

Keski-Pohjanmaan turvevarojen korkeamman jalostusasteen tuotteiden raaka-ainepotentiaali

Onerva Valo, Jukka Turunen, Joni Palola, Heikki Kujala ja Tuija Vähäkuopus

GTK:n tutkimustyöraportti 38/2025



**Euroopan unionin
osarahoittama**



Onerva Valo, Jukka Turunen, Joni Palola, Heikki Kujala ja Tuija Vähäkuopus

Keski-Pohjanmaan turvevarojen korkeamman jalostusasteen tuotteiden raaka-ainepotentiaali

Ne kuvat, joissa ei mainita tekijää, ovat raportin kirjoittajien tekemiä.

Kansikuva: Näytteenottopiste Kannuksen Hietanevalla. Kuva: Joni Palola, GTK.



**Euroopan unionin
osarahoittama**

Taitto: Elvi Turtiainen Oy

Espoo 2025

Valo, O., Turunen, J., Palola, J., Kujala, H. & Vähäkuopus, T. 2025. Keski-Pohjanmaan turvevarojen korkeamman jalostusasteen tuotteiden raaka-ainepotentiaali. *Geologian tutkimuskeskus, Tutkimustyöraportti 38/2025*, 21 sivua, 15 kuvaa ja 2 taulukkoa.

Euroopan aluekehitysrahastosta (EAKR) rahoitetun TUUMA – Turve hiilisovellusten raaka-aineena Keski-Pohjanmaalla –projektin tavoitteena haluttiin selvittää turvevarojen soveltuvuutta ja potentiaalia korkeamman jalostusasteen hiilituotteiden, kuten anodihiilen ja grafiitin, valmistukseen mm. akkuteollisuuden tarpeisiin Keski-Pohjanmaalla.

Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) osuus projektissa lähti liikkeelle GTK:n turvetietokannasta, josta data-analyysien kautta suodattui tieto potentiaalisesti soveltuvista suokohteista Keski-Pohjanmaalla. Projektissa haluttiin tutkia mahdollisimman homogeenisiä rahka-, sara- ja sekaturpeita, joiden maatuneisuusaste on vähintään H6. Suokohteiden valinnassa pois karsiutui kohteita, jotka maastossa havaittiin liian heterogeenisiksi tai vaikeapääsyisiksi. Turvenäytteet otettiin kuudelta eri suokohteelta, rahka-, sara- ja sekaturpeita kutakin kaksi kappaletta. Näytteiden analysoinnin suoritti Oulun yliopisto. Vuonna 2023 otettujen ensimmäisten näytteiden analyyseissä ja hiilestyskokeissa todettiin, että turve vastasi ominaisuuksiltaan tyypillisiä turpeita ja turpeen hiilestys onnistui kaikilla näytteillä. Jatkotutkimuksiin v. 2024 valittiin sara- ja sekaturvekohteet.

Turvenäytteiden oton lisäksi vuoden 2024 maastotutkimuksissa selvitettiin GTK:n aiempien turvetutkimusten tarkkuutta ja validiteettia sekä turvekerrosten laatua ja vaihtelua suoaltaissa. GTK on tehnyt systemaattista turvetutkimusta 1970-luvulta lähtien pääosin turvetuotannon tarpeisiin. Niissä käytetty 100–125 m:n tutkimuspistetiheys saattaa jättää huomaamatta pienialaista vaihtelua pisteiden välillä. Myös tutkimusmenetelmiin ja tutkijakohtaisiin painotuksiin liittyviä epätarkkuuksia havaittiin. Kuitenkin tutkimuspisteiden turvelajisuhteiden ja maatuneisuuden määritykset ovat pääpiirteissään luotettavia vanhoissa tutkimuksissa.

Projektin tutkimusten perusteella Keski-Pohjanmaan GTK:n tutkimien soiden laskennallinen raaka-ainepotentiaali on noin 400 milj. m³, mikä on noin 22 % tutkittujen soiden kokonaisturvemäärästä. Lukemassa eivät ole mukana suojellut suot tai turvetuotantoalueet (vanhat, nykyiset).

Asiasanat: suot, turve, turvevarat, näytteenotto, raaka-ainevarat



**Euroopan unionin
osarahoittama**

Onerva Valo
Geologian tutkimuskeskus
PL 97
67101 Kokkola

Sähköposti: onerva.valo@gtk.fi

Jukka Turunen
Geologian tutkimuskeskus
PL 96
02151 Espoo

Sähköposti: jukka.turunen@gtk.fi

Valo, O., Turunen, J., Palola, J., Kujala, H. & Vähäkuopus, T. 2025. Keski-Pohjanmaan turvevarojen korkeamman jalostusasteen tuotteiden raaka-ainepotentiaali. *Geological Survey of Finland, Open File Research Report 38/2025*, 21 pages, 15 figures and 2 tables.

The objective of the Peat as a Raw Material for Carbon Applications in Central Ostrobothnia (TUUMA) project funded by the European Regional Development Fund (ERDF) was to examine the suitability and potential of peat resources for producing highly refined carbon products such as anode carbon and graphite for the needs of the battery industry in Central Ostrobothnia.

The tasks of the Geological Survey of Finland (GTK) started with the GTK peat database, which was used to filter information on potentially suitable mires in Central Ostrobothnia through data analysis. The aim of the project was to study *sphagnum*, *carex*, and mixed peat that were as homogenous as possible and had a degradation rate of at least H6. In the selection of mire sites, those that were found to be too heterogeneous or difficult to access in the terrain were excluded. Peat samples were taken from six different mire sites: two each of *sphagnum*, *carex*, and mixed peat. The analysis of the samples was carried out by the University of Oulu. The analyses and carbonisation tests of the first samples taken in 2023 found that the characteristics of the samples corresponded to typical characteristics of peat, and carbonisation of all peat samples was successful. In 2024, *carex* and mixed peat sites were selected for further studies.

In addition to peat sampling, the terrain surveys conducted in 2024 examined the accuracy and validity of GTK's previous peat studies and the quality and variation of peat layers in mires. GTK has been conducting systematic peat research mainly for peat production needs since the 1970s. The 100–125 m point density used in GTK's studies may overlook small-scale variation between the points. Inaccuracies related to research methods and researcher-specific areas of speciality were also noted. However, the definitions of peat species ratios and degradation at research sites determined in previous studies are mainly reliable.

Based on the studies conducted in the project, the calculated raw material potential of mires in Central Ostrobothnia examined by the GTK is approximately 400 million m³, which is approximately 22% of the total peat volume of the mires studied. The figure does not include protected mires or peat production areas (old, current).

Keywords: mires, peat, peat resources, sampling, raw material resources



**Co-funded by
the European Union**

Onerva Valo
Geological Survey of Finland
P.O. Box 97
FI-67101 Kokkola
Finland

E-mail: onerva.valo@gtk.fi

Jukka Turunen
Geological Survey of Finland
P.O. Box 96
FI-02151 Espoo
Finland

E-mail: jukka.turunen@gtk.fi

SISÄLLYSLUETTELO

1	PROJEKTIN TAVOITTEET	5
2	TURPEEN OMINAISUUDET	6
3	TURVENÄYTTEENOTON SUUNNITTELU JA NÄYTTEENOTTO	7
3.1	Maastokohteiden valinta, näytteenotto ja kuivatus, kenttäkausi 2023	7
3.2	Maastokohteiden valinta, näytteenotto ja kuivatus, kenttäkausi 2024	10
4	RAAKA-AINEPOTENTIAALIN ARVIOINTI	13
4.1	GTK:n turvetietokannan ja maastohavainnoinnin epävarmuustekijät	13
4.2	Kerättyjen turvenäytteiden ominaisuudet	16
4.3	Turpeen käyttökelpoisuuden arviointi	18
4.4	Keski-Pohjanmaan raaka-ainepotentiaalin arviointi	18
4.4.1	Potentiaaliarvioihin vaikuttavat maankäyttöön liittyvät kriteerit: turvetuotantoalueet ja luonnontilaisuusluokitus	18
4.4.2	Potentiaaliarvion turpeen laatukriteerit	19
4.4.3	Keski-Pohjanmaan soiden raaka-ainepotentiaali	19
5	JATKOTUTKIMUKSET	20
	LÄHDE- JA KIRJALLISUUSLUETTELO	21

1 PROJEKTIN TAVOITTEET

Euroopan aluekehitysrahasto/Keski-Pohjanmaan liiton rahoittama TUUMA - Turve hiilisovellusten raaka-aineena Keski-Pohjanmaalla -projektin tavoitteena oli selvittää Keski-Pohjanmaan hyödynnettävissä olevien turvevarantojen potentiaali korkeamman jalostusarvon uusissa hiilituotteissa sekä tunnistaa jalosteisiin liittyvä kustannustehokas menetelmäkehitys ja kaupallistamispotentiaali. Projekti kulmineitui akkuteknologiassa käytettävän anodihiilen ja adsorptiomateriaalina toimivien aktiivihiihijalosteiden tutkimukseen.

Projekti pohjautuu tarpeeseen synnyttää tutkimusta ja liiketoimintaa puhtaiden ja älykkäiden kemian- ja teknologiasovellusten ympärille. Geologian tutkimuskeskuksen suobiomassojen ja soiden käytön tutkimusta on ohjattu viime vuosina juuri korkean jalostusasteen tuotteisiin ja tältä osin on pystytty havainnoimaan puutteita, jotka kaipaavat lisää uutta tutkimustietoa. Tarve raaka-aineiden laadulliselle tutkimustyölle on tullut myös ilmi hankkeen taustalle käydyissä sidosryhmä- ja asiakaskontakteissa.

Turpeen ja muiden suobiomassojen potentiaalia korkeamman jalostusasteen tuotteiksi on tutkittu Suomessa aiemmin erityisesti Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen (VTT), GTK:n ja yliopistojen toteuttamana. Turpeen soveltumista aktiivihiiheksi ja prosessin teknistaloudellisuutta tutkittiin melko laajastikin VTT:ssä 1980-luvulla, jolloin kysymykseksi lopputuotteen laadusta kulmineoituiivat lähtöraaka-aineen kemialliset ja fysikaaliset ominaisuudet. Myöskään myöhemmin tehdyssä tutkimuksessa ei ole juurikaan paneuduttu raaka-aineen kriittisiin kemiallisiin tekijöihin ja objektiivisiin indikaattoreihin, joiden avulla lopputuotteen jalostearvo olisi ennalta määriteltävissä.

Projektin konkreettiset toimenpiteet sisälsivät eri ominaisuudet omaavien turvetyyppien näyt-

teenoton, kemiallisen analysoinnin ja hiilestystestaukset sekä raaka-aineiden soveltuvuusarvioinnin. Analyysien pohjalta valittiin optimaalisimmat näytteet jatkotarkasteluun, jossa tutkittiin eri turvetyyppien käyttökelpoisuutta ns. akkuhiilen eli litiumioniakuissa käytettävän anodihiilen tai johtavuushiilen sekä veden- ja ilmanpuhdistukseen soveltuvan aktiivihiihen valmistamiseksi. Soveltuvuus selvitystä varten turve hiilestetään, aktivoidaan ja tarvittaessa muokataan kemiallisesti. Anodi/johtavuushiilen käyttöominaisuuksien selvittämiseksi hiilestä valmistetaan myös varsinaisia akkukennoja. Tulosten avulla pyritään kokonaisuudessaan löytämään linkki laadukkaimpien teollisten raaka-aineiden ja lopputuotteiden välille sekä arvioimaan Keski-Pohjanmaan potentiaalia niin raaka-aineiden lähteenä, tuottajana kuin jalosteiden valmistajanakin.

