoa, kerätäänkö turvetta aina samalta alueelta tiettyyn varastoaumaan, on otannan kannalta tärkeää ottaa huomioon tarpeeksi laaja alue, ettei aineistoissa pääse syntymään vääristymistä (Kangas 2020). Kuvissa 1 - 5 on esitetty kartat tarkasteltavista tuotantoalueista ja niihin on selkeyden vuoksi värikoodattu aluerajat, joilta suoprofiilin tietoja on hyödynnetty. Linnansuolla pohjoisten alueiden 1 ja 2 hakukierrot risteävät osittain. Karttojen pohjat ovat Maanmittauslaitoksen avoimien aineistojen tiedostopalvelusta (Maanmittauslaitos 2020).



Kuva 1. Kirkkosuon suoprofiilialue (Maanmittauslaitos 2020). Muokkaus: Olli Hacklin.

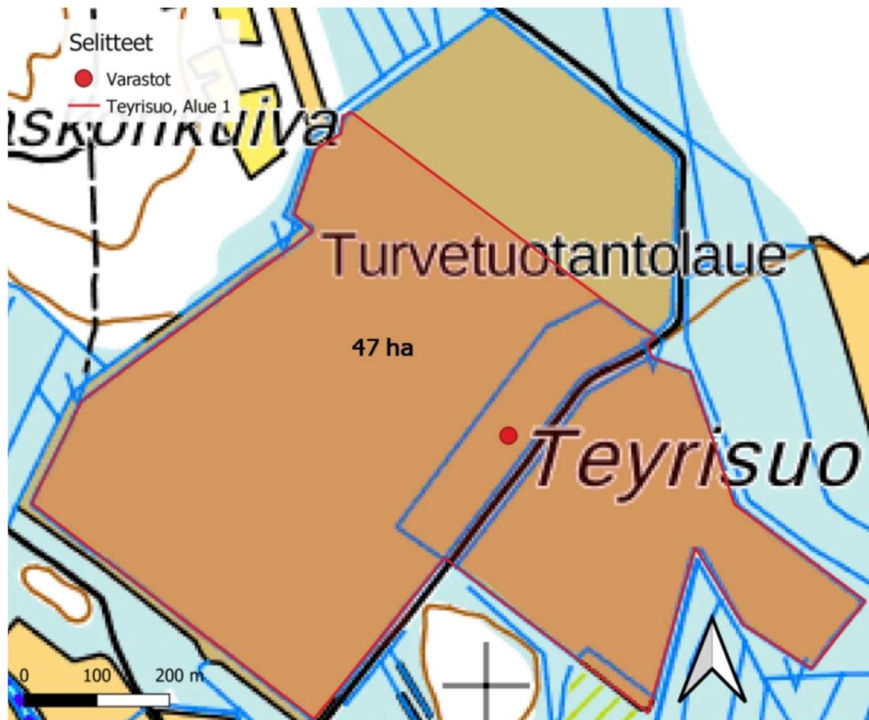


Kuva 2. Linnansuon suoprofiilialueet (Maanmittalaitos 2020). Muokkaus: Olli Hacklin.

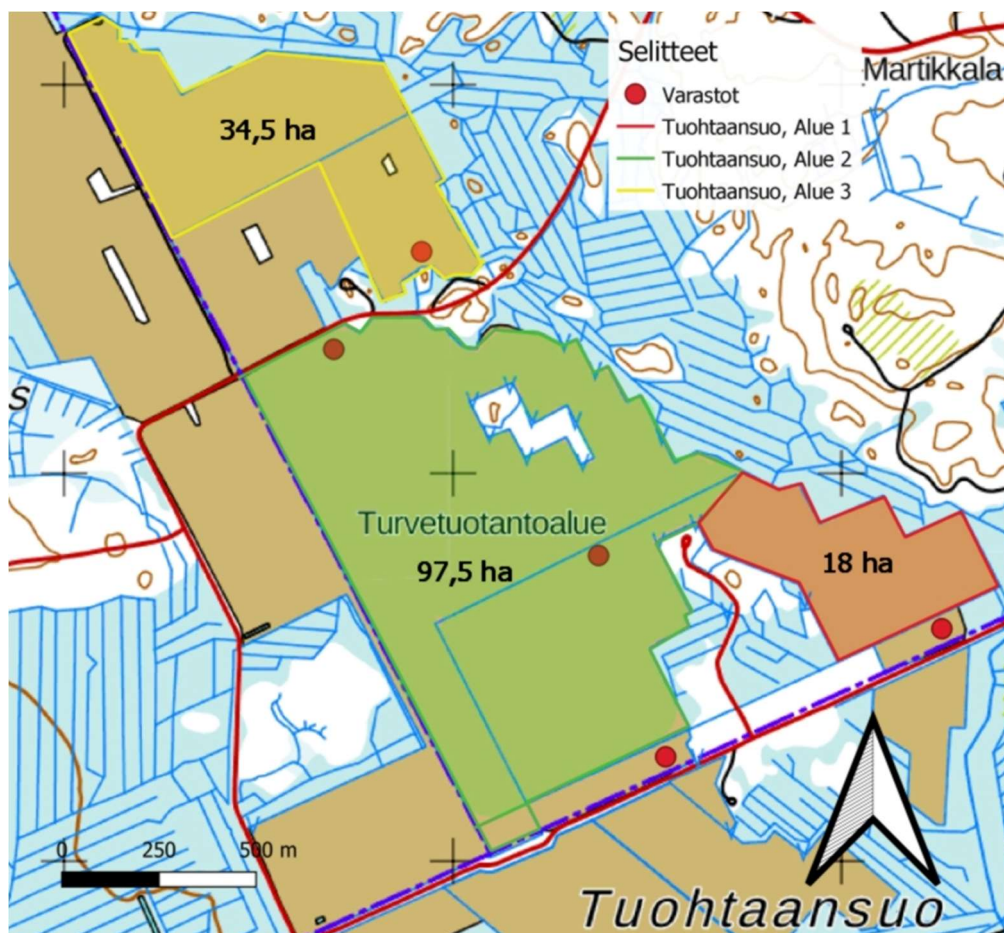


Kuva 3. Mekrijärvensuon suoprofiilialueet (Maanmittauslaitos 2020). Muokkaus: Olli Hacklin.





Kuva 4. Teyrisuon suoprofiilialue (Maanmittauslaitos 2020).  
Muokkaus: Olli Hacklin.



Kuva 5. Tuohiansuon suoprofiilialueet (Maanmittauslaitos 2020). Muokkaus: Olli Hacklin.



Tilastollisen analyysitestin avuksi laadittiin nolla- ja vastahypoteesit. Hypoteesit ovat välttämättömiä tutkimuksen kannalta, sillä niiden avulla pyritään ratkaisemaan tutkimusongelma. Jotta niistä olisi hyötyä, on niiden täytettävä tietyt kriteerit. Heikkilä (2014) listaa teoksessaan hyvän hypoteesin kriteerit, jotka pohjautuvat Borgin ja Gallin (1989) sekä Hirsjärven, Remeksen ja Sajavaaran (2002) teoksiin. Hyvän hypoteesin kriteerit on listattu taulukossa 1.

Taulukko 1. Hyvän hypoteesin kriteerit (Heikkilä 2014, 180).

Hypoteesi esittää kahden tai useamman muuttujan välisen yhteyden yksiselitteisesti.
Hypoteesin tulee olla testattavissa empiirisen tiedon avulla.
Hypoteesin tulee perustua teoriaan tai muuhun todistusaineistoon.
Hypoteesin tulee olla lyhyt ja termeiltään selkeä.

Nollahypoteesi voidaan muotoilla monella eri tavalla, mutta useimmiten se esittää väittämää mediaanien yhtäsuuruudesta (Heikkilä 2014, 218 - 219). Kriteerien perusteella nollahypoteesiksi valikoitui ”Aineistot ovat samasta jakaumasta peräisin, ei merkittävää eroa” ja vastahypoteesiksi ”Aineistot eivät ole samasta jakaumasta peräisin, on merkittävää eroa”. Tulosten tarkastelussa on käyty läpi tilastollisen analyysin tulokset. Analyysin perusteella opinnäytetyön lisätarkastelua vaativiksi alueiksi päätyivät Teyrisuon ja Kirkkosuon tuotantoalueet.

## 4.2 Näytteenottosuunnitelman laadinta

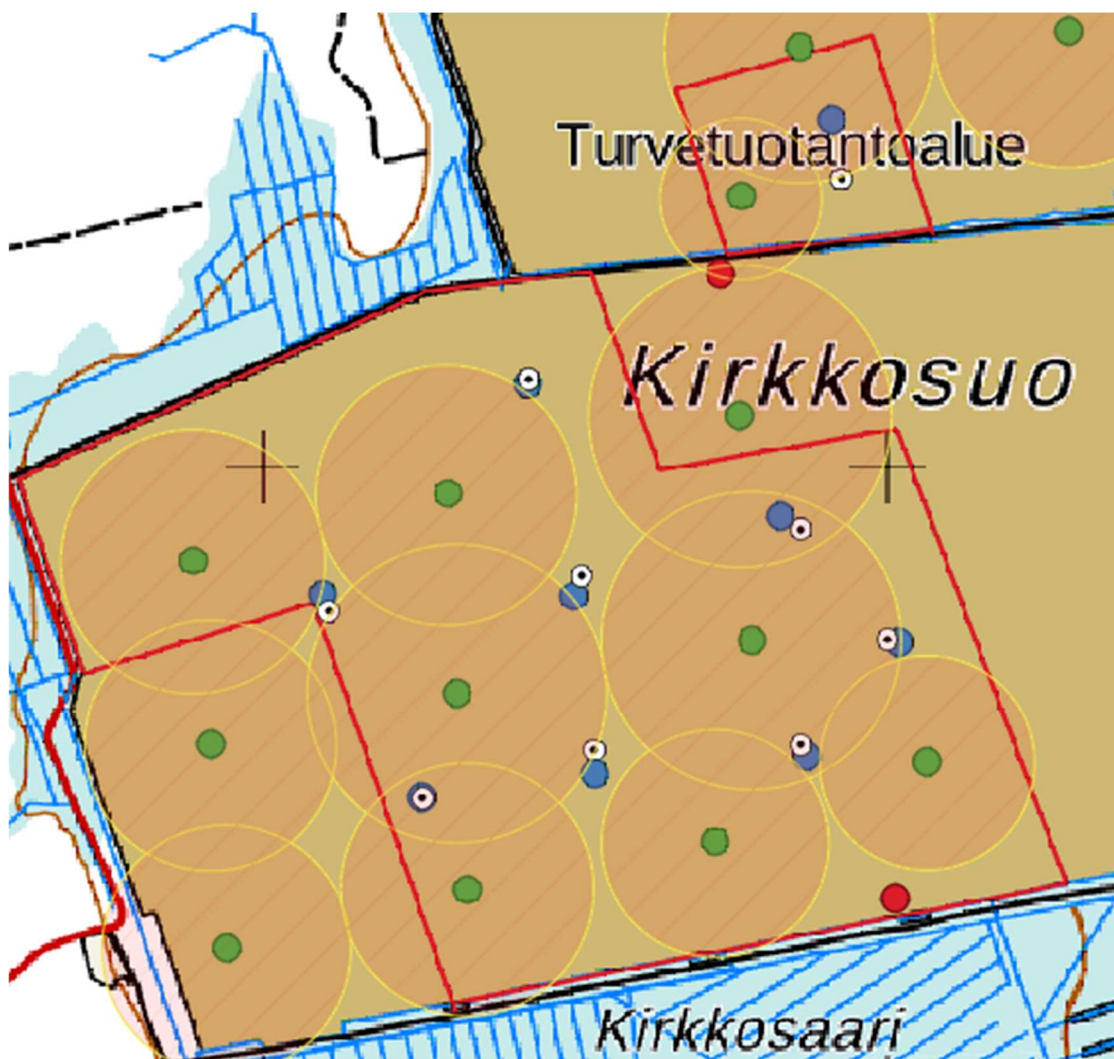
Alueilla on vuonna 2018 toteutettu näytteenottoa systemaattisella otannalla. Tällöin yksi näyte on edustanut noin kymmentä hehtaaria. Opinnäytetyön näytteenoton kriteereinä oli, että sen jälkeen valikoiduista tuotantoalueista saadaan mahdollisimman edustavasti tietoa ja näytepisteiden määrä kaksinkertaistuu. Teyrisuolla aiempia näytepisteitä oli lähtökohdaisesti harvemmassa, joten uusia näytepisteitä valikoitui sinne enemmän.

Näytteenottopisteiden paikat valikoitiin harkinnanvaraisella otannalla. Harkinnanvaraisella otannalla voitiin varmistaa otoksien edustavuus tutkimuksen kannalta, sillä alueilta oli aiempaa tuntemusta (Nummenmaa ym. 2014, 33). Uusien näytteenottopisteiden paikkoja ei haluttu sijoittuvan liian lähelle vuoden 2018 pisteitä, joten näiden pisteiden koordinaatit syötettiin QGIS-paikkatieto-ohjelmaan. Aikaisempien näytepisteiden välille piirrettiin AutoCAD -ohjelmalla viivat ja jokaiselle näytepisteelle noin 10 hehtaarin kokoinen edustavuusalue. Uusien pisteiden koordinaatit pyrittiin kohdentamaan alueiden ulkopuolelle.

Kartoilla on merkittynä punaisella viivalla rajattu tuotantoalue ja punaiset pisteet osoittavat varastoauomojen paikat. Vihreät pisteet osoittavat vuoden 2018 aineiston näytepisteitä, joiden tulosten perusteella tuotantoaluetta on rajattu. Keltareunaiset ympyrät kuvastavat vuoden 2018 näytepisteiden edustavuusaluetta. Mustat pisteet valkoisella pohjalla ovat suunnitellut näytepisteet ja siniset pisteet merkkavat toteutuneita näytepisteitä. Vuoden 2020 toteutuneiden näytepisteiden koordinaatit ovat listattu taulukoissa 3 ja 5. Koordinaatistona on käytetty ETRS-TM35FIN -järjestelmää.

Kaikki suunnitellut näytepisteet eivät toteutuneet sellaisenaan, sillä alueilla oli tehty tuotantokauden jälkeisiä kunnostustoimenpiteitä. Kunnostustoimien takia kentälle oli nostettu runsaasti maa-ainesta. Myös sateiden pehmentämät tuotantokentät rajoittivat kulkua ja näytteenottoa Kirkkosuon tuotantoalueella. Tällöin näytepisteen paikka katsottiin suunnitellun paikan läheisyydestä niin, että mahdolliset kunnostustoimenpiteet eivät vaikuttaneet näytteenottoon tai näytteeseen.

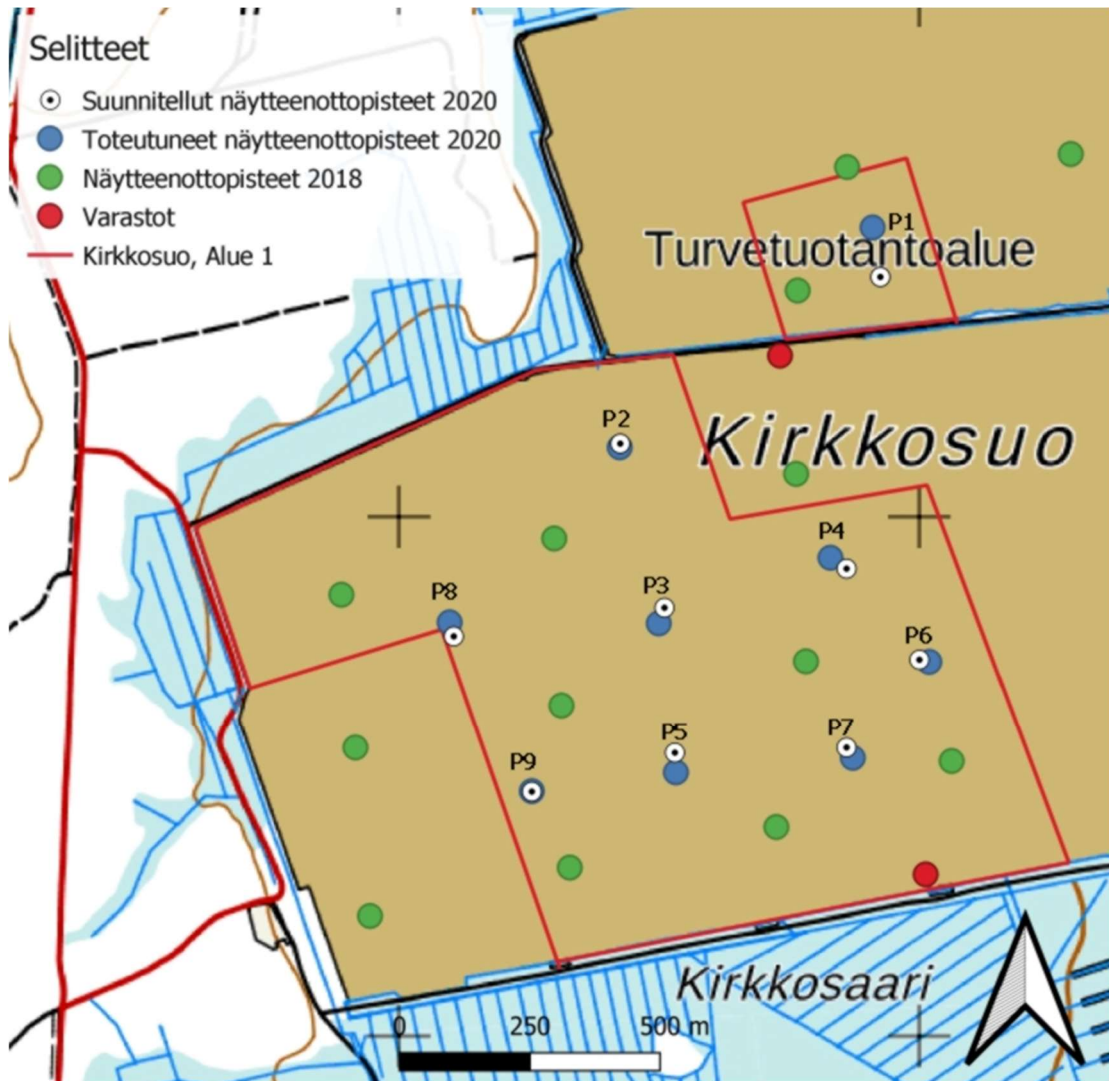
#### 4.2.1 Kirkkosuon näytteenottosuunnitelma



Kuva 6. Kirkkosuon alustavat näytepisteet (Maanmittauslaitos 2020). Muokkaus: Olli Hacklin.

