

Oomi Solar Oy

Työ n:o 13259
26.9.2025 **REV 1.10.2025**

Oomi Solar Oy

Tjusterby Gård aurinkovoimapuiston pohjatutkimus ja perustamistapaesitys

Loviisa

SISÄLLYS

LIITTEET

Sijaintikartta, 1 s.

Pohjatutkimusmerkinnät, 1 s.

Yleiskartta, piir. n:o 1

Pohjatutkimuskartta alue 1, piir. n:o 2

Pohjatutkimuskartta alue 2, piir. n:o 3

Pohjatutkimuskartta alue 3, piir. n:o 4

Pohjatutkimusleikkaukset A-A, B-B ja C-C, piir. n:o 5

Pohjatutkimusleikkaukset D-D, E-E ja F-F, piir. n:o 6

Pohjatutkimusleikkaukset G-G, H-H, I-I, J-J ja K-K, piir. n:o 7

Pohjatutkimusleikkaukset L-L ja M-M, piir. n:o 8

Pohjatutkimusleikkaukset N-N, O-O, P-P ja Q-Q, piir. n:o 9

Pohjatutkimusleikkaukset R-R, S-S ja T-T, piir. n:o 10

Happamien sulfaattimaiden laboratoriotulokset, 7 s.

KUAB-mittausraportti, Linja 1, 1 s.

KUAB-kuvaajatulostus, Linja 1, 1 s.

KUAB-mittausraportti, Linja 2, 1 s.

KUAB-kuvaajatulostus, Linja 2, 1 s.

KUAB-mittausraportti, Linja 3, 1 s.

KUAB-kuvaajatulostus, Linja 3, 1 s.

1 TEHTÄVÄ

Oomi Solar Oy:n toimeksiannosta on Geobotnia Oy tehnyt pohjatutkimuksia Loviisan kaupungin Gerbyn ja Tjusterbyn kaupunginosissa kolmella alueella: alue 1 sijaitsee kiinteistöillä 434-436-1-42 ja 434-436-1-100, alue 2 kiinteistöillä 434-472-1-5 ja 434-472-1-2 ja alue 3 kiinteistöllä 434-474-1-40. Pohjatutkimus on tehty em. kiinteistöille suunnitellun aurinkovoimapuiston maaperäolosuhteiden selvittämiseksi ja perustamistapaesityksen laatimiseksi. Kenttätö on tehty elo-syyskuussa 2025.

2 TUTKIMUKSET

Tutkimuspisteiden sijainti on sidottu ETRS-TM35-koordinaattijärjestelmään ja N2000-korkeusjärjestelmään. Tutkimuspisteiden sijainti ja mittaustulokset on esitetty liitteenä olevissa pohjatutkimuskartoissa, piir. n:o 2-4.

2.1 Alue 1:

Pohjatutkimus on tehty puristin-heijarikairauksina 35 pisteessä, siipikairauksena 2 pisteessä sekä ottamalla häiriintyneitä maanäytteitä 9 pisteestä, yhteensä 25 kpl. Yhteensä 14 maanäytteen maalajitunnistus on tehty rakeisuuden perusteella; muiden näytteiden maalaji on arvioitu silmämääräisesti. Kaikille maanäytteille on suoritettu vesipitoisuusmääritys. Tutkimustyön aikainen pohjavedenpinta on havaittu 2 pisteestä tutkimusrei'istä ja lisäksi alueelle on asennettu 2 pohjavesiputkea.