Projektiin kuului kuusi työpakettia:

- Työpaketti 1. Hankkeen koordinointi, raportointi, hallinto ja viestintä
- Työpaketti 2. Turvenäytteenoton suunnittelu ja näytteenotto
- Työpaketti 3. Turvenäytteiden esikäsittely, karakterisointi ja testaukset
- Työpaketti 4. Turvenäytteiden hiilestys ja aktivointi
- Työpaketti 5. Turve hiilisovelluksissa
- Työpaketti 6. Raaka-ainepotentiaalin arviointi

Näistä työpaketeista (TP) GTK:n vastuulla oli näytteenoton suunnittelu, näytteenotto ja esikäsittely sekä raaka-ainepotentiaalin arviointi (TP 2 ja 6). TP 6 sisältää turpeen käyttökelpoisuuden arvioinnin analyysitulosten perusteella sekä arvion siitä, miten haluttua turvelaatua on mahdollista löytää maastossa GTK:n turvetietokannan avulla.

2 TURPEEN OMINAISUUDET

Turpeen alkuainepitoisuudet ovat keskeinen osa sen geokemiallisia ominaisuuksia. Turpeen kuiva-aineesta noin 90 % koostuu hiilestä, hapestä ja vedystä (Moore ym. 2018). Hiili on määrällisesti merkittävin pääalkuaine ja muodostaa keskimäärin noin 50 % kuiva-aineesta, vety 5–6 %, typpi 1–2 % ja rikki 0,1–0,2 % (Turunen & Sallantaus 2023). Yleisesti ottaen tärkeimpiä turpeen fysikaalista rakennetta ja ominaisuuksia määrääviä tekijöitä ovat turvelaji, vesipitoisuus ja maatuneisuusaste.

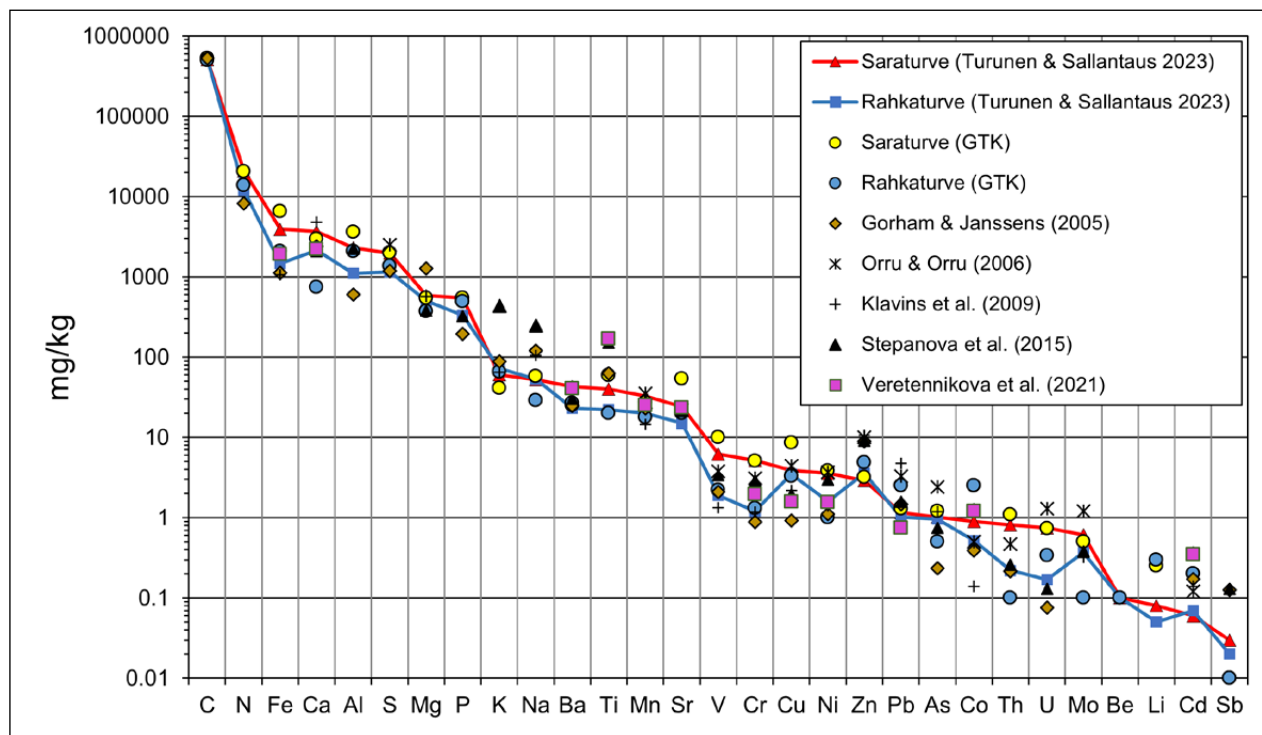
GTK:n laaja turvetietokanta kattaa yli 18 000 erillistä suoallasta. Näistä suoaltaista lähes 9 900 suolta on otettu näytteitä tarkempia laboratoriotutkimuksia varten, ja ne tarjoavat kattavan pohjan turpeen geokemiallisten ominaisuuksien tutkimukselle (Toivonen ym. 2022, Turunen & Sallantaus 2023). Kattavimmin tutkittuja maakuntia ovat mm. Pohjanmaa (91 %), Keski-Pohjanmaa (85 %) ja Etelä-Pohjanmaa (76 %) (Toivonen ym. 2022). Suomen turvemaiden eri turvelajien ominaisuuksia on tarkasteltu laajasti myös Mäkilän (1994) julkaisussa, jonka GTK-aineisto käsittää noin 50 000 tilavuustarkkaa laboratorionäytettä. Aineisto sisältää yhteenvedon mm. eri turvelajien maatuneisuudesta, kuivatilavuuspainoista, tuhka- ja vesipitoisuudesta, lämpöarvoista ja energiasisällöstä.

Turpeen alkuainepitoisuudet ovat yleensä alhaisia verrattuna maankuoren keskimääräisiin pitoisuuksiin, mutta hiilen, vedyn, typen ja rikin pitoisuudet ovat selvästi korkeammat. Yleensä typpi-, rikki- ja tuhkapitoisuudet kasvavat turpeen maatuneisuuden lisääntyessä. Rikkipitoisuuden mediaani on lähes viisinkertainen maankuoren keskimääräiseen rikkipitoisuuteen nähden (Herranen & Toivonen 2020, Turunen & Sallantaus 2023). Raskasmetallien pitoisuudet ovat pääosin matalia, lukuun ottamatta

rautaa, mutta pohjaturpeissa voi esiintyä koho-neita arseenin (As), kadmiumin (Cd), kuparin (Cu), nikkelin (Ni), rikin (S) ja sinkin (Zn) pitoisuuksia, erityisesti mustaliuskeiden tai sulfidimaalajien läheisyydessä (Herranen & Toivonen 2020, Turunen & Sallantaus 2023).

Pääturvelajeista sara- ja rahkaturpeiden geokemialliset ominaisuudet eroavat selvästi toisistaan. Saraturpeet sisältävät huomattavasti enemmän typpeä, rikkiä, epämetalleja ja raskasmetalleja kuin rahkaturpeet. Esimerkiksi saraturpeiden typen, rikin ja fosforin sekä raskasmetallien mediaanipitoisuudet ovat lähes tai yli kaksinkertaisia verrattuna rahkaturpeisiin. Suurimmat erot ovat nikkelin (Ni), kromin (Cr), toriumin (Th), uraanin (U) ja vanadiinin (V) pitoisuuksissa, jotka voivat olla jopa 3–4 kertaa korkeammat saraturpeissa (Turunen & Sallantaus 2023).

Suomen turpeiden alkuainepitoisuuksia on tutkittu laajasti. Herranen ja Toivonen (2020) ovat koonneet kattavan yhteenvedon GTK:n turvetietokannan analyysituloksista, ja Turunen ja Sallantaus (2023) ovat tutkineet kahden pääsuotyyppin, saravaltaisten nevojen ja rahkasammalvaltaisten rämeiden, alkuainepitoisuuksia. Näiden lisäksi useat kansainväliset tutkimukset tarjoavat vertailuaineistoa boreaalisen ja lauhkean vyöhykkeen turvekerrosten alkuainepitoisuuksista (mm. Gorham & Janssens 2005, Orru & Orru 2006, Klavins ym. 2009, Mezhibor ym. 2009, Silamikele ym. 2011, Biester ym. 2012, Stepanova ym. 2015, Schillereff ym. 2016, Veretennikova ym. 2021). Kokonaisuudessaan Suomen turpeiden alkuainepitoisuudet ovat samassa suuruusluokassa muiden maantieteellisten alueiden turpeiden kanssa (kuva 1).



Kuva. 1. Suomen pääturvelajien keskimääräiset alkuainepitoisuudet (GTK:n turvetietokanta; Turunen & Sallantaus 2023) sekä kansainvälisiä tutkimuksia vertailuaineistona.

3 TURVENÄYTTEENOTON SUUNNITTELU JA NÄYTTEENOTTO

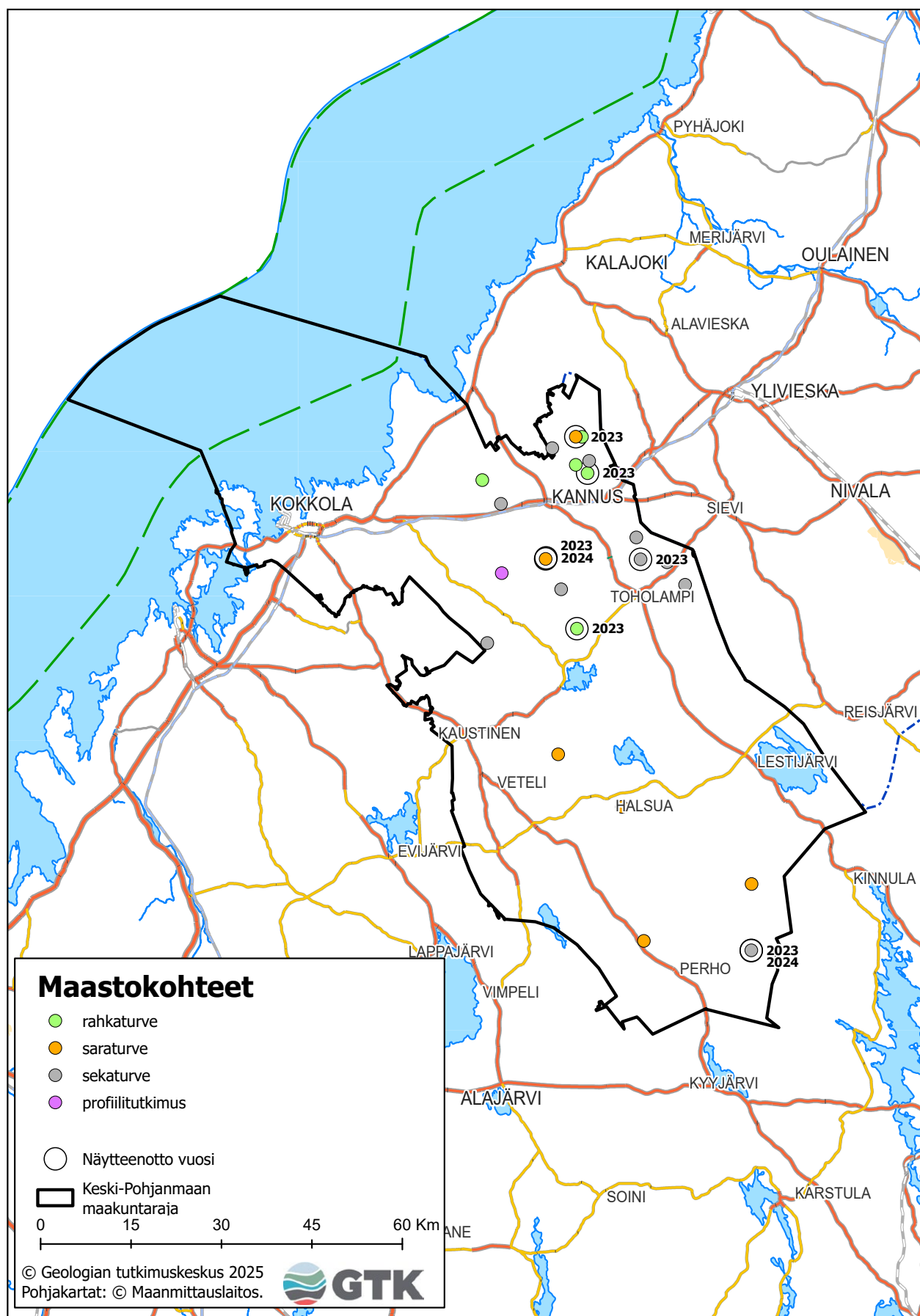
3.1 Maastokohteiden valinta, näytteenotto ja kuivatus, kenttäkausi 2023