Taulukko 2. Kirkkosuon näytepisteet, suunnitelma (ETRS-TM35FIN).

Näytepiste	N	E
P1	6902460	662925
P2	6902140	662425
P3	6901825	662510
P4	6901900	662860
P5	6901545	662530
P6	6901725	663000
P7	6901555	662860
P8	6901770	662105
P9	6901470	662255

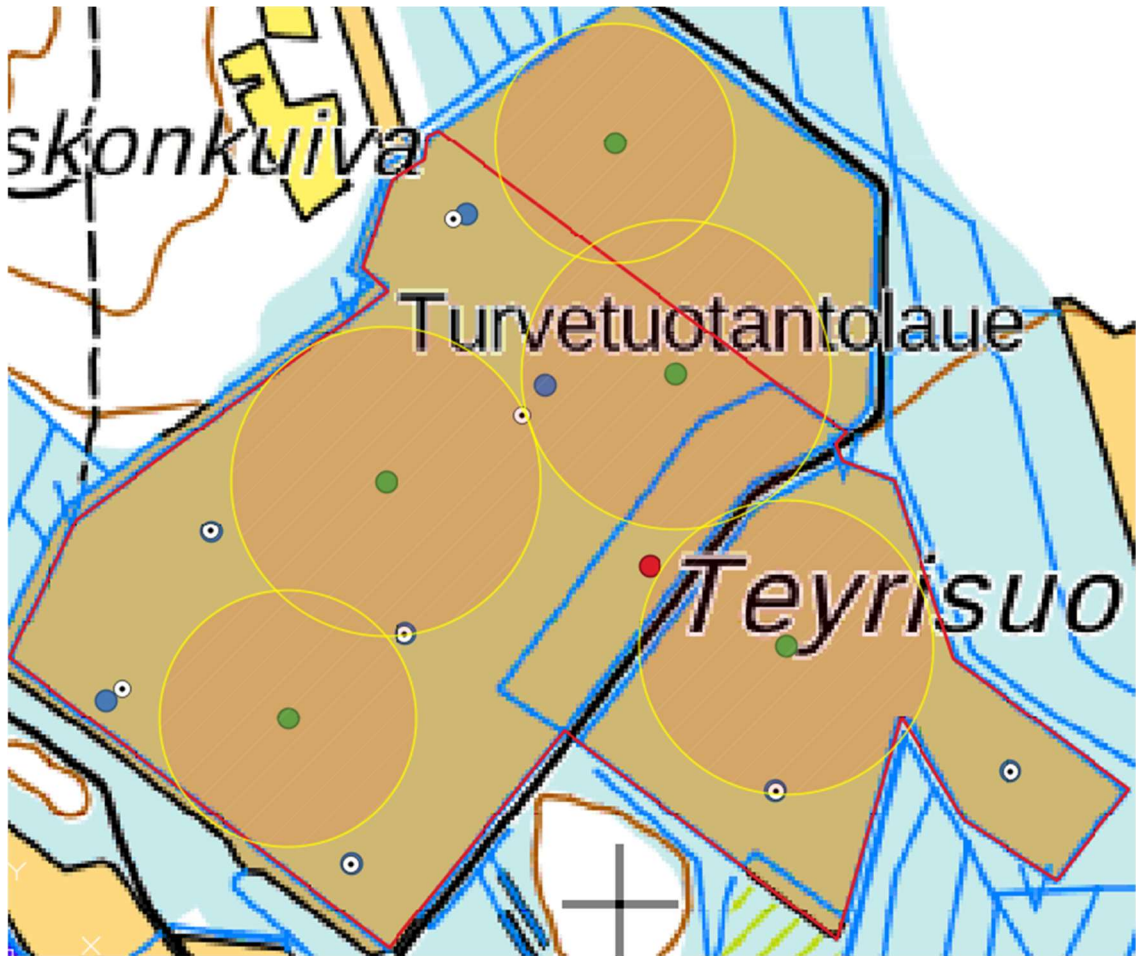


Kuva 7. Kirkkosuon näytteenottopistekartta (Maanmittauslaitos 2020). Muokkaus: Olli Hacklin.

Taulukko 3. Kirkkosuon näytepisteet, toteutus (ETRS-TM35FIN).

Näytepiste	N	E
P1	6902555	662910
P2	6902133	662424
P3	6901795	662499
P4	6901921	662829
P5	6901507	662532
P6	6901721	663019
P7	6901535	662872
P8	6901797	662097
P9	6901471	662255

#### 4.2.2 Teyrisuon näytteenottosuunnitelma

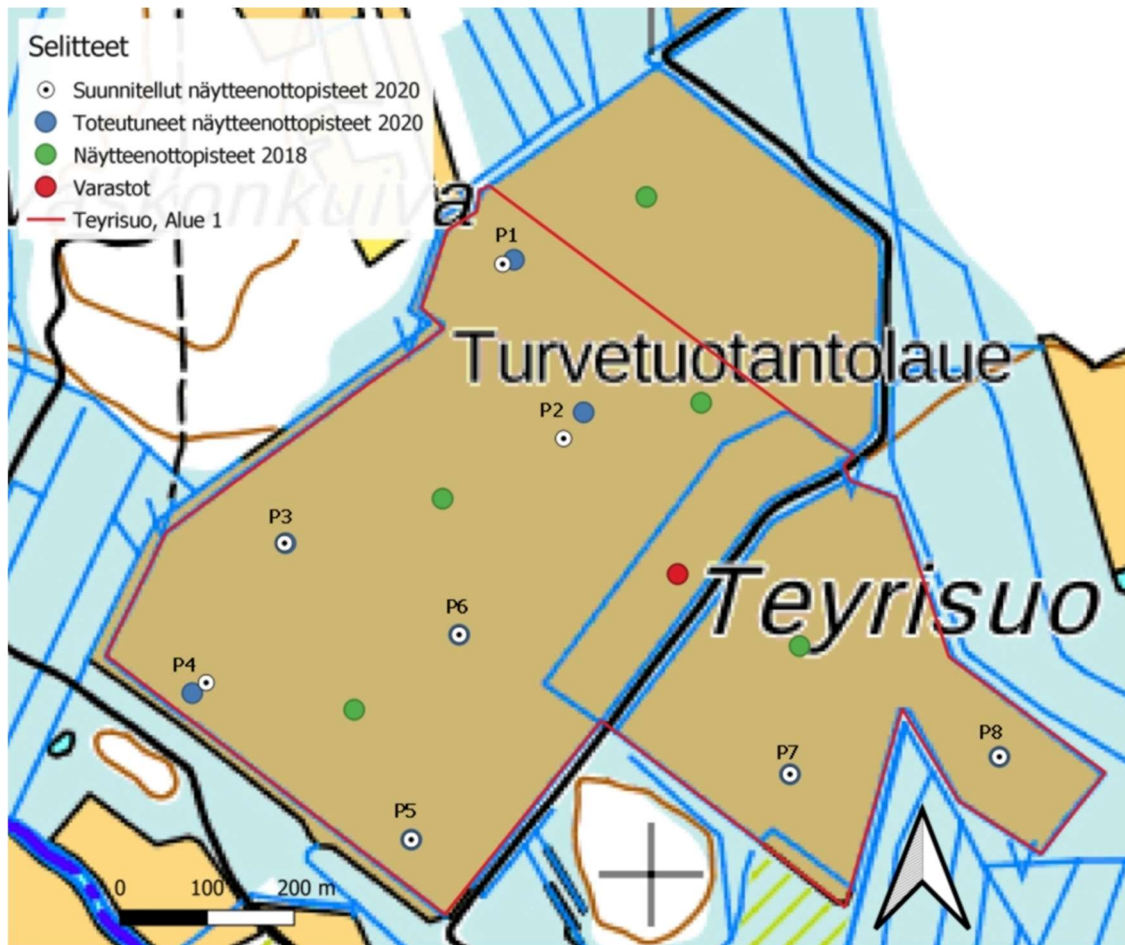


Kuva 8. Teyrisuon alustavat näytepisteet (Maanmittauslaitos 2020). Muokkaus: Olli Hacklin.

Taulukko 4. Teyrisuon näytepisteet, suunnitelma (ETRS-TM35FIN).

Näytepiste	N	E
P1	6968700	611830
P2	6968500	611900
P3	6968380	611580
P4	6968220	611490
P5	6968040	611725
P6	6968275	611780
P7	6968115	612160
P8	6968135	612400





Kuva 9. Teyrisuon näytteenottopistekartta. (Maanmittauslaitos 2020) muokkaus: Olli Hacklin.

Taulukko 5. Teyrisuon näytepisteet, toteutus (ETRS-TM35FIN).

Näytepiste	N	E
P1	6968705	611843
P2	6968530	611923
P3	6968380	611581
P4	6968208	611474
P5	6968040	611725
P6	6968275	611780
P7	6968115	612160
P8	6968135	612400

### 4.3 Näytteenotto ja dokumentointi

Näytteet otettiin 29.10.2020 Teyrisuon tuotantoalueella ja 30.10.2020 Kirkkosuon tuotantoalueella. Alueilla otettiin huomioon niiden tuotantorajat sekä turvallisuustekijät. Teyrisuon tuotantoalueella oli ohjaaja Vapon henkilöstöstä mukana perehdyttämässä näytteenottoon sekä näytteiden kentällä tehtyihin määrityksiin. Näytteistä määritettiin maatumisaste sekä turpeen botaaninen koostumus eli kasvitekijät, jotka dokumentoitiin alalle vakiintuneella turvekaavalla.



Kuva 6. Kuva Teyrisuon tuotantoalueelta läheltä näytepistettä P2. 29.10.2020 (Kuva: Juha Ovaskainen).





Kuva 7. Kunnostettu sarkaoja Teyrisuolla. 29.10.2020 (Kuva: Juha Ovaskainen).



Kuva 8. Kuva Kirkkosuon tuotantoalueelta sateiden pehmentämästä kentästä. 30.10.2020 (Kuva: Olli Hacklin).



Rajatuilta alueilta näytteet otettiin Macanlay-kairalla, joka tunnetaan paremmin nimellä venäläinen laippakaira (Lappalainen ym. 1984, 14 - 15). Näytteenottokairan halkaisija oli 50 mm ja pituus 500 mm, ja sillä saatiin näytettä noin 300 g näytepistettä kohden. Tämä on riittävä määrä suoritettavia analyyseja varten. Mikäli turvenäyte oli vetinen tai sitä saatiin nostettua liian vähän, otettiin tarvittaessa lisänäyte. Tuotantokentän näytteet pyrittiin ottamaan noin 2 - 3 metriä sarkaojan reunalta saran keskiosaa kohden. Tällöin ojien tuotantosarkaan vaikuttavat tekijät, kuten tulvien huuhtoutumat tai kuivatus eivät vaikuta niin voimakkaasti näytteeseen. Näytettä ei otettu myöskään saran keskeltä, sillä jyrshinturvetta kootaan tuotantovaiheessa koko saran leveydeltä keskelle sarkaa (kuva 9).



Kuva 9. Kairalla nostettu puolisynterimäinen näyte. 30.10.2020 (Kuva: Olli Hacklin).

Näytepisteen kairauskohdalta poistettiin pintaturveturvetta noin 5 cm:n syvyydeltä mahdollisten kunnostustöiden takia lentäneiden maa-ainesten ja ilmaperäisen tuhkalaskeuman vuoksi. Kun näyte oli kairattu, sen botaaninen koostumus ja huminositeetti eli maatumisaste dokumentoitiin käyttäen turvekaavaa (Lappalainen ym. 1984, 36 - 37). Sen jälkeen näytepisteen turvenäyte jaettiin kahteen kerrostuneisuuteen, 0 - 250 mm ja 250 - 500 mm ja näytteet pussitettiin mahdollisimman ilmatiiviisiin näytepusseihin.



Kuva 10. Hacklin nostamassa kairanäytettä Teyrisuon tuotantoalueella. 29.10.2020 (Kuva: Juha Ovaskainen).



Kuva 11. Teyrisuon näytteiden pussittaminen meilläään. 29.10.2020 (Kuva: Juha Ovaskainen).

Suogeologisissa tutkimuksissa dokumentoidaan turpeen päätekijä, osatekijä sekä lisäteki-  
kijät. Päätekijät eli turvelajit jaetaan kolmeen pääryhmään ja turvekerroksissa olevat muut  
kasvijäännökset katsotaan turpeen lisäteki-  
kijöiksi. Useimmiten turvelaji muodostuu kuiten-  
kin kahdesta päätekijästä, jolloin turvekaavaan kirjataan vallitsevampi turvelaji pääteki-  
jäksi ja heikompi turvelaji osateki-  
jäksi. Turvelajeja ovat rahkaturve *sphagnum* (S), rus-  
kosammalturve *bryales* (B) ja saraturve *carex* (C) sekä näiden yhdistelmät (Lappalainen  
ym. 1984, 32). Turpeen lisäteki-  
kijöitä on useita ja ne on listattu taulukossa 6.

Taulukko 6. Turpeen lisäteki-  
kijät (Lappalainen ym. 1984, 32 - 33).

Turpeen lisäteki- kijä	Lyhenne
Tupasvilla ( <i>Eriophorum vaginatum</i> )	ER
Tupasluikka ( <i>Trichophorum cespitosum</i> )	TR
Suoleväkkö ( <i>Scheuchzeria palustres</i> )	SH
Puuaines ( <i>Lignidi</i> )	L
Varpuaines ( <i>Nanolignidi</i> )	N
Korte ( <i>Equisetum</i> )	EQ
Järviruoko ( <i>Phragmites australis</i> )	PR
Siniheinä ( <i>Molinia caerulea</i> )	ML
Raate ( <i>Menyanthes trifoliata</i> )	MN
Järvikaisla ( <i>Scripus lacustris</i> )	SP

Maatumisaste ilmoitetaan Von Post -menetelmän mukaan H-arvona, joka vaihtelee as-  
teikolla 1 - 10 (Von Post 1922, 9). Määritykset kymmenasteikolle on selitetty liitteissä  
(liite 1) olevassa taulukossa. Maastotutkimuksissa maatumisaste määritetään puristamalla  
turvetta kädessä. Puristettaessa tarkkaillaan turpeesta irtoavan veden väriä sekä jäljelle  
jäävää kasviainesta, koostumusta ja hajoamistilaa. H 1 tarkoittaa täysin maatumatonta  
kasviainetta, josta puristettaessa erkane kirkasta vettä ja H 10 täysin maatunutta, josta ei  
voi erottaa kasvijäänteitä ja lähes kaikki pursuaa puristettaessa sormien läpi. (Lappalainen  
ym. 1984, 36 - 37.)

Näiden tietojen perusteella näytteenottopisteelle voitiin laatia turvekaava kerroksittain. Turvekaavassa esitetään botaaninen koostumus eli turvelaji ja kasvijäännösten osuus sekä maatuneisuus (Lappalainen ym. 1984, 36). Turvekaavassa ilmoitetaan järjestyksessä kerrossyvyys senttimetreinä, turpeen lisätekijä tai osatekijä ja osuudet, päätekijä ja sen osuus sekä lopuksi maatumisaste. Työssä otettujen näytteiden kerroskohtaiset turvelajitiedot on taulukoitu liitteissä 2 ja 3.

#### 4.4 Tuhkapitoisuuden määrittäminen laboratoriossa

Laboratoriomääritykset suoritettiin 5.-6.11.2020. Tuhkapitoisuuden määrittäminen tapahtui Vapon kenttälaboratoriossa Tohmajärvellä Valkeasuon tuotantoalueella. Laboratoriossa huomioitiin turvallisuusnäkökohdat. Turvetta käsiteltäessä käytettiin käsineitä, suojalaseja sekä hengityssuojainta, turvepölyn muodostumisen vuoksi. Myös kuumien uunista otettavien näytteiden kanssa käytettiin lämmönkestäviä hanskoja sekä suojalaseja. Ennen töiden aloittamista varmistettiin, että vaa'at, eksikaattorit ja uunit olivat moitteettomassa kunnossa sekä kalibroitu ja määrityksissä käytetyt astiat olivat puhdistettu ja esikäsitelty eli kuumennettu lämpökaapissa. Laboratoriomäärityksissä tarvittava välineistö on listattu taulukossa 7.

Taulukko 7. Laboratoriovälineistö.

Lämpökaappi, jonka tarkkuus $105 \pm 5$ °C, Termaks.
Pestyjä, puhtaita ja kuivia 0,5 litran folioastioita.
Spaatteli.
Vaaka, jonka tarkkuus 0,01 g, Kern EWB 620-2M.
Tarkkuusvaaka, jonka tarkkuus 0,001 g, VWR LP.
Uunipihdit.
Eksikaattorit.
Hehkutusuunit, jotka ovat ohjelmoitavissa ja joiden lämpötila voidaan asettaa $815 \pm 10$ °C, Nabertherm N7, S5 ja S30 ohjelmointisäätimet.
Posliiniupokkaita.
Mortteli.
Huhmare.