2.2 Alue 2:

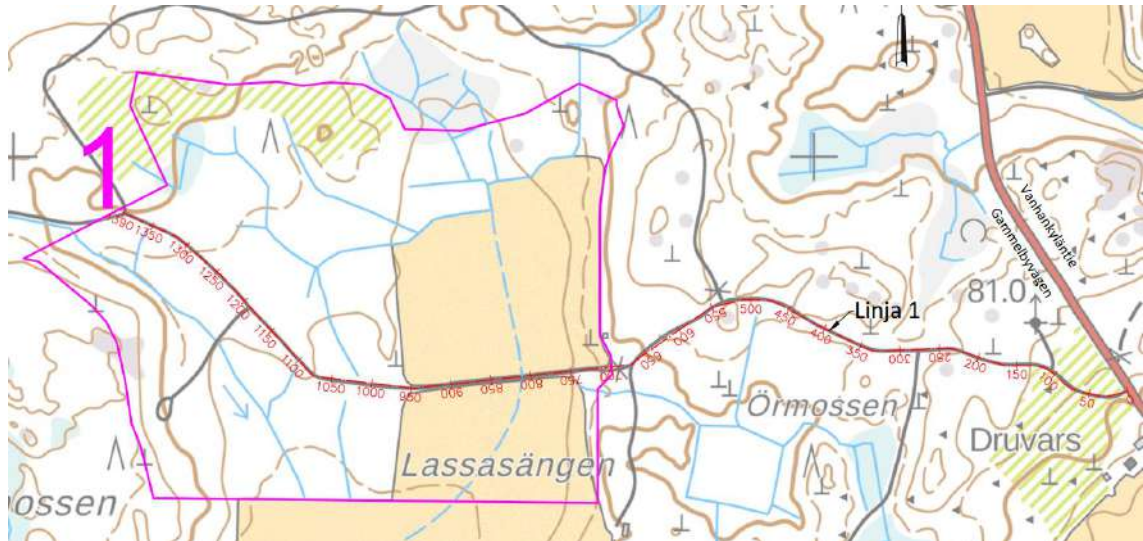
Pohjatutkimus on tehty puristin-heijarikairauksina 28 pisteessä, siipikairauksena 4 pisteessä, porakonekairauksina 6 pisteessä sekä ottamalla häiriintyneitä maanäytteitä 9 pisteestä, yhteensä 24 kpl. Yhteensä 12 maanäytteen maalajitunnistus on tehty rakeisuuden perusteella; muiden näytteiden maalaji on arvioitu silmämääräisesti. Kaikille maanäytteille on suoritettu vesipitoisuusmääritys. Tutkimustyön aikainen pohjavedenpinta on havaittu 1 pisteestä tutkimusrei'istä ja lisäksi alueelle on asennettu 2 pohjavesiputkea.

2.3 Alue 3:

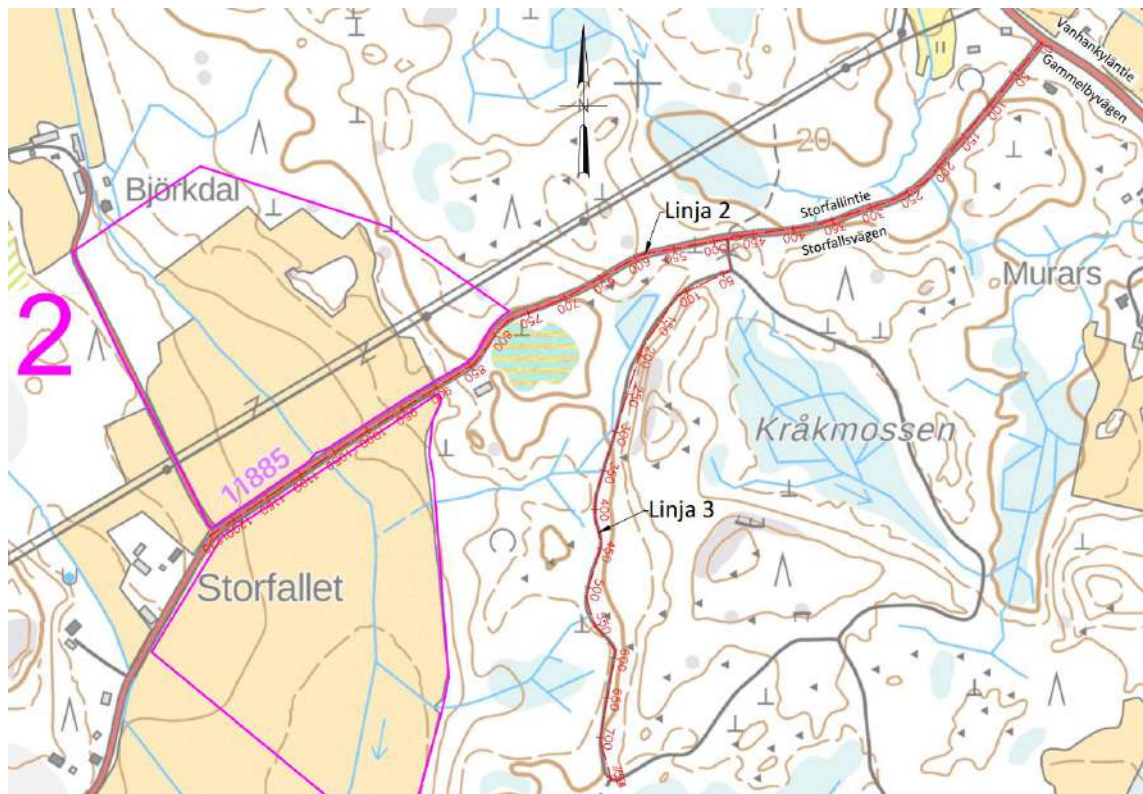
Pohjatutkimus on tehty puristin-heijarikairauksina 6 pisteessä, siipikairauksena 1 pisteessä, sekä ottamalla häiriintyneitä maanäytteitä 2 pisteestä, yhteensä 5 kpl. Yhteensä 3 maanäytteen maalajitunnistus on tehty rakeisuuden perusteella; muiden näytteiden maalaji on arvioitu silmämääräisesti. Kaikille maanäytteille on suoritettu vesipitoisuusmääritys. Tutkimustyön aikainen pohjavesi havaittiin hyvin lähellä maanpintaa, noin 20 cm etäisyydellä.