TUUMA-projektin näytepisteiden valinnassa hyödynnettiin GTK:n turvetietokantaa ja turveanalyysitietokantaa. Näytepisteiden valinta tehtiin hyödyntäen paikkatieto-ohjelmiston erilaisia datan analyysityökaluja. Näytteenotto ja maastokohteiden valinta suunniteltiin siten, että turpeen geokemialliset ominaisuudet saatiin kattavasti edustetuiksi. Kohteiden valinnassa huomioitiin turpeen maatu-neisuusaste, alkuainepitoisuuksien vaihtelu sekä rahka- ja saraturpeiden erot. Kirjallisuustarkastelun ja aikaisempien tutkimusten perusteella tarkempina kriteereinä olivat laadultaan yhtenäinen, vähintään 50 cm:n paksuinen turvekerros sekä maatu-neisuusaste vähintään H6 (H1-10), von Post 1922). Näin varmistettiin, että näytteet edustivat monipuolisesti eri turvelajeja ja niiden kemiallisia ominaisuuksia. Lopulta tutkimukseen valittiin ominaisuuksiltaan mahdollisimman tasalaatuisia rahka-, sara- ja sekaturvekohteita, joiden avulla voitiin analysoida turpeen koostumuksen vaihtelua ja siihen vaikuttavia tekijöitä.

Turpeen analyysiin arvioitiin tarvittavan noin 2 kg kuivattua turvetta, mikä tarkoittaa näyte-

pisteellä noin 20 kg märkää turvetta. Tämän vuoksi etsittiin GTK:n turvetietokannasta mahdollisimman paksuja, yhtenäisiä kerrostumia halutunlaista turvetta. Tietokannasta löytyneistä alustavasti soveltuvista näytepisteistä valittiin mahdollisimman edustavat pisteet, joilla halutut kriteerit täytyivät. Myös valittujen pisteiden viereiset pisteet tarkistettiin tietokannasta, jotta varmistettiin turvelajisuhteiden ja maatu-neisuuden samankaltaisuus. Maastotyön helpottamiseksi valittiin mahdollisimman helposti kairattavia kohteita, joissa haluttu turve löytyy alle 2,5 m:n, mielellään noin metrin syvyydestä. Myös puun jäänteet pyrittiin pitämään näytepisteillä vähäisinä. Turvetietokannan tietoihin perustuvan data-analyysin pohjalta valikoitui 21 maastossa tarkistettavaa näytepistettä useammalta suolta Keski-Pohjanmaalla (kuva 2).

Näytteenottoon valittiin kuusi suota, joista kaksi rahkaturvekohdetta, kaksi saraturvekohdetta ja kaksi sekaturvekohdetta. Kohteilta varmistettiin myös, että ne soveltuvat näytteenottoon myös puun jäänteiden osuuden kannalta ja ne ovat kohtuullisen helposti saavutettavissa.



Kuva 2. Maastotarkastukseen valitut 21 kohdetta sekä näytteenottoon vuosina 2023 ja 2024 valitut kuusi kohdetta. Näytepisteille on merkitty näytteenottovuodet, ja profiilitutkimuspisteet ovat vuonna 2024 tehtyjä täydentäviä tutkimuksia.

Näytteenottoon ei kelpuutettu kohteita, joissa haluttua turvelajia oli liian ohut (alle 50 cm) kerros tai seassa oli heikommin kuin H6 maatunutta turvetta. Toisinaan myöskään turvelajisuhteet eivät vastanneet maastossa täysin toivottuja kriteerejä, tai turpeen lisätekijöiden tai puun jäänteiden määrä oli liian suuri.

Turvenäytteenotto suoritettiin soveltaen turvetutkimusprosessin määrityksiä ja näytteenottimina käytettiin käsikäyttöisiä ns. laatikkokairaa ja laippakairaa (kuva 3) (Vähäkuopus ym. 2018).



Kuva 3. Näytteenotossa käytettiin laippakairaa (ylempi kaira) sekä laatikkokairaa (alempi kaira). Kuva: Joni Palola, GTK.

Kerätyt turvenäytteet vietiin kuivattavaksi GTK:n Kokkolan toimipisteen maaperälaboratorioon, Kuivaamiseen käytettiin lämpöuunia, johon näytteet laitettiin alumiinivuokiin levitettyinä (kuva 4). Kuivauslämpötila oli 105 °C ja kuivuminen noin 10

prosenttiin alkuperäisestä kesti 3–4 vrk. Näytteitä käännettiin välillä, jotta ne kuivuisivat tasaisesti. Kuiva turve pakattiin muovipusseihin ja toimitettiin Oulun yliopistoon analyysensä varten.

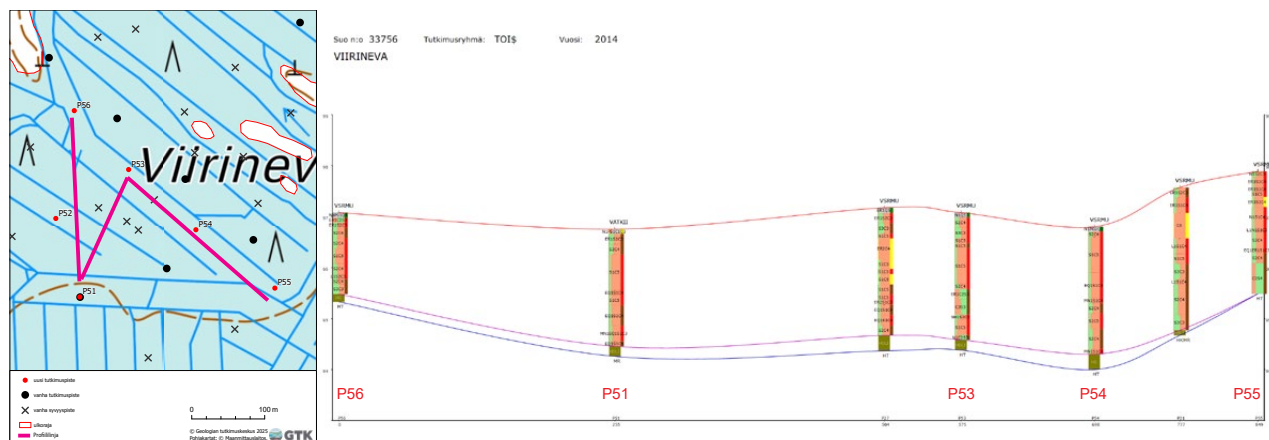


Kuva 4. Turvenäytteet kuivattiin ennen tarkempia analyysensä. Ylhäällä vasemmalla "maastokosteudessa" oleva turvenäyte, ylhäällä oikealla sama näyte kuivauksen jälkeen ja alla kuivattuja ja punnittuja turvenäytteitä valmiina analysoitavaksi. Kuvat: Onerva Valo, GTK.

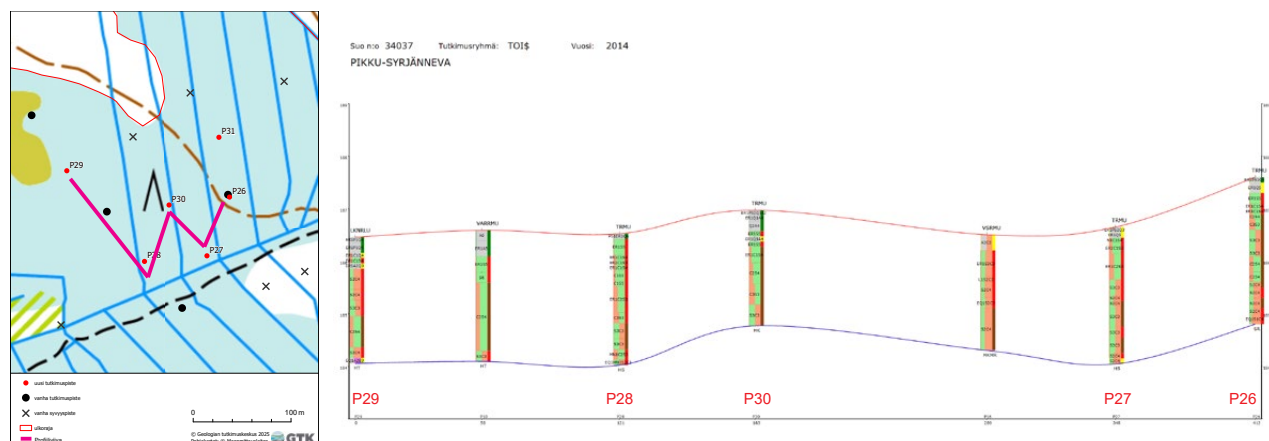
3.2 Maastokohteiden valinta, näytteenotto ja kuivatus, kenttäkausi 2024

Vuoden 2023 näytteiden analyysien perusteella valikoitui kaksi kohdetta täydentävään näytteenottoon, saraturvekohteista Viirineva (Kannus) ja sekaturvekohteista Pikku-Syrjänneva (Perho). Maaston ja turpeen samankaltaisuutta tai mahdollista vaihtelua varsinaisen näytteenottokohdan ympärillä tutkittiin peruskartoitusta tiheämmällä tutkimuspistelinjastolla. Saraturvekohteella turverkerros oli laajalla alueella samankaltaista, kun taas sekaturvekohteella odotetusti turvelajit ja maatu-neisuus vaihtelivat huomattavasti enemmän.

Vuoden 2024 näytteenotto Viirinevalla ja Pikku-Syrjännevalla suoritettiin samalla tavalla kuin v. 2023 ja näytteet otettiin lähialueen uudelta pisteeltä samalta syvyydeltä kuin vuonna 2023 (kuvat 5 ja 6). Uuden näytepisteen sijainti kartoitettiin tekemällä uusia tutkimuspisteitä (kuvat 5 ja 6). Näille kahdelle kohteelle tehtiin yhteensä 12 uutta tutkimuspistettä ja kaksi syvyystutkimuspistettä, joiden perusteella saatiin käsitys alueiden turpeen laadusta ja laadun vaihteluista.