Kuva 12. Näytteet laboratoriolalla. 5.11.2020 (Kuva: Olli Hacklin).

#### 4.4.1 Näytteiden kuivaus ja kosteuden määrittäminen

Ennen tuhkapitoisuuden määrittästä kosteat näytteet kuivattiin. Samalla näytteistä määritettiin kosteusprosentti. Kosteuden määrittäksessä käytetty Vapo Oy:n työohje perustuu ASTM D2974-00 (Standard test methods for moisture 2010) standardiin. Näytteet pyrittiin homogenisoimaan mahdollisimman hyvin ennen niiden asettamista merkittyihin folioastioihin. Homogenisointi tapahtui pilkkomalla ja sekoittamalla suokosteata näytettä spaattelilla.

Määrittäminen tapahtui punnitsemalla ensin tyhjä esikäsitelty folioastia vaa'alla, jonka tarkkuus oli 0,01 g. Folioastian paino kirjattiin Excel-taulukkoon ja vaa'alle suoritettiin taa-raus. Tyhjäan astiaan punnittiin mahdollisimman tarkkaan 50 g turvenäytettä. Pun-nitus-tulos kirjattiin Excel-taulukkoon ja näyte siirrettiin mahdollisimman nopeasti esiläm-mitettyyn 105 °C asteiseen lämpökaappiin.

Näytteiden oli oltava vähintään 16 tuntia lämpökaapissa ja erittäin kosteat näytteet voivat ohjeen mukaan olla myös pidempään. Siten näytteet olivat lämpökaapissa 23 tuntia. Näyt-teet siirrettiin ripeästi lämpökaapista eksikaattoriin, joka suljettiin välittömästi. Näyt-teitä jäädytettiin eksikaattorissa noin puoli tuntia, jolloin ne olivat noin huoneenlämpöisiä.



Kuva 13. Näytteet Termaks-lämpökaapissa. 5.11.2020 (Kuva: Olli Hacklin).

Kun näytteet olivat jäähtyneet, sekä folioastia että kuivattu näyte punnittiin ja punnitustulos kirjattiin Excel-taulukkoon. Vaa'an lukemat pyrittiin lukemaan aina samalla tavalla, sillä kuiva turve voi imeä kosteutta ilmasta, jolloin vaa'an lukema ei stabiloidu. Tulos ilmoitetaan kosteusprosenttina kokonaismassasta. Näytteiden kosteusprosentti laskettiin kaavalla 4.4.1.

$$Kosteus, \% = \frac{[(A-B)*100]}{A} \quad (4.4.1)$$

jossa      A = näytteen massa, g  
               B = kuivatun näytteen massa, g.

#### 4.4.2 Tuhkapitoisuuden määrittäminen

Tuhkapitoisuuden määrittäminen tapahtui Vapo Oy:n käyttämän vakiintuneen työohjeistuksen mukaan, joka pohjautuu SFS-EN ISO 18122 (Kiinteät biopolttoaineet. Tuhkapitoisuuden määrittäminen. 2015) sekä ISO 1171 (Solid mineral fuels. Determination of ash. 1997) standardeihin. Tuhkapitoisuuden määrittäminen aloitettiin välittömästi näytteiden kuivauksen jälkeen. Tarkkuusvaakaan asetettiin esikäsitelty posliiniupokas. Upokkaan paino punnittiin 0,001 g tarkkuudella. Tulos kirjattiin Excel-taulukkoon ja vaa'alle suoritettiin taaraus. Kuivattu näyte jauhettiin huumareilla tavoitteen mukaisesti alle 1 mm:n hiukkaskokoon. Jauhauksen jälkeen näyte tarvittaessa vielä sekoitettiin tasalaatuisuuden varmistamiseksi. Hienonnettua ja sekoitettua turvenäytettä punnittiin mahdollisimman tarkkaan 1 g upokkaaseen. Upokkaat siirrettiin välittömästi huoneenlämpöisiin hehkutusuuneihin ja varmistettiin, että poistokaasun imu oli päällä.

Hehkutusuunit olivat ohjelmoinneiltaan hieman erilaiset, riippuen ohjelmointisäätimestä. Ohjelmoinnit valittiin kuitenkin niin, että ne olivat määrittämisestä kannalta sopivat. Toisessa uunissa oli ohjelmointisäädin S5, johon oli ohjelmoitu 815 °C:n tavoitelämpötila. Ohjelmaan pystyi säätämään ensin ajan, jolloin tavoitelämpötila tulisi saavuttaa (heating-up time) ja toiseksi ajan, jonka uuni pitää asetetun lämpötilan (dwell time). Ensimmäiseksi ajaksi asetettiin 110 minuuttia ja toiseksi ajaksi 70 minuuttia. Tuhkaus kesti 180 minuuttia.

Toisen uunin ohjelmointisäädin oli S30, jolla pystyi säätämään erikseen lämpötilojen nostoprofiilit ja pitoajat. Ohjelmoinnin lämpötilaprofiili säädettiin niin, että lämpötilan tuli nousta 500 °C:seen 60 minuutin kuluessa ja pitää lämpötila tasaisena seuraavat 30 minuuttia. Tämän jälkeen lämpötilan nosto 815 °C:seen 30 minuutin kuluessa ja upokkaiden tuli olla vielä vähintään 60 minuuttia tavoite lämpötilassa. Tälläkin ohjelmalla tuhkausten kokonaistyöaika oli 180 minuuttia.

Tuhkausohjelmien päätyttyä upokkaat siirrettiin varovasti uunipihdeillä eksikaattoreihin jäähtymään huoneenlämpöiseksi. Jäähdytyksen aikana eksikaattoreista poistettiin muutama kerran painetta raottamalla ilmaventtiiliä. Jäähdyneet näytteet punnittiin tarkkuusvaa'alla ja tulos kirjattiin ylös 0,001 g tarkkuudella. Näytteiden tuhkapitoisuus laskettiin käyttämällä kaavaa 4.4.2.

$$A_d = \frac{(m_j - a)}{(m_e - a)} * 100 \quad (4.4.2)$$

jossa	$A_d$	= tuhkapitoisuus kuiva-aineessa, m-%
	$m_e$	= näytteen ja upokkaan massa ennen hehkutusta, g
	$m_j$	= näytteen ja upokkaan massa hehkutuksen jälkeen, g
	$a$	= upokkaan massa, g.



Kuva 14. Tuhkatut näytteet jäähtymässä eksikaattoreissa.  
6.11.2020 (Kuva: Olli Hacklin).

Kun opinnäytetyöhön liittyneet määritykset oli suoritettu, lähetettiin suokosteet näytteet ulkopuoliseen laboratorioon alkuainemäärityksiin. Valitettavasti näytteet olivat tuhoutu-  
neet lämpökaapissa. Alkuainetietoja olisi käytetty hyväksi tuotannon aluerajaamisessa ja  
turvekenttäprofiilin tukena. Niitä oli myös tarkoitus käyttää opinnäytetyöhön kuuluvassa  
tarkastelussa, kuinka muuttujat vaikuttavat alkuainepitoisuuksiin. Talvi oli kuitenkin en-  
nättänyt jo niin pitkälle, että uusien näytteiden haku osoittautui mahdottomaksi. Täten  
kyseinen tarkastelu jäi tekemättä.



#### 4.5 Muuttujien vaikutus tuhkapitoisuuteen

Turpeen botaanisten tekijöiden ja maatuneisuuden välistä korrelaatiota tuhkapitoisuuteen selvitettiin suoprofiilin tueksi ja yleisesti tuotantoalueiden rajaamisen kannalta. Muuttujien välistä vaikutusta tarkasteltiin tilastollisella analyysillä. Menetelmänä käytettiin Kruskal-Wallis H-testiä. Aineistona vaikutusten tarkastelussa käytettiin opinnäytetyön kenttänäytteiden tuhkapitoisuustuloksia ja liitteiden 2 - 3 osanäytekohtaisia turvelajitietoja. Samaa analyysimenetelmää käytettiin myös vuonna 2018 laaditun suoprofiiliaineiston osalta, jonka otoskoko on merkittävämpi.

Hypoteeseja valittaessa käytettiin taulukon 1 kriteereitä. Hypoteeseiksi valikoitui seuraavat: Nollahypoteesi on ”Muuttujien välillä ei ole merkittävää eroa” ja vastahypoteesi on ”Ainakin kahden muuttujan välillä on merkittävää eroa”. Tulokset esitetään asiakokonaisuuksina ja niitä havainnollistetaan sopivilla taulukoilla ja diagrammeilla valitut muuttujat huomioiden. Aineistot muokataan niin, ettei selkeästi aineistosta poikkeavat arvot jää vääristämään tuloksia. Poikkeavilla arvoilla ei ole informatiivista merkitystä, sillä ne ovat todennäköisesti tulleet kairanäytteenotossa kivennäismaan pohjakosketuksista (Ovaskainen 2021).

## 5 Tulokset

### 5.1 Lisätarkastelua vaativat alueet

Tilastollista analyysia suoritettiin kaikille tuotantoalueille. Merkittävää tai joihinkin merkittävää eroa aineistojen jakaumissa todettiin useammalla tuotantoalueella. Alueista lisätutkimukseen valikoitui Teyrisuon ja Kirkkosuon tuotantoalueet.

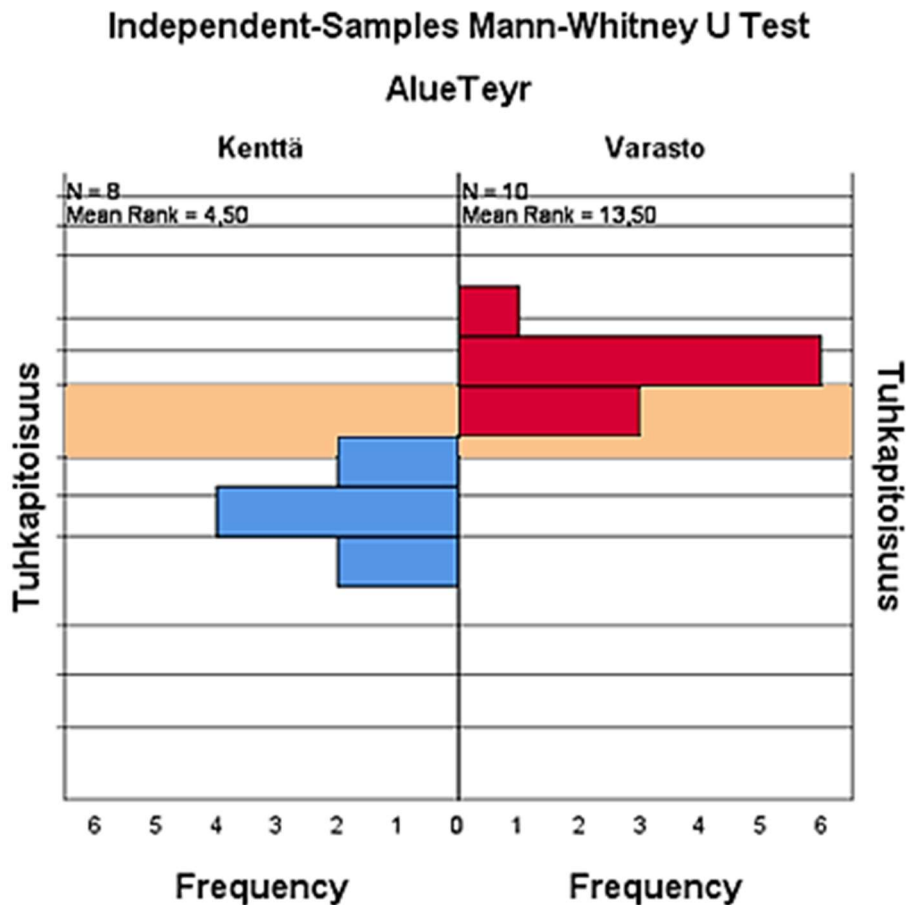
Tulokset esitetään histogrammilla, jossa keskiakselilla jaetaan aineistojen frekvenssijakaumat ”kenttä” ja ”varasto” osiin. Kentällä tarkoitetaan suoprofiiliaineiston tuloksia ja varastolla vuoden 2020 tuotantokauden koontiaineistoa. Y-akselilla ylöspäin noustessa tuhkapitoisuus kasvaa. Oranssilla poikkipalkilla kuvataan tuhkapitoisuuden sallittua ylärajaa. Pylväät kuvaavat aineistojen tuhkapitoisuuksien frekvenssejä.

Taulukko 8. Teyrisuon Mann-Whitneyn U-testin yhteenveto.

Hypothesis Test Summary				
	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	Aineistot ovat samasta jakaumasta peräisin, ei merkittävää eroa.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	,000 <sup>a</sup>	Hylkää nollahypoteesi.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,050.

a. Exact significance is displayed for this test.



Kuvio 1. Teyrisuon aineistojen jakaumat.

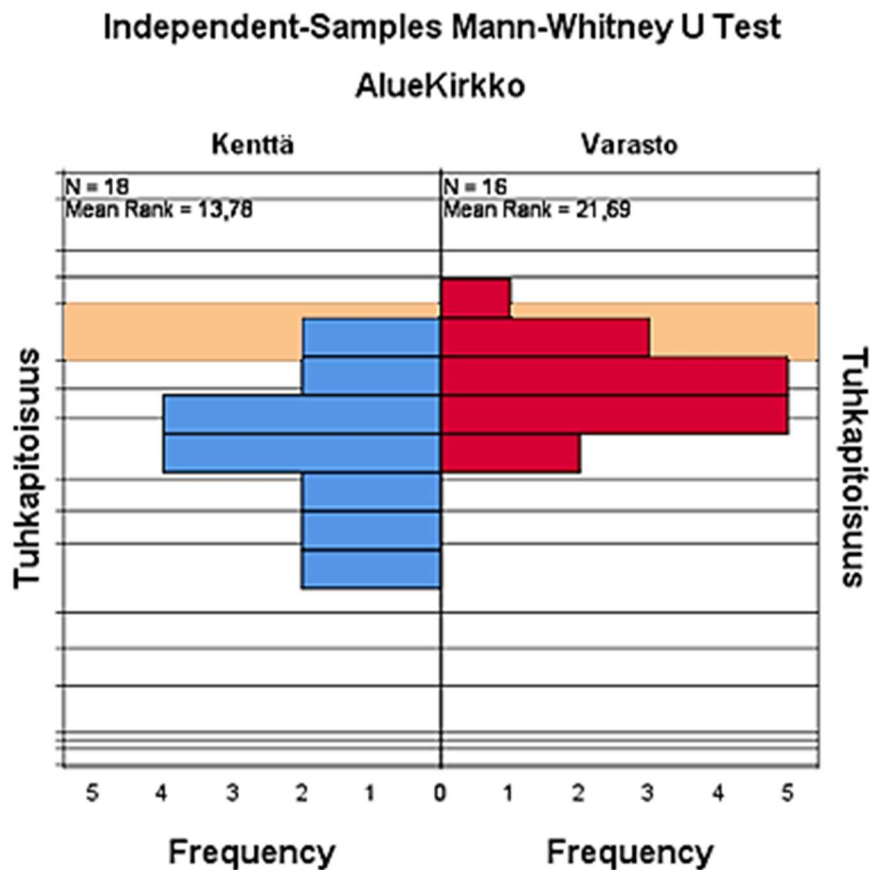
Teyrisuon aineistoissa oli silminnähden havaittavissa eroa. Testin tuloksena oli nollahypoteesin hylkäys. Kuvioista havaitaan, ettei aineistojen tuhkapitoisuuksien frekvenssijakaumien välillä tapahdu lainkaan samankaltaisuutta. Jakaumien erittäin merkittävän eron lisäksi varastoaman tuhkapitoisuustulokset ylittivät sallitun raja-arvon. Tästä syystä alueella oli aihetta tehdä lisätutkimusta ja selvittää mistä laadunvaihtelu johtuu.

Taulukko 9. Kirkkosuon Mann-Whitneyn U-testin yhteenveto.

Hypothesis Test Summary			
	Null Hypothesis	Test	Sig.
1	Aineistot ovat samasta jakaumasta peräisin, ei merkittävää eroa.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	,020 <sup>a</sup>
			Hylkää nollahypoteesi.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,050.

a. Exact significance is displayed for this test.



Kuvio 2. Kirkkosuon aineistojen jakaumat.

Kirkkosuon aineistossa ei alustavasti näyttänyt olevan merkittävää eroa. Testin tulokseksi kuitenkin tuli nollahypoteesin hylkäys, joten jakaumissa on merkittävää eroa. Kuvion 2 perusteella tuotetun turpeen tuhkapitoisuuksien jakauma on huipukkaampi kuin suoprofiilin jakauma. Lisäksi tuotantokauden jälkeen suoritetun aumakairauksen jälkeen selvisi, että varastojen tuhkapitoisuus ylitti sallitun raja-arvon. Näiden havaintojen perusteella alue valikoitui opinnäytetyön lisätarkastelukohteeksi.

Opinnäytetyö rajattiin näihin kahteen tuotantoalueeseen. Selvityksessä kuitenkin havaittiin, että myös muilla tuotantoalueilla tuotetussa turpeessa on merkittävää eroa kenttäprofiiliin verrattuna. Linnansuon eteläisellä alueella 1 (liite 4) sekä pohjoisen alueilla 1 (liite 5) ja 4 (liite 8) on frekvenssijakaumissa testin mukaan merkittävää eroa. Tuotantoalueella tuotetun turpeen tuhkapitoisuuden nousulle löytyi mahdollisia selittäviä tekijöitä tuotantokauden aikana, joten alueet rajattiin pois opinnäytetyöstä.

