14.9.2022

Ranuan suobiomassojen käyttömahdollisuudet hyvinvointituotteissa ja -palveluissa sekä elintarvikkeissa (Ransu)

Geologian tutkimuskeskus

Juha Ovaskainen, Janne Kivilompolo

Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Vipuvoimaa EU:lta 2014–2020

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

14.9.2022

GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS

KUVAILULEHTI

GTK/514/03.01/2020

Tekijät	Toimeksiantaja
Juha Ovaskainen Janne Kivilompolo	Ranuan kunta

Raportin nimi

Ranuan suobiomassojen käyttömahdollisuudet hyvinvointituotteissa ja -palveluissa sekä elintarvikkeissa - Ransu

Tiivistelmä

Geologian tutkimuskeskus (GTK) toteutti hankeosapuolena näytteenoton ja kohdekohtaisen raaka-ainepotentiaalin arvioinnin *Ranuan suobiomassojen käyttömahdollisuudet hyvinvointituotteissa ja -palveluissa sekä elintarvikkeissa* -projektin (A76973) tarpeisiin. Suobiomassanäytteenotto (turve ja rahkasammal) suoritettiin kahdessa vaiheessa siten, että ensimmäinen näytteenotto kohdennettiin kolmelle ominaisuuksiltaan erilaiselle tutkimuskohteelle Ranuan kunnan alueella aikavälillä 6.-7.9.2021. Tätä myöhempi, suurempien pilot- tyyppisten näyte-erien näytteenotto kohdennettiin ensimmäisestä näytteenottosarjasta tehdyn analytiikan perusteella kahdelle aikaisemmin tutkitulle kohteelle. Näytteenoton, laboratorioanalytiikan ja GTK:n muun tutkimusaineiston perusteella tehtiin lopuksi arvio valittujen tutkimuskohteiden potentiaalisesta soveltuvuudesta tutkimushankkeen mukaiseen jalostetuotantoon.

Asiasanat

Turvenäytteenotto, turve, jaloste, suobiomassat, Ranua, EAKR

Maantieteellinen alue (maa, lääni, kunta, kylä, esiintymä)

Ranua

Kokonaissivumäärä	Kieli	Hinta	Julkisuus
24	Suomi		Julkinen

Yksikkö	Projektinumero
Ympäristöratkaisut	50403-30155

Allekirjoitus/nimen selvennys	Allekirjoitus/nimen selvennys
Juha Ovaskainen	Vähäkuopus Tuija

Sisällysluettelo

Kuvailulehti

1 Johdanto 1

2 Menetelmät 1

2.1 Tutkimuskohteiden valinta 1

2.2 Näytteenotto 5

3 Tulokset 7

3.1 Humusaineet 7

3.2 Vahat ja hartsit 9

4 Kohdekohtainen tarkastelu 13

4.1 Särkisuo 14

4.2 Hoikkasuo 17

4.3 Aitamaantaussuo 20

5 Yhteenveto 22

6 Lähteet 23

LIITTEET

LIITEET 1-4 Särkisuon tutkimuspisteiden maatuneisuusprofiilit

LIITTEET 5-8 Hoikkasuon tutkimuspisteiden maatuneisuusprofiilit

14.9.2022

1 JOHDANTO

Ranuan kunnan tavoitteena on edistää alueensa luonnonvarojen kestävää käyttöä varsinaisesta raaka-ainetuotannosta kohti korkeamman jalostusarvon tuotekehitystä. Tällä halutaan tukea siirtymää vähähiiliseen yhteiskuntaan kohdentamalla kehitys- ja innovaatiotyötä myös suobiomassojen käytön alalla. Ranuan kunnan ja Geologian tutkimuskeskuksen Euroopan aluekehitysrahaston- hankkeessa (A76973) tutkittiin Ranuan soiden ja suobiomassojen raaka-ainepotentiaalia hyvinvointituotteiden ja -palvelujen sekä ihmisille ja eläimille tarkoitetun elintarvikekäytön osalta. EAKR- rahoituksen lisäksi hankkeen osarahoittajana toimi Napapiirin Vesi- ja Energia (NEVE).

Geologian tutkimuskeskus toteutti hankkeeseen sisältyvän suobiomassanäytteenoton ja tutkimuskohteiden raaka-ainepotentiaalin arvioinnin. Kohteet valittiin olemassa olevan kartoitus- ja muun lähdeaineiston perusteella siten, että näyteaineistossa edustuisi mahdollisimman monipuolisesti jalostuksen kannalta mielenkiintoiset raaka-ainetekijät. Näytteenoton suunnittelussa otettiin huomioon myös mm. alueiden luonnontilaisuus, tuotantotekniset ominaisuudet ja maantiede. Tehdyn näyteanalytiikan ja suontutkimustietojen pohjalta tehtiin arvio kohteiden soveltuvuudesta erityyppiseen jalostetuotantoon.

2 MENETELMÄT

2.1 Tutkimuskohteiden valinta

Työn ensimmäisessä vaiheessa luotiin kriteerit potentiaalisten tutkimus- ja näytteenottokohteiden valinnalle. Hankkeen koko, tavoitteet ja kustannusrakenne huomioiden tutkimukseen päätettiin valita kolme – neljä kunnan alueelle sijoittuvaa joko kokonaan tai osittain metsäojitettua suokohdetta. Kohdevalinnassa haluttiin huomioida myös jo turvetuotannossa olevat suot. Soiden tuli olla lähtökohtaisesti jo aikaisemmin GTK:n suo- ja turvetutkimuksen yhteydessä kartoittamia, jolloin muodostettuja kriteerejä voitiin käyttää luotettavasti soveltuvien kohteiden etsinnässä. Kohdemäärän ja maankäyttömuodon lisäksi valinnassa pohjauduttiin alla esitettyihin kriteereihin:

Suobiomassan ominaisuudet

Näytekohteiden etukäteisvalinnassa tuli ottaa huomioon olemassa oleva tutkimustieto eri suobiomassatyyppien potentiaalista hankkeen mukaiseen jalostustoimintaan sekä näyteaineiston monipuolisuus. Raaka-ainetekijöiden tiedetään olevan rikastuneena tietyn ominaisuuden omaavissa turvetyypeissä ja kasvillisuudessa, jolloin näytteenotto pyrittiin kohdentamaan kertyneen kartoitustiedon perusteella mahdollisimman optimaalisesti. Lisäksi

näytevalinnassa huomioitiin mahdollisesti aiemmin paikan päältä tehty laboratorioanalytiikka.

Tutkimuskohteiden luonnontilaisuus

Tarkastelu kohdennettiin soille ja suoaltaille, jotka nykyisen lainsäädännön perusteella olisivat soveltuvia turvetuotantoon tai sammalbiomassan keruuseen. Lähtökohtaisesti turvetuotanto suositellaan sijoitettavan luonnontilaisuusluokkien 0-1 suoaltaille, mutta varsinkin pohjoisempana myös luokat 2-3 nähdään tapauskohtaisesti soveltuviksi (Valtioneuvosto 2012).

Tuotantokelpoisuus

Kohteiden kasvillisuuden ja turvekerroksen tuli edustua sellaisina, että keruu- ja tuotantotoiminta nähdään vastaavan kaltaisiin ominaisuuksiin heijastuen teknisesti toteuttamiskelpoisena. Tavoitteena on ymmärtää kulloisenkin arvoaineen esiintyminen eri kerrosyksikössä ja turvelajissa, jolloin voidaan myös arvioida koko kerrossarjan mahdollisimman tehokasta hyödyntämismahdollisuutta eri jalostusmuodoissa *(elinkaariajattelu)*.

Maantieteelliset ominaispiirteet

Kohdevalinnassa huomioitiin Ranuan kunnan soille tyypilliset ominaispiirteet ja ennakkotieto kohteen nykyisestä pintakasvillisuudesta. Ranuan alue kuuluu Peräpohjolan aapasoihin, eli ns. sara-aapojen alueeseen, joille on tyypillistä suhteellisen kuivat, laajalti välipintaiset suot (Ruuhijärvi 1983). Tieto hillan nykyisestä esiintymisestä ohjasi myös lopullista näytteenottopaikan sijoittumista.

Edellä esitettyihin kriteereihin nojautuen valinta rajattiin kolmeen toisistaan poikkeavaan tutkimuskohdetyyppiin, joissa jokaisessa painottui jalostustoiminta huomioon ottaen omanlaisensa ominaispiirteet. Tämän nähtiin tukevan erityisesti optimaalisimpien raaka-ainelähteiden löytämistä eri jalostetoimintoja ajatellen suurempimittakaavaisesti koko Ranuan kunnan alueella.

Tutkimuskohdetyyppi 1

Suotyyppi: Rahkaneva, muurainrahkaräme tai isovarpuräme

Kohteen tuli edustaa tutkimusalueista kaikkein karuinta ja rahkavaltaisinta suotyyppiä, joilla tyypillisesti tavataan runsaita hillakasvustoja. Suotyypin kasvillisuuden pohjakerros muodostuu liki yhtenäisestä ruskorahkasammal-patjasta (*S.fuscum*). Turpeen pintakerros on sammalkerroksen tapaan pääosin *Acutifolia*- rahkasammalryhmän muodostama ja erittäin heikosti maatunut. Turpeen välikerros- ja pohjakerros jatkuvat rahkavaltaisina liki suon

pohjaan saakka ja pääasiallisin muutos kerrosstratigrafiassa nähdään maatumisasteen muutoksissa.

Nykyisen tutkimustiedon valossa tämänkaltaisen rahkavaltaisen kohteen turvekerrokset ovat potentiaalisia useampaankin jalostustarkoitukseen (esim. Puustjärvi 1973, Lehtonen & Ketola 1992, Lis ym. 2017). Muuraimen lisäksi karuilla rahkaisilla soilla esiintyy tyypillisesti suovarpuja, kuten variksenmarjaa, kanervaa ja vaiveroa, joilla tiedetään oleva erittäin korkea vahapitoisuus (Luukkanen 1994).

Painotukset:

Positiivinen:

- Korrelaatiokohde muille tutkimukseen valittaville kohteille.
- Hillan esiintyminen.
- Monipuolinen jalostuskelpoisuus.

Negatiivinen:

- Ei edusta Ranuan alueelle tyypillisintä suotyyppiä.

Tutkimuskohdetyyppi 2:

Suotyyppi: Lyhytkortinen neva tai nevaräme

Lyhytkortinen neva tai puustoisen suon sekatyyppi nevaräme edustavat melko tyypillistä suotyyppiä Ranuan alueella (Virtanen ym. 2003). Lyhytkortisten soiden merkittävimmät kasvinmuodostajat ovat tupasvilla ja tupasluikka, joista varsinkin edellisellä on todettu olevan vahva positiivinen korrelaatio mm. vahojen esiintymisen suhteen (Luukkanen 1994). Rahkasammalissa ovat edustettuina uppo- ja välipintaiset lajit, joista mielenkiintoisimpana punarahkasammal (*S.medium*). Lyhytkortisten nevojen ja nevarämeiden turpeissa edustuu usein lisätekijänä juuri tupasvilla, jonka on joissain tutkimuksissa havaittu lisänneen juuri vahauutesaantoa (esim. Fagernas ym. 1986).

Painotukset:

Positiivinen:

- Ranuan alueelle tyypillinen suotyyppi.
- Tupasvillan esiintyminen.
- Varsinkin rämeosat voivat olla hyvinkin hillarikkaita.

Negatiivinen:

- Osittain ojitetut suot voivat olla pelkän sammalbiomassan keräämiseen usein liian upottavia ja vetisiä.

Tutkimuskohdetyyppi 3

Turvetuotantoalue (alkuperäinen suotyyppi varsinainen saraneva tai ruohoinen saraneva).

Toiminnassa olevan turvetuotantoalueen näytteiden arvioitiin antavan hyvää vertailuaineistoa ns. luonnonsoihin. Tuotantoalueen kuivatun ja varastoidun turpeen katsottiin myös soveltuvan hyvin suuremman näyte-erän ottamiselle. Muista kohteista poiketen alueen tuli edustaa rehevämpää, saravaltaista ja minerotrofista suotyyppiä.

Painotukset:

Positiivinen:

- Kohteen saravaltaiset turvekerrokset hyvin tyypillisiä Ranuan alueen aapasuotyypeille.
- Muodostaa vastakohdan turpeen ominaisuuksiensa puolesta tutkimusaluetyypille 1.
- Mahdollinen suurempi näyte-erä varastoidusta turpeesta.

Negatiivinen:

- Saraturpeiden jalostuspotentiaali vähemmän tutkittu.
- Rehevillä suotyypeillä monesti korkeat tuhka- metallisten alkuaineiden pitoisuudet.

Edellä mainittujen kriteerien rajaamana GTK:lla oli käytettävissään n. 350 kpl Ranuan kunnan alueelle sijoittuvaa suota, jotka olivat aiemmin kartoitettuja ja josta oli olemassa olevaa turveanalytiikkaa. Tutkimuskohdetyyppiä 1 (rahkaneva, muurainrahkaräme tai isovarpuräme) löydettiin yhteensä 65 kohdetta. Tutkimuskohdetyyppiä 2 (lyhytkortinen neva tai nevaräme) löydettiin 34 kohdetta. Jo turvetuotannossa olevista kohteista karsintaan valittiin Napapiirin vesi- ja energia- yhtiön tuotannossa olevia kohteita (2 kohdetta). Valinnassa painotettiin analytiikan kannalta mahdollisimman monipuolisen turve- ja sammalnäyteaineiston kertymistä, jolloin mm. kohteiden pinta-ala ei muodostunut karsivaksi tekijäksi. Muodostettuja kriteerejä vertaamalla tutkimukseen päädyttiin valitsemaan alla esitetyt kohteet (kuva 1).