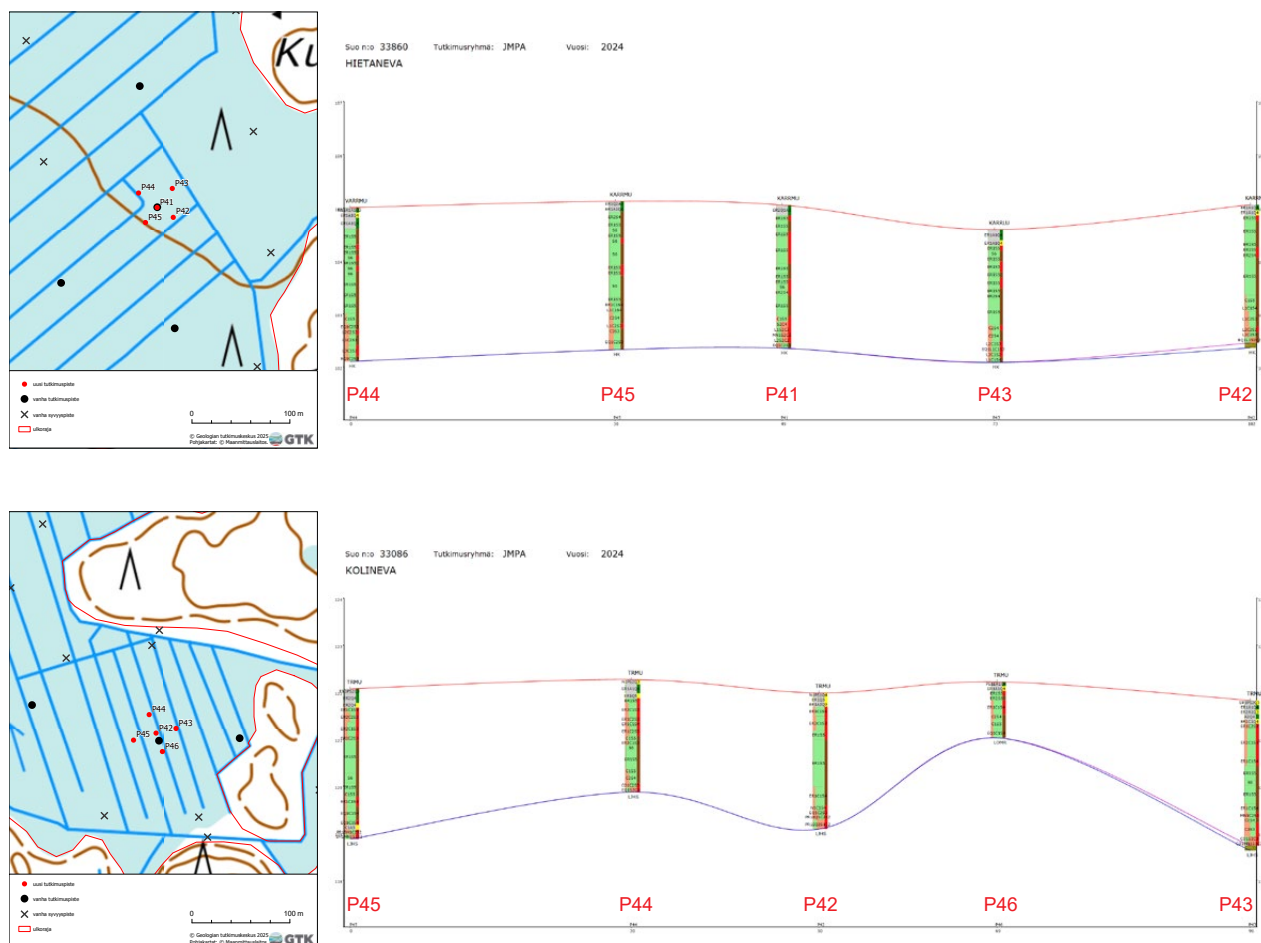
Kuva 5. Viirinevan tutkimus- ja näytepisteiden sijainti. Mustat pisteet ja rastit ovat vanhempia tutkimuksia. Punaisella pisteellä merkityt kohteet ovat uudempia tutkimuspisteitä, vuoden 2023 näytepiste on P51 ja vuoden 2024 näytepiste P53. Oikealla profiili valitulle joukolle vanhempia ja uudempia tutkimuspisteitä.



Kuva 6. Pikku-Syrjännevan tutkimus- ja näytepisteiden sijainti. Mustat pisteet ja rastit ovat vanhempia tutkimuksia. Punaisella pisteellä merkityt kohteet ovat uudempia tutkimuksia, vuoden 2023 näytepiste on P23 ja vuoden 2024 näytepiste P27. Oikealla profiili, jossa on valittu joukko aikaisempia ja uudempia tutkimuspisteitä.

Potentiaaliarvion taustaksi tarvittavia epävarmuustekijöiden arviointeja varten tutkittiin uusia pisteitä myös neljällä vuoden 2023 kohteilla, joilta ei otettu uusintanäytteitä (Lamppisneva, Kolineva,

Hietaneva, Pikku-pirtinräme) (kuva 7), sekä profiilitutkimuksilla kahdella muulla GTK:n tutkimalla suolla (kuva 2).



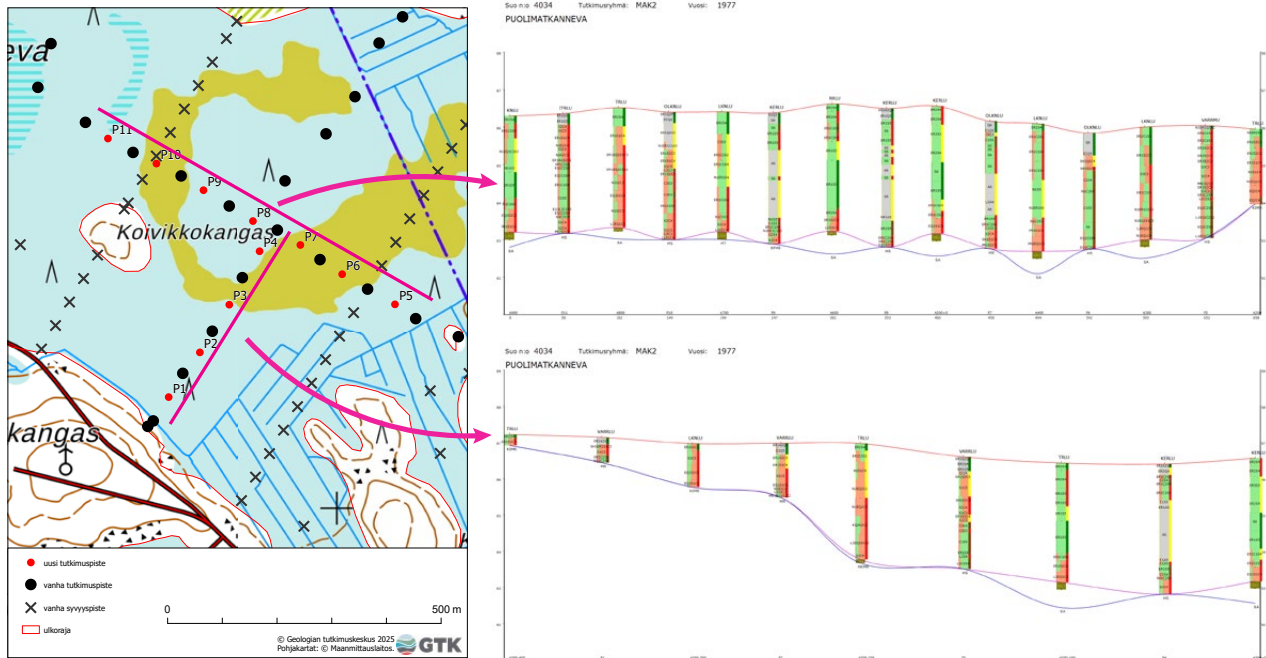
Kuva 7. Profiilikuva Hietanevalta, jossa näkyy vuoden 2023 näytepisteen (P41) lisäksi tehdyt tutkimuspisteet (P42–45) (ylempi kuva). Alemmassa profiilikuva näytepisteestä ja täydennystutkimuksista Kolinevalta, jossa yhden lisäpisteen (P46) turvepaksuus poikkesi muista pisteistä.

Profiilitutkimuksissa todettiin, että turvelajit ovat samanlaiset kuin aikaisemmissa tutkimuksissa. Suoaltaiden muiden muutoksien, mm. ojitusten, vaikutuksia vuosikymmenten kuluessa havainnoitiin esimerkiksi pinnankorkeuksissa ja kasvillisuudessa. Tarkentavia tutkimuksia tehdessä tuli ilmi, että vanhempien tutkimusten pisteiden sijaintitarkkuus ei välttämättä ole niin tarkka kuin se, mihin nykyaikaisilla paikantimilla päästään (kuva 8).

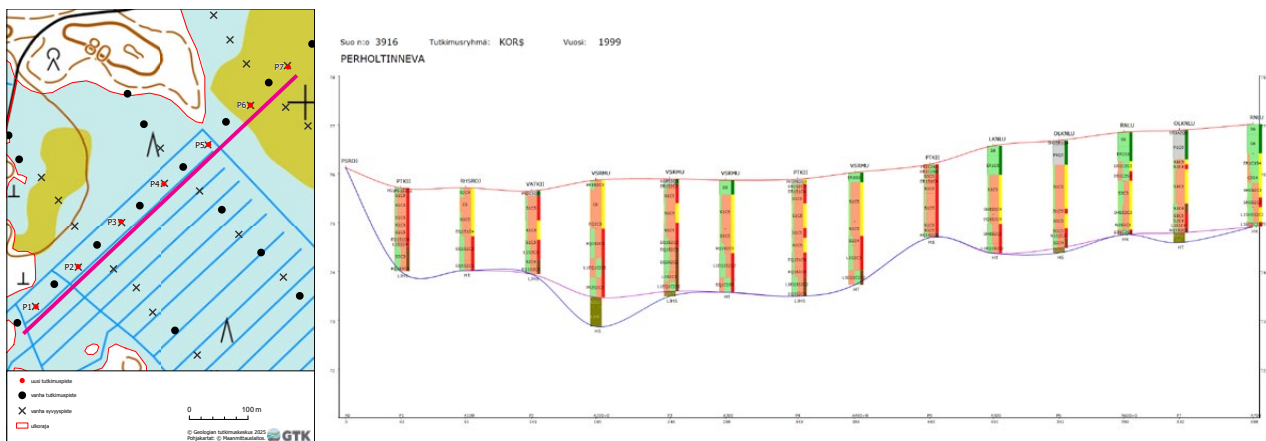
Vuonna 2024 tehdyillä profiilitutkimuksilla pyrittiin varmistamaan vanhojen tutkimusten (v. 1977 ja 2000) tarkkuutta ja luotettavuutta. Vanhoja pistelinjoja täydennettiin tutkimuspisteillä 20 m:n välein (kuvat 8 ja 9). Uusia ja vanhoja tutkimuksia vertailtaessa todettiin, että turvelajitiedot ovat samanlaiset kuin aikaisemmissa tutkimuksissa. Suoaltaiden muiden muutoksien, mm. ojitusten, vaikutuksia vuosikymmenten kuluessa havainnoitiin esimerkiksi pinnankorkeuksissa

ja kasvillisuudessa. Siinä todettiin, että vanhojen tutkimuspisteiden turvelajisuhteet ym. tiedot on tutkittu pääosin luotettavasti. Toki suoaltille tyypillisesti turvelaadun vaihtelu voi olla suurta.

Tarkentavia tutkimuksia tehdessä tuli ilmi, että vanhempien tutkimusten pisteiden sijaintitarkkuus ei välttämättä ole niin tarkka kuin se, mihin nyky-aikaisilla paikantimilla päästään (kuva 10).



Kuva 8. Puolimatkannevalle tehty tihennetty profiililinjatutkimuspistelinjasto. Mustat pisteet ja rastit ovat vuoden 1977 tutkimuksia ja punaiset pisteet vuoden 2024 uusia tutkimuspisteitä.



Kuva 9. Perholtinnevalle tehty tihennetty profiililinjatutkimuspistelinjasto ja tästä tehty profiili. Mustat pisteet ja rastit ovat vuoden 2000 tutkimuksia ja punaiset pisteet vuoden 2024 uusia tutkimuspisteitä.



Kuva 10. Linjastotutkimusten aikaan vuosikymmeniä sitten pisteiden sijainnit merkattiin ennakkoon merkki-paaluilla. Joiltakin pisteiltä vanhat merkkipaalat vielä löytyivät, mikä auttoi vanhan pisteen sijaintitarkkuuden arvioinnissa. Kuva: Joni Palola, GTK.