Tuohtaansuon aineistojen testauksessa selvisi, että alueen turve on hyvin tasalaatuista eivätkä jakaumat merkittävästi vaihdelleet. Tuotantoalueen kaikissa testeissä nollahypoteesi jäi voimaan. Ainoa hieman poikkeava tulos tuli Tuohtaansuon alueella 1 (liite 9), jonka jakaumassa oli hieman vinoumaa ja testin merkitsevyystaso oli 0,051. Alueen 1 aumaan tuotetun turpeen tuhkapitoisuuden nousuksi epäillään alueella suoritettuja kunnostustöitä.

Mekrijärvensuolla alueen 2 (liite 13) testitulokseksi tuli nollahypoteesin hylkäys eli jakaumissa on merkittävää eroa. Mekrijärvensuon tuotantoalueen aineistot olivat suhteellisen suppeat, joten tuloksessa voi esiintyä vääristymää. Aluetta kannattaisi tutkia lisää. Tuotantoalueena Mekrijärvensuo on kuitenkin selkeästi pienempi tuotantoalue, joten se rajattiin pois opinnäytetyön lisätarkastelusta.

## **5.2 Kenttänäytteiden tuhkapitoisuudet**

Näytteenotolla selvitettiin, löytyykö tutkimukseen valikoiduilta alueilta poikkeavia tuhkapitoisuuksia. Tulokset voivat selittää, miksi tuotetun turpeen tuhkapitoisuus on ennustettua korkeampi. Kirkkosuolla poikkeavia tuhkapitoisuuksia ei alueelta havaittu. Kirkkosuon tuloksissa vaihtelu on alle prosentin luokkaa. Tulokset kertovat, että laajasta alueesta huolimatta turve vaikuttaisi olevan melko tasalaatuista. Näytteenotto ei selittänyt alueella tuotetun turpeen laadunvaihtelua.

Teyrisuolla poikkeavia korkeita tuhkapitoisuuksia havaittiin näytepisteillä P1, P7 ja P8. Tuhkapitoisuus tuloksien vaihtelu oli selkeästi suurempi kuin Kirkkosuolla, ja näytepisteiden tuhkapitoisuudet olivat huomattavasti suuremmat kuin tavoiteltu raja-arvo. Teyrisuon näytteenoton tuhkapitoisuustuloksilla voidaan selittää tuotetun turpeen laadunvaihtelu. Pisteellä P1 näytteen tuhkapitoisuus oli huomattavan korkea sekä 0 - 25 että 25 - 50 cm kerrostumissa. P7 ja P8 pisteiden tuhkapitoisuudet olivat korkeat 0 - 25 cm kerrostumissa.

### 5.3 Maatumisasteen vaikutus tuhkapitoisuuteen

Maatumisasteen vaikutusta tuhkapitoisuuteen testattiin opinnäytetyön näytteenottoaineistosta. Opinnäytetyön aineiston otoskoko jäi kuitenkin melko pieneksi ( $n=34$ ). Osanäytteiden maatumisasteiden keskiarvot vaihtelivat H 2,6 - 8,0. Aineisto jaettiin maatumisasteen perusteella kuuteen osaan niin, että vaihteluvälit ovat H 0,9. Testauksessa käytettiin lisäksi laajempaa suoprofiiliaineistoa, jonka otoskoko oli jo merkittävä ( $n=306$ ).

Tulokset esitetään havainnollistavalla laatikko-jana -kuviolla. Kuviolla esitetään sijaintilukuna mediaani sekä fraktiileina ylä- ja alakvartiilit. Kuviossa on myös esitetty viivoilla jakauman hajonta. Pallo- tai tähtimerkinnot kuvastavat aineistosta selkeästi poikkeavia arvoja. Y-akselilla ylöspäin noustessa tuhkapitoisuus kasvaa ja oranssilla poikkipalkilla kuvataan tuhkapitoisuuden sallittua ylärajaa.

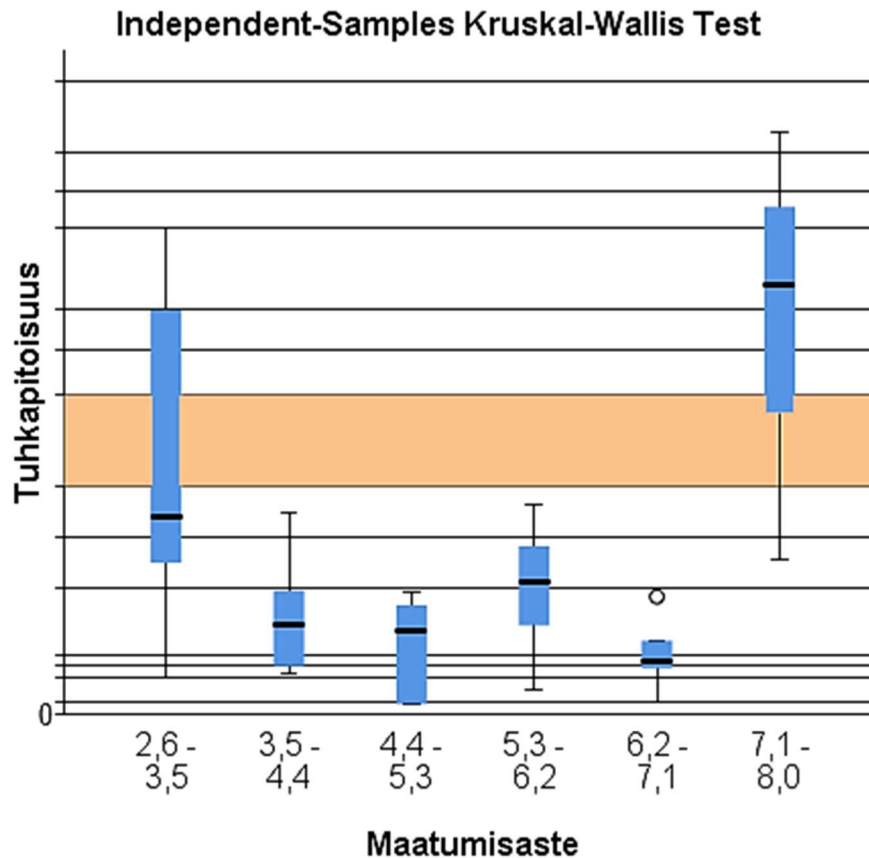
Taulukko 10. Maatumisasteiden %-osuus aineistossa. Opinnäytetyön näytteenottoaineisto, otoskoko  $n=34$ .

Maatumisasteen vaihteluväli, H-arvo	%-osuus otoksesta ( $n=34$ )
2,6 - 3,5	19 %
3,5 - 4,4	19 %
4,4 - 5,3	15 %
5,3 - 6,2	25 %
6,2 - 7,1	14 %
7,1 - 8,0	8 %

Taulukko 11. Maatumisasteen vaikutus tuhkapitoisuuteen. Kruskal-Wallis H-testin yhteenveto. Opinnäytetyön näytteenottoaineisto, otoskoko  $n=34$ .

Hypothesis Test Summary				
	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	Muuttujien välillä ei ole merkittävää eroa.	Independent-Samples Kruskal-Wallis Test	,020	Hylkää nollahypoteesi.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,050.



Kuvio 3. Maatumisasteen vaikutus tuhkapitoisuuteen. Opinnäytetyön näytteenottoaineisto, otoskoko n=34.

Testin myötä vastahypoteesi astuu voimaan eli ainakin kahden muuttujan välillä on eroa. Kuviosta 3 voidaan havaita, että erityisesti voimakkaasti maatuneella turpeella tuhkapitoisuus on korkeampi kuin kohtalaisesti maatuneilla turpeilla. Kuvion 3 mukaan myös heikosti maatuneella turpeella näyttäisi olevan jokseenkin vaikutusta tuhkapitoisuuden nousuun.

Laajemman suoprofiiliaineiston osanäytteiden maatumisaste keskiarvot vaihtelivat 2 - 8. Aineisto jaettiin kuuteen osaan H 1 vaihteluvälillä. Aineistoa tarkastellessa testin tulos oli, että nollahypoteesi jää voimaan. Tämän perusteella maatumisasteella ei näyttäisi olevan tilastollisesti merkittävää vaikutusta tuhkapitoisuuden nousuun.

Taulukko 12. Maatumisasteiden %-osuus aineistossa. Vapon suoprofiiliaineisto, otoskoko n=306.

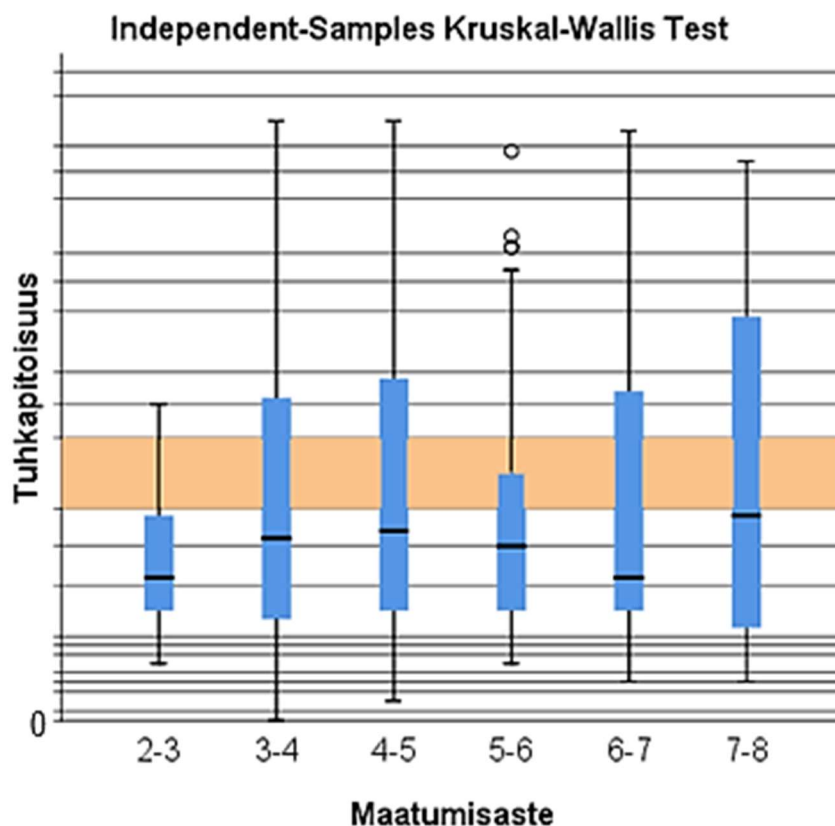
Maatumisasteen vaihteluväli, H-arvo	%-osuus otoksesta (n=306)
2 – 3	5 %
3 – 4	20 %
4 – 5	22 %
5 – 6	27 %
6 – 7	17 %
7 – 8	9 %

Taulukko 13. Maatumisasteen vaikutus tuhkapitoisuuteen. Kruskal-Wallis H-testin yhteenveto. Vapon suoprofiiliaineisto, otoskoko n=306.

### Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	Muuttujien välillä ei ole merkittävää eroa.	Independent-Samples Kruskal-Wallis Test	,547	Nollahypoteesi jää voimaan.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,050.



Kuvio 4. Maatumisasteen vaikutus tuhkapitoisuuteen. Vapon suoprofiiliaineisto, otoskoko n=306.



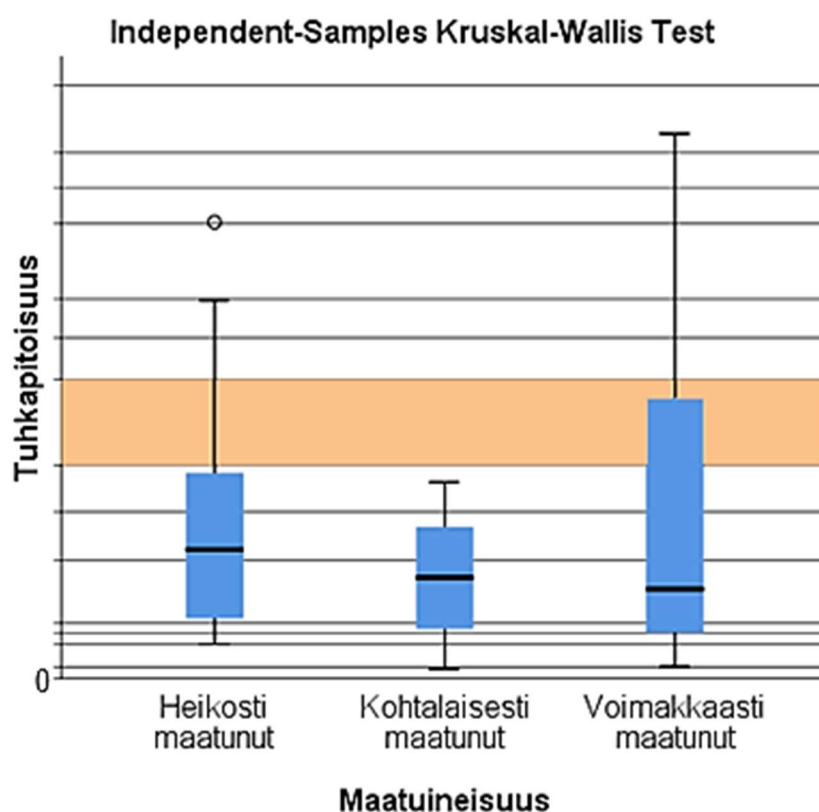
## 5.4 Maatuneisuuden vaikutus tuhkapitoisuuteen

Maatuneisuuden vaikutusta tuhkapitoisuuteen tarkasteltiin myös hieman laajempaan kokonaisuutena. Aineistot jaettiin kolmeen osaan kaupallisen kasvuturpeen maatuneisuuden mukaan. Kasvuturvetta myydään vaaleana (heikosti maatunut, H 1 – 4), ruskeana (kohtalaisesti maatunut, H 4 – 6) ja mustana (voimakkaasti maatunut, H 6 <) (Vapo Oy 2021). Opinnäytetyön aineistossa heikosti maatuneen turpeen osuus on 35 %, kohtalaisesti maatuneen 41 % ja voimakkaasti maatuneen 24 %. Vapon aineistossa heikosti maatuneen turpeen osuus on 46 %, kohtalaisesti maatuneen 45 % ja voimakkaasti maatuneen 9 %.

Taulukko 14. Maatuneisuuden vaikutus tuhkapitoisuuteen. Kruskal-Wallis H-testin yhteenveto. Opinnäytetyön näytteenottoaineisto, otoskoko n=34.

Hypothesis Test Summary			
	Null Hypothesis	Test	Sig.
1	Muuttujien välillä ei ole merkittävää eroa.	Independent-Samples Kruskal-Wallis Test	,662
			Nollahypoteesi jää voimaan.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,050.

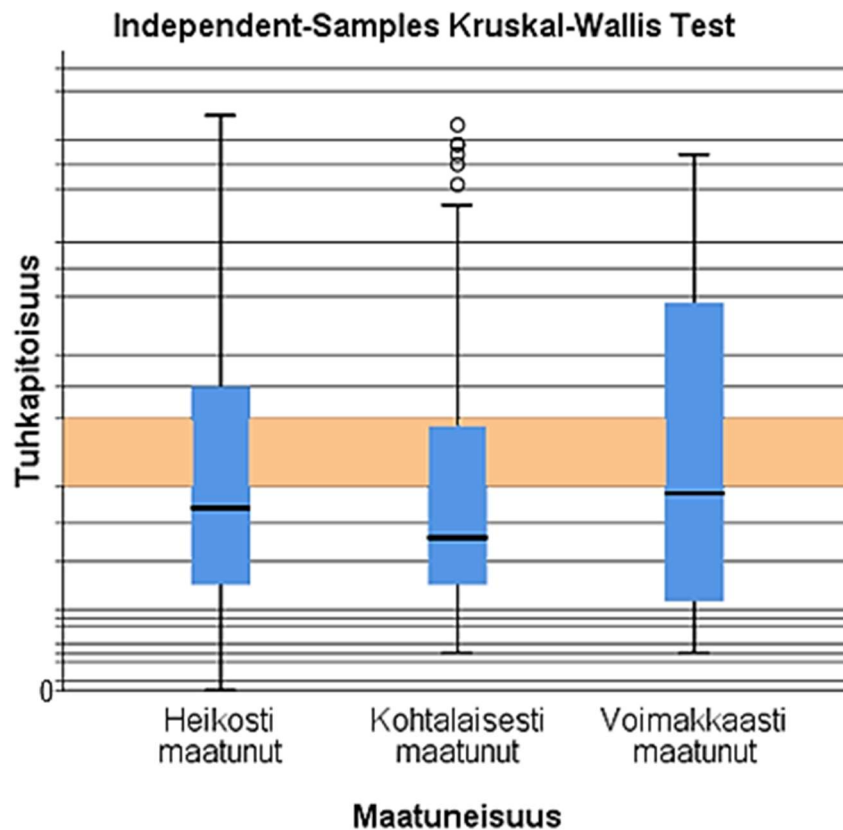


Kuvio 5. Maatuneisuuden vaikutus tuhkapitoisuuteen. Opinnäytetyön näytteenottoaineisto, otoskoko n=34.

Taulukko 15. Maatuneisuuden vaikutus tuhkapitoisuuteen. Kruskal-Wallis H-testin yhteenveto. Vapon suoprofiiliaineisto, otoskoko n=306.

Hypothesis Test Summary				
	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	Muuttujien välillä ei ole merkittävää eroa.	Independent-Samples Kruskal-Wallis Test	,607	Nollahypoteesi jää voimaan.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,050.