Särkisuo (Tutkimusaluetyyppi 1)

Särkisuo sijoittuu n. 18 km Ranuan kuntakeskuksesta itään. Kivilompolo (2012) mukaan alueen suotyypeistä n. 61 % on rämeitä, 35 % avosoita ja 3 % korpia. Yleisimmät suotyypit altaalla ovat varsinainen sararäme, tupasvillaräme ja pallosararäme. Ennakkoon valittu piste sen sijaan sijoitettiin alueen koilisosan rahkanevalle. Särkisuon itä- ja pohjoisosa ovat ojitettu kokonaisvaltaisesti, mutta altaan keskiosa ja Luiminkajoen puoleinen länsiosa ovat ojittamattomia. GTK on luokitellut kohteen soiden luonnontilaisuusluokituksen mukaisesti luokkaan 3.

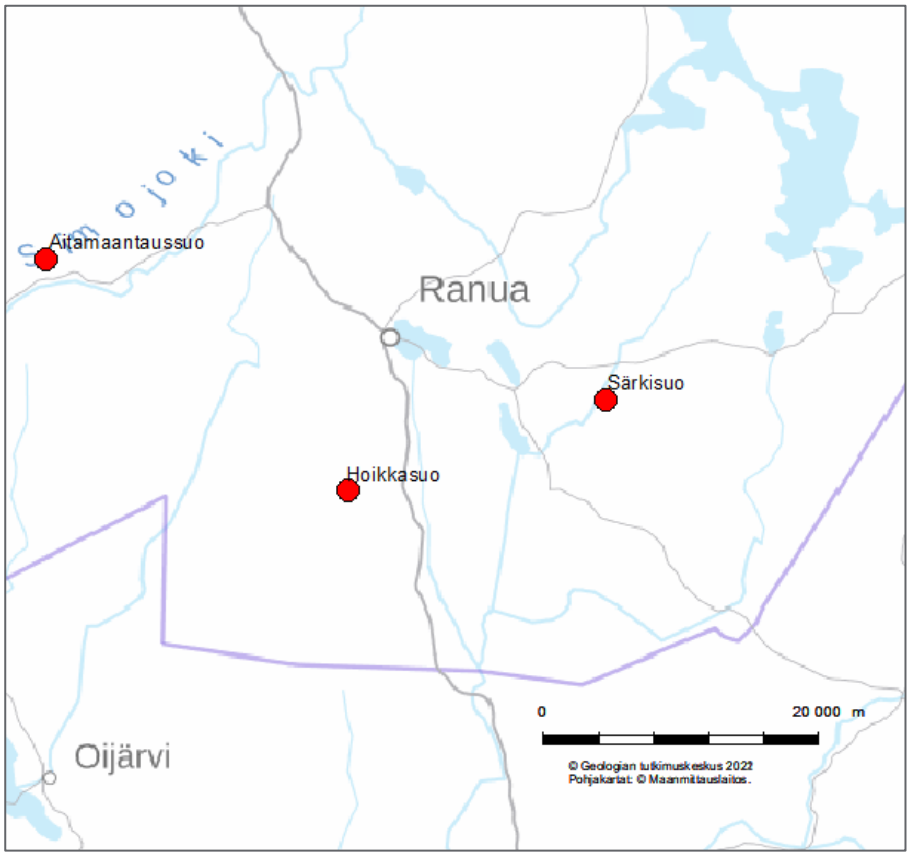
Hoikkasuo (Tutkimusaluetyyppi 2)

Hoikkasuo on GTK:n vuonna 1985 perustutkima kohde ja se sijaitsee n. 12 km Ranuan kuntakeskuksesta etelään. Kohteen kaakkoispuolen läheisyyteen sijoittuu Asmutinsuon ja

Lamminsuon soidensuojelualue. Turvetutkimusraportin nro. 421 (Räisänen & Kivilompolo 2011) mukaan alueen suotyypeistä 44 % on avosoita, 31 % rämeitä, 16 % korpia ja 9 % turvekankaita. Yleisimmät suotyypit ovat lyhytkortinen neva, rimpineva ja varsinainen saraneva. GTK on luokitellut Hoikkasuon altaan luonnontilaisuusluokkaan 2.

Aitamaantaussuo (Tutkimusaluetyyppi 3)

Aitamaantaussuon turvetuotantoalue kuuluu GTK:n vuonna 1985 kartoittamaan Patvikkoaavan suokokonaisuuteen. Alue sijoittuu n. 23 km Ranuan kuntakeskuksesta länteen. Ennen turvetuotantoa Patvikkoaavan suotyypeistä edustui rämeinä 34 %, avosoina 21 %, turvekankaina 19 % ja korpina 17 % (Räisänen & Kivilompolo 2011). Yleisimmin tavatut suotyypit kartoitushetkellä ovat olleet ruohoinen sararäme, lettoräme, ruohoinen saraneva ja lyhytkortinen neva. GTK on luokitellut Patvikkoaavan luonnontilaisuusluokkaan 0.

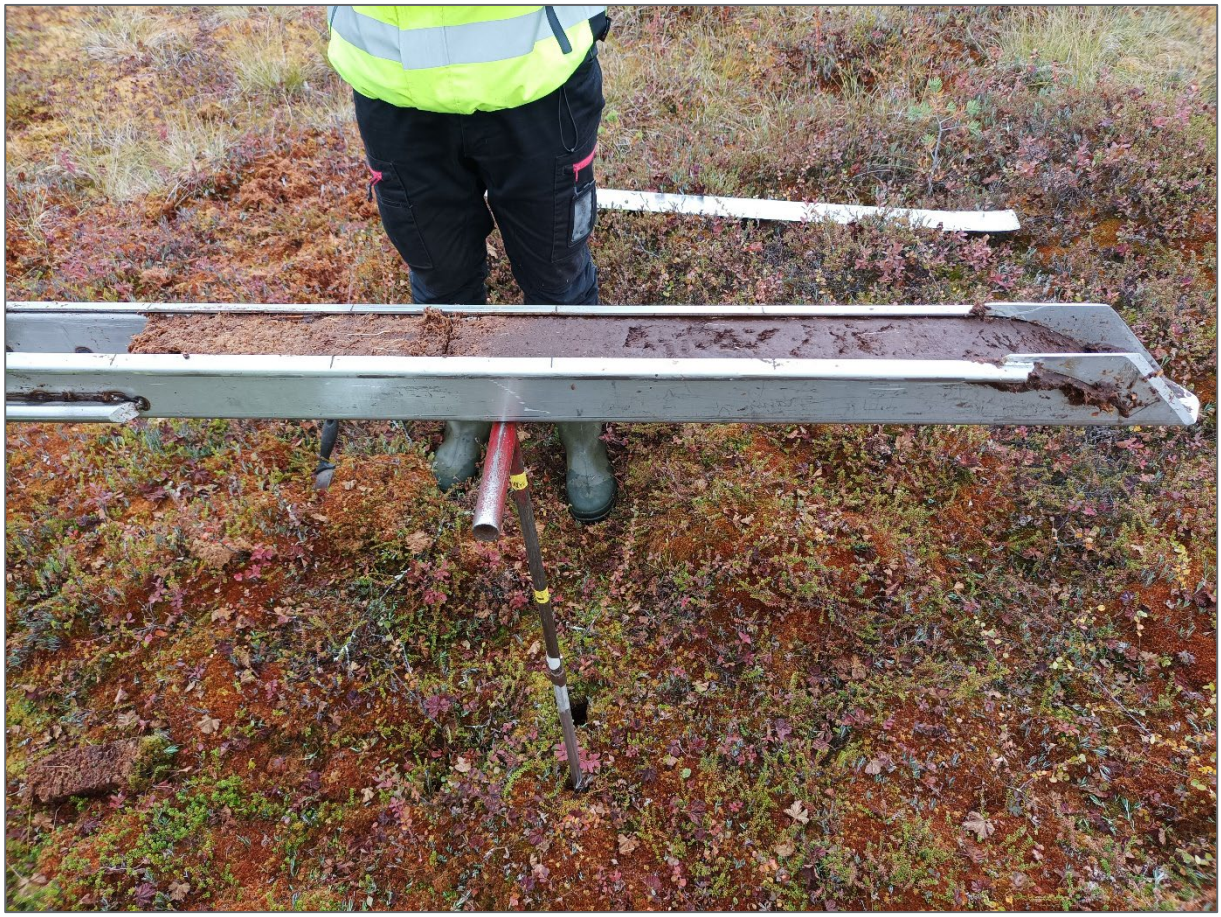


Kuva 1. Särkisuon, Hoikkasuon ja Aitamaantaussuon sijoittuminen.

2.2 Näytteenotto

Hankkeen ensimmäisen vaiheen näytteenotossa kerättiin yhteensä 10 erityyppistä turve- ja suobiomassanäytettä (taulukko 1). In-situ tyyppiset turvenäytteet otettiin 70x70x100 mm

laatikkokairalla tai 35x500 mm laippakairalla (kuva 2). Tutkimuspisteiden rahkasammalnäytteet ja tuotetun turpeen aumanäyte Aitamaantaussuolta otettiin sen sijaan käsi- ja lapionäytteenottona. Yksittäisen näytteen painon tuli olla vähintään n. 2 kg.



Kuva 2. Laatikkokairanäytteenotto Särkisuon tutkimuskohteella (kuva: Juha Ovaskainen).

Tutkimuspisteellä havainnoitiin GTK:n suotutkimuskäytännön mukaiset suotyyppi- ja turvelajitiedot. Turvelajin maatuneisuuden voimakkuuden määrittely perustui Von Postin (1922) subjektiiviseen kymmenluokitusmenetelmään (H1-H10). Luokittelussa H1 edustaa täysin maatumatonta ja luokka 10 täysin maatunutta turvetta. Näytteet pakattiin tunnistustiedoin merkittyihin muovipusseihin ja toimitettiin ennalta määritettyihin analyyseihin Fingredient Oy:n laboratorioon Ylöjärvelle.

Toisen vaiheen näytteenotto käsitti Pilot- kokoluokan uuttoprosessiin soveltuvan n. 20 kg:n turvenäytteen ottamisen Aitamaantaussuon varastoaumasta sekä n. 3 kg:n In-Situ turvenäytteenoton hoito- ja kylpyturvetestierän tuottamiseksi Särkisuolta. Näytteet pakattiin ja toimitettiin aiemman näytteenottoerän mukaisesti Fingredient Oy:n laboratorioon.

Taulukko 1. Aitamaantaussuon, Hoikkasuon ja Särkisuon sammal- ja turvenäytteiden ominaisuudet.

Kohde	Näytenro.	Näytetyyppi (lyhenne)	Maatuneisuusluokka	von Post
Aitamaantaussuo	1	Saraturve (C)	Voimakkaasti maatunut	H6
Aitamaantaussuo	2	Saraturve (C)	Voimakkaasti maatunut	H6
Hoikkasuo	3	*Punarahkasammal (Sphagnum)*	Elävä sammal/hyvin heikosti maatunut	-H1
Hoikkasuo	4	Tupasvillarahkaturve (ERS)	Heikosti maatunut	H2
Hoikkasuo	5	Tupasvillarahkaturve (ERS)	Keskinkertaisesti maatunut	H5
Hoikkasuo	6	Tupasvillarahkaturve (ERS)	Voimakkaasti maatunut	H6
Särkisuo	7	*Ruskorahkasammal (Sphagnum)*	Elävä sammal/hyvin heikosti maatunut	-H1
Särkisuo	8	Rahkaturve (S)	Heikosti maatunut	H2
Särkisuo	9	Rahkaturve (S)	Keskinkertaisesti maatunut	H4
Särkisuo	10	Rahkaturve (S)	Voimakkaasti maatunut	H7

Maatuneisuusluokat: Elävä sammal/hyvin heikosti maatunut (≤H1), Heikosti maatunut (H1-H3), Keskinkertaisesti maatunut (H4-H5), Voimakkaasti maatunut (>H5).