4 RAAKA-AINEPOTENTIAALIN ARVIOINTI

4.1 GTK:n turvetietokannan ja maastohavainnoinnin epävarmuustekijät

Vuoden 2024 maastotutkimuksissa haluttiin turve-potentiaalin lisäksi selvittää, ovatko GTK:n vuosien mittaan tekemät turvetutkimukset nykyisten vaatimusten mukaan valideja ja riittävän tarkkoja, kun etsitään tietynlaatuista turvetta. GTK on suorittanut systemaattista turvetutkimusta 1970-luvulta lähtien lähinnä energiaturvetuotannon tarpeisiin, mutta käytetyt menetelmät ja tehdyt havainnot ovat palvelleet myös muita tarkasteluja, ml. suo-jeluarviointi. Tutkimusmenetelmiä on kehitetty ja päivitetty tasaisin väliajoin (Laatikainen ym. 2011). Esimerkiksi heikosti maatuneesta rahkaturpeesta on 1990-luvun loppupuolelta lähtien määritetty rahkaturvetyyppi (*Acutifolia*-, *Palustria*- tai *Cuspidata*-lajiryhmät) kun sitä ennen turve määritettiin pelkästään rahkaturpeeksi (Toivonen 1997). Viimeisin isompi muutos tapahtui 2010-luvulla, kun linjastomallisesta tutkimuksesta siirryttiin tasavälisen hilapisteverkkotutkimuksiin. Koska Keski-Pohjanmaaltakin löytyy sekä linjasto- että hilaverkkotutkimuskohteita, päätettiin tutkimusten epävarmuustekijöiden tarkentamista varten tehdä täydentäviä tutkimuksia valittuihin aikaisempiin ja vuoden 2023 kohteisiin. Linjastotutkimuskohteella linjojen väliin jääviä alueita tarkennettiin tekemällä uusia pisteitä alkuperäisten tutkimuslin-

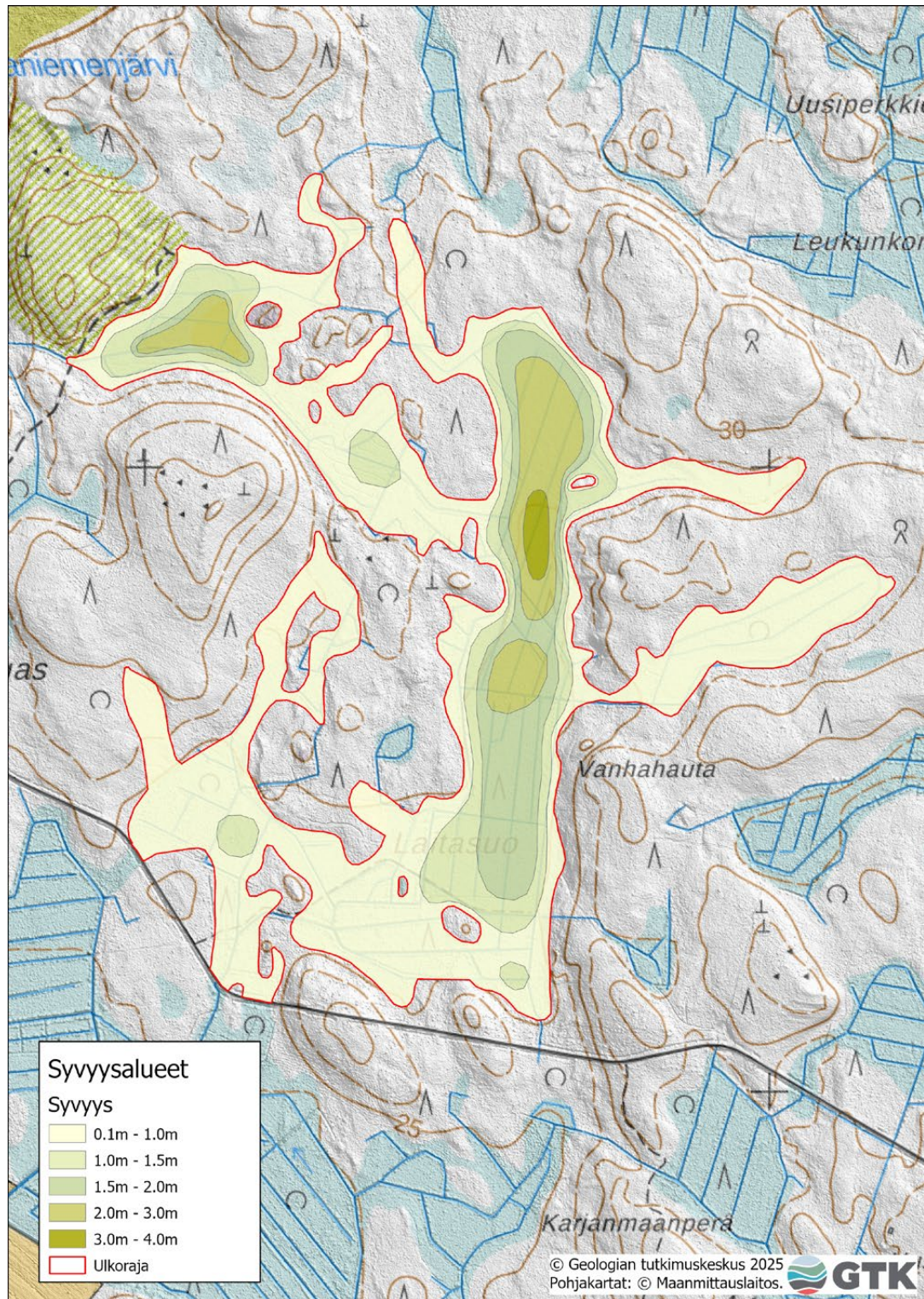
jastojen väliin. Vuoden 2023 näytepisteiltä tehtiin täydentäviä tutkimuspisteitä näytepisteen välittömään läheisyyteen, jotta nähtäisiin, muuttuvatko turpeen ominaisuudet ja millä tavalla lyhyelläkin välimatkalla.

Maastotutkimuksessa eri tutkijoilla on voinut olla erilaisia subjektiivisia tulkintoja esim. turpeen turvelajisuhteista, jos rahka- ja saraturvetta on kairatussa näytteessä ollut suunnilleen yhtä paljon. Tällöin vallitsevan turvelajin määrittämisessä on voinut olla vaihtelevuutta. Samoin määritettäessä heikosti maatuneita H1-4 tai kohtalaisesti/hyvin maatuneita turpeita H5-7 voi olla tutkijakohtaisia vaihtelevuuksia. Maastotutkimusten tutkijakohtaisia eroavaisuuksia on pyritty vähentämään kenttäkauden alussa ja aikana järjestettävillä perehdytystilaisuuksilla. Tutkimuksiin osallistuneiden kesäharjoittelijoiden perehdytyksestä ja opastuksesta on vastannut kokenut tutkija läpi kenttäkauden.

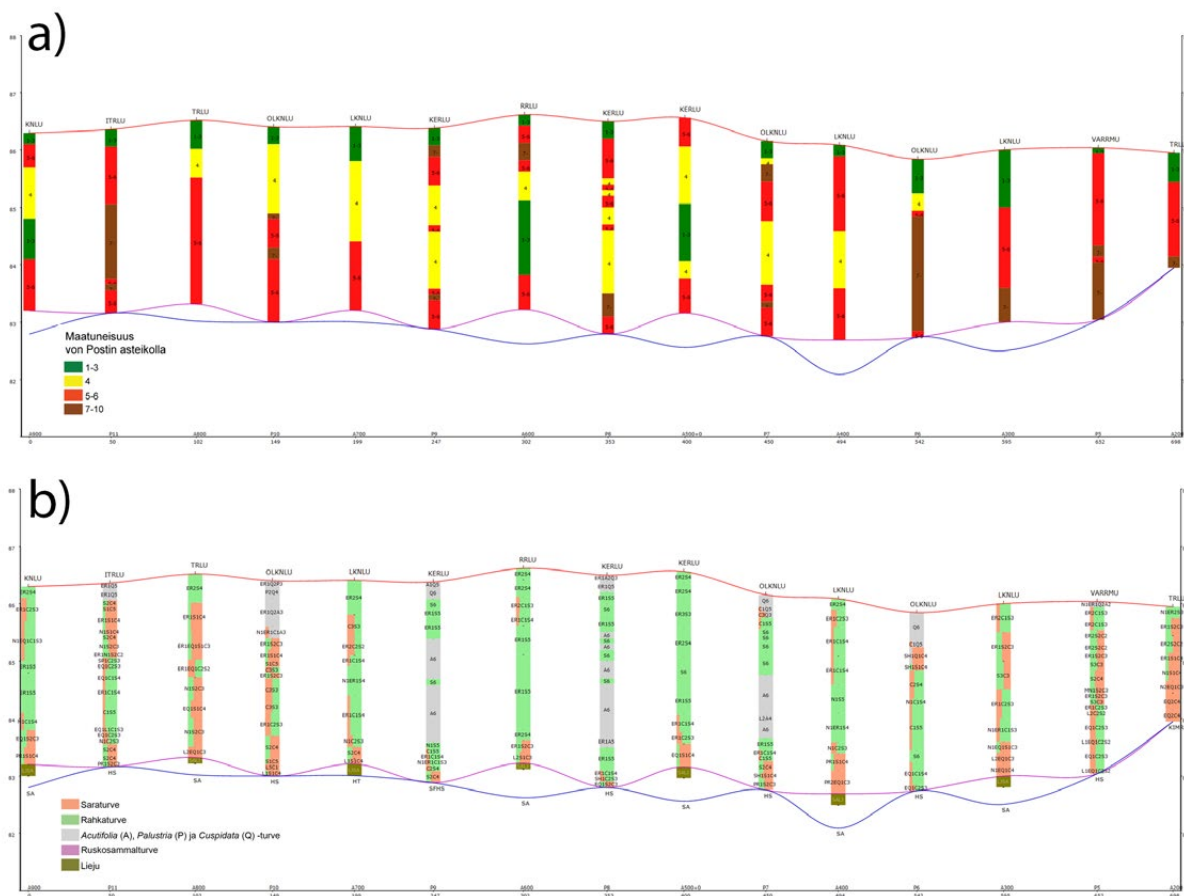
Muodostumishistoriansa kautta turvealtaat ovat usein turvekerrostumien ominaisuuksiltaan hyvin vaihtelevia, ja myös itse suoallas voi olla vaihtelevan muotoinen (kuva 11). Turpeen laadun (turvelaji, maatuneisuus) turvekerrokset ovat tyypillisesti heterogeenisiä, eikä kerrostumisjärjestys

noudattele kovinkaan usein olettamusta heikosti maatuneiden turpeiden sijainnista pinnassa ja maatuneiden turpeiden sijainnista pohjassa. Turvekerrokset eivät välttämättä jatku yhtenäisinä kerroksina läpi suoaltaan, turpeessa voi olla ominaisuuksiltaan ympäristöstä poikkeavia linssejä ja turvekerrosten välissä voi olla saostumakerroksia.

Oman mausteensa tuovat mukaan turpeessa olevat muut maatumattomat kasvinjäänteet, esimerkiksi puun, tupasvillan ja kortteen jäänteet, jotka voivat vaikuttaa turpeen ominaisuuksiin (Herranen & Toivonen 2020). Näiden syiden takia vierekkäisetkin tutkimuspisteet voivat olla ominaisuuksiltaan toisistaan poikkeavia (kuva 12).