Kuvio 6. Maatuneisuuden vaikutus tuhkapitoisuuteen. Vapon suoprofiiliaineisto, otoskoko n=306.

Molemmissa aineistoissa jakaumat ovat samankaltaiset ja sijaintiluvut miltei samalla tuhkapitoisuussektorilla. Suurin eroavaisuus tuhkapitoisuudessa aineistojen välillä on voimakkaasti maatuneella turpeella. Ero ei kuitenkaan ole tilastollisesti merkittävä. Tilastollisen analyysin perusteella maatuneisuudella ei näyttäisi olevan vaikutusta tuhkapitoisuuteen.

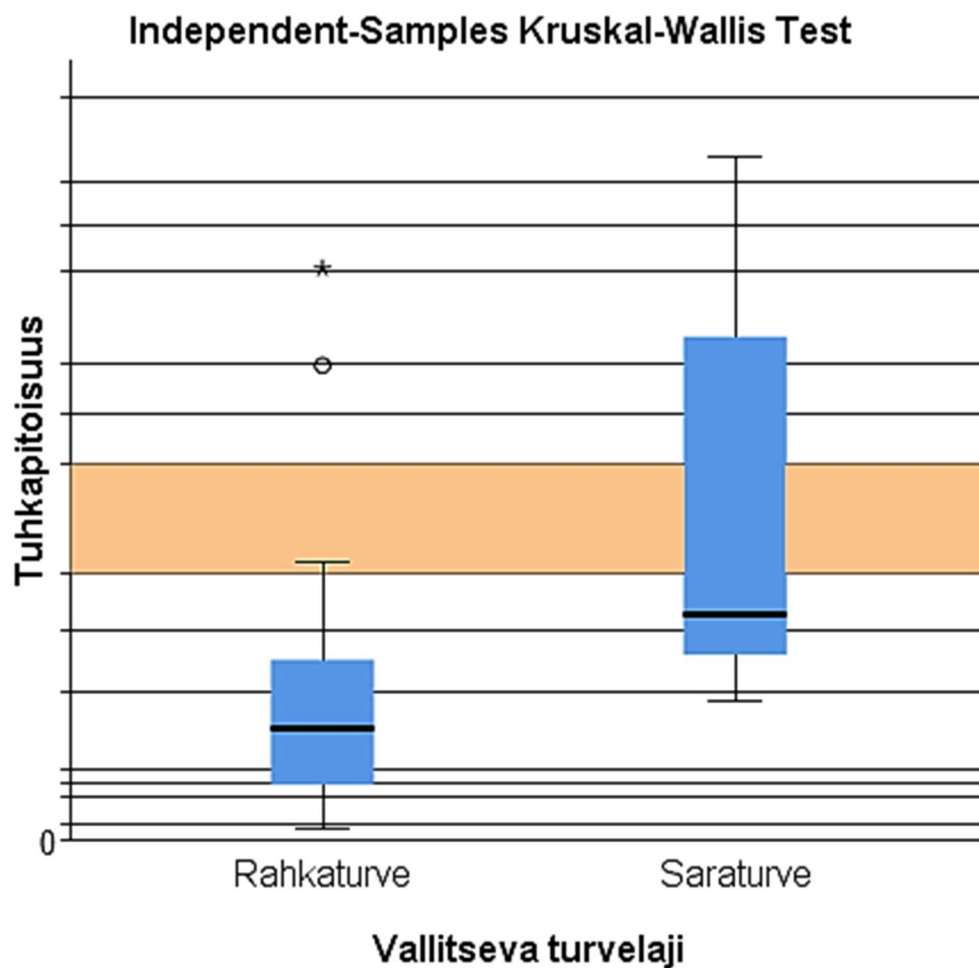
## 5.5 Vallitsevan turvetekijän vaikutus tuhkapitoisuuteen

Turvetekijän vaikutusta tuhkapitoisuuteen testattiin niin ikään opinnäytetyön näytteenottoaineistoon sekä Vapon suoprofiiliaineistoon. Opinnäytetyön aineistossa saraturpeiden osuus on 17 % ja rahkaturpeiden osuus 83 %. Vapon aineistossa saraturpeiden osuus on 32 % ja rahkaturpeiden osuus 68 %.

Taulukko 16. Vallitsevan turvelajin vaikutus tuhkapitoisuuteen. Kruskal-Wallis H-testin yhteenveto. Opinnäytetyön näytteenottoaineisto, otoskoko n=34.

Hypothesis Test Summary				
	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	Muuttujien välillä ei ole merkittävää eroa.	Independent-Samples Kruskal-Wallis Test	,008	Hylkää nollahypoteesi.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,050.

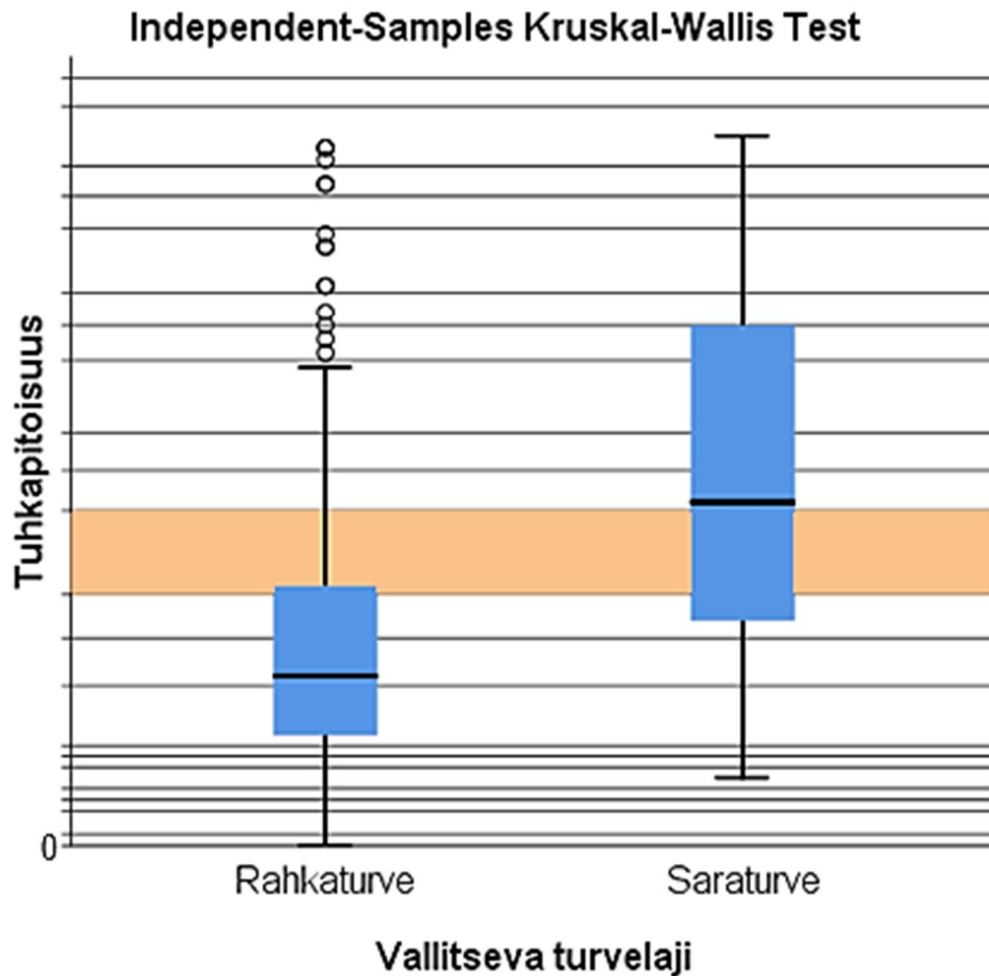


Kuvio 4. Vallitsevan turvelajin vaikutus tuhkapitoisuuteen. Kruskal-Wallis H-testin yhteenveto. Opinnäytetyön näytteenottoaineisto, otoskoko n=34.

Taulukko 17. Vallitsevan turvelajin vaikutus tuhkapitoisuuteen. Kruskal-Wallis H-testin yhteenveto. Vapon suoprofiiliaineisto, otoskoko n=306.

Hypothesis Test Summary				
	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	Muuttujien välillä ei ole merkitävää eroa.	Independent-Samples Kruskal-Wallis Test	,000	Hylkää nollahypoteesi.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,050.



Kuvio 5. Vallitsevan turvelajin vaikutus tuhkapitoisuuteen. Kruskal-Wallis H-testin yhteenveto. Vapon suoprofiiliaineisto, otoskoko n=306.

Molempien aineistojen tilastollisen analysoinnin tulokseksi tuli nollahypoteesin hylkäys. Kuvioissa 7 ja 8 on havaittavissa, että saraturpeissa tuhkapitoisuusjakauman hajonta on huomattavasti suurempi kuin rahkaturpeissa. Merkittävämmäksi analyysin tulokset tekevät suuremman aineiston saraturpeiden kasvanut osuus koko aineistojen otoskoosta. Tuloksista voidaan päätellä, että vallitsevalla turvetekijällä on vaikutusta turpeen tuhkapitoisuuteen.

## 6 Pohdinta

### 6.1 Tulosten tarkastelu

Lisätarkastelua vaativien alueiden testauksessa käytetty tilastollisen analyysin menetelmä vaikuttaa hyvin toimivalta valinnalta. Sen avulla selvisi alueet, joilla tuotetun turpeen laatu ei täsmännyt alueen kenttäprofiilin laatuun mutta myös alueet, joilla turve on hyvin tasalaatuista. Opinnäytetyön tulokset vahvistavat muiden tutkimusten tuloksia ja käsitystä muuttujien vaikutuksesta tuhkapitoisuuteen.

Opinnäytetyön aineistossa esiintyi merkittävää korrelaatiota maatumisasteen ja korkean tuhkapitoisuuden välillä. Tämä havainto on syytä ottaa huomioon näillä tuotantoalueilla, kun arvioidaan tuotantoalueen mahdollisia tuhkaan vaikuttavia riskilähteitä. Tarkastellessa maatuneisuutta laajemmin ei opinnäytetyön analyysien perusteella maatuneisuudella näyttäisi olevan merkittävää vaikutusta tuhkapitoisuuden nousuun. On kuitenkin todettava, että turpeen maatuneisuuteen vaikuttavia tekijöitä on useita ja alueelliset erot voivat olla hyvinkin suuria. Maatuneisuuden ja korkean tuhkapitoisuuden korrelaatio on vaihdellut myös muissa tutkimuksissa (esim. Mäkilä 1994 ja Tolonen 1984).

Mäkilän (1994) tutkimuksen mukaan tuhkapitoisuus näyttäisi kohoavan saraturpeissa ja saravaltaisissa turpeissa. Myös tämän opinnäytetyön tuloksista on havaittavissa samankaltaista suhdetta vallitsevan turvelajin ja tuhkapitoisuuden välillä. Tilastollisen analyysin merkittävyyttä parantaa molempien aineistojen samankaltainen tulos. Tulosten perusteella olisi syytä selvittää saravaltaiten turpeiden ilmentymisalueet ja mikäli ei-toivottuja ilmiöitä havaitaan, pyrkiä alustavasti rajaamaan tuotantoa rahkavaltaisiin turpeisiin.

Selvityksellä on myönteisiä taloudellisia vaikutuksia niin Vapolle kuin myös Vapon urakoitsijoille ja muille sidosryhmille. Koposen (2021) suullisen tiedonannon mukaan:

Vapolle on tärkeää, että raaka-aine ja tuotteet saadaan markkinoille parhaana mahdollisena laatuna. Vapo solmii urakoitsijoiden kesken tuotantosopimuksia, jotka kannustavat urakoitsijoita tuottamaan parasta mahdollista laatua. Kun urakoitsija tietää, että hän voi tuottaa hyvää laadukasta raaka-ainetta myös tulevana tuotantokausina, hän jatkaa mielellään tuotantoa myös jatkossa. Tämä taas edistää alueen työllisyyttä, lisää huoltovarmuutta sekä varmistaa asiakassuhteiden jatkoa.

## 6.2 Luotettavuus ja virhearviointi

Opinnäytetyötä laadittaessa noudatettiin tieteenteon yleisiä ohjeita ja hyvää tieteellistä käytäntöä (Hirsjärvi ym. 1997, 21, 27). Työssä käytettiin Vapon tutkimusaineistoa, kirjallista materiaalia kirjastosta sekä toimeksiantajalta, Karelia-Finnan sähköisiä aineistoja ja internet-julkaisuja, kuten GTK:n tutkimusraportteja sekä erilaisia alan oppaita. Lähteitä ja menetelmäkirjallisuutta voidaan pitää luotettavana, koska ne on poimittu tunnetuilta ja luotettavilta tahoilta. Tietoperustassa on käytetty paljon Vapo Oy:ltä saatua materiaalia. Muutoin internetistä saatuun tietoon on kuitenkin suhtauduttu kriittisesti.

Koska kyseessä on toimeksiantajalle tärkeä raaka-aine ja tuote, on sen laatuun liittyvät tekijät salassa pidettävää tietoa. Opinnäytetyötä aloittaessa, opinnäytetyön tekijä ja toimeksiantaja on solminut toimeksiantosopimuksen, jossa mainitaan:

Opinnäytetyössä käytettävä analyysiaineisto on lähtökohtaisesti salattua, eikä sitä tule esittää sellaisenaan varsinaisessa työssä tai liiteaineistossa. Opinnäytetyön valmistuttua on Vapo Oy:llä täysi rinnakkainen käyttöoikeus opinnäytetyöhön ja sen julkisuuteen sovelletaan Suomen perustuslain (731/1999) 12 § 2 momenttia. Luottamukselliseksi luokiteltavasta tiedosta ja sen sisällyttämisestä varsinaiseen tutkielmaan päättää Vapo Oy.

Tästä syystä kaikkia laatuun tai tuotantoon liittyviä tunnuslukuja ja tuloksia ei julkaista sellaisenaan, vaan tulosten tarkastelussa valittuja muuttujia on esitetty havainnollistavina kuvioina, taulukoina ja tekstinä.



Tilastolliset analyysimenetelmät sovittiin yhdessä toimeksiantajan ohjaajan sekä Kareliamattikorkeakoulun tilastomatematiikan opettajan kanssa ja aineistojen analysointiin antoi varmuutta tilastotieteelliseen analyysiin suunniteltu SPSS-ohjelmisto. Valituilla näytepisteillä saatiin edustava kuva tuotantoalueista ja niiden avulla löydettiin myös tuhkatihentymiä, jotka vaikuttavat merkittävästi alueen raaka-ainelaatuun.

Näytteenotossa oli mukana Vapon osoittama ohjaaja. Hän perehdytti opinnäytetyön tekijän näytteenottoon sekä tutkimuksiin liittyvään dokumentointiin. Turvelajien ja maatuoneisuuden tunnistamiseen oli apuna turvetutkimusten maasto-opas (Lappalainen ym. 1984). Laboratoriotyöt tehtiin standardeihin pohjautuvien ohjeiden mukaan sopivalla välineistöllä. Lisäksi tekijälle oli jo kertynyt hieman kokemusta turvenäytteenotosta, dokumentoinnista sekä laboratoriotyöskentelystä kausityöntekijänä.

Työssä oli tarkoitus tarkastella myös näytteiden alkuainepitoisuuksia. Alkuainetiedot olisivat vahvistaneet kenttäprofiilia ja tuoneet lisäarvoa koko tutkimukselle. Näytteet lähetettiin ulkopuoliseen laboratorioon alkuainemäärittelyksi. Laboratoriolla sattui onnettomuus ja valitettavasti turvenäytteet tuhoutuivat täysin.

Useimmiten näytteistä tehdään kaksi rinnakkaismäärittystä. Valitettavasti laboratoriossa ei ollut kapasiteettia tehdä rinnakkaisia tuhkapitoisuusmittauksia. Rinnakkaismäärittelyt olisivat tuoneet varmuutta tuhkapitoisuustuloksiin. Kapasiteetti rajoitti myös näytteenottoa. Kirkkosuolla näytteenottopisteitä olisi voinut lisätä tuotantoalueelle. Rajallisen laboratoriokapasiteetin vuoksi lisänäytteille ei olisi voinut suorittaa tuhkamäärittelyä saman päivän aikana.

### **6.3 Toimenpidesuosituks**

Koska näytteenotto ei selittänyt Kirkkosuon korkeampia tuhkapitoisuuksia eikä laadunvaihtelua, on varastoauomoihin kulkeutunut ilmeisesti sekundäärituhkaa. Aluetta ympäröi hiekkatie ja alueen keskeltä kulkee noin kaksi kilometriä pitkä soratie. On hyvin todennäköistä, että kuivasta tien pinnasta nousee hienojakoista hiekkaa ilmaan, joka kulkeutuu sitten tuotantokentille ja varastoauomoihin. Liikenteestä johtuvaa hiekkapölyämistä voidaan ehkäistä välttämällä ajoa kuivalla ja tuulisella kelillä, valitsemalla tiestö tuulisuuden

mukaan, lisäämällä puustoa suojakaistoille sekä päällystämällä tai suolaamalla teitä (Vapo Oy 2008, 85). Varastoauomojen paikat voidaan suunnitella niin, ettei tiestön epäpuhtaudet pääse herkästi siirtymään ilmateitse tai työkoneiden mukana aumaan. Suunnittelussa on otettava kuitenkin huomioon logistiikka.