3 TULOKSET

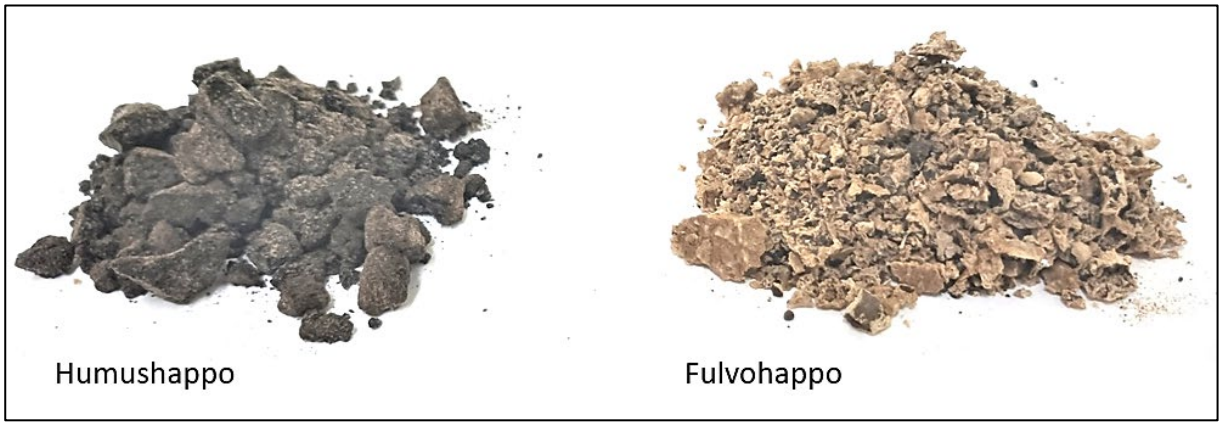
Turvenäytteiden analytiikka tuotettiin Fingredient Oy:n toteuttamana ja komponenttien fraktiointimenetelmä on kuvattu mm. Peuravuori & Pihlaja (1988). Verrattain pienestä näyteaineistosta johtuen vertailu suobiomassojen ominaisuuksien suhteesta tutkittaviin parametreihin jää yleisesti melko suppeaksi. On kuitenkin huomattava, että monet tässä tutkimuksessa esiintyvät havainnot ovat melko selkeitä ja täydentävät aiheesta tehtyä aiempaa tutkimustietoa. Kymmenen turvenäytteen laboratorioanalytiikan tulokset on esitetty taulukossa 2.

3.1 Humusaineet

Korkeimmat humushappojen pitoisuudet esiintyivät Särkisuon ja Hoikkasuon voimakkaasti maatuneissa ja rahkavaltaisissa turvenäytteissä (Näytenro. 10 & 6). Fulvohappojen osalta korkein pitoisuus (37,24 %) analysoitiin niin ikään Särkisuon näytteestä nro. 10, jonka lisäksi yli 25 %:n pitoisuustaso ylittyi Aitamaantaussuon tuotantokentästä kairatusta voimakkaasti maatuneesta saraturvenäytteestä (Näytenro. 2). Pilot- kokoluokan testierät humus- ja fulvohapoista prosessoitiin Aitamaantaussuon turpeen varastoaumasta (kuva 3).

Taulukko 2. Kymmenen valitun näytteen analyysitulokset.

Kohde	Näytenro.	kosteus %	Humushapot %	Fulvohapot %	Sterolit (%)	Vahat (%)	Lignaanit (mg/kg)
Aitamaantaussuo	1	46,82	7,3	10,57	1,87	4,66	366
Aitamaantaussuo	2	85,68	18,16	25,14	1,42	2,31	479
Hoikkasuo	3	90,6	1,91	2,13	0,1	0,4	507
Hoikkasuo	4	91,48	19,48	23,47	1,25	2,25	415
Hoikkasuo	5	87,86	20,76	24,71	1,41	3,05	432
Hoikkasuo	6	92,38	29,92	19,69	1,3	3,37	477
Särkisuo	7	87,32	3,47	4,73	0,1	0,5	386
Särkisuo	8	92,7	20	21,92	1,37	2,51	441
Särkisuo	9	81,82	18,37	19,8	1,75	3,87	390
Särkisuo	10	89,26	32,03	37,24	1,41	2,47	466



Kuva 3. Aitamaantaussuon varastoidusta turpeesta prosessoidut humus- ja fulvohapponäytteet (Kuva: Juha Ovaskainen)

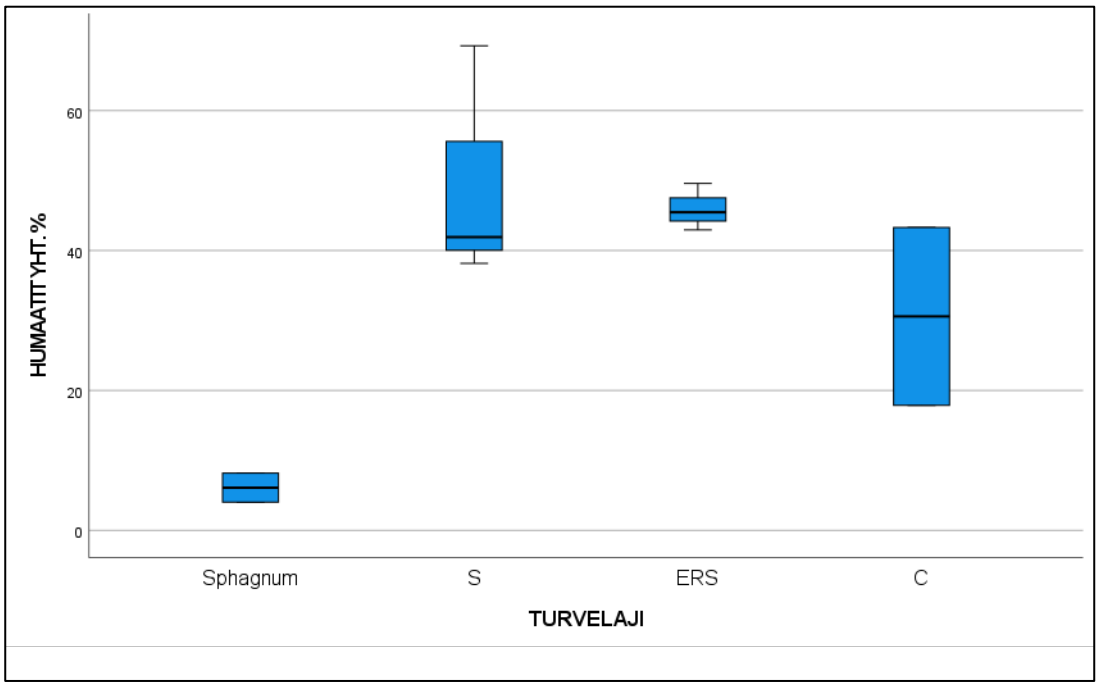
Turvelajin suhteesta humusaineisiin (humus- ja fulvohappo) nähdään, että näiden kokonaispitoisuus edustuu suurempana rahka- ja tupasvillarahkaturpeessa kuin saraturpeessa (kuva 4). Varsinkin humushapot näyttäisivät korreloivan vahvimmin juuri rahkavaltaisissa turpeissa. Sen sijaan fulvohappojen kohdalla saraturpeessa tavataan vastaavia pitoisuuksia kuin korkeimmat pitoisuudet omaavissa rahkavaltaisissa turpeissa. Turpeen botaanisen koostumuksen ohella humusaineiden esiintymiseen vaikuttaa suuresti turpeen maatuneisuuden voimakkuus. Tuloksista voidaan yleisesti todeta, että turpeen maatuneisuusasteen kasvu korreloi positiivisesti humusaineiden rikastumisen suhteen (kuva 5). Humushappojen kohdalla suurimmat pitoisuudet on analysoitu juuri kahdesta voimakkaasti maatuneessa rahkaturvevaltaisesta näytteestä. Fulvohappojenkin osalta korkein pitoisuus tavataan voimakkaasti maatuneessa rahkaturpeessa, mutta esimerkiksi Hoikkasuon heikosti- ja keskinkertaisesti maatuneet tupasvillarahkaturpeet omasivat suuremmat pitoisuudet kuin ko. näytesarjan voimakkaimmin maatunut näyte. Näin ollen fulvohappopitoisuus ei näyttäisi ainakaan tässä aineistossa korreloivan täysin maatuneisuuden etenemisen suhteen. Kaikista matalimmat humusainepitoisuudet

analysoitiin elävän sammalen ja hyvin heikosti maatuneen turpeen seosnäytteistä, jolloin tätä ns. suon pintasammalbiomassaa ei voida suositella potentiaalisena raaka-aineena nimenomaan humusaineiden ominaisuuksia hyödyntävien jalosteiden tuotantoon. Verrattain matalat humusainepitoisuudet edustuivat myös turpeen varastokuivassa näytteessä, joka voi indikoida mahdollista tuotantoprosessin tai varastoinnin negatiivista vaikutusta humus- ja fulvohappojen säilyvyyteen.

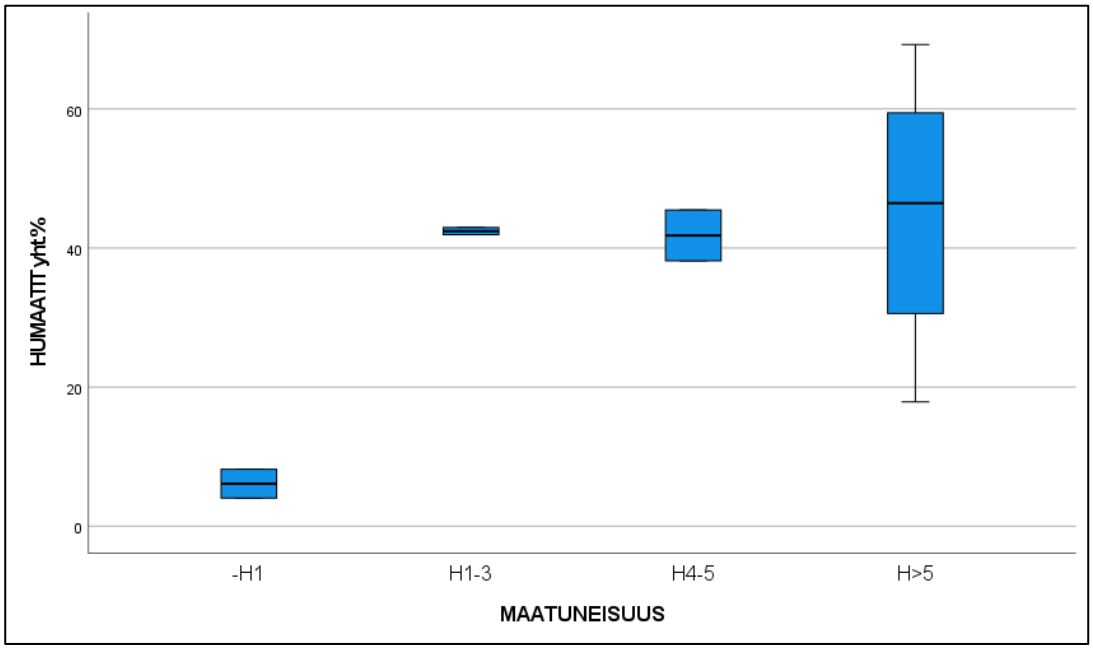
Turpeen humusaineita ja näiden potentiaalia tuotejalostuksessa on tutkittu aiemmin mm. (Pena-Mendez 2005, Korhonen 2012, & Lis ym. 2017). Korhonen (2012) tarkastelua tehtiin nimenomaan kylpyturpeen ominaisuuksiin peilaten. Tutkimuksen mukaan humushappojen määrä korreloi merkitseväsi maatuneisuuden kasvaessa niin rahka- kuin saraturpeella, joka osaltaan tukee myös tämän selvitysaineiston tuloksia. Korhosen tutkimuksessa sen sijaan fulvohappojen pitoisuudet jäivät huomattavasti Ranuan suoprofiileista kairattuja näytteitä pienemmiksi. Syy tähän voi liittyä joko eroihin näytetyypeissä, mutta todennäköisemmin kyse on eroista fraktiointi- ja uuttomenetelmissä, joiden vaikutus arvoaineiden saantoon on todettu monessa aiemmassa tutkimuksessa (esim. Listhvan & Korol' 1975, Fuchsman 1980, Peuravuori & Pihlaja 1988). Korhosen tutkimuksessa esitetyt laatukriteerit hyvin soveltuvaksi kylpyturpeeksi suosivat pitkälle maatunutta ja vähintään 20 % kuivapainosta humushappoja sisältävää turveraaka-ainetta, johon perustuen hankkeeseen kuulunut hoitoturpeen testierä (kuva 6) valmistettiin Särkisuon voimakkaasti maatuneesta (H7) rahkaturpeesta.

3.2 Vahat ja hartsit

Humusaineiden lisäksi Ranuan näytesarjoista selvitettiin turpeen bitumifraktion (vahat, sterolit ja lingaanit) komponenttien suhdetta botaaniseen koostumukseen ja maatuneisuuteen. Prosessitekniikan ja terminologian kannalta on kuitenkin olennaista mainita, että varsinaisesta turvebitumista voidaan erottaa kolme selkeästi toisistaan poikkeavaa ryhmää, vaha- ja hartsimaiset aineosat sekä asfalteeni. Analysoidut sterolit ja lingaanit (fenolit) rikastuvat erotusprosessissa pääosin bitumin hartsimaiseen aineosaan (Listhvan 1982). Vaha- ja hartsijakeiden testierät prosessoitiin humusaineiden tapaan Aitamaantaussuon aumavarastoidusta turvenäytteestä (kuva 7.)



Kuva 4. Turvelajin suhde humusaineiden (humus -ja fulvohappo) pitoisuuksiin.