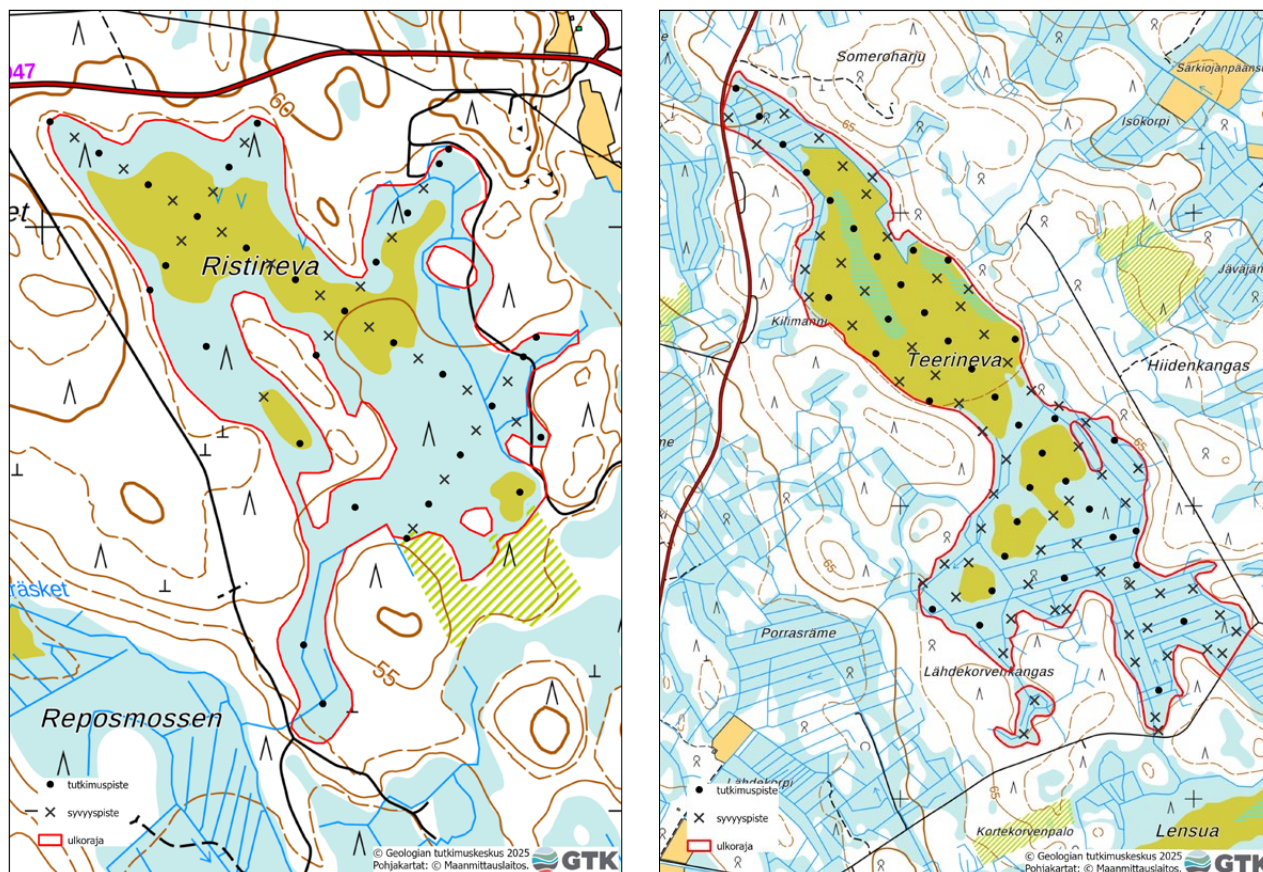
Kuva 11. Esimerkki suokohteesta, jossa turvepaksuus vaihtelee ja suoaltaan muoto on monitahoinen.



Kuva 12. Profiilikuva turvekerroksen maatuneisuuden vaihtelusta a) ja turvelajivaihteluista b). Maatuneisuus voi vaihdella suon eri osissa sekä pistekohtaisesti vertikaalisesti (maatuneisuuden väriasteikko: vihreä (H1-3), keltainen (H4), punainen (H5-6) ja ruskea (H7-10)). Turvelajiprofiilissa on esitetty turvelajisuhteet (oranssi saraturve, vihreä rahkaturve ja harmaa heikosti maatunut APQ-rahkaturve), jotka vaihtelevat samalla tavalla suon eri osissa ja vertikaalisesti. Yhtenäisiä paksuja kerroksia ei esiinny kaikilla soilla kerrostumishistoriansa takia.

Suurimmassa osassa GTK:n turvetutkimukset on suoritettu linjastopistein, jossa suon keskellä kulkee ns. selkälinja ja siihen risteävät poikkilinjat. Tutkimuspisteiden väliin on sijoitettu syvyytutkimuspisteitä, joilta on tutkittu vain turvekerroksen paksuus. Tässä tutkimustavassa suon keskiosat korostuvat ja reunoille voi jäädä huomattavasti vähemmän tutkittuja paksuturpeisiakin alueita katveeseen. 2010-luvulla tutkimusta alettiin tehdä hilaverkkopistein, jossa tutkimuspisteet sijoittuvat tasaisesti

koko suon alueelle (kuva 13). Linjastotutkimuksessa tutkimuspisteiden väli on 100 m, ja hilaverkossa se on 125 m kaikille pistetyypeille. Vaikka hilaverkkotutkimus kattaa suon tasaisemmin, pitempi pisteväli on saattanut aiheuttaa sen, että turvekerroksen paksuuden ja turpeen ominaisuuksien vaihtelut ovat voineet jäädä havaitsematta. Pienillä soilla tutkimuspisteiden määrä on voinut jäädä vähäiseksi. Tutkimusaikana on kuitenkin arvioitu, että tarkkuus on riittävä turvetuotannon tarpeisiin.



Kuva 13. Esimerkit linjastosta (vasen karttakuva) ja hilaverkosta (karttakuva oikealla).

Vuoden 2024 tihennetyissä linjastotutkimuksissa varmistui edelleen suoaltaiden tyypillinen turvekerrosten vaihtelevuus. Alkuperäisten pisteiden väliin jäi paljon turvetekijöiden ja maatuneisuuden vaihtelua ja yhtenäiset, tasalaatuiset turvekerrokset olivat ohuehkoja ja pienialaisia (kuva 7). Alueelle tyypillinen soiden mosaiikkinen rakenne havain-

nollistui selkeästi, ja altaan turvepaksuus saattoi vaihdella suuresti (kuva 11). Kaikki huomiot tukevat alkuolettaa siitä, että paksujen yhtenäisten tasalaatuisten turvekerrosten esiintyminen on melko harvinaista, etenkin jos tavoitteena on löytää mahdollisista muista kasvinjäänteistä vapaata olevaa turvetta.

4.2 Kerättyjen turvenäytteiden ominaisuudet

Tuuma-projektissa otettujen turvenäytteiden keskimääräiset hiili- (C), typpi- (N), vety- (H), rikki- (S), happi- (O) ja fosforipitoisuudet (P) sekä alkuainesuhteet rahka-, sara- ja sekaturpeille on esitetty taulukossa 1. Tulokset osoittavat, että näiden turvelajien geokemialliset ominaisuudet eroavat selvästi toisistaan. Korkeimmat alkuainepitoisuudet havaittiin odotetusti saraturpeissa, alhaisimmat rahkaturspeissa ja sekaturpeet sijoittuvat näiden kahden pääturvelajin väliin. GTK:n näytteenotto erilaisten turvelajien tunnistamiseksi oli onnistunut, mikä näkyy myös turvenäytteiden alkuainesuhteiden tarkastelussa. Näytesoiden ja turvenäytteiden ravinteisuustasojen erot ilmenevät erityisesti C:N- ja C:P-suhteissa. Saraturpeilla

alkuainesuhteet ovat alhaisimmat, rahkaturspeilla korkeimmat, ja sekaturpeet sijoittuvat näiden väliin (taulukko 1).

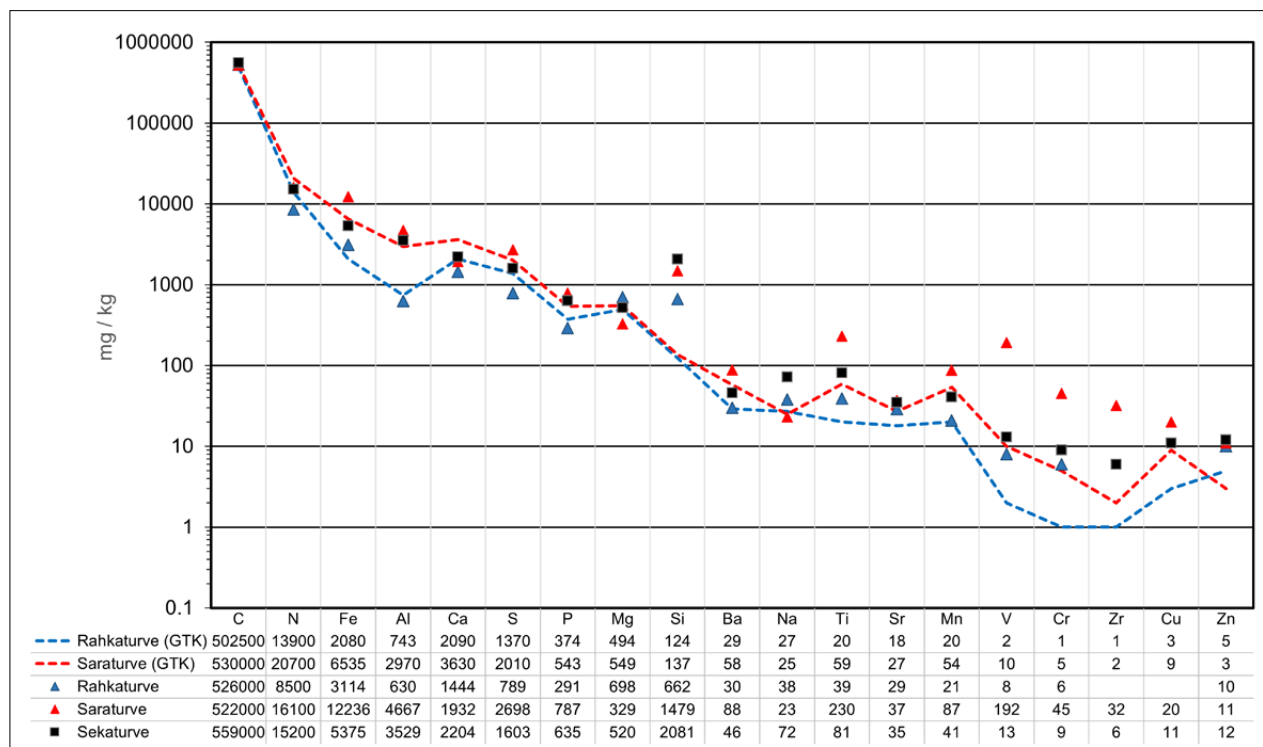
Yleisesti turvenäytteiden alkuainepitoisuudet ovat samaa suuruusluokkaa GTK:n laajan turvetietokannan analyysitulosten kanssa (kuva 14). Tulosten vertailu GTK:n keskimääräisiin tietokantatietoihin osoittaa kuitenkin, että yksittäisten soiden alkuainepitoisuuksissa voi esiintyä huomattavaa vaihtelua. Tämä koskee erityisesti sarasoita, jotka saavat vettä ja ravinteita sekä sadevedestä että ympäröiviltä mineraalimailta. Näytesoiden saraturpeet – ja osittain myös sekaturpeet – sisältävät huomattavasti enemmän titaania (Ti) sekä raskasmetalleja, kuten kromia (Cr), kuparia (Cu),

mangaania (Mn), vanadiinia (V) ja sinkkiä (Zn), verrattuna GTK:n turvetietokannan keskimääriäisiin alkuainepitoisuuksiin. Lisäksi epämetalleista eri-

tyisesti piipitoisuudet (Si) olivat kaikissa kerätyissä turvenäytteissä selvästi korkeampia (kuva 14).

Taulukko 1. Turvenäytteiden keskimääräiset hiili- (C), typpi- (N), vety- (H), rikki- (S), happi- (O) ja fosforipitoisuudet (P) sekä alkuainesuhteet rahka-, sara- ja sekaturpeille. * Suokohtainen keskiarvo.