Sarkaojien, kokoojaojien ja kenttien kunnostustöissä on oltava huolellinen, ettei maa-aineksen mukana päädy epäorgaanista ainesta tuotantoalueille. Toisaalta samalla on varmistettava, että päisteputket, lietteenpidättimet, virtaamasäätöpadot ja muut vesienkunnostustekniikat pysyvät kunnossa. Tukkiutuneet tai epäkunnossa olevat kunnostuslaitteet voivat aiheuttaa tulvia, joiden mukana epäorgaaninen aines voi huuhtoutua tuotantoalueille. Tuotannossa voi myös tapahtua inhimillisiä virheitä ja tuotantoa voi tapahtua niille rajatun tuotantoalueen ulkopuolelta. Tämä tulisi huomioida tuotantoalueella toimivien toimihenkilöiden koulutuksessa.

Teyrisuon näytteenotolla selvisi alueellisia tuhkatihentymiä, jotka on syytä rajata pois tuotantoalueesta. Näytepisteet P1, P7 ja P8 sijaitsevat tuotantoalueen reunoilla, joten ne on helppo rajata pois tuotantoalueesta. P7 ja P8 näytepisteiden tuhkapitoisuudet ovat korkeat päällimmäisen kerrostuneisuuden osalta. Näiden edustavuusalueella tuotantoa tulisi suorittaa harkiten ja tuottaa keltainen turvekerrostuneisuus erilliseen varastoamaan ja suorittaa alueille omavalvonnassa tarkentavaa näytteenottoa.

## 6.4 Jatkotutkimusmahdollisuudet

Opinnäytetyössä käytettyjä menetelmiä ja tuloksia voidaan hyödyntää Vapon tulevaisuuden projekteissa ja vastaavissa tuotantoaluetutkimuksissa. Lisänäytteenotto alueilta tarkentaa tulevaisuuden näkymiä ja helpottaa sadon ennustettavuutta. Tulosten avulla on mahdollista tarkentaa tulevien kausien tuotantorajoja. Tutkimus antaa samalla omavalvonnalle lisäarvoa sen tarkastellessa oman laadunvalvonnan tuottamaa aineistoa.

Opinnäytetyössä rajattiin lisätarkastelu kahdelle tuotantoalueelle. Työssä kuitenkin selvisi, että lisätarkastelua vaativia alueita olisi Pohjois-Karjalan tuotantoalueilla useampi. Näille alueille on syytä suorittaa näytteenottoa, mikäli laadussa havaitaan poikkeamaa tuotantokauden aikana. Opinnäytetyössä tehtävät kairanäytteenotot ja niiden tulokset ovat tarpeellisia mm. myöhemmin mahdollisesti tehtävien tuotantoalueiden laserkeilauksien taustatietona, joilla tarkennetaan tuotantokenttien profiilia (Ovaskainen 2020).

## 6.5 Yhteenveto

Yhteenvetona voidaan todeta, että tutkimuksen perusteella toistuvaa säännöllistä eroa kenttä- ja varastonäytteiden tuhkapitoisuuksien välillä ei pystytty toteamaan. Sen sijaan tuotantoalueilla esiintyi laadultaan poikkeavia alueita. Alueet pystyttiin erottamaan, joten riskialueita arvioitaessa voidaan tarkastelua kohdentaa tarkemmin. Näytteenotolla selvisi merkittävästi tuhkapitoisuuden kasvuun vaikuttavia alueita, jotka on syytä rajata ulos tuotantoalueesta. Muuttujia tarkasteltaessa havaittiin, että riski varastojen tuhkapitoisuuden kasvulle muodostuu, jos alueilla tunnistetaan jo lähtökohtaisesti saravaltaisia ja voimakkaasti maatuneita turpeita. Jotta voidaan arvioida riskialueiden muodostamaa tuhkapitoisuuden kohoamisvaikutusta varastoitavan ja tuotettavan turpeen osalta, tulisi näiltä riskialueilta ottaa näytteitä aina ennen tuotannon aloittamista.

## 6.6 Oppimisprosessi ja kiitokset

Opinnäytetyö on kokonaisuutena ollut mielenkiintoinen, monipuolinen ja haastava. Opinnäytetyön aineistoa kootessa pääsi näkemään kausityön vaikutuksen ja sen edustavuuden sekä käyttämään kesän aikana laadittua aineistoa. Monipuoliseksi työn teki kattava toiminnallinen osuus ja tilastollisten analyysimenetelmien hyödyntäminen alueiden tutkimuksessa. Haastavuutta lisäsi työn sekä aihepiirin laajuus. Aiheeseen täytyi tutustua laajasti ja perusteellisesti opiskelemalla alan tutkimuksia, menetelmiä ja tuloksia. Koko opinnäytetyöprosessi kesti noin puoli vuotta, jonka aikana ennätin perehtymään aiheeseen syvällisemmin. Asiantuntijan perehdytys auttoi ymmärtämään alaa ja alalle ominaista tutkimustyötä, joka edesauttoi raportointiosuutta.

Lämpimät kiitokset Vapo Oy:lle opinnäytetyön toimeksiannosta sekä asiantuntija Juha Ovaskaiselle. Hänen kanssaan on ollut ilo ja kunnia työskennellä. Kiitokset kuuluvat myös Karelia-ammattikorkeakoulun henkilökunnalle ja erityisesti ohjaaja Tarmo Tossavaiselle laadukkaasta ohjauksesta, opetuksesta ja tukemisesta.

## Lähteet

- Aktiivihiihden valmistus Ilomantsissa edistää alueen elinvoimaisuutta ja järkevää turve-  
raaka-aineen käyttöä. 2019. [https://www.vapo.com/medialle/aktiivihiihden-  
valmistus-ilomantsissa-edistaa-alueen-elinvoimaisuutta-ja-jarkevaa-turve-  
raaka-aineen-kayttoa](https://www.vapo.com/medialle/aktiivihiihden-valmistus-ilomantsissa-edistaa-alueen-elinvoimaisuutta-ja-jarkevaa-turve-raaka-aineen-kayttoa). 30.9.2019.
- Alakangas, E., Hurskainen, M., Laatikainen-Luntama, J. & Korhonen, J. 2016. Suo-  
messa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. Tampere: Juvenes Print.
- Alakangas, E., Hölttä, P., Juntunen, M. & Vesisenaho, T. 2011. Energiaturpeen tuotan-  
totechniikka. Tampere: Tampereen yliopistopaino Oy.
- Asplund, D. 1974. Turpeen käyttömahdollisuudet jätevesien puhdistuksessa. Suo 27/2:  
33 - 40. Helsinki: Suoseura.
- Brown, P.A., Gill, S.A. & Allen, S.J. 2000. Metal removal from wastewater using peat.  
Julkaisu: Water research (Oxford) 2000-11 Vol. 34.
- Heikkilä, T. 2014. Tilastollinen tutkimus. Helsinki: Edita Publishing Oy.
- Herranen, T. 2010. Turpeen rikkipitoisuus Suomen soissa – tuloksia laajasta turveinven-  
toinnista. Suo 61 (2): 49 - 56. Helsinki: Suoseura.
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 1997. Tutki ja kirjoita. Hämeenlinna: Kariston  
kirjapaino Oy.
- Huoltovarmuuskeskus.fi. 2020. Energiahuolto. [https://www.huoltovarmuuskeskus.fi/toi-  
mialat/energiahuolto/](https://www.huoltovarmuuskeskus.fi/toimialat/energiahuolto/). 15.12.2020.
- Iivonen, S. 2008. Ympäristöturpeet ja niiden käyttö. Helsingin yliopisto.
- Kangas, J. 2020. Lehtori. Karelia-ammattikorkeakoulu. Haastattelu 19.10.2020.
- Kiinteät biopolttoaineet. 2015. Tuhkapitoisuuden määrittäminen. SFS-EN ISO 18122.
- Koponen, M. 2021. Operaatiopäällikkö. Vapo Oy. Haastattelu 10.2.2021.
- Kurki, E. 2018. Energiayhtiö Vapo rakentaa Ilomantsiin uuden tehtaan 25 miljoonalla  
eurolla. <https://www.karjalainen.fi/uutiset/uutis-alueet/talous/item/204565>.  
Karjalainen.fi. 20.12.2018.
- Lappalainen, E., Sten, C.-G. & Häikiö, J. 1984. Turvetutkimuksen maasto-opas. Geolo-  
gian tutkimuskeskus opas nro. 12.
- Maanmittauslaitos. 2020. Avoimien aineistojen tiedostopalvelu. Karttapohjat.
- Mäkilä, M. 1994. Suon energiasisällön laskeminen turpeen ominaisuuksien avulla. Es-  
poo: 1994.
- Nummenmaa, L., Holopainen, M. & Pulkkinen, P. 2014. Tilastollisten menetelmien pe-  
rusteet. Helsinki: Sanoma Pro Oy.
- Ovaskainen, J. 2020. Geologiasiantuntija. Vapo Oy. Haastattelu 19.10.2020.
- Ovaskainen, J. 2021. Geologiasiantuntija. Vapo Oy. Haastattelu 22.1.2021.
- Paappanen, T. & Erkkilä, A. 2007. Jyrsinturpeen auma- ja varastointiohje. VTT. Tut-  
kimusraportti Nro VTT-R-10710-07.
- Solid mineral fuels. 1997. Determination of ash. ISO 1171.
- Soveri, U. 1984. Eräiden turvelajiemme kemiallisesta kokoomuksesta ja sen vaikutuk-  
sesta niiden polttoarvoon. Geologinen tutkimuslaitos. Helsinki: 1984.
- Standard test methods for moisture. 2000. Ash and organic matter of peat and other or-  
ganic soils. 10.1520/D2974-00.
- Suomen perustuslaki 731/1999.
- Taanila, A. 2020. Tilastollinen päättely.
- Tilastokeskus. 2019. Suomen tilastollinen vuosikirja 2019. Tampere: Punamusta.
- Tolonen, K. 1984. Interpretation of changes in the ash content of ombrotrophic peat lay-  
ers. Suomen Geologinen seura. Helsinki: 1984.

- Turve sopii moneen käyttöön. 2020. Bioenergia ry. Turveinfo.fi. <http://turveinfo.fi/kayttotavat/turpeen-muu-kaytto/turve-sopii-moneen-kayttoon/>. 10.12.2020.
- Vapo Oy. 2021. Kasvuturve. <https://kauppa.vapo.fi/tuotteet/kasvuturve/>. 9.2.2021.
- Virtanen, K., Hänninen, P., Kallinen, R.-L., Vartiainen, S., Herranen, T. & Jokisaari, R. 2003. Geologian tutkimuskeskus, tutkimusraportti 156, Suomen turvevarat 2000, Espoo: Vammalan kirjapaino Oy.
- Von Post, L. 1922. Sveriges geologiska undersöknings torv inventering och några av dess hittills vun resultat. Svenska Mosskultusföreningens Tidskrift. Jönköping: H. Halls Boktryckeri AB.



Maatumisaste	Maatumisasteen määrite (Von Post)	Havainnoinnin kriteerit
H1	Täysin maatumaton	Maatumatonta turvetta, josta puristettaessa erkanee väritöntä, kirkasta vettä. Kasvinjäännökset ovat helposti tunnistettavissa.
H2	Melkein maatumaton	Melkein maatumatonta turvetta, josta puristettaessa erkanee jokseenkin kirkasta vettä. Kasvinjäännökset ovat vielä kimmoisia ja tunnistettavissa.
H3	Hyvin heikosti maatunut	Tuskin maatunutta turvetta, jossa puristettaessa lähtee selvästi sameata tumman kellertävää vettä. Kasvinjäännökset ovat vielä kimmoisia ja tunnistettavissa.
H4	Heikosti maatunut	Heikosti maatunutta turvetta, jossa puristaessa lähtee vahvasti sameata tumman kellertävää vettä. Turvetta ei pursu sormien välistä, vaan hiukan puuomainen puristusjäännös muotoutuu kädessä nyrkkiraudan näköiseksi.
H5	Jonkin verran maatunut	Jonkin verran maatunutta turvetta, jossa kasvinjäännösten rakenne on selvä, mutta tummunut. Puristaessa tulee vain vähän turveainetta esiin sormien välistä ja sen ohella hyvin sameata, ruskeaa vettä. Vahvasti puuromaista.
H6	Kohtalaisesti maatunut	Kohtalaisesti maatunutta turvetta, jossa kasvin rakenne on hajoamassa epäselväksi. Puristaessa pursuaa korkeintaan 1/3 turvemassasta sormien välistä ja vesi on tumman ruskeaa. Jäännös on selvästi puuromaista, mutta sen kasvirakenne on selvempi kuin puristamattoman turpeen.
H7	Vahvanlaisesti maatunut	Melko maatunutta turvetta, jonka kasvirakennetta voidaan heikosti erottaa. Puristaessa menee suunnilleen puolet turpeesta sormien välistä. Jos vettä erkane, se on hyvin tummaa ja vellimäistä.
H8	Vahvasti maatunut	Hyvin maatunutta turvetta, jonka kasvirakenne on hyvin epäselvä. Puristaessa menee 2/3 sormien välistä. Vellimäistä vettä saattaa erottua. Jäännökset muodostavat juuret ja muut hyvin säilyvät kasvinosat.
H9	Melkein maatunut	Melkein täysin maatunutta turvetta, jossa tuskin erottaa mitään kasvinjäännöksiä. Puristaessa menee melkein koko turvemäärä samankaltaisena puurona sormien välistä.
H10	Täysin maatunut	Täysin maatunutta turvetta, jossa ei voi erottaa mitään kasvinjäänteitä. Puristaessa menee koko turvemäärä sormien välistä, eikä vapaata vettä erkane ollenkaan.

**Kerroskohtaiset turvelajitiedot**

Kohde, Kirkko- suo	Näyte piste	Kerroksen al- kussyvyys, cm	Kerroksen lop- pusyvyys, cm	Lisäturve- tekijä	Lisätur- vetekijän määrä	Vallitseva lisäturve- tekijä	Vallitsevan lisä- turvetekijän määrä	Pää- turve- laji	Pääturve- lajin määrä	Vallitseva pääturvete- kijä	Vallitse- van pää- turvete- kijän määrä	Maatuneisuus, H1 – H10
Kirkko- suo	KP1	0	20	TR	1			S	1	C	4	3
Kirkko- suo	KP1	20	25	ER	2			S	1	C	3	2
Kirkko- suo	KP1	25	30	ER	2			S	1	C	3	2
Kirkko- suo	KP1	30	40	ER	1			S	2	C	3	5
Kirkko- suo	KP1	40	50					C	3	S	3	8
Kirkko- suo	KP2	0	20					C	2	S	4	4
Kirkko- suo	KP2	20	25	ER	1					S	5	2
Kirkko- suo	KP2	25	40	ER	1					S	5	2
Kirkko- suo	KP2	40	50	ER	1			C	1	S	4	7
Kirkko- suo	KP3	0	10	SH	1			C	1	S	4	4
Kirkko- suo	KP3	10	25	ER	1					S	5	2
Kirkko- suo	KP3	25	30	ER	1					S	5	2
Kirkko- suo	KP3	30	50	ER	1			C	1	S	4	7
Kirkko- suo	KP4	0	15	NL	1	TR	1	C	1	S	3	4
Kirkko- suo	KP4	15	25	ER	1			C	1	S	4	5
Kirkko- suo	KP4	25	30	ER	1			C	1	S	4	5
Kirkko- suo	KP4	30	50	ER	1			C	1	S	4	6
Kirkko- suo	KP5	0	10					C	3	S	3	5
Kirkko- suo	KP5	10	20					C	3	S	3	6

Liite 2      2(3)

Kirkko- suo	KP5	20	25	ER	1			C	1	S	4	6
Kirkko- suo	KP5	25	40	ER	1			C	1	S	4	6
Kirkko- suo	KP5	40	50	ER	1			C	1	S	4	4
Kirkko- suo	KP6	0	10	TR	1			C	2	S	3	4
Kirkko- suo	KP6	10	20	TR	1					S	5	2
Kirkko- suo	KP6	20	25	ER	1			C	2	S	3	7
Kirkko- suo	KP6	25	50	ER	1			C	2	S	3	7
Kirkko- suo	KP7	0	10	ER	1			C	1	S	4	5
Kirkko- suo	KP7	10	25	ER	1			C	1	S	4	3
Kirkko- suo	KP7	25	50	ER	1					S	5	3
Kirkko- suo	KP8	0	20	ER	1			C	2	S	3	4
Kirkko- suo	KP8	20	25	ER	1					S	5	2
Kirkko- suo	KP8	25	40	ER	1					S	5	2
Kirkko- suo	KP8	40	50	ER	1			C	2	S	3	7
Kirkko- suo	KP9	0	20	SH	1			S	2	C	3	6
Kirkko- suo	KP9	20	25	ER	1					S	5	5
Kirkko- suo	KP9	25	30	ER	1					S	5	5
Kirkko- suo	KP9	30	50	ER	1			C	1	S	4	8