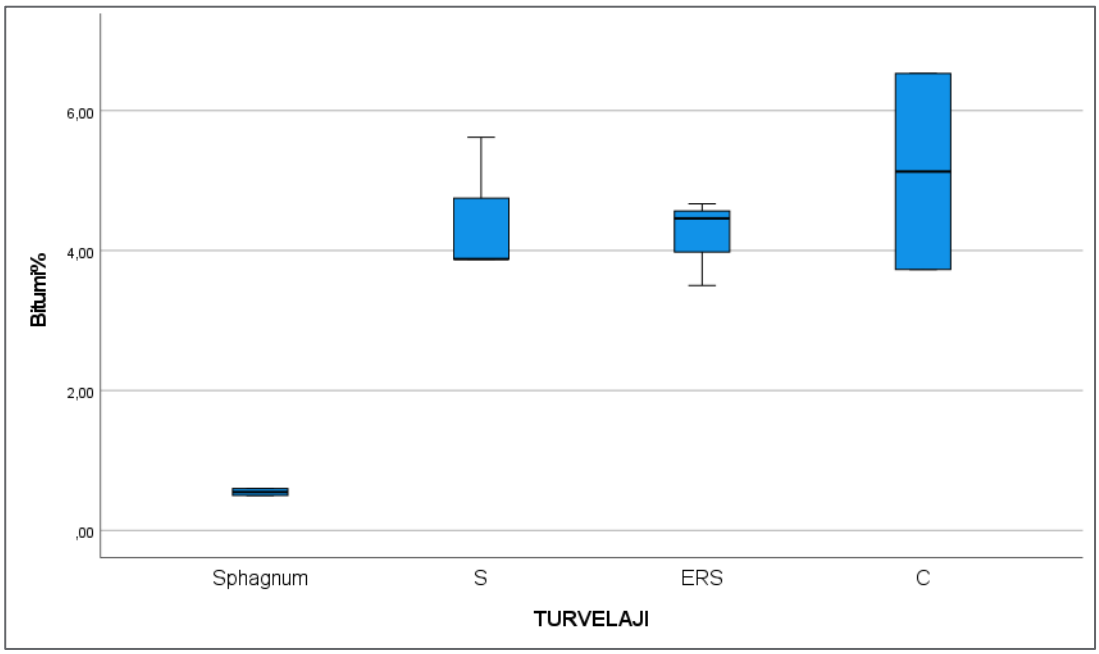


kuva 5. Maatuneisuuden suhde humusaineiden pitoisuuksiin.

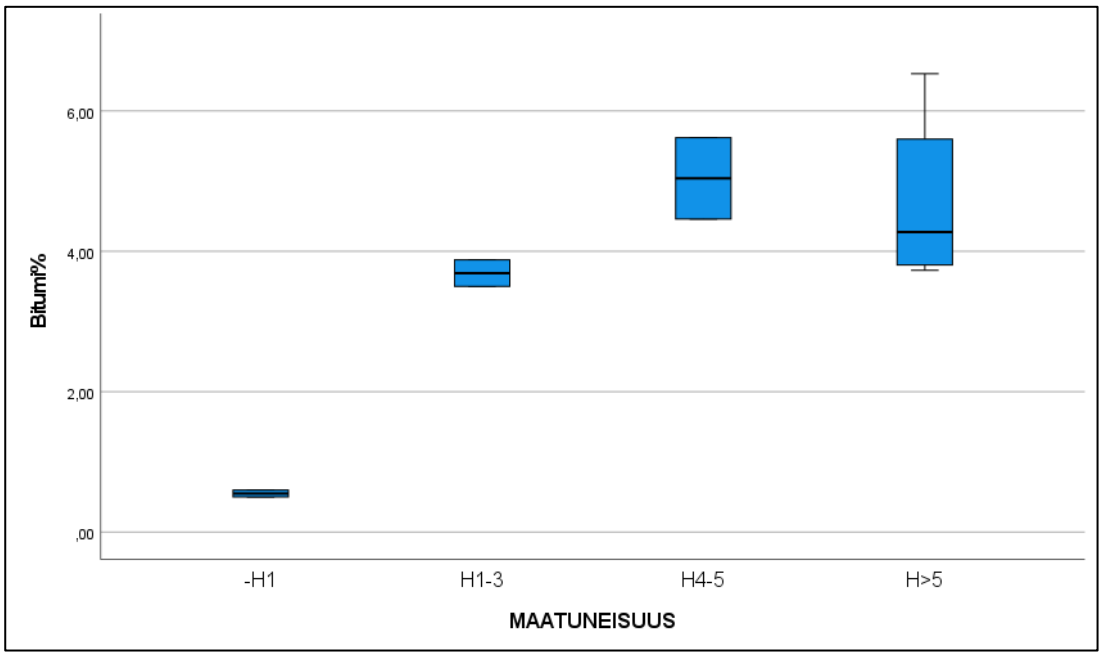
Kuva 6. Hoitoturvenäyte Särkisuon voimakkaasti maatuneesta rahkaturpeesta (Kuva: Juha Ovaskainen)

Turvevahan sekä sterolikomponentin pitoisuudet olivat korkeimmillaan Aitamaantaussuon voimakkaasti maatuneessa ja saravaltaisessa aumaturvenäytteessä (näytenro. 1). Toiseksi suurimmat pitoisuudet sen sijaan esiintyivät Särkisuon keskinkertaisesti maatuneessa rahkaturvenäytteessä (näytenro. 9). Lignaanipitoisuus ylitti 500 mg/kg ainoastaan Hoikkasuon punarahkasammalnäytteessä. Tuloksien perusteella turvevahan suhde näytteiden botaaniseen koostumukseen ei anna kovin selkeää kuvaa jonkin tietyn turvelajin suotuisuudesta bitumisten aineosin rikastumiselle (kuva 8). Korkeimmat vaha- ja sterolikomponentin pitoisuudet toki

Kuva 7. Prosessoitu hartsinäyte Aitamaantaussuon aumaturvenäytteestä (Kuva: Juha Ovaskainen)



kuva 8. Turvelajin suhde vahafraktion (bitumin) pitoisuuteen.



Kuva 9. Turpeen maatuneisuuden suhde vahafraktion pitoisuuteen.

tavataan Aitamaantaussuon aumavarastoidusta saraturpeesta, mutta alueen tuotantokentästä kairatun saravaltaisen turvenäytteen tulokset jäävät tätä huomattavasti matalammaksi. Syy voi liittyä humusaineiden tapaan varastoinnin aiheuttamiin muutoksiin turpeen koostumuksessa. Turpeen maatuneisuuden vaikutus indikoi sen sijaan vahafraktion rikastumista maatuneempiin turvekerroksiin (kuva 9). Keskinkertaisesti maatuneet turpeet saattavat tosin edustua bitumipitoisuuksiltaan vastaavina kuin voimakkaasti maatuneet

turpeet, jolloin maatumisasteen kasvu tietyn hajoamisasteen jälkeen ei välttämättä enää korreloi suoraan bitumiainesosien kertymisestä. Lingaanien epäsäännölliset pitoisuudet näytteiden välillä eivät muodosta luotettavaa pohjaa tulkinnalle. Elävän rahkasammalkerroksen hajoamattomalla kasviaineksella voi tosin olla pitoisuuksia nostava vaikutus, mutta tämäkään ilmiö ei toistu edes kahden tutkitun näytteen tapauksessa. Sekä vahan että sterolifraktioiden osuudet sen sijaan edustuvat sammalnäytteissä huomattavasti matalampina kuin turpeessa, jolloin sammalkerrosta ei humusaineiden tapaan nähdä varteen otettavan vaihtoehtona esim. vaha- ja hartsipohjaisten jalosteiden tuotantoon.

Turvebitumin saantoa ja hyötykäyttöpotentiaalia on tutkittu aikaisemmin runsaasti mm. Valtion teknillisessä tutkimuskeskuksessa (VTT) ja GTK:ssa. Useissa tutkimuksissa on todettu, että bitumijakeiden saantoon vaikuttaa hyvin merkittävästi käytetty uuttomenetelmä. Fagernäs ym. (1986) tutkimuksessa eri puolelta Suomea kerättyjen 120 turvenäytteen bitumisaanto asetoniuutteena oli keskimäärin 84 mg/g, josta vahafraktion osuus oli 54 % ja hartsifraktion osuus 46 %. Teoksessa Luukkanen (1986) keskimääräinen bitumisaanto rahkaturpeilla oli 4, 9 % k-a ja tupasvillarahkaturpeilla sekä saraturpeilla 5, 7 %. Turpeen maatuneisuusasteen kasvu lisäsi merkittävästi bitumipitoisuutta rahkaturpeella ja tupasvillarahkaturpeella, mutta saraturpeella tällä ei ollut juurikaan merkitystä.

Hyvinvointituotteiden jalostuspotentiaalin kannalta turvebitumin mielenkiintoisimman osa-alueen muodostaa juuri steroleita, fenoleita ja estrogeeniyhdisteitä sisältävä hartsi. Neuvostoliitossa hartsiuutteesta kehitettiinkin kaupallinen lääkeaine ”Torfenal”, jota käytettiin erilaisten ihosairauksien hoitoon ja puhdistusaineena. Suomessa turvebitumin jalostukseen ei ole toistaiseksi muodostunut teollisen mittakaavan toimintaa.

4 KOHDEKOHTAINEN TARKASTELU

Jokaiselta tutkimuskohteelta tehtiin arvio turpeen määräpotentiaalista edellä esitettyjen jalosteiden raaka-ainevaatimukset huomioon ottaen. Potentiaaliarvio perustuu GTK:n aiemmin kartoittamaan tietoon kohteiden suobiomassojen ominaisuuksista, volyymista ja sijoittumisesta, eikä ota huomioon mm. tuotantoa ohjaavan sääntelyn, maanomistajuuden tai taloudellisen kannattavuuden vaikutuksia tuotantotoiminnan realisoitumiseksi. Tarkastelussa on haluttu selvittää erityisesti voimakkaasti maatuneiden (>H5) turpeiden volyymiä ja kerrospaksuuksia. Tarkasteluparametrit joudutaan esittämään myös verrattain yleisellä tasolla ja tarkempi teknistaloudellinen arvio edellyttäisikin mm. nykyistä tarkempaa maastotutkimusta ja laajempaa analytiikkaa.

4.1 Särkisuo

Särkisuon tarkastelualue kattaa yhteensä n. 181 ha, josta yli 1,5 metrin turpeen kerrospaksuus edustuu n. 96 ha alalla (kuva 10). Suon kokonaisturvemääräksi on arvioitu reilu 2,7 milj. suo-m3, ja tästä n. 73 % sijoittuu yli 1,5 m kerrospaksuuden alueelle. Voimakkaasti maatuneen turpeen (>H5) kerrospaksuus tutkimuspisteillä vaihtelee välillä 20-230 cm, keskiarvon ollessa n. 80 cm. Arvion mukaan voimakkaasti maatuneen turpeen määrä koko suolla on n. 1,40 milj.suo-m3. Turpeista on keskimäärin yli 60 % rahkavaltaisia ja vajaa 40 % saravaltaisia, jolloin mm. optimaalisen hoitoturpeen raaka-aineeksi soveltuvaa voimakkaasti maatunutta rahkaturvetta alueella olisi n. 0,84 milj. suo-m3. Tarkemmat tiedot Särkisuon turvemääristä ja ominaisuuksista eri kerrospaksuusalueilla on esitetty taulukossa 3.

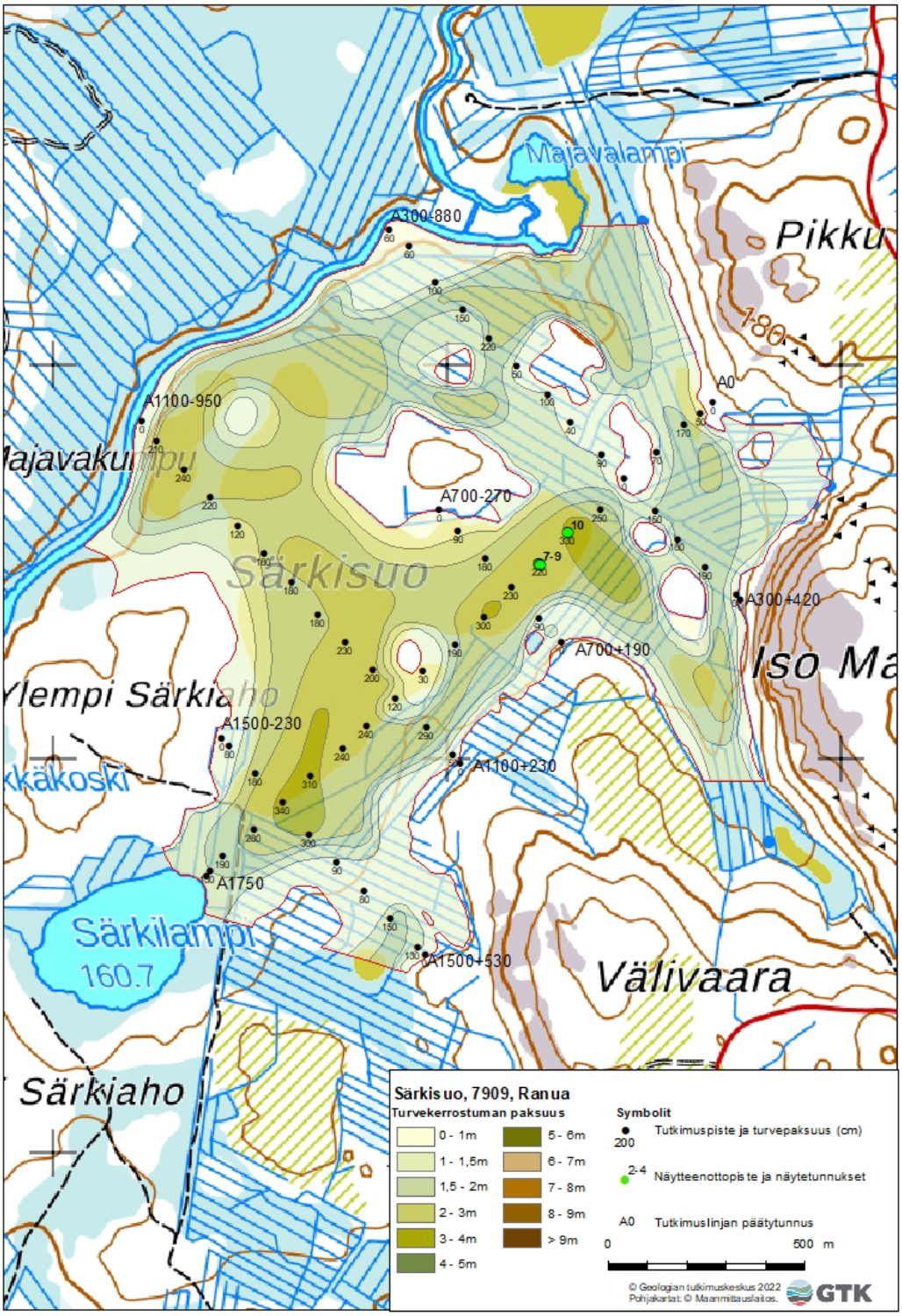
Taulukko 3. Särkisuon turvetutkimustiedot