Suo	Piste	Näyte- syvyys cm	C %	N %	H %	S %	O %	P %	C:N	C:P	C:S	O:C	H:C
Rahkaturve													
33086 Kolineva	P7	120–180	55,8	1,01	6,01	0,08	33,4	0,03	64	4980	1916	0,45	1,28
33860 Hietaneva	P5	25–90	49,5	0,69	5,57	0,08	36,9	0,03	84	4353	1650	0,56	1,34
Keskiarvo			52,6	0,85	5,79	0,08	35,1	0,03	74	4667	1783	0,50	1,31
Saraturve													
33756 Viirineva	P20	90–130	53,4	1,33	5,56	0,22	34,7	0,04	47	3177	637	0,49	1,24
33756 Viirineva	P53*	80–130	53,4	1,33	5,56	0,22	34,7	0,04	47	3177	637	0,49	1,24
33890 Pikku- pirtinräme	P18	130–180	50,6	2,00	5,16	0,33	32,3	0,15	30	859	412	0,48	1,21
Keskiarvo			52,2	1,61	5,39	0,30	33,7	0,09	40	2184	541	0,48	1,23
Sekaturve													
34037 Pikku- Syrjäneva	P21	150–200	55,3	1,65	5,99	0,16	30,7	0,08	39	1752	895	0,42	1,29
34037 Pikku- Syrjäneva	P27*	150–200	55,3	1,65	5,99	0,16	30,7	0,08	39	1752	895	0,42	1,29
34296 Lamppisneva	P20	110–140	56,7	1,34	5,99	0,12	31,4	0,05	49	3078	1241	0,42	1,26
Keskiarvo			55,9	1,52	5,99	0,13	31,0	0,07	44	2320	1043	0,42	1,28



Kuva 14. Tuuma-projektin keskimääräiset alkuainepitoisuudet rahka-, sara- ja sekaturpeille verrattuna GTK:n turvetietokannan vastaaviin alkuainepitoisuuksiin.

4.3 Turpeen käyttökelpoisuuden arviointi

Kirjallisuuteen perustuvan turpeen ominaisuustietojen perusteella projektiryhmässä arvioitiin, että parhaiten hiilestys- ja aktivointikokeisiin soveltuvat hyvin maatuneet turpeet, joten mm. heikosti maatunutta rahkaturvetta ei valittu näytteenottoon ja analysoitavaksi. Oulun yliopisto suoritti ensimmäiset analysoinnit vuonna 2023 otetuille hyvin maatuneille rahka-, sara- ja sekaturvenäytteille. Eri turvelaatujen väliset erot eivät olleet suuria, vaan kaikista turpeista saatiin hiilestystulos. Tulosten perusteella vuoden 2024 näytteenottoon ja jatkoanalyysiin valittiin hyvin maatunutta sara- ja sekaturvetta. Oulun yliopiston suorittamien jat-

koanalyysien perusteella todettiin, että parhaiten hiilestykseen soveltuu hyvin maatunut saraturve ja saravaltainen sekaturve. Turpeen sisältämällä alkuaineilla ei ollut käytännön merkitystä, koska pitoisuudet olivat joka tapauksessa turpeessa liian pieniä, jotta niillä olisi ollut merkitystä prosessissa. Oulun yliopisto julkaisee turvenäytteiden analyysistä, hiilestystuloksista ja soveltuvuudesta tarkemmin erillisissä julkaisuissa.

Raaka-ainepotentiaalin arvioinnissa päädyttiin siis painottamaan hyvin maatunutta saraturvetta ja saravaltaista sekaturvetta.

4.4 Keski-Pohjanmaan raaka-ainepotentiaalin arviointi

Keski-Pohjanmaan soiden pinta-ala on noin 177 000 hehtaaria, joista GTK on tutkinut Keski-Pohjanmaan yli 20 hehtaarin kokoisista soista noin 151 101 ha eli noin 85 % (Toivonen ym. 2022). Systemaattinen turvevarojen kartoitus on aloitettu alueella 1970-luvulla, ja viimeisimmät turvevarojen inventointiohjelman tutkimukset ajoittuvat 2010-luvulle. Vanhimmissa tutkimuskohteissa niin ojitustilanne kuin maankäyttömuotokin on voinut vaihtua, ja tutkimusajankohdan jälkeen suo on saatettu ottaa osin tai kokonaan turvetuotantoon. Koska tässä projektissa turvetuotantoalueista (nykyiset, entiset) ei ole ollut saatavilla ajankohtaista tilannetietoa jäljellä olevasta turvekerroksen paksuudesta eikä turvetuotantoalueilta ole kohdistettua näytteenottoa, on turvetuotantoalueita sisältäneet suot jätetty pois potentiaaliarvioista.

Potentiaaliarvioissa on tarkasteltu korkeamman jalostusasteen hiilisovellutuksien, keskeisimpänä akkuteknologiassa käytettävän anodihiilen ja adsorptiomateriaalina toimivien aktiivihiilijalosteiden sovellutuksien, raaka-ainepotentiaali Keski-Pohjanmaalla GTK:n tutkimilla soilla. Potentiaaliarvioissa on aloitettu ns. laskennallisesta teoreettisesta potentiaalista ja eri kriteereillä tehtävien vähennysten myötä edetty kohti teknistaloudellista potentiaaliarviota.

Peruskartoituksen periaatteiden mukaan tutkimusajankohdan aikaan suojelussa olleet suot ovat rajautuneet pois tutkittavien soiden joukosta. Potentiaaliarvion rajaavana kriteerinä käytetty luonnontilaisuusluokitus (arvot 3–5) todennäköisesti rajaa tarkastelusta ulos mahdollisesti tutkimusajankohdan jälkeen suojellut

suot. Lisäksi poissulkevana kriteerinä käytettiin turvetuotantoalueita.

4.4.1 Potentiaaliarvioihin vaikuttavat maankäyttöön liittyvät kriteerit: turvetuotantoalueet ja luonnontilaisuusluokitus

Potentiaaliarvioon vaikuttavaksi maankäytöksi on tunnistettu suojellut suot sekä suoaltaat, joissa on nykyinen/entinen turvetuotantoalue. GTK:n tutkimukset ovat toki saattaneet osua aikaan ennen turvetuotannon aloittamista, jolloin lähtötilanne on tiedossa mutta tietoa poistuneesta turvemäärästä ei ole ollut tämän projektin käytettävissä. Suoaltaita on myös voitu tutkia turvetuotannon jo alettua, mutta silloin tutkimuspisteet ovat sijottuneet tuotantoalueen ulkopuolelle, eikä näin ollen ole lähtötietoa tai tutkimusvuoden tietoa saatavilla.

Luonnontilaisuusluokitus perustuu valtioneuvoston periaatepäätökseen ”Soiden ja turvemaiden kestävästä ja vastuullisesta käytöstä ja suojelusta” (Maa- ja metsätalousministeriö 2012), sen liitteenä olevaan Luonnontilaisuusluokitusasteikkoon ja YSL:n 13 § 4 momentin ”Turvetuotannon sijoittaminen” ja YSA:n 44 §:n ”Suon luonnontilan merkittävä muutos” laki- ja asetustekstiin. (YSL tuli voimaan 1.9.2014 ja asetus 10.9.2014). Valtioneuvoston periaatepäätöksen (30.8.2012) mukaan soiden ja turvemaiden käytön kohdentamiseen käytetään apuna luonnontilaisuusasteikkoa (Valtioneuvosto 2012). Periaatepäätöksen voimaantulon jälkeen GTK on luokitellut alustavasti lähes kaikki tutkimansa suot eri luonnontilaisuusluokkiin, joko maastokartoitusten tekemisen yhteydessä tai asiantuntijatyönä

vanhemmista tutkimuksista. Soiden ja turvemaiden kestävää ja vastuullista käyttöä sekä suojelua sovitetaan yhteen kohdentamalla soita merkittävästi muuttava toiminta ojitetuille tai luonnontilaltaan muuten merkittävästi muuttuneille soille ja turvemaille. Tässä tarkastelussa on käytetty olettaa, että luonnontilaisuusluokituksestaan 3–5 luokan suot lukeutuvat potentiaalitarkastelun ulkopuolelle jääviksi kohteiksi.

4.4.2 Potentiaaliarvion turpeen laatukriteerit

Kuten aiemmissa kappaleissa 4.2 ja 4.3 on todettu, näytteenottoon valitut näytepisteet edustavat tyypillistä turvetta laatuominaisuuksiltaan, ja raaka-aineeksi soveltuvien turpeiden kriteerit varmistuivat ennakkoiduksi. Turpeen laatuominaisuuksista painottuivat turpeen vähintään kohtalainen maatuneisuus ja sara-/sekaturpeet. Paikkatietopohjaista tarkastelua tehtäessä edettiin seuraavalla tavalla:

- poistetaan tarkastelusta heikosti maatunut (H1–4) pintarahkaturvekerroksen turvemäärä
 - ei vielä kohderajoitusta
- rajataan pois kohteet, joilla on turvetuotantoalueita
- rajataan pois kohteet, joiden luonnontilaisuusluokka on 3–5
- rajataan pois kohteet, joissa maatumattoman rahkaturpeen osuus on yli 25 % kokonaisturvemäärästä
 - heikosti maatunutta turvetta voi olla muuallakin kuin pinnassa, joten sellaiset kohteet, joilla heikosti maatuneen rahkaturpeen osuus on merkittävä, poistetaan tarkasteluista
- poistetaan kohteet, joissa keskimaatuneisuus on alle 5

- valinta poistaa kohteista myös heikosti maatuneita sara- ja sekaturvekohteita
- poistetaan kohteet, joilla maatunutta turvetta on alle 0,5 milj. m³
- jätetään vain ne kohteet tarkasteluun, joissa on laskennallisesti enemmän materiaalia, eli pienet kohteet poistuvat viimeistään tämän kriteerin myötä.

4.4.3 Keski-Pohjanmaan soiden raaka-ainepotentiaali

Potentiaaliarvioinnissa on esitetty arviot kokonais- ja laskennalliselle potentiaaliselle turvemäärälle (milj. m³) (taulukko 2). Tähän päädyttiin siksi, että turvemäärä antaa todellisemman kuvan raaka-ainepotentiaalista kuin suohehtaarit, sillä suoaltaassa paksuturpeisempi potentiaalinen alue voi sijoittua tasaisesti, keskittyneesti tiettyyn osaan suota tai rikkonaisesti. Hehtaarimäärissä potentiaalista aluetta olisi suhteessa enemmän verrattuna tutkittuun suoalaan kuin potentiaalista turvemäärää verrattuna kokonaisturvemäärään. Tarkastelun alla olevan korkeamman jalostusasteen tuotteiden, pääasiassa anodi- ja aktiivihiilen, raaka-ainepotentiaali on noin 20 % Keski-Pohjanmaan tutkittujen soiden kokonaisturvemäärästä.