**Osanäytekohtaiset turvelajitiedot**

Kohde, Kirkkosuo	Näyte piste	Osanäytteen alku- syvyys, cm	Osanäytteen lop- pusyvyys, cm	Lisäturveteki- jän prosentti- osuus	Rahkaturve teki- jän prosenttiosuus	Saraturveteki- jän pro- senttiosuus	Osanäytteen dominoiva pää- turvetekijä	Osanäytteen maa- tuneisuuden kes- kiarvo, H1 – H10	Osanäytteen turveteki- jöiden osuudet
Kirkkosuo	P1	0	25	0,20	0,17	0,63	C	2,8	S 17 /C 63/B 0/LT 20
Kirkkosuo	P1	25	50	0,13	0,37	0,50	C	5,6	S 37/C 50/B 0/LT 13
Kirkkosuo	P2	0	25	0,03	0,70	0,27	S	3,6	S 70/C 27/B 0/LT 3
Kirkkosuo	P2	25	50	0,17	0,77	0,07	S	4	S 77/C 7/B 0/LT 17
Kirkkosuo	P3	0	25	0,17	0,77	0,07	S	2,8	S 77/C 7/B 0/LT 17
Kirkkosuo	P3	25	50	0,17	0,70	0,13	S	6	S 70/C 13/B 0/LT 17
Kirkkosuo	P4	0	25	0,27	0,57	0,17	S	4,4	S 57/C 17/B 0/LT 27
Kirkkosuo	P4	25	50	0,17	0,67	0,17	S	5,8	S 67/C 17/B 0/LT 17
Kirkkosuo	P5	0	25	0,03	0,53	0,43	S	5,6	S 53/C 43/B 0/LT 3
Kirkkosuo	P5	25	50	0,17	0,67	0,17	S	5,2	S 67/C 17/B 0/LT 17
Kirkkosuo	P6	0	25	0,17	0,63	0,20	S	3,8	S 63/C 20/B 0/LT 17
Kirkkosuo	P6	25	50	0,17	0,50	0,33	S	7	S 50/C 33/B 0/LT 17
Kirkkosuo	P7	0	25	0,17	0,67	0,17	S	3,8	S 67/C 17/B 0/LT 17
Kirkkosuo	P7	25	50	0,17	0,83	0,00	S	3	S 83/C 0/B 0/LT 17
Kirkkosuo	P8	0	25	0,17	0,57	0,27	S	3,6	S 57/C 27/B 0/LT 17
Kirkkosuo	P8	25	50	0,17	0,70	0,13	S	4	S 70/C 13/B 0/LT 17
Kirkkosuo	P9	0	25	0,17	0,43	0,40	S	5,8	S 43/C 40/B 0/LT 17
Kirkkosuo	P9	25	50	0,17	0,70	0,13	S	7,4	S 70/C 13/B 0/LT 17

**Kerroskohtaiset turvelajitiedot**

Kohde, Teyrisuo	Näyte piste	Kerrok- sen alku- syvyys, cm	Kerroksen lop- pusyvyys, cm	Lisätur- vetekijä	Lisätur- vetekijän määrä	Vallitseva lisäturve- tekijä	Vallitse- van lisä- turveteki- jän määrä	Pääturve- laji	Pääturve- lajin määrä	Vallitseva pääturve- tekijä	Vallitsevan pää- turvetekijän määrä	Maatuneisuus, H1 – H10
Teyrisuo	TP1	0	50					S	1	C	5	8
Teyrisuo	TP2	0	25	ER	1			C	1	S	4	3
Teyrisuo	TP2	25	30	ER	1			C	1	S	4	3
Teyrisuo	TP2	30	50	ER	2					S	4	6
Teyrisuo	TP3	0	10					C	3	S	3	4
Teyrisuo	TP3	10	25					S	2	C	4	7
Teyrisuo	TP3	25	50					S	2	C	4	7
Teyrisuo	TP4	0	10	ER	1					S	5	4
Teyrisuo	TP4	10	25	ER	1			C	1	S	4	7
Teyrisuo	TP4	25	50	ER	1			C	1	S	4	7
Teyrisuo	TP5	0	10					S	2	C	4	8
Teyrisuo	TP5	10	25	ER	2					S	4	6
Teyrisuo	TP5	25	50					S	3	C	3	5
Teyrisuo	TP6	0	10	ER	2					S	4	4
Teyrisuo	TP6	10	25	ER	2					S	4	7
Teyrisuo	TP6	25	50	ER	2					S	4	7
Teyrisuo	TP7	0	10	ER	2					S	4	2
Teyrisuo	TP7	10	25	ER	2					S	4	4
Teyrisuo	TP7	25	30	ER	2					S	4	4
Teyrisuo	TP7	30	50	ER	2					S	4	5
Teyrisuo	TP8	0	20	ER	1					S	5	2
Teyrisuo	TP8	20	25	ER	1					S	5	5
Teyrisuo	TP8	25	50	ER	1					S	5	5

**Osanäytekohtaiset turvelajitiedot**

Kohde, Teyrisuo	Näyte piste	Osanäytteen alku- syvyys, cm	Osanäytteen loppusyvyys, cm	Lisäturvetekijän prosenttiosuus	Rahkaturve te- kijän prosentti- osuus	Saraturvete- kijän pro- senttiosuus	Osanäytteen dominoiva pää- turvetekijä	Osanäytteen maatuneisuu- den keskiarvo, H1 – H10	Osanäytteen turveteki- jöiden osuudet
Teyrisuo	P1	0	25	0,00	0,17	0,83	C	8	S 17/C 83/B 0/LT 0
Teyrisuo	P1	25	50	0,00	0,17	0,83	C	8	S 17/C 83/B 0/LT 0
Teyrisuo	P2	0	25	0,17	0,67	0,17	S	3	S 67/C 3/B 0/LT 17
Teyrisuo	P2	25	50	0,30	0,67	0,03	S	5,4	S 67/C 3/B 0/LT 30
Teyrisuo	P3	0	25	0,00	0,40	0,60	C	5,8	S 40/C 60/B 0/LT 0
Teyrisuo	P3	25	50	0,00	0,33	0,67	C	7	S 33/C 67/B 0/LT 0
Teyrisuo	P4	0	25	0,17	0,73	0,10	S	5,8	S 73/C 10/B 0/LT 17
Teyrisuo	P4	25	50	0,17	0,67	0,17	S	7	S 67/C 17/B 0/LT 17
Teyrisuo	P5	0	25	0,20	0,53	0,27	S	6,8	S 53/C 27/B 0/LT 20
Teyrisuo	P5	25	50	0,00	0,50	0,50	S	5	S 50/C 50/B 0/LT 0
Teyrisuo	P6	0	25	0,33	0,67	0,00	S	5,8	S 67/C 0/B 0/LT 33
Teyrisuo	P6	25	50	0,33	0,67	0,00	S	7	S 67/C 0/B 0/LT 33
Teyrisuo	P7	0	25	0,33	0,67	0,00	S	3,2	S 67/C 0/B 0/LT 33
Teyrisuo	P7	25	50	0,33	0,67	0,00	S	4,8	S 67/C 0/B 0/LT 33
Teyrisuo	P8	0	25	0,17	0,83	0,00	S	2,6	S 83/C 0/B 0/LT 17
Teyrisuo	P8	25	50	0,17	0,83	0,00	S	5	S 83/C 0/B 0/LT 17



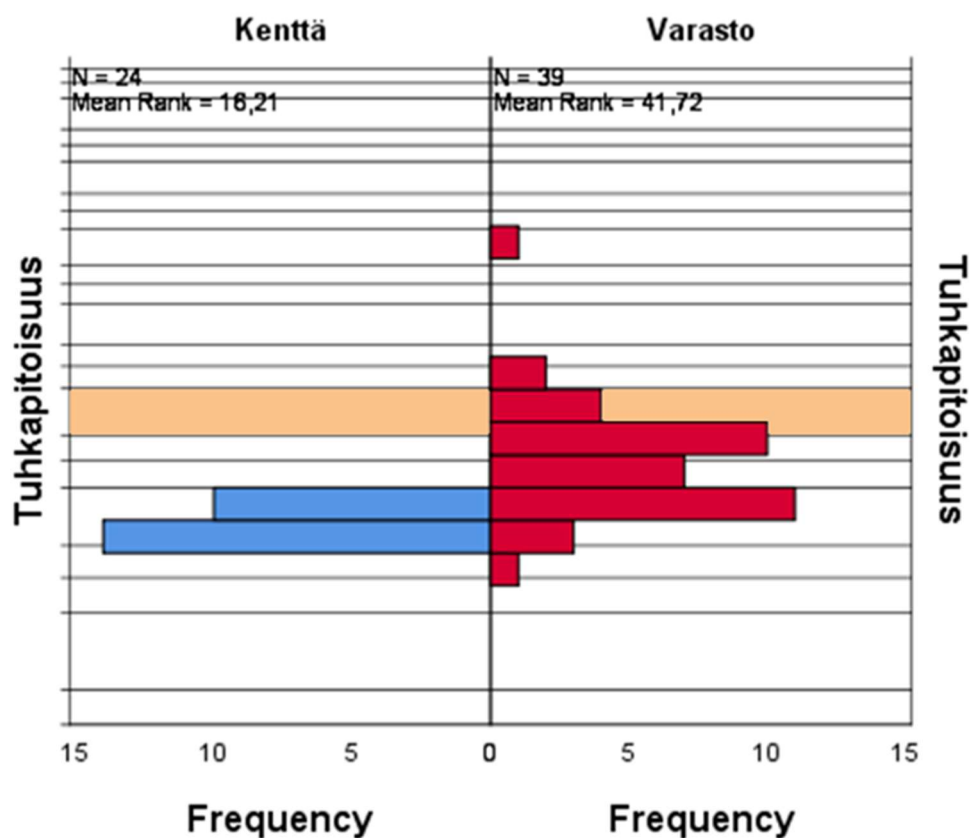
## Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of Tuh- kapitoisuusLinEtelä is the same across categories of AlueL- inEtelä.	Independent-Samples Mann- Whitney U Test	,000	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,050.

## Independent-Samples Mann-Whitney U Test

## AlueLinEtelä



## Hypothesis Test Summary

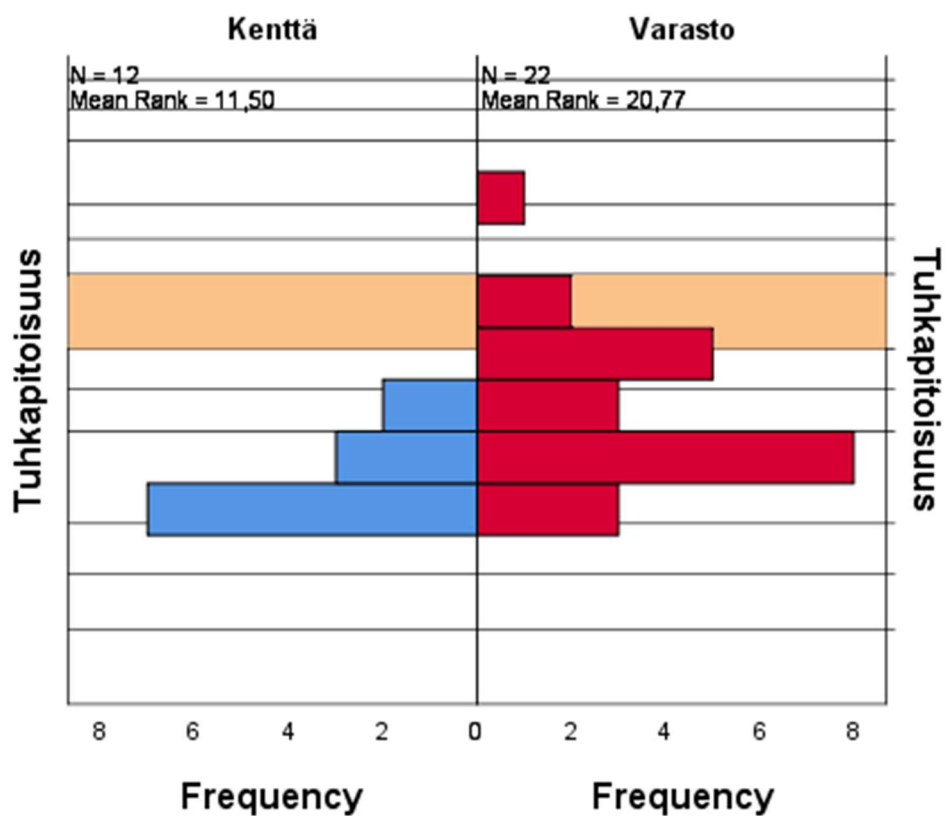
	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of TuhkapitoisuusLinPoh1 is the same across categories of AlueLinPoh1.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	,009 <sup>a</sup>	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,050.

a. Exact significance is displayed for this test.

## Independent-Samples Mann-Whitney U Test

## AlueLinPoh1



## Hypothesis Test Summary

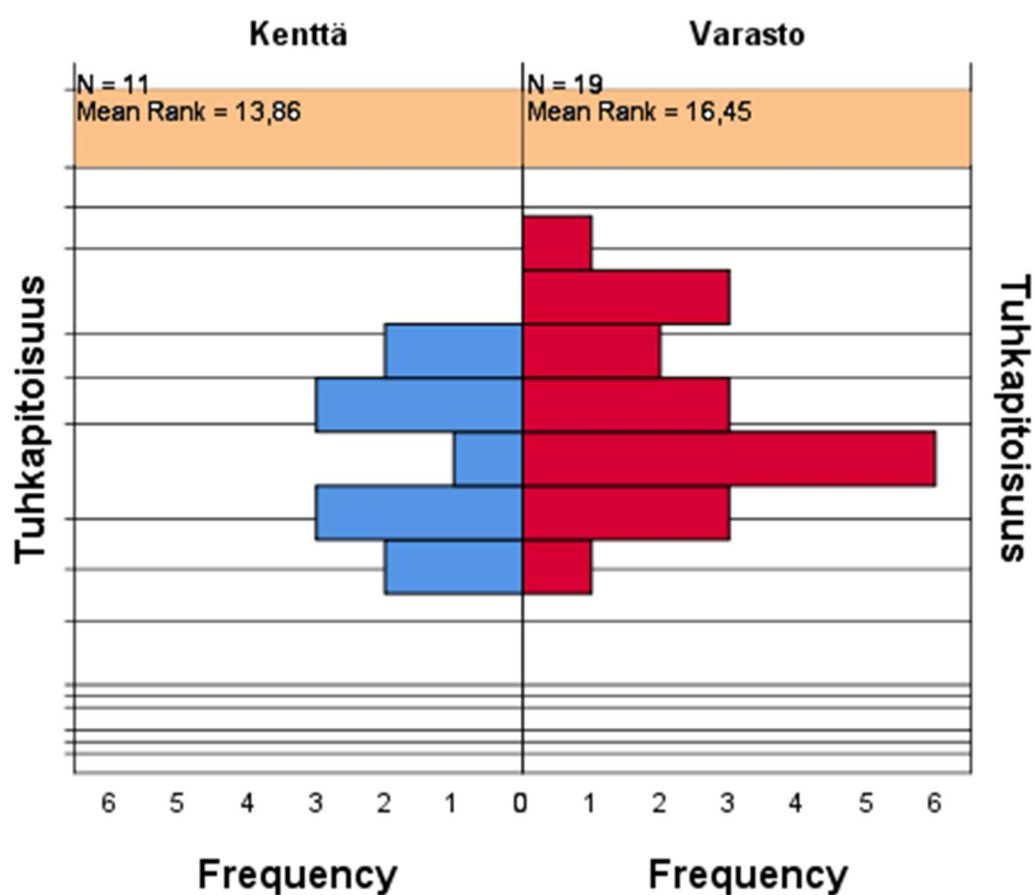
	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of TuhkapitoisuusLinPoh2 is the same across categories of AlueLinPoh2.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	,445 <sup>a</sup>	Retain the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,050.

a. Exact significance is displayed for this test.

## Independent-Samples Mann-Whitney U Test

## AlueLinPoh2



## Hypothesis Test Summary

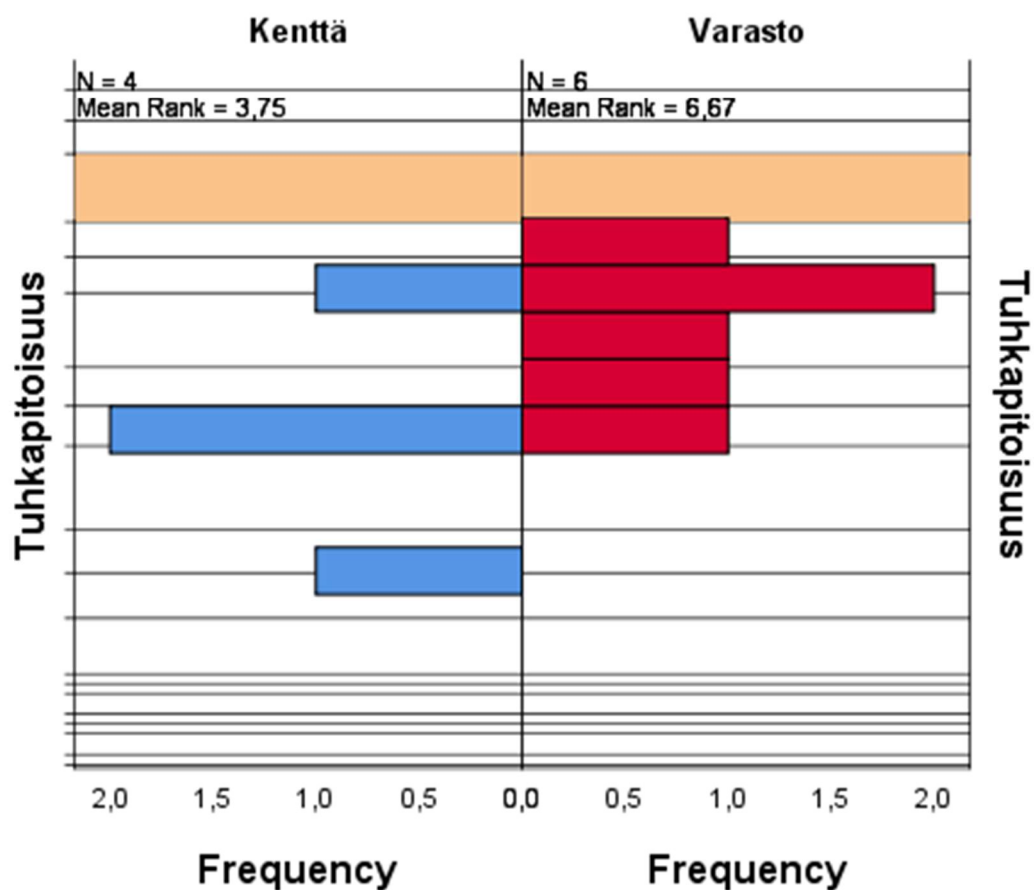
	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of TuhkapitoisuusLinPoh3 is the same across categories of AlueLinPoh3.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	,171 <sup>a</sup>	Retain the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,050.

a. Exact significance is displayed for this test.