Syvyysalueet	**> 0,1 m**	**> 1 m**	**> 1,5 m**	**> 2 m**	**> 3 m**
Pinta-ala ha	181,1	135,5	96,0	47,5	5,1
Keskisyvyys m	1,51	1,81	2,07	2,46	3,24
Turvemäärät (milj. suo-m3)					
Vaalea rahkaturve (H1-H4)	0,224	0,194	0,126	0,119	0,004
Väliturve ja tummaturve (>H4)	2,51	2,26	1,86	1,05	0,16
Kokonaisturvemäärä	2,737	2,457	1,985	1,170	0,165
Pääturvelajit %					
S (rahkaturve)	32,98	32,20	29,18	36,26	18,99
CS (sararahkaturve)	31,14	30,52	32,61	24,81	29,11
C (saraturve)	6,15	6,85	8,48	10,64	
SC (rahkasaraturve)	29,74	30,43	29,74	28,29	51,90
Turpeen lisätekijät %					
ER-pitoiset (tupasvilla)	28,08	28,95	27,56	27,76	6,33
N-pitoiset (varpuaines)	1,62	1,80	2,23	3,78	6,96

Särkisuon teknistä tuotantoalaa on arvioitu myös Turvetutkimusraportissa nro. 433 (Kivilompolo 2012). Teknisessä tuotantoalassa on vähennetty mm. Luiminkajoen läheisyydessä sijaitsevat tuotantokelpoiset alueet. Raportin mukaisesti suolla on perinteiseen energiaturvetuotantoon (>H4) soveltuvaa yli 1,5 m kerrospaksuuden aluetta n. 57 ha, jolla arvioidaan olevan turvetta yhteensä n. 0,963 milj-suo-m3. Laskennallisesti tästä määrästä n. 0,38 milj.suo-m3 olisi voimakkaasti maatunutta turvetta.

Särkisuon arvioidaan soveltuvan edellä esitettyjen tietojen perusteella jalostepohjaiseen turvetuotantoon melko hyvin. Voimakkaasti maatunutta turvetta esiintyy kattavasti liki koko tarkastelualalla ja horisontaalisesti suhteellisen tasaisella kerrossyvyydellä. Mainittu kerrossyvyys esiintyy myös monin paikoin liki välittömästi heikosti maatuneen rahkavaltaisen pintakerroksen alapuolella. Lopullinen tuotantotekninen aluesuunnittelu vaatisi kuitenkin nykyistä tarkemmat tutkimustiedot, jolloin jalostukseen kelpaamattoman sivuvirran määrä jäisi mahdollisimman pieneksi tuotantotoiminnan realisoituessa.

14.9.2022



Kuva 10. Särkisuon kerrospaksuus- ja tutkimuspistekartta

4.2 Hoikkasuo

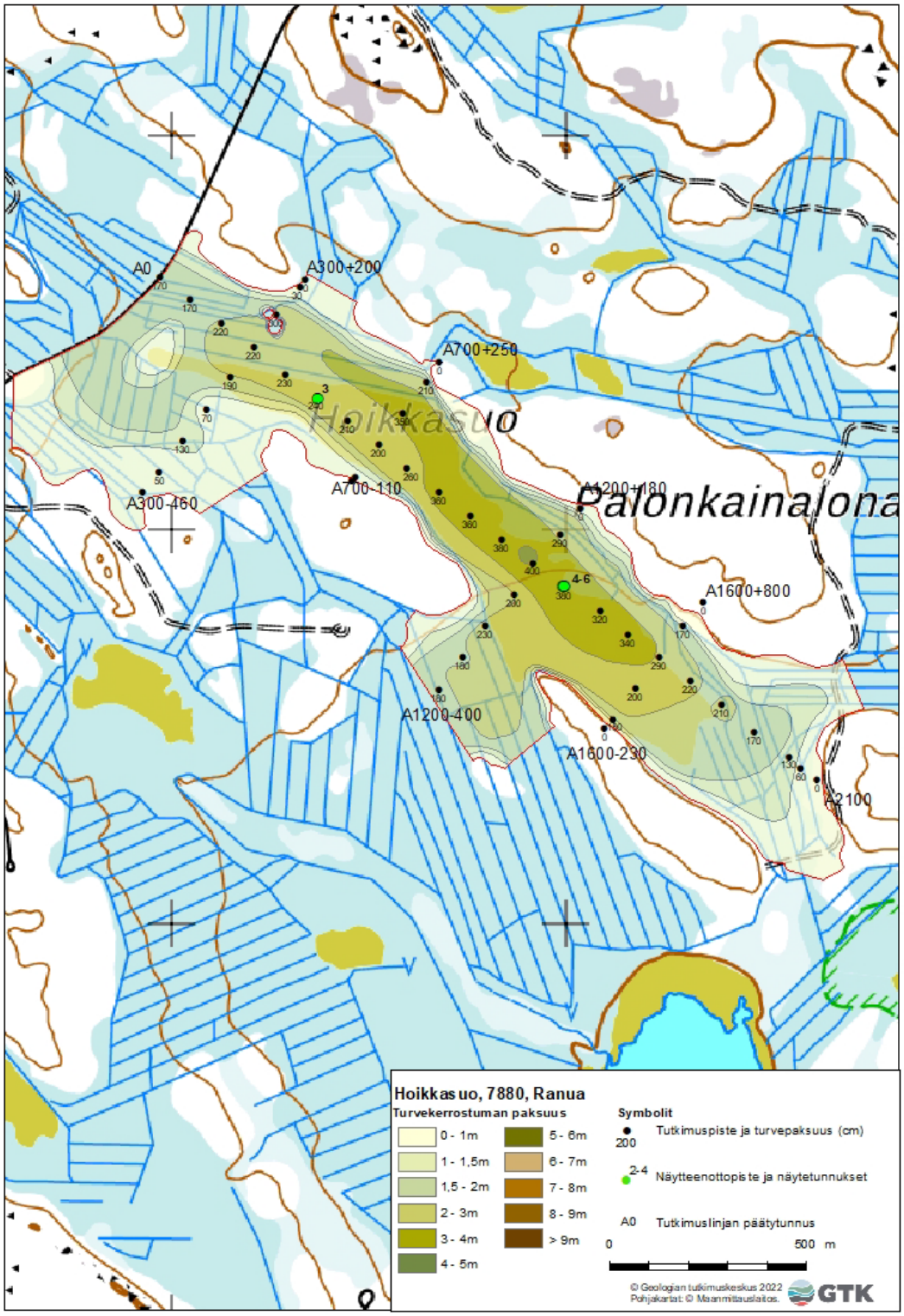
Hoikkasuon tarkastelualueen koko oli n. 105 ha, josta yli 1,5 m turvekerrospaksuus esiintyy n. 63 ha alueella (taulukko 4). Suon kokonaisturvemäärä on arvion mukaan vajaa 1,8 milj.suo-m3 ja tästä reilu 80 % sijoittuu yli 1,5 kerrospaksuuden alueelle. Voimakkaasti maatuneen turpeen osuus koko suon alueella arvioidaan olevan n. 0,64 milj.suo-m3, josta arviolta 50 % olisi rahkavaltaisia. Pitkälle maatuneen ja rahkavaltaisen turpeen volyymiksi Hoikkasuolla arvioidaan kokonaisuudessaan muodostuvan näin ollen n. 0,32 milj. suo-m3.

Taulukko 4. Hoikkasuon turvetutkimustiedot

Syvyysalueet	**> 0,1 m**	**> 1 m**	**> 1,5 m**	**> 2 m**	**> 3 m**	**> 4 m**
Pinta-ala ha	105,5	76,6	62,8	38,9	13,6	0,2
Keskisyvyys m	1,69	2,14	2,34	2,71	3,43	4,00
Turvemäärät (milj. suo-m3)						
Vaalea rahkaturve (H1-H4)	0,188	0,165	0,133	0,070	0,017	0,001
Väliturve ja tummaturve (>H4)	1,592	1,471	1,335	0,984	0,450	0,0006
Kokonaisturvemäärä	1,780	1,636	1,469	1,054	0,467	0,007
Pääturvelajit %						
S (rahkaturve)	25,24	26,06	24,64	20,38	13,01	20,00
CS (sararahkaturve)	35,27	30,98	29,25	25,65	19,77	
BS (ruskosammalrahkaturve)	1,40	1,52	1,69	2,36	4,59	
C (saraturve)	0,37	0,40	0,45	0,63	1,41	
SC (rahkasaraturve)	31,61	34,40	36,57	41,25	47,29	70,00
BC (ruskosammalsaraturve)	4,24	4,61	5,14	6,59	8,27	10,00
B (ruskosammalturve)	0,19	0,21	0,23	0,32	0,35	
SB (rahkaruskosammalturve)	0,46	0,50	0,56	0,78	1,77	
CB (sararuskosammalturve)	1,22	1,32	1,47	2,05	3,53	
Turpeen lisätekijät						
ER-pitoiset (tupasvilla)	30,89	30,09	26,94	23,01	16,02	32,50
L-pitoiset (puuaines)	3,18	3,46	1,66	1,74	2,82	
N-pitoiset (varpuaines)	7,10	7,73	8,61	10,85	14,24	7,50

Hoikkasuon teknistä tuotantokelpoisuutta energiaturvetuotantoon on käsitelty myös Turvetutkimusraportissa nro. 421 (Räisänen & Kivilompolo 2011). Raportin mukaisesti Hoikkasuon tekninen turvetuotantoon soveltuva alue noudattaa pitkälti 1,5 metrin kerrospaksuusalaa, käsittäen n. 63 ha ja 1,160 milj. suo-m3. Voimakkaasti maatuneen ja rahkavaltaisen turpeen osuus mainitulla alueella arvioidaan olevan n. 0,20 milj. suo-m3.

Hoikkasuon voimakkaasti maatunut ja rahkavaltainen turve muodostaa vajaan 20 % osuuden suon kokonaisturvemäärästä. Alueen turveprofiileista (Liitteet 5-8) nähdään, että ko. kerros edustuu monin paikoin verrattain ohuena ja epäsäännöllisellä kerrossyvyydellä, joka asettaa haasteita ehjän ja toimivan tuotantokokonaisuuden muodostamiseen. Mikäli Hoikkasuota suunniteltaisiin mahdolliseen jalostetoimintaan otettavaksi, tulisi toiminta todennäköisesti kohdentaa melko pienialaiselle suon osalle, jossa voimakkaasti maatunut kerros on helposti saavutettavissa ja yhtenäinen. Mainitun kaltaisen alueen kohdentaminen vaatisi myös nykyistä tarkemman näytteenottotiedon.