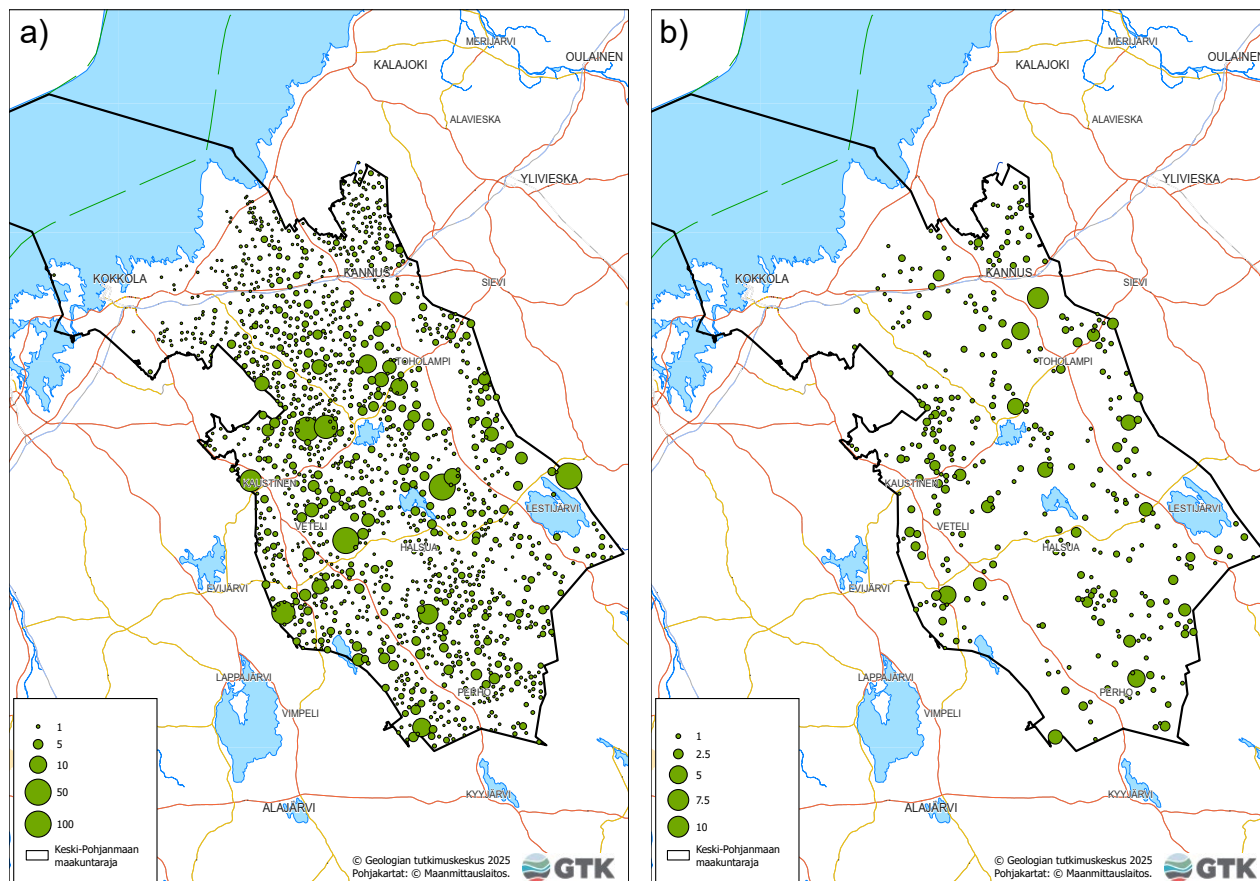
Raaka-ainepotentiaali pitää käsittää alueellisenä, ei suoallaskohtaisena tarkasteluna, joten tuloksia ei voida suoraan hyödyntää yksittäisten kohteiden arvioinnissa. Kappaleessa 4.1 on esitetty niin aineistoon kuin itse turpeeseen liittyviä virhelähteitä. Suoallaskohtaisia tarkasteluja varten tarvitaan aina ajankohtaista suoaltaan nykyhetkeä kuvaavaa ja mahdollisesti vielä tarkempaa tutkimustietoa kuin peruskartoituksessa on saatu.

Taulukko 2. Keski-Pohjanmaan GTK:n tutkimien soiden kokonaisturvemäärä sekä valittujen kriteerien mukaisesti määritetty laskennallinen raaka-ainepotentiaali.

Käytetty kriteeri	Soiden lkm	Turvemäärä milj. m ³
Kokonaisturvemäärä	1471	1846,5
Heikosti maatunut (H1–4) pintarahkaturvemäärä poistettu	1471	1417,6
Suoaltaan luonnontilaisuusluokka 0–2	1300	1028,6
Suolla ei turvetuotantoalueita	1220	854,9
Kohteet, joilla H1–4 rahkaturpeen osuus < 25 % kokonaisturvemäärästä	875	629,2
Keskimaatuneisuus > H5	766	519,4
Maatunut S-turve ja C-turve > 0,5 milj. m ³ /suo	355	404,7

GTK:n tutkimien soiden turpeiden kokonaisturvemäärä, tarkoittaen soiden turvemäärää ilman mitään vähentäviä kriteerejä huomioituna, sijoittuu melko tasaisesti koko Keski-Pohjanmaan alueelle (kuva 15a). Eri kriteerien kautta tehtyjen vähennysten jälkeen saadussa laskennallisessa

raaka-ainepotentiaalissa on havaittavissa jonkin verran alueellisia keskittymiä (kuva 15b). Tuloksia tarkasteltaessa on huomioitava, että karttakuva (15b) on yleistetty esitys soveltuvan raaka-ainemäärän sijoittumisesta eikä arvion perusteella voida todeta todellisia kohdekohtaisia soveltuvuuksia.



Kuva 15. GTK:n tutkimien soiden turpeiden kokonaisturvemäärä Keski-Pohjanmaalla a) ja eri kriteerein saatu laskennallinen raaka-ainepotentiaali b). Kartoissa esiintyvät symbolit eivät ole verrannollisia keskenään (a-b).

5 JATKOTUTKIMUKSET

Tässä tutkimuksessa näytteenottokohteiksi valittiin pääosin metsäojitettuja soita, mutta jatkotarkasteluissa olisi hyvä selvittää olemassa olevien ja/tai entisten turvetuotantoalueiden raaka-ainepotentiaali. Tarkastelussa voitaisiin hyödyntää TURKE – Turvetuotantoalueet kestäväan käyttöön –projektin tuloksia Keski-Pohjanmaan turvetuotantoalueiden jatkokäytön mahdollisuuksista suhteessa näillä alueilla jäljellä olevan turvekerroksen määrään.

Jatkotutkimuksia voitaisiin hyödyntää laajemmin GTK:n laajoja turveanalytiikkatietoja siten, että kohdennetaan uudelleen analysointia olemassa oleviin GTK:n turvearkistonäyttemateriaaleihin sekä tarkastellaan pohjaturpeiden mahdollisia poikkeamia tietyistä alkuaineista.

LÄHDE- JA KIRJALLISUUSLUETTELO

- Biester, H., Hermanns, Y. M. & Cortizas, A. M. 2012.** The influence of organic matter decay on the distribution of major and trace elements in ombrotrophic mires – a case study from the Harz Mountains. *Geochim. Cosmochim. Acta* 84, 126–136. Saatavissa: <https://doi.org/10.1016/j.gca.2012.01.003>
- Gorham, E. & Janssens, J. A. 2005.** The distribution and accumulation of chemical elements in five peat cores from the mid-continent to the eastern coast of North America. *Wetlands* 25, 259–278. Saatavissa: <https://doi.org/10.1672/3>
- Herranen, T. & Toivonen, T. 2020.** Turpeen alkuainemääritykset Geologian tutkimuskeskuksessa – tuloksia laajasta analyysiaineistosta. Summary: The element assays of peat in the Geological Survey of Finland – results of wide scale peat analyses. *Suo* 71 (1), 25–45.
- Klavins, M., Silamikele, I., Nikodemus, O., Kalnina, L., Kuske, E., Rodinov, V. & Purmalis, O. 2009.** Peat properties, major and trace element accumulation in bog peat in Latvia. *Baltica* 22 (1), 37–49.
- Laatikainen, M., Leino, J., Lerssi, J., Torppa, J. & Turunen, J. 2011.** Turvetutkimusten menetelmäkehitystarkastelu. Geologian tutkimuskeskus, Turvetutkimusraportti 414. 128 s. Saatavissa: https://tupa.gtk.fi/raportti/turve/ttr_414.pdf
- Maa- ja metsätalousministeriö 2012.** Kansallinen suoturvemaastratégiatyöryhmä: Valtioneuvoston soiden ja turvemaiden kestävää ja vastuullista käyttöä ja suojelua koskevan periaatepäätöksen (30.8.2012) taustaraportti: Ehdotus soiden ja turvemaiden kestävän ja vastuullisen käytön ja suojelun kansalliseksi strategiaksi. Maa- ja metsätalousministeriön työryhmämuistio 1/2011. 157 s., 18 liitettä. [Viitattu 29.4.2025]. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-453-625-7>
- Mezhibor, A. M., Arbuzov, S. I. & Rikhvano, L. P. 2009.** Accumulation and average contents of trace elements in the high-moor peat of Tomsk region (Western Siberia, Russia). *Energ. Explor. & Exploit.* 27 (6), 401–410. Saatavissa: <https://doi.org/10.1260/0144-5987.27.6.401>
- Moore, T. R., Large, D., Talbot, J., Wang, M. & Riley, J. L. 2018.** The stoichiometry of carbon, hydrogen, and oxygen in peat. *J Geophys Res: Biogeosciences* 123, 3101–3110. Saatavissa: <https://doi.org/10.1029/2018JG004574>
- Mäkilä, M. 1994.** Suon energiasisällön laskeminen turpeen ominaisuuksien avulla. Summary: Calculation of the energy content of mires on the basis of peat properties. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti 121. 73 s., 11 liites. Saatavissa: https://tupa.gtk.fi/julkaisu/tutkimusraportti/tr_121.pdf
- Orru, H. & Orru, M. 2006.** Sources and distribution of trace elements in Estonian peat. *Global Planet Change* 53 (4), 249–258. Saatavissa: <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2006.03.007>
- Schillereff, D. N., Boyle, J. F., Toberman, H., Adams, J. L., Bryant, C. L., Chiverrell, R. C., Helliwell, R. C., Keenan, P., Lilly, A. & Tipping, E. 2016.** Long-term macronutrient stoichiometry of UK ombrotrophic peatlands. *Sci. Total Environ.* 572, 1561–1572. Saatavissa: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.03.180>
- Silamikele, I., Klavins, M. & Nikodemus, O. 2011.** Major and trace element distribution in the peat from ombrotrophic bogs in Latvia. *J. Environ. Sci. Health, part A* 46 (7), 805–812. Saatavissa: <https://doi.org/10.1080/10934529.2011.572005>
- Stepanova, V. A., Pokrovsky, O. S., Viers, J., Mironycheva-Tokareva, N. P., Kosykh, N. P. & Vishnyakova, E. K. 2015.** Elemental composition of peat profiles in western Siberia: Effect of the micro-landscape, latitude position and permafrost coverage. *Appl. Geochem.* 53, 53–70. Saatavissa: <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2014.12.004>
- Toivonen, T. 1997.** Heikosti maatuneen rahkaturpeen laatuluokitus. Summary: Quality classification of slightly humified *Sphagnum* peat. Geologian tutkimuskeskus, Turvetutkimusraportti 308. 38 s., 3 liites. Saatavissa: https://tupa.gtk.fi/raportti/turve/ttr_308.pdf
- Toivonen, T., Herranen, T., Kivilompolo, J., Kujala, H., Laatikainen, M., Suomi, T., Turunen, J., Valo, O. & Vähäkuopus, T. 2022.** GTK:n tutkimien soiden tutkimustilanne ja luonnontilaisuusluokitukset maakunnittain. Summary: Peatland research by the Geological Survey of Finland and classification of the natural state of peatlands. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimustyöraportti 40/2022. 38 s. Saatavissa: https://tupa.gtk.fi/raportti/arkisto/40_2022.pdf
- Turunen, J. & Sallantausta, T. 2023.** Chemical element concentrations and accumulation in boreal mire ecosystems in Finland. *Boreal Environment Research* 28, 125–145. Saatavissa: <https://www.borenav.net/BER/archive/pdfs/ber28/ber28-125-145.pdf>
- Valtioneuvosto 2012.** Valtioneuvoston periaatepäätös soiden ja turvemaiden kestävistä ja vastuullisesta käytöstä ja suojelusta. 19 s. [Viitattu 29.4.2025]. Saatavissa: https://mmm.fi/documents/1410837/1516663/MMM-119690-v5-suostrategia_valtioneuvoston_periaatepaatos_v4/005425e8-e3c4-497d-8c9f-26f343896c37/MMM-119690-v5-suostrategia_valtioneuvoston_periaatepaatos_v4.pdf?t=1437561885000
- Veretennikova, E. E., Kuryina, I. V., Dyukarev, E. A., Golovatskaya, E. A. & Smirnov, S. V. 2021.** Geochemical Features of Peat Deposits at Oligotrophic Bogs in the Southern Taiga Subzone of West Siberia. *Geochem. Int.* 59 (6), 618–631. doi:10.1134/S0016702921050098
- von Post, L. 1922.** Sveriges Geologiska undersöknings torvinventering och några av dess hittills vunna resultat. *Sven. Mosskulturfören Tidskr* 37, 1–27.
- Vähäkuopus, T., Turunen, J., Palola, J., Kivilompolo, J., Aro, I., Laatikainen, M., Herranen, T. & Valpola, S. E. 2018.** Turvetutkimusten näytteenotto-prosessi. Geologian tutkimuskeskus, sisäinen raportti 28/2018.



Kaikki GTK:n julkaisut verkossa hakku.gtk.fi