## Independent-Samples Mann-Whitney U Test

## AlueLinPoh3



## Hypothesis Test Summary

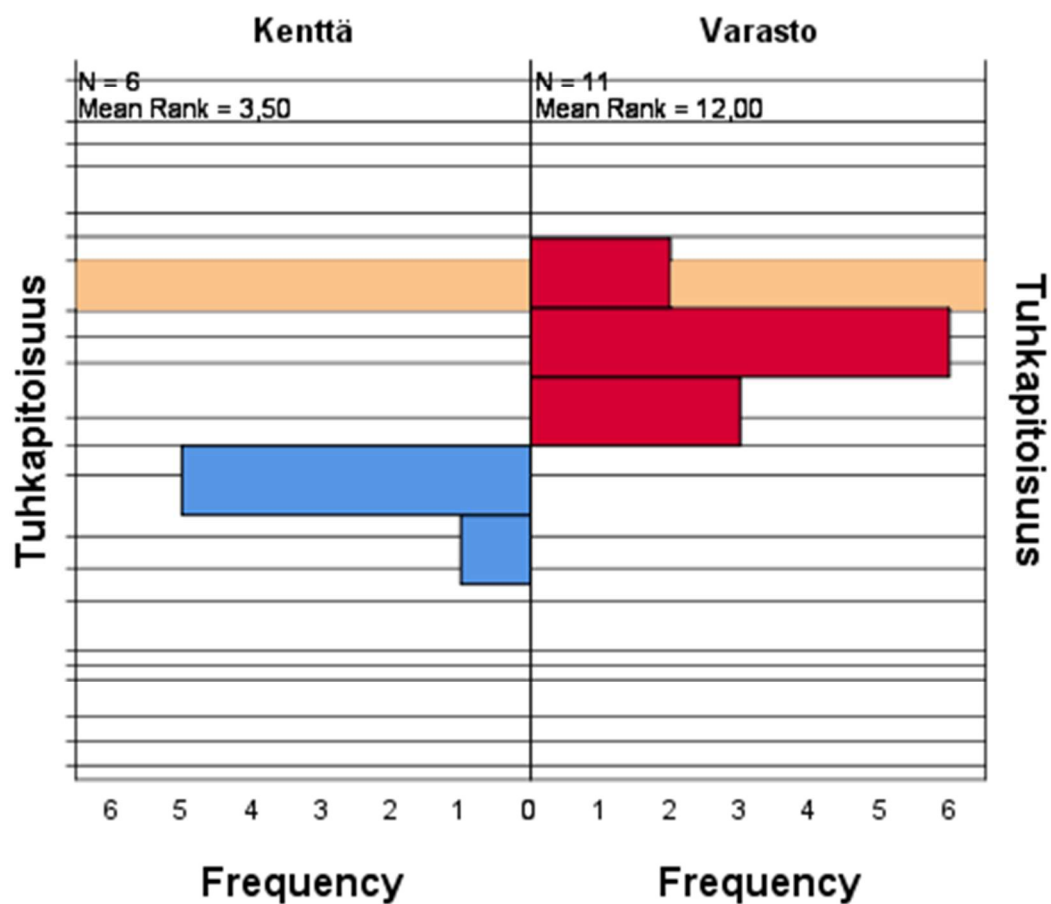
	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of TuhkapitoisuusLinPoh4 is the same across categories of AlueLinPoh4.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	,000 <sup>a</sup>	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,050.

a. Exact significance is displayed for this test.

## Independent-Samples Mann-Whitney U Test

## AlueLinPoh4



## Hypothesis Test Summary

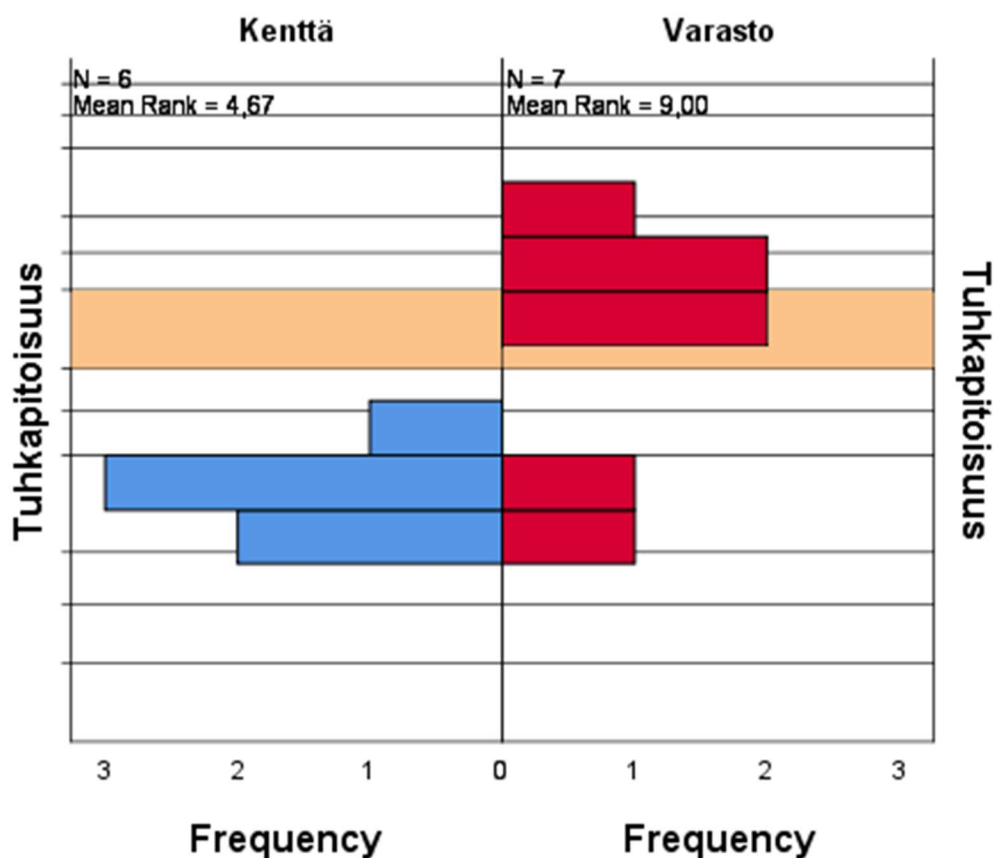
	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of Tuh- kapitoisuusTuoh1 is the same across categories of AlueTuoh1.	Independent-Samples Mann- Whitney U Test	,051 <sup>a</sup>	Retain the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,050.

a. Exact significance is displayed for this test.

## Independent-Samples Mann-Whitney U Test

## AlueTuoh1



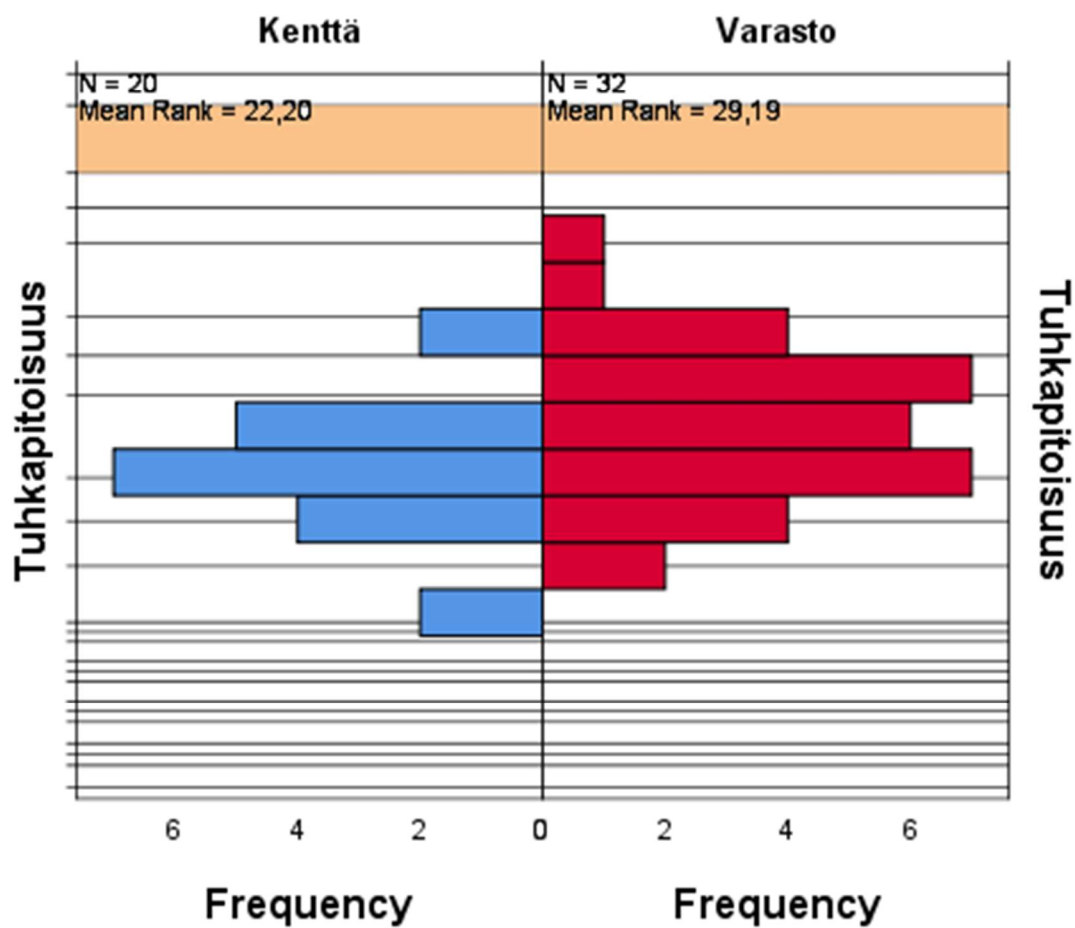


### Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of Tuh- kapitoisuusTuoh2 is the same across categories of AlueTuoh2.	Independent-Samples Mann- Whitney U Test	,105	Retain the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,050.

### Independent-Samples Mann-Whitney U Test AlueTuoh2



## Hypothesis Test Summary

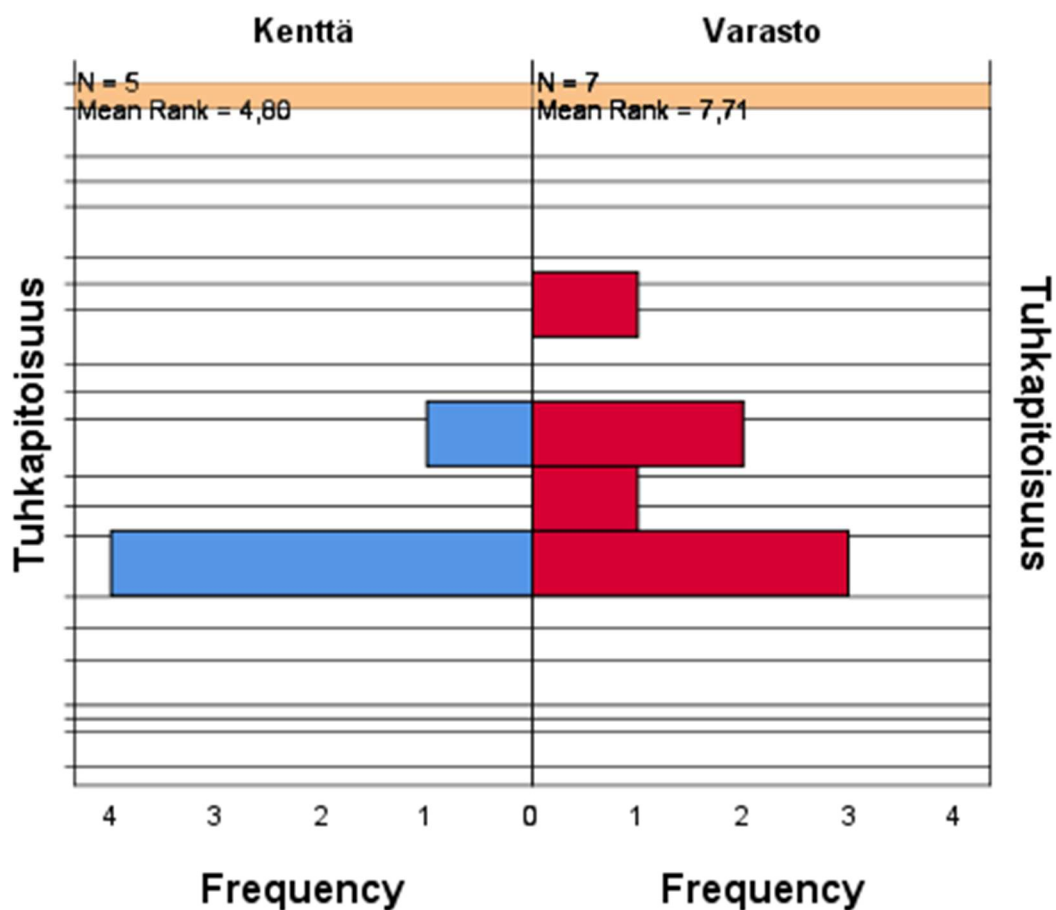
	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of TuhkapitoisuusTuoh3 is the same across categories of AlueTuoh3.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	,202 <sup>a</sup>	Retain the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,050.

a. Exact significance is displayed for this test.

## Independent-Samples Mann-Whitney U Test

## AlueTuoh3



## Hypothesis Test Summary

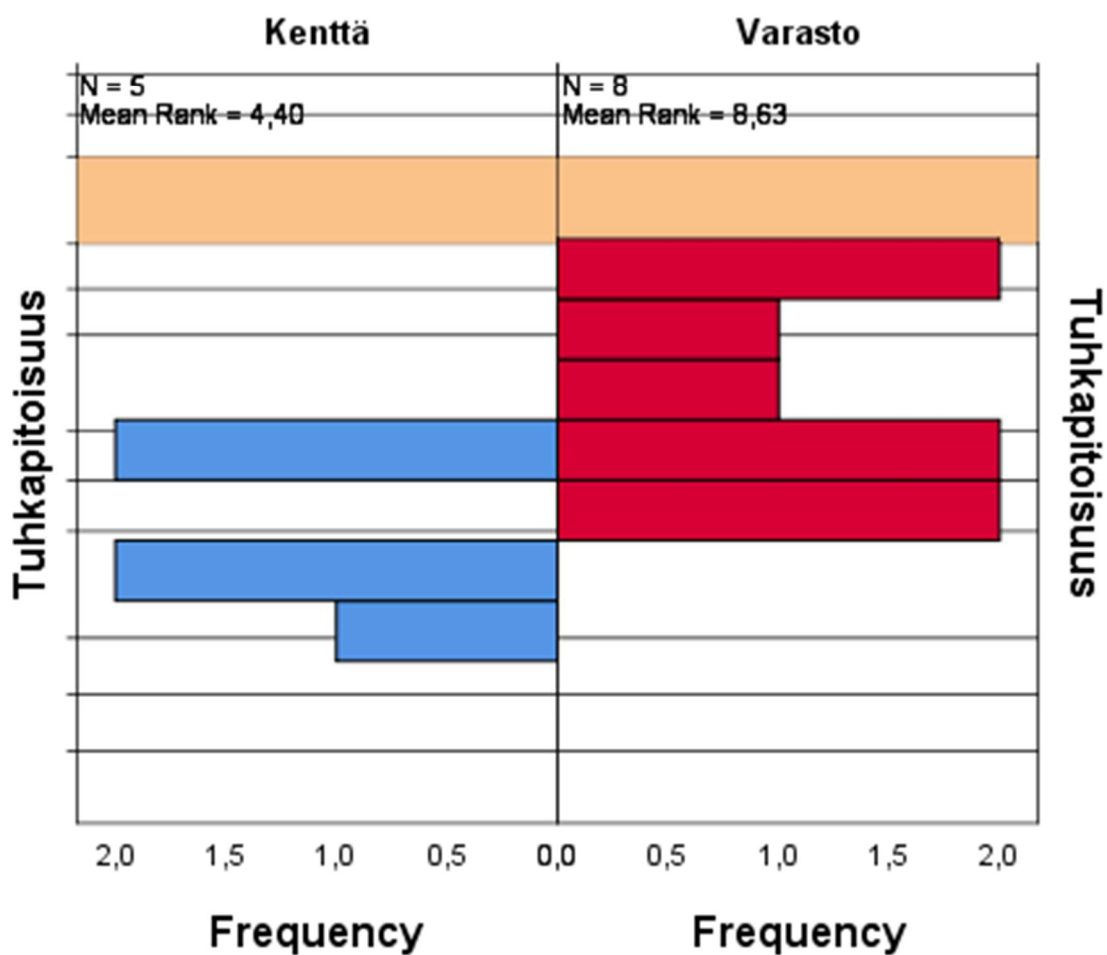
	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of TuhkapitoisuusMekri1 is the same across categories of AlueMekri1.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	,065 <sup>a</sup>	Retain the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,050.

a. Exact significance is displayed for this test.

## Independent-Samples Mann-Whitney U Test

## AlueMekri1



## Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of Tuh-kapitoisuusMekri2 is the same across categories of AlueMekri2.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	,010 <sup>a</sup>	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,050.

a. Exact significance is displayed for this test.

## Independent-Samples Mann-Whitney U Test

## AlueMekri2