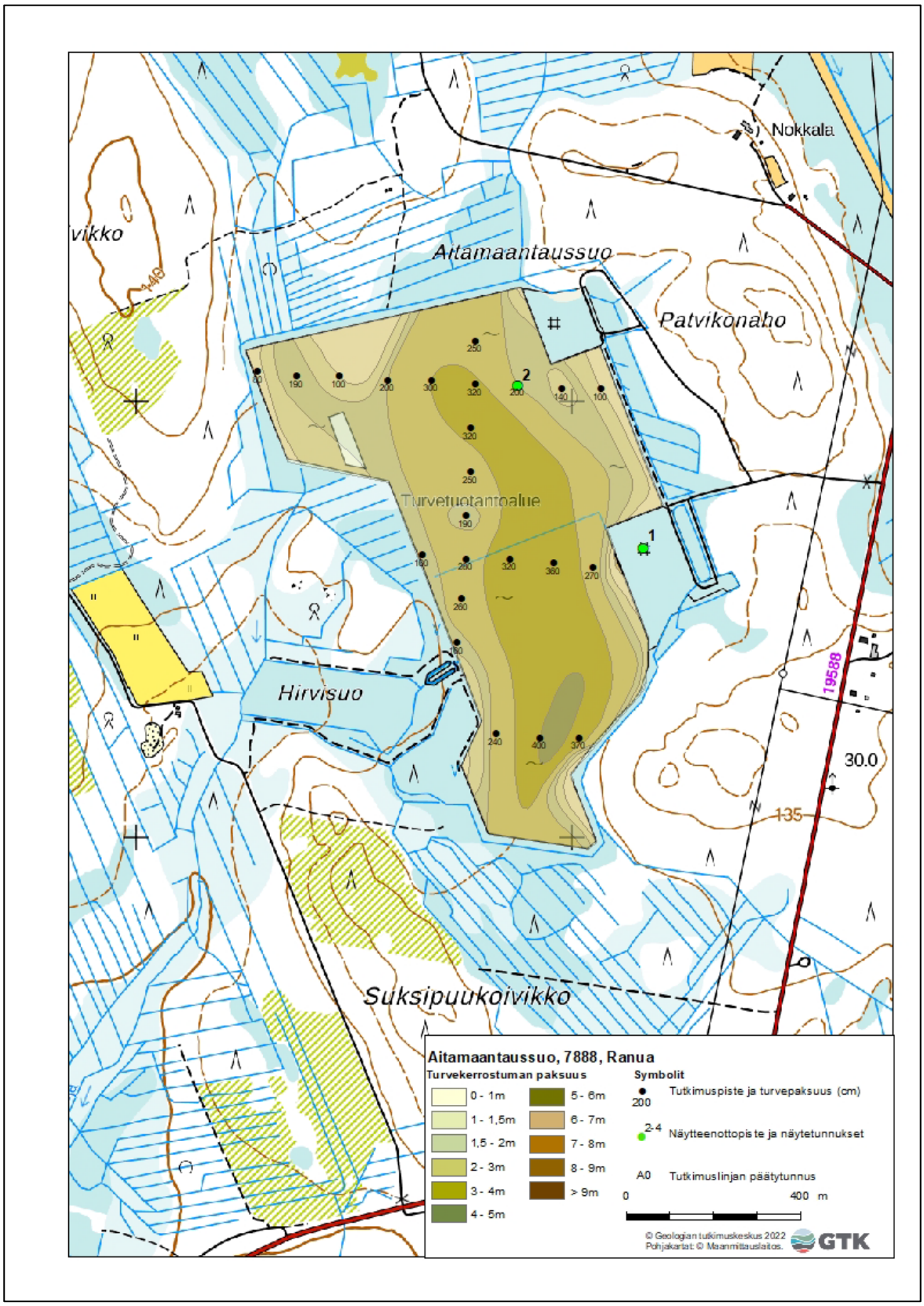
Kuva 11. Hoikkasuon kerrospaksuus- ja tutkimuspistekartta.

4.3 Aitamaantaussuo

Aitamaantaussuo (Patvikkoaapa) on Napapiirin vesi- ja energiayhtiön turvetuotannossa oleva kohde ja liiketoiminnalle keskeisten tietojen turvaamiseksi kohteesta esitetään vain julkisessa turvetutkimusraportissa nro. 421 (Räisänen & Kivilompolo 2011) esitettyjä laatu- ja määräarvioita.

Aitamaantaussuon turpeista on saravaltaisia 64 %, rahkavaltaisia 31 % ja ruskosammalvaltaisia 5 %. Yleensä ottaen alueen turpeet ovat voimakkaasti saravaltaisia. Koko turvekerrostuman keskimaatuneisuus on H 4,2 ja perinteisen energiakäyttöön soveltuvan turpeen H 4,3. Suolla on arvioitu olevan kaikkiaan turvetuotantoon soveltuvaa aluetta yhteensä 130 ha, käsittäen n. 2,156 milj. suo-m3. Nykyinen tuotannossa oleva alue on n. 60 ha, jolloin laskennallisesti tällä alueella on ennen tuotantotoiminnan aloittamista ollut arviolta turvetta n. 0,9-1,3 milj.suo-m3. Turvetutkimusraportissa ei ole erikseen mainittu mahdollisesta heikosti maatuneesta rahkavaltaisesta pintakerroksesta, joten alueen turvekerrokset ovat valtaosin vähintään keskinkertaisesti maatuneita. Kohteen alkuperäisten suotyyppien (ruohoiset ja lettoiset suotyypit) turvekerrokset ovat tyypillisesti hyvin saravaltaisia ja keskinkertaisesti maatuneita.

Aitamaantaussuon saravaltaiset turpeet toimisivat todennäköisesti parhaiten vahapohjaisten jalosteiden tuotantoon.



Kuva 12. Aitamaantaussuon kerrospaksuus- ja tutkimuspistekartta.

5 YHTEENVETO

Geologian tutkimuskeskus toteutti ”Ranuan suobiomassojen käyttömahdollisuudet hyvinvointituotteissa ja -palveluissa sekä elintarvikkeissa” – hankkeeseen kuuluvan suobiomassanäytteenoton ja tuotantopotentiaalin arvioimisen. Tutkimuskohteiksi valittiin ennalta määrättyjen kriteerien perusteella kolme kunnan alueelle sijoittuvaa ja ominaisuuksiltaan poikkeavaa suota, joista Särkisuo ja Hoikkasuo edustuivat maankäytöltään osittain metsäojitettuna ja Aitamaantaussuo toiminnassa olevana turvetuotantoalueena. Jokaiselta kohteelta otettiin turve- ja mahdollisuuksien mukaan myös pintasammalnäytteet laboratorioanalysointiin, kokonaismäärän ollessa yhteensä 10 näytettä. Ensi vaiheen analytiikan valmistuttua otettiin myös suuremmat näyte-erät jalostemuotoisten Pilot-testierien tuottamiseksi.

Laboratorioanalytiikasta muodostuneiden tulosten perusteella oli nähtävissä, että turpeen humusaineisiin, kuten humus- ja fulvohappojen vaikutukseen pohjautuvien jalosteiden raaka-aineena tulisi suosia pitkälle maatuneita ja rahkavaltaisia turpeita. Tämän kaltaisia tuotteita ovat esimerkiksi erilaiset hoito- ja kylpyturpeet. Turpeen bitumipitoisuudet myötäilivät humusaineiden tapaan maatuneisuusasteen voimakkuuden kasvua, mutta pääturvelajin merkitys voi jäädä vähäisemmäksi. Bitumin hartsiosaa on käytetty aikaisemmin mm. lääketeollisuuden raaka-aineena ja sen sisältämät sterolit, fenolit ja estrogeeniyhdisteet muodostavat edelleen sekä kaupallisesti että tutkimuksellisesti mielenkiintoisen osa-alueen.

Tutkimuskohteiden raaka-ainepotentiaalin arviossa haluttiin painottaa erityisesti voimakkaasti maatuneiden turpeiden määrää, kerrospaksuutta ja sijoittumista. Edellä mainittujen tekijöiden perusteella varsinkin hoito- ja kylpyturvejalosteisiin soveltuvaa voimakkaasti maatunutta rahkaturvetta esiintyi eniten Särkisuon tutkimusalueella, ja toiseksi eniten Hoikkasuolla. Aitamaantaussuon kerrokset edustuivat suurelta osin saravaltaisena ja keskinkertaisesti maatuneena, joka tukee paremmin turpeen bitumiosaan sitoutuneiden vahan ja hartsin tuotantopotentiaalia.

Mahdollisissa jatkohankkeissa tulisi selvittää tarkemmin esimerkiksi jonkin tietyn jalostetyypin realistisia tuotantoedellytyksiä ennalta valitulta potentiaaliselta jo tuotannossa olevalta tai turvetuotannon ympäristöluvan omaavalta vielä tuotantoon valmistelemattomalta suolta. Tämän kaltaisen hankkeen nähtäisiin tukevan raaka-ainehankinnan ja jalosteen tuotantotoiminnan realisoitumista Ranuan kunnan alueelle.

6 LÄHTEET

Fagernäs, L., Thun, R., & Brandt, J. 1986. *Turvevahan ja hartsin tuotanto - Tutkimuksia 440.* VTT. s. 67.

Fuchsman, C. 1980. *Peat industrial chemistry and technology.* New Yourk: Academic Press, 1980. s. 279.

Kivilompolo, J.2012. Ranualla tutkitut suot, niiden turvevarat ja käyttökelpoisuus (Osa 5), Turvetutkimusraportti 433. Geologian tutkimuskeskus, Espoo. 93 s.

Korhonen, R. 2012. *Kylpyturpeen ominaisuudet ja laatusuositukset Suomessa. Suo -Mires and peat. Vol* 63. ss. 1-8.

Lehtonen, K., Ketola, M.1992. Solvent-extractable lipids of Sphagnum, Carex, Bryales and Carex-Bryales peats: content and compositional features vs peat humification. Org. Geochem. Vol 20, No.3,pp.363-380.

Lis, L.S., Makarenko, T.I & Kuntsevich, B. 2017. *The Peat Fund of the Republic of Belarus.* Solid Fuel Chemistry. Vol. 51. ss. 385-395. ISSN 0361-5219.

Lishtvan, J. 1982. *Turpeen moninaiskäytön fysikaalis-kemialliset perusteet.* Kemia-Kemi 9. ss. 161-162.

Listhvan, I.I & Korol, N.T. 1975. *Basic Properties of Peat and Methdos for Their Determination.* Minsk : Nauka i Teknika, 1975

Luukkanen, A.1994. *Turpeen ja turpeenmuodostajakasvien bitumipitoisuuden riippuvuus suoekosysteemin geologisesta taustasta eräillä Keski-Suomen soilla (Fil.lis. tutkielma).* Turun yliopisto, Geologian laitos. s. 103.

Pena-Mendez, E.M., Josef, H & Patocka, J. 2005. *Humic substances - compounds of still unknown structure: applications in agriculture, industry, environment and biomedicine.* Journal of applied biomedicine. vol 3. ss. 13-24. ISSN 1214-0287.

Peuravuori, J & Pihlaja, K. 1988. *Turvesoiden kemiallinen kartoitus energiantuotantoa silmällä pitäen - KTM: Energiaosasto, Sarja D 148.* 1988. s. 148.

Puustjärvi, V.1973. Kasvuturve ja sen käyttö. Turveteollisuusliitto ry, julkaisu 1. Helsinki. 172 s.

Ruuhijärvi, R. 1983. The Finnish mire types and their regional distribution. In Gore, A.P. (ed.), Mire: Swamp, Bog, Fen and Moor. Ecosystems of the world, 47-67. Elsevier, Amsterdam.

Räisänen, J & Kivilompolo, J.2011. Ranualla tutkitut suo, niiden turvevarat ja käyttökelpoisuus (Osa 4), Turvetutkimusraportti 421. Geologian tutkimuskeskus, Espoo 2011. 99 s.

Saito, B & Seckler, M. 2014. *Alkaline extraction of humic subtances from peat applied to organic-mineral fertilizer production.* Brazilian Journal of Chemical Engineering, 31. ss. 675-682.

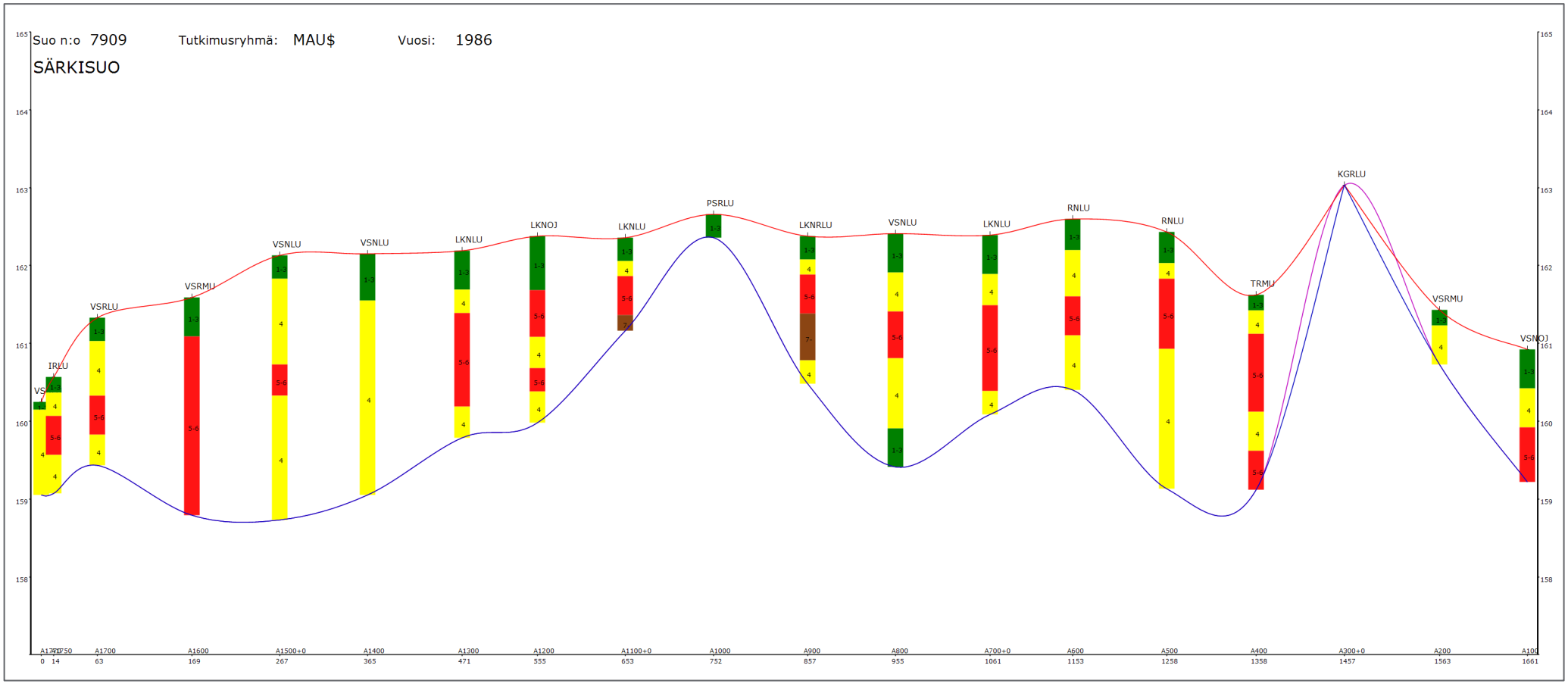
Valtioneuvosto 2012. Valtioneuvoston periaatepäätös soiden ja turvemaiden kestävästä ja vastuullisesta käytöstä ja suojelusta 30.8.2012 (Valtioneuvoston periaatepäätös 30.8.2012).