2.4 KUAB-mittaukset

Teiden kantavuutta on tutkittu KUAB-mittauksin 50 metrin välein Vanhankyläntieltä alkaen aluetta 1 halkovalla yksityistiellä (Linja 1), Storfällintiellä (Linja 2) sekä Storfällintiestä erkanevalla alueelle 3 vievällä yksityistiellä (Linja 3). Linja 1 paalutus on esitetty Kuvassa 1 ja Linjan 2 ja Linjan 3 paalutus Kuvassa 2.



Kuva 1. Linjan 1 paalutus kantavuusmittauksia varten.



Kuva 2. Linjan 2 ja Linjan 3 paalutukset kantavuusmittauksia varten.

3 TUTKIMUSTULOKSET

3.1 Kohdekuvaus

Alue 1: Alueen itälaidalla on peltoa ja se on MML:n historiallisten ilmakuvien perusteella ollut maatalouskäytössä ainakin 1940-luvulta lähtien. Alueen pohjois- ja itäosat ovat olleet metsää, joita on osin harvennettu viime vuosina. Alueen länsilaidalla on kallio osin pinnassa tai maanpinnan läheisyydessä.

Maanpinnan korko vaihtelee tutkimuspisteiden korkomittausten perusteella välillä +12,07...+20,65. Alueen korko on matalimmillaan peltoalueella nousten kohti pohjoista ja länttä. Maasto nousee voimakkaasti aivan alueen länsilaidalla sekä luoteisnurkassa.

Alue 2: Alue on pääasiallisesti peltoa, joka on MML:n historiallisten ilmakuviin perusteella ollut viljeltynä vähintään 1940-luvulta lähtien. Alueen itäreunalla tulevan sähköasema- ja energiavarastoalueen kohdoin on sijainnut asuinrakennus, joka on purettu 2010-luvulla. Alueen pohjoisreunassa on kaistale metsää ja itä-/koilliskulmassa on kallio maanpinnassa. Aluetta halkovat lounas–koillinen-suunnassa sähkölinja ja Storfälltie.

Maanpinnan korko vaihtelee tutkimuspisteiden korkomittausten perusteella välillä +6,59...+22,20. Alueen korko on matalimmillaan etelälaidalla nousten pääasiassa kohti pohjoista. Maasto nousee voimakkaasti kohti itään suunnitellun sähköasema- ja energiavarastoalueen kohdalla.

Alue 3: Alue on 1900-luvun loppupuolella ojitettua suoaluetta, jossa nykyään kasvaa tiheää puustoa. Alue on vaikeakulkuista. Alueen 3 kohdalla maanpinta on tasaista. Korko vaihtelee tutkimuspisteiden kohdalla tasovälillä +20,31...+20,51.