Virtanen, K., Hänninen, P., Kallinen, R-L., Vartiainen, S., Herranen, T., Jokisaari, R.2003. Suomen turvevarat 2000, Tutkimusraportti 156. Geologian tutkimuskeskus. Espoo. 101 s.

14.9.2022

LIITE 1

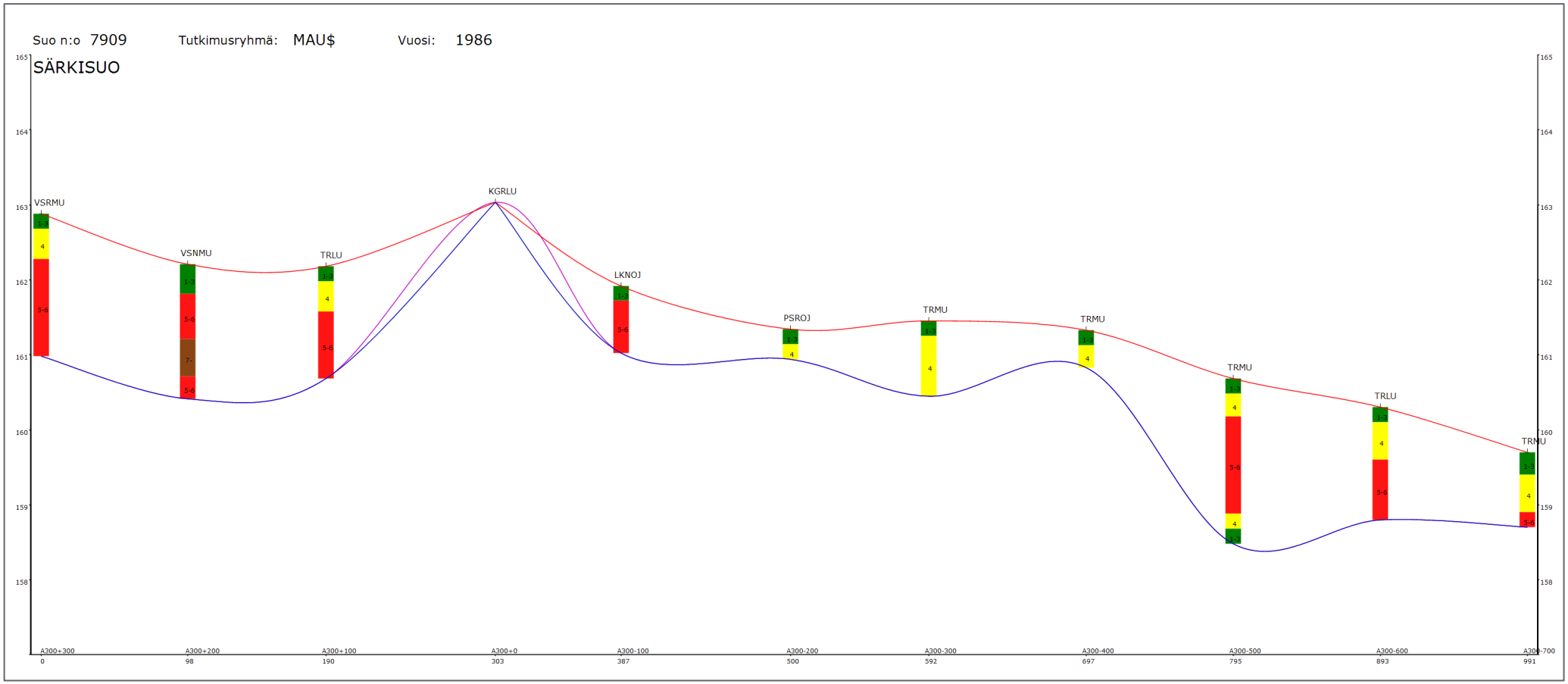
Tutkimuslinjan A0 – A1750 maatuneisuusprofiilit (pisteet A100-A1750)



14.9.2022

LIITE 2

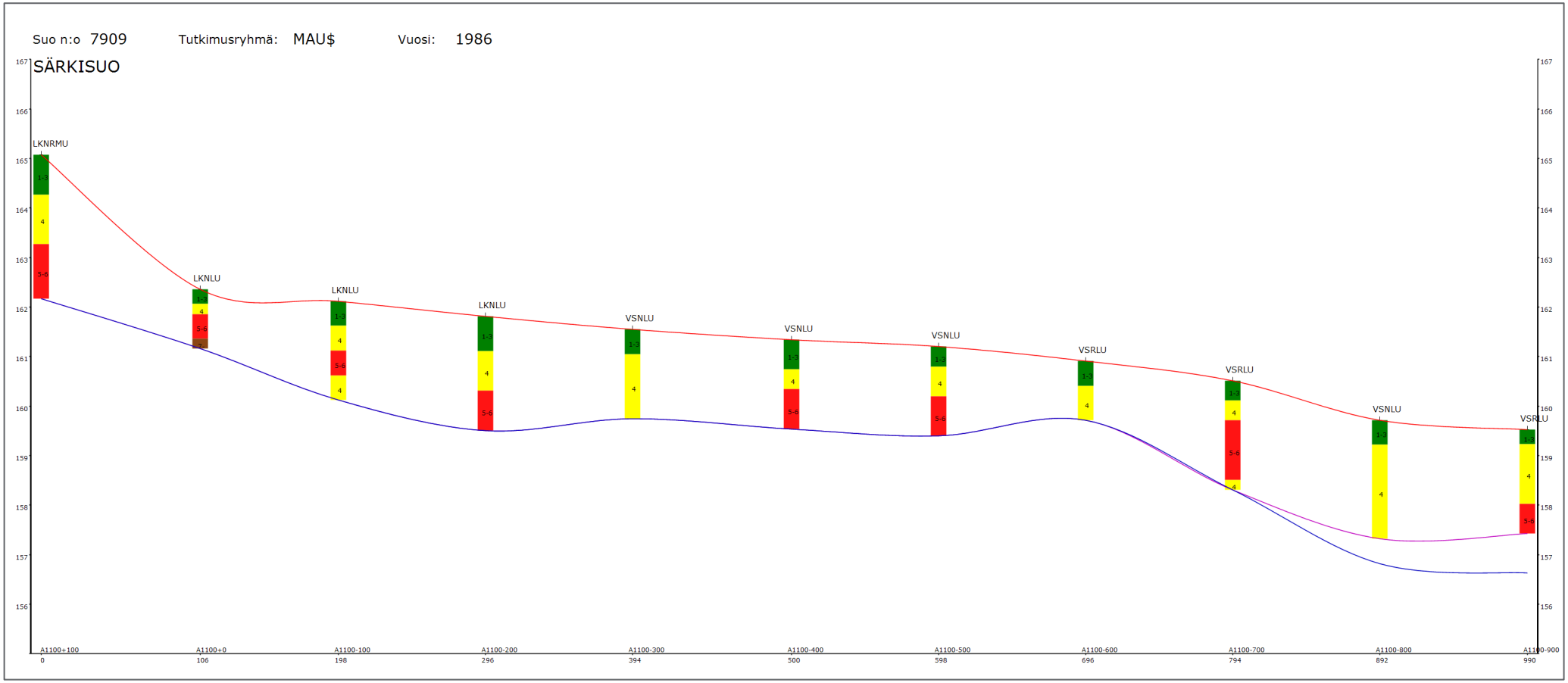
Tutkimuslinjan A300+420 – A300-800 maatuneisuusprofiilit (pisteet A300+300 – A300-700)



14.9.2022

LIITE 3

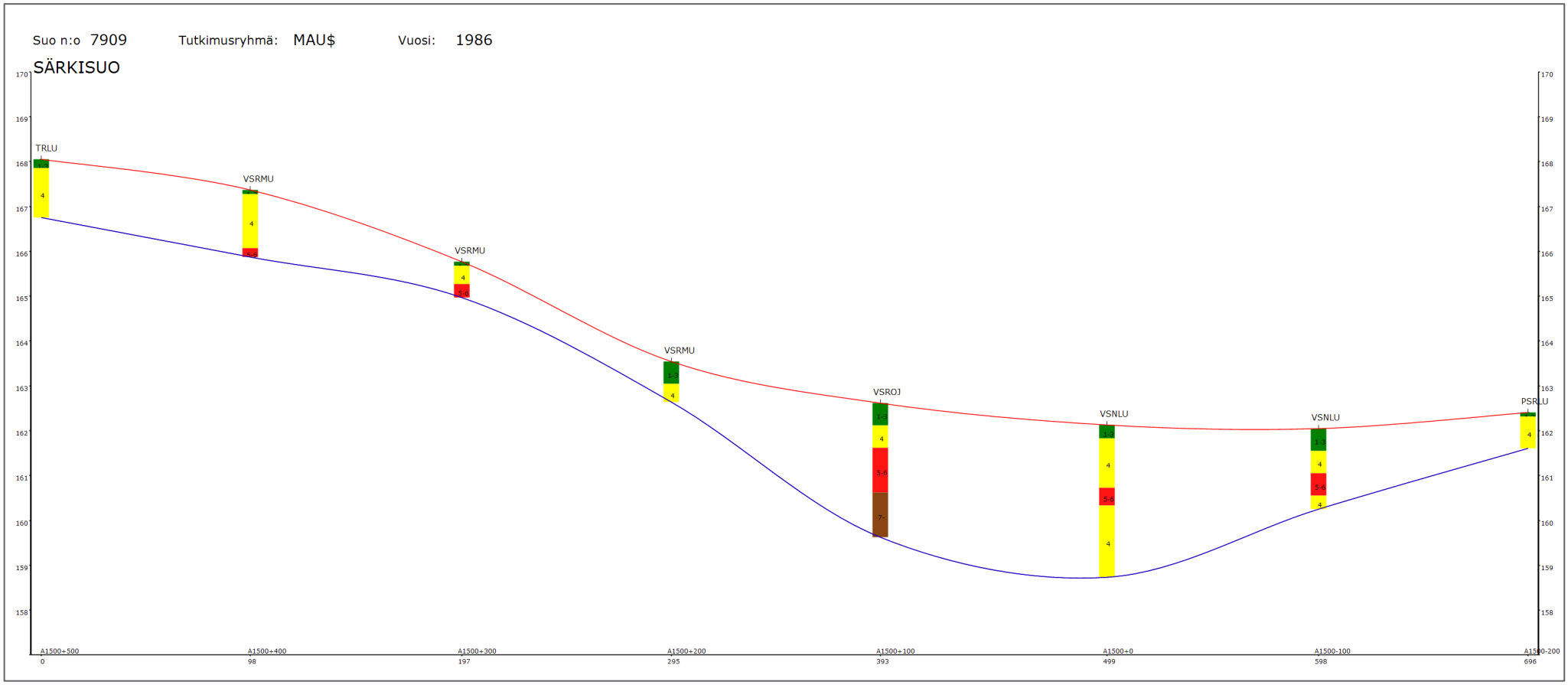
Tutkimuslinjan A1100+230 – 1100-950 maatuneisuusprofiilit (pisteet A1100+100 – A1100-900)



14.9.2022

LIITE 4

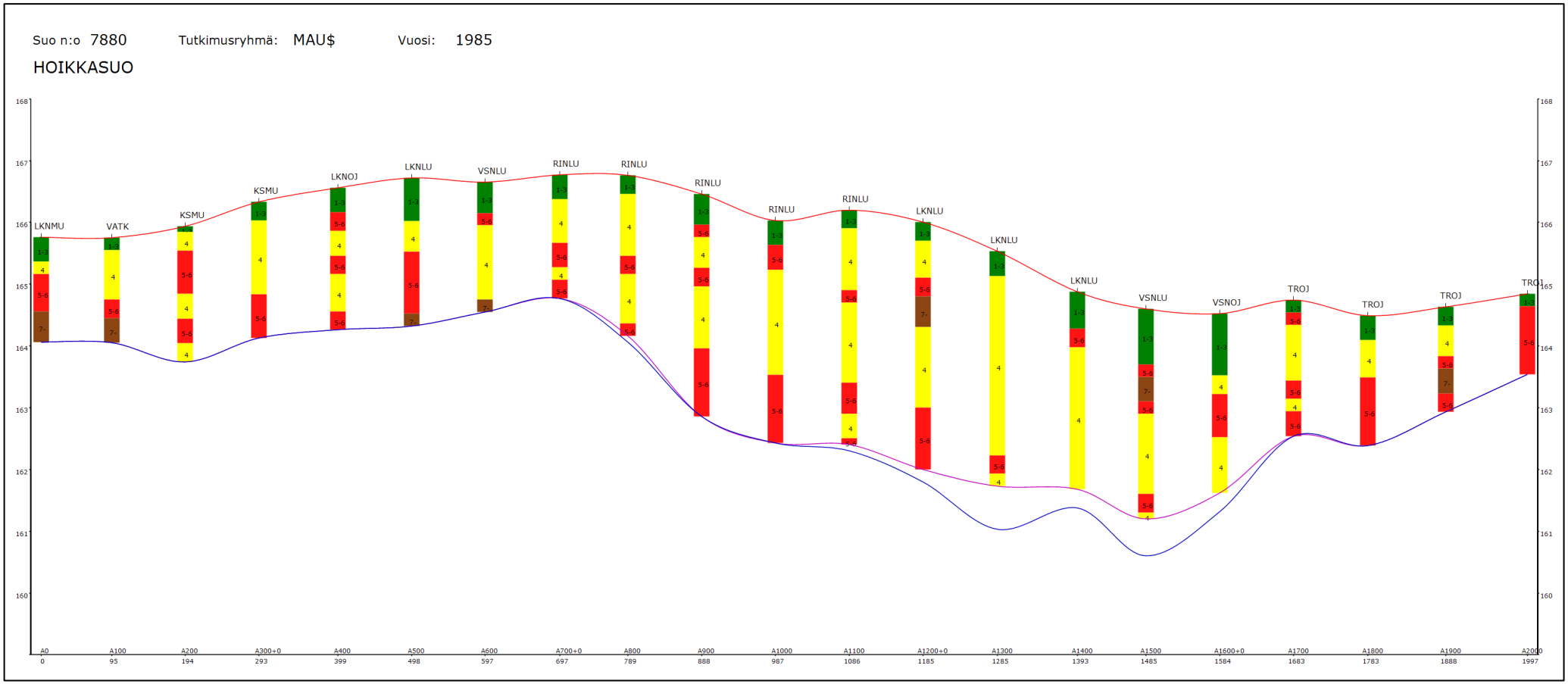
Tutkimuslinjan A1500+530 – 1500-230 maatuneisuusprofiilit (pisteet A1500+500 – A1500-200)



14.9.2022

LIITE 5

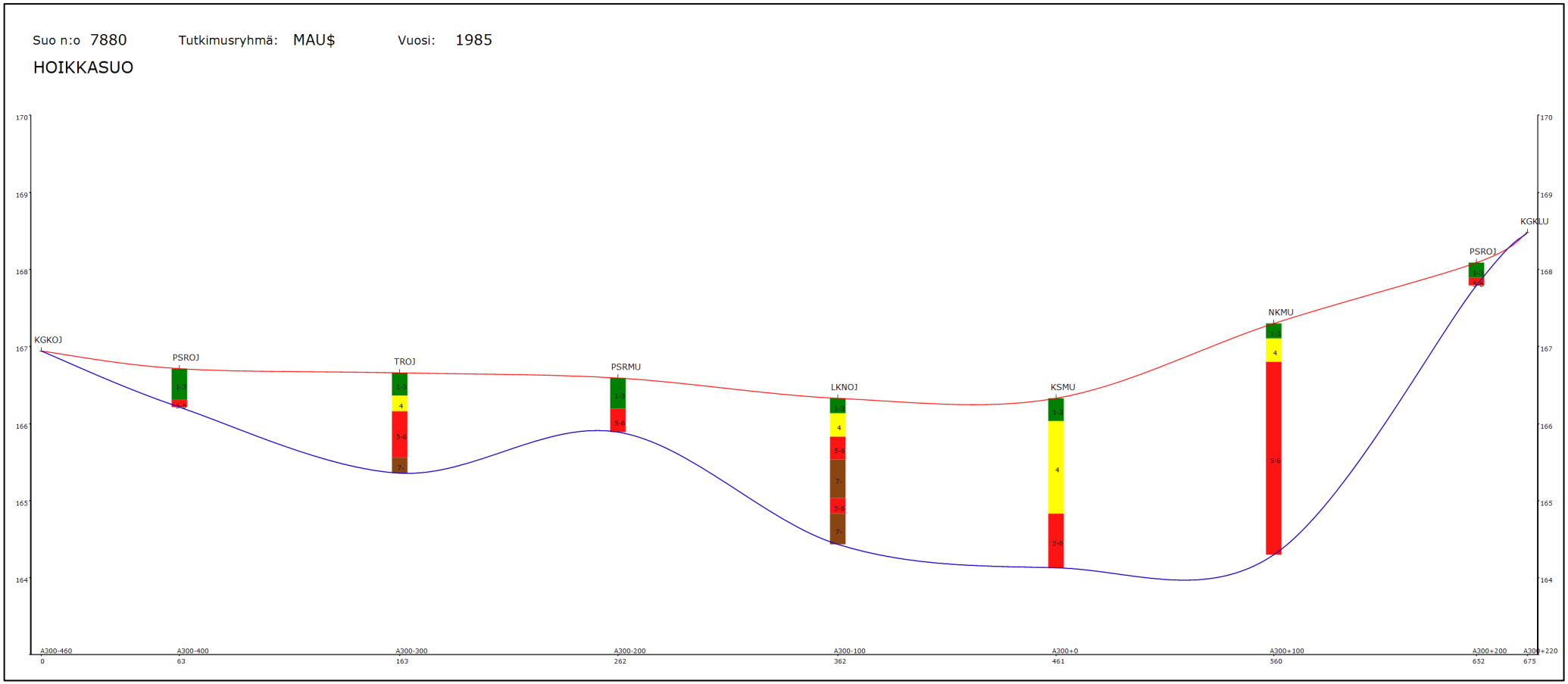
Tutkimuslinjan A0 – 2100 maatuneisuusprofiilit (pisteet A0 – A2000)



14.9.2022

LIITE 6

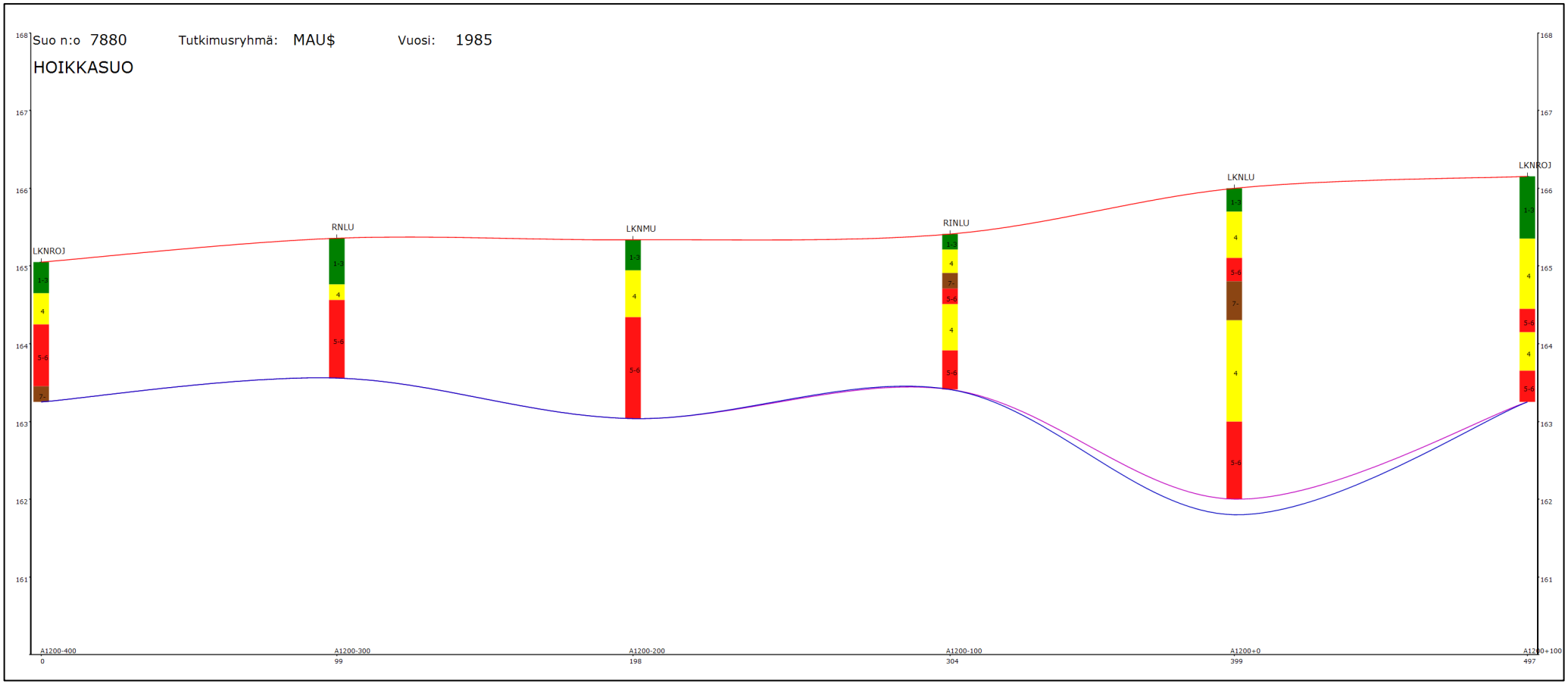
Tutkimuslinjan A300-460 – A 300+220 maatuneisuusprofiilit (pisteet A300-460 – A 300+220)



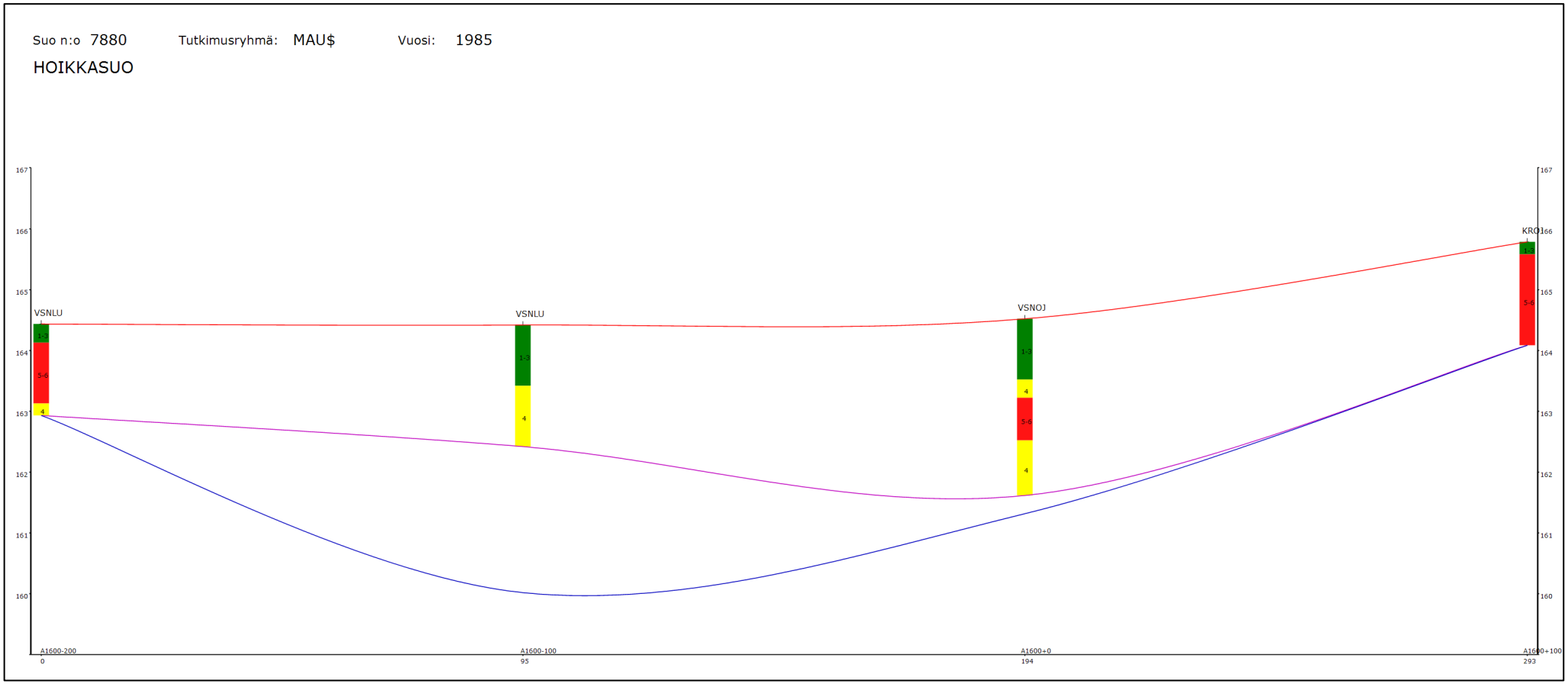
14.9.2022

LIITE 7

Tutkimuslinjan A1200-400 – A 1200+180 maatuneisuusprofiilit (pisteet A1200-400 – A 120+100)



14.9.2022

LIITE 8

Tutkimuslinjan A1600-230 – A 1200+180 maatuneisuusprofiilit (pisteet A1200-200 – A1600+100)