3.2 Geotekninen kuvaus

3.2.1 Alue 1

Ylin maakerros koostuu lihavasta / laihasta savikerroksesta, jonka vesipitoisuus vaihteli 24–80 paino-% välillä. Savikerroksen paksuus vaihteli 0,4–5,8 metrin välillä. Lisäksi alueen eteläreunassa tutkimuspisteiden P33 ja P35 alueella havaittiin noin 2,2...3,0 m paksu kerros hyvin löyhää moreenia ja/tai kivinen savikerros. Tutkimuspisteistä P16 ja P34 tehtyjen siipikairaustutkimusten perusteella savikerroksen redusoimaton leikkauslujuus on 7,05...26,55 kPa. Savikerroksen yläpinnassa olevan ohuen kuivakuorikerroksen leikkauslujuus oli pisteen P16 ylimmän siivetyksen mukaan 50,35 kPa. Vallitsevan savikerroksen leikkauslujuus oli alhainen vaihdellen 7,05...14,57 kPa välillä.

Savikerroksen alapuolella havaittiin savinen silttimoreeni tai silttinen hiekkamoreeni kairausten päättymissyvyyteen saakka. Moreenikerroksen vesipitoisuus vaihteli 10–39 paino-% välillä. Kairaajien havaintojen ja tutkimusten perusteella kallio voi esiintyä lähellä tutkimusten päättymissyvyyttä tutkimuspisteiden P1, P3, P6, P7, P8, P19 ja P25 kohdalla.

Tutkimuspisteen P32 länsipuoli sekä pisteen P25 eteläpuoli oli kallioesiintymien ja kivilohkareiden puolesta hankalakulkuista ja suunniteltua tutkimuspistettä P31 ei päästy suorittamaan. Tutkimuspiste siirrettiin alueen 2 muuntajan kohdalle. Tutkimuspisteen P19 länsipuolella esiintyi ympäröivää maanpintaa usean metrin korkeuteen kohoava kaliojaljastuma.



Kuva 3. Kalliopaljastuma tutkimuspisteen P19 taustalla (länteen)

Alueella 1 puristin-heijarikairaukset päättyivät tasovälille +20,15...+3,67 (0,5...11,28 metrin syvyyteen maanpinnasta). Kairausten päättymissyy oli kivi, lohcare tai kallio tai määräsyvyys.

Pohjavesiputkessa 16 oli 14.8.2025 pohjavesi tasolla +10,72 eli 3,48 metrin syvyydessä maanpinnasta 2 tunnin kuluttua putken asennusajankohdasta, ja 19.8.2025 tasolla +12,86 eli 1,34 metrin syvyydessä maanpinnasta.

Pohjavesiputkessa 36 oli 13.8.2025 pohjavesi tasolla +9,66 eli 3,22 metrin syvyydessä maanpinnasta 2 tunnin kuluttua putken asennusajankohdasta, 14.8.2025 tasolla +10,62 (2,26 m syvyydessä) ja 19.8.2025 tasolla +11,70 (1,10 m syvyydessä).

Työnaikaisia pohjavesipinnan havaintoja tehtiin tutkimuspisteistä P1 ja P20. Pisteessä P1 havaittiin pohjavesi 19.8.2025 tasolla +18,40 eli 1,5 metrin syvyydessä maanpinnasta. Pisteessä P20 pohjavesipinta sijaitsi 14.8.2025 tasolla +15,02 eli 0,75 m syvyydellä maanpinnasta.

Tutkimusalueella ei havaittu paineellista pohjavettä.

3.22 Alue 2

Alueen vallitsevana kerroksena esiintyy laiha / lihava savikerros, jonka paksuus vaihtelee 1,2 m ... >11 m välillä. Savikerros on havaittu tutkimuksissa ylimpänä maakerroksena. Tutkimuspisteessä P70 kairaus ulotettiin 11 m syvyyteen saavuttamatta kerroksen alapintaa. Kerroksen alapintaa ei ole pääasiassa tavoitettu määräsyvyyteen päätettyjen kairausten vuoksi. Tutkimusalueella savikerrosta ei havaittu suunnitellun sähköaseman alueella Storfallintien pohjoispuolella. Savikerroksen vesipitoisuus vaihteli 36...136 paino-% välillä. Tutkimuspisteistä P41, P52, P66 ja P68 tehtyjen siipikairaututkimusten

perusteella savikerroksen redusoimaton leikkauslujuus on 7,05...12,24 kPa (vallitseva kerros). Savikerroksen yläpinnassa olevan ohuen kuivakuorikerroksen leikkauslujuus vaihteli 29,84...52,2 kPa välillä.

Tutkimuspisteissä P31, P38, P39, P40, P41, P43, P45, P48, P49, P53, P61 ja P64 havaittiin löyhän savikerroksen alla joko tiukka savikerros tai hyvin löyhä moreeni. Ainoastaan tutkimuspisteissä P31 ja P45 saavutettiin kerroksen alapinta, sillä tutkimukset päättyivät todennäköisesti kallioon.

Tutkimusalueen koillis- ja itäreunalla (P42, P46, P50, P55, P56, P57, P58, P59 ja P60) havaittiin joko ohuen savikerroksen alapuolella tai ilman savikerrosta hiekkamoreenikerros. Kerroksen paksuus vaihteli 0,3...1,4 m välillä.

Porakonekairausten perusteella kallio havaittiin tutkimusalueen itäosissa pisteiden P55, P56, P57, P58, P59 ja P60 kohdilla tasovälillä +17,56...+21,40 eli 0,3...1,4 m etäisyydellä maanpinnasta. Lisäksi tutkimuspisteiden P42, P45, P46 ja P50 kohdalla kallio on todennäköisesti kairauksen päättymissyvydessä.

Pohjavesiputkessa 54 oli 20.8.2025 pohjavesi tasolla +11,92 eli 1,94 metrin syvyydessä maanpinnasta 2 tunnin kuluttua putken asennusajankohdasta, ja 27.8.2025 tasolla +12,02 eli 1,84 metrin syvyydessä maanpinnasta.

Pohjavesiputkessa 65 oli 27.8.2025 pohjavesi tasolla +7,08 eli 3,05 metrin syvyydessä maanpinnasta 2 tunnin kuluttua putken asennusajankohdasta. Vesipinta sijaitsi 3.9.2025 tehdyn mittauksen perusteella tasolla +7,50 eli 2,63 m etäisyydellä maanpinnasta.

Tutkimuspisteestä P63 tehdyn työnaikaisen pohjavesihavainnon mukaan vesipinta sijaitsi tasolla +7,06 eli 1,5 m etäisyydellä maanpinnasta.

Tutkimusalueella ei havaittu paineellista pohjavettä.

3.23 Alue 3

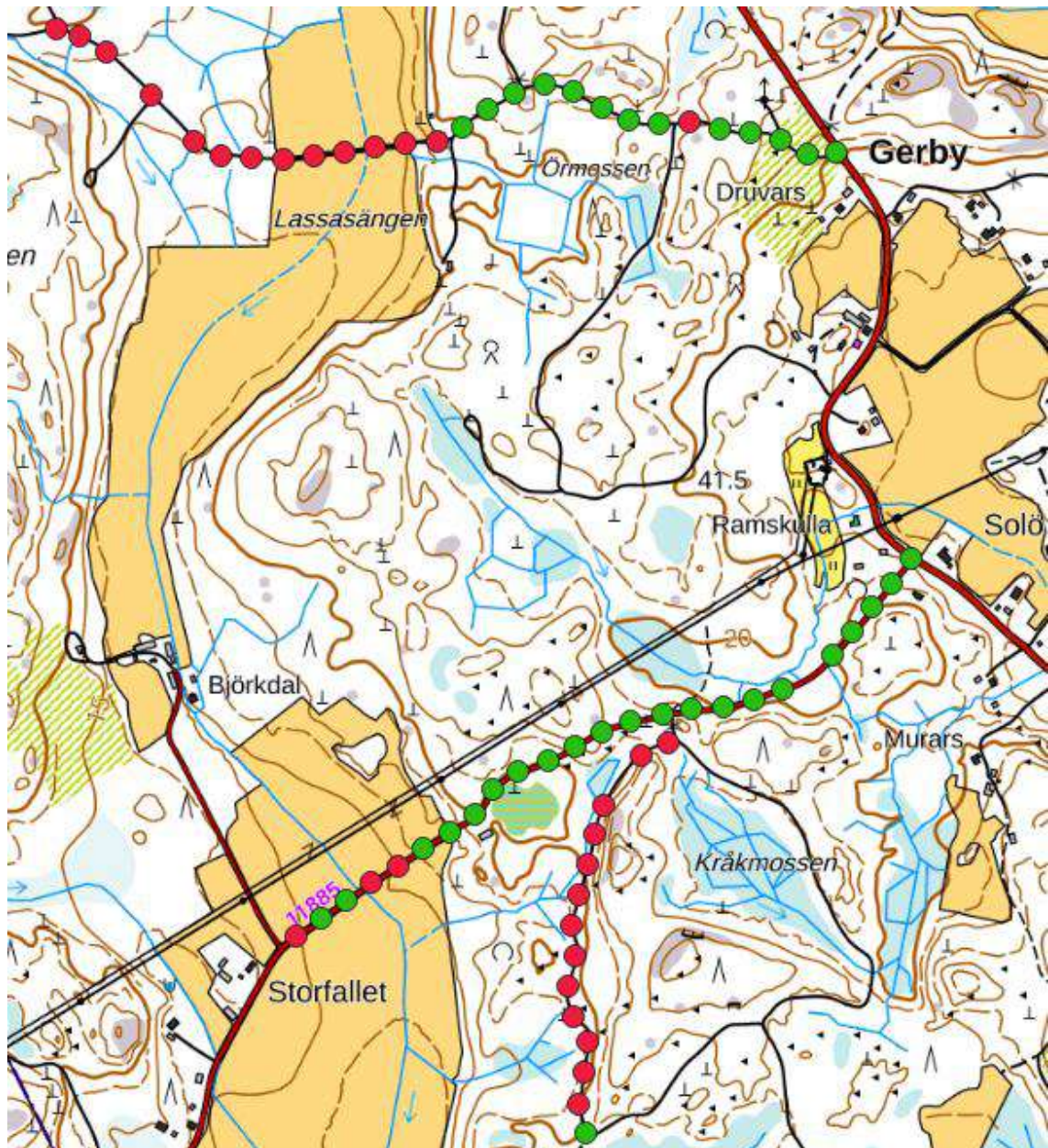
Alueen ylimpänä kerroksena esiintyy turve, jonka paksuus vaihteli noin 0,4...1,5 m välillä. Turvekerroksen alla havaittiin laiha / lihava / liejuinen savikerros 0,5 m ... 4,0 m välillä. Savikerroksen vesipitoisuus vaihteli 80...224 paino-% välillä. Korkean vesipitoisuuden ja laboratoriahavaintojen perusteella kerros sisältää myös eloperäistä materiaalia (humusta). Tutkimuspisteestä P76 tehdyn siipikairaustutkimuksen perusteella savikerroksen redusoimaton leikkauslujuus on 4,82...9,01 kPa.

Löyhän savikerroksen alla havaittiin joko hyvin löyhä hiekkamoreeni / silttinen hiekkamoreeni tai tiukka savi. Tutkimuksissa ei havaittu kerroksen alapintaa pois lukien pisteet P75 ja P78, jossa kairaukset päättyivät kiveen, lohkareseen tai kallioon tasovälillä +18,44...+17,60 (1,92...2,91 m syvyydellä maanpinnasta). Moreenikerroksen tai tiukan saven paksuus em. pisteissä vaihteli 0,44...0,67 m välillä.

Pohjatutkijoiden havaintojen perusteella pohjavesi sijaitse alueella hyvin lähellä maanpintaa turvekerroksessa. Tutkimusalueella ei havaittu paineellista pohjavettä.

3.3 Teiden kantavuudet

KUAB-mittauksia on tehty olemassa oleville teille kuvan 4 mukaisissa pisteissä. Kuvassa vihreällä on merkitty pisteet, joissa kantavuus on ylittänyt arvon 100 MPa, ja punaisella pisteet, joissa arvo on alittunut. Kantavuusmittausten tulokset on esitetty liitteissä.



Kuva 4. KUAB-mittauspisteet tutkimusalueella (West Coast Road Masters Oy).

3.4 Happamat sulfaattimaat

Hapan sulfaattimaa on kemiallisesti aggressiivista maaperää, josta voi aiheutua teräs- ja betonirakenteille poikkeuksellisen voimakasta korroosiota. Kaivutyön yhteydessä maaperä altistuu ilmakehän hapelle ja siinä olevat sulfidiyhdisteet hapettuvat sulfaateiksi muodostaen rikkihappoa muodostaen happamia valumavesiä. Happamat sulfaattimaat luokitellaan seuraavasti:

Todellinen hapan sulfaattimaa (THS):

- Pohjavedenpinnan yläpuolella
- Rikki sulfaatteina
- Maaperä hapanta, kenttämittauksissa maanäytteiden pH < 4,5 sulfidien hapettumisen seurauksena

Potentiaalisesti hapan sulfidimaa (PHS):

- Pohjavedenpinnan alapuolella
- Rikki sulfideina (pelkistynyt, ei hapettunut)
- Maaperä lievästi hapanta tai neutraalia, tyypillisesti maanäytteiden pH $\geq 6,0$
- Rikin kokonaispitoisuus S(tot) $\geq 0,2 \%$ eli ≥ 2000 mg/kg
- Inkubioitu pH $\leq 4,5$ ja pH putoaa yli 0,5 yksikköä verrattuna kenttämittauksissa havaittuun pH:n arvoon

Happamia sulfaattimaita tutkittiin pisteistä P11 (1,0 m ja 2,0 m syvyydeltä), P39 (1,0 m ja 3,0 m syvyydeltä), P69 (1,0 m ja 3,0 m syvyydeltä) ja P77 (2,0 m ja 3,0 m syvyydeltä). Laboratorioanalyysien tulokset on esitetty tämän raportin liitteenä. Kootut tulokset on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Maanäytteen sulfidimäärityksen tulokset

Ominaisuus	P11 1,0 m	P11 2,0 m	P39 1,0 m	P39 3,0 m	P69 1,0 m	P69 3,0 m	P77 2,0 m	P77 3,0 m
Hekutushäviö	3,3	3,0	3,0	2,2	7,9	5,8	10	11
pH	7,8	7,7	7,8	7,9	4,2	7,6	5,3	5,2
Sähkönjohtavuus mS/m	3,7	<3	<3	<3	10	15	29	53
Redox-potentiaali mV	160	160	180	220	360	240	260	290
Kloridipitoisuus mg/kg	28	<5	<5	<5	9,7	280	<5	6,7
Rikkipitoisuus mg/kg	85	71	79	89	5400	12000	11000	11000
NAG-pH	-	-	6,2	7,1	3,3	2,7	-	-
NAG (pH 4,5) kgH ₂ SO ₄ /t	-	-	0,0	0,0	5,3	17,2	-	-
Sulfaatti, SO ₄ ²⁻ mg/kg	<250	<250	<250	<250	4300	2300	930	5600

Maanäytteille ei ole tehty inkubaatiota sen vaatiman pitkän analyysiajan vuoksi. Sen sijaan maanäytteille on tehty ns. NAG-testi, jolla voidaan arvioida maan hapontuottoa. Siinä maanäytettä hapetetaan vetyperoksidilla niin kauan, ettei pH enää laske (NAG-pH). Tämän jälkeen maanäytettä titrataan emäksellä pH:seen 4,5 tai 7. Emäksen kulu-
tuksesta lasketaan nettohapontuotto NAG (kgH₂SO₄/t). Maan hapontuoton arviointi NAG-testin tuloksiin perustuen on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Maan hapontuoton arviointi NAG-testin tuloksien perusteella (Happamien sulfaattimainen kansallinen opas rakennushankkeisiin).

NAG pH	NAG (kgH ₂ SO ₄ /t)	Arvio hapontuottokyvystä
$\geq 4,5$	0	Maa ei tuota ollenkaan tai tuottaa vähän happoa
$< 4,5$	≤ 5	Maa tuottaa kohtalaisesti happoa
$< 4,5$	> 5	Maa tuottaa voimakkaasti happoa

NAG-pH oli pisteen P39 näytteissä välillä 6,2...7,1. Lisäksi kokeen perusteella NAG-arvot olivat 0,0, jolloin maanäytteellä ei ole hapontuottokykyä. Tutkimuspisteen P69 havaittiin kuitenkin selkeästi alhaisemmat lukemat välillä 2,7...3,3 eli maanäytteiden pH laski voimakkaasti verrattuna alkuperäisiin arvoihin. Lisäksi pisteen P69 maanäytteissä NAG (kgH₂SO₄/t) oli 5,3...17,2 eli maa tuottaa voimakkaasti happoa (taulukko 2).

Maanäytteiden sulfaatti- ja rikkipitoisuus oli alhainen pisteiden P11 ja P39 alueella; lisäksi pH on lähellä neutraalia. Tutkimuspisteen P69 ja P77 kohdalla korkean rikki- ja sulfaattipitoisuuden perusteella on syytä tulkita, että alueilla on haponmuodostuskyky.

Pisteestä P69 otetun 1,0 m näytteen mukaan pH on voimakkaasti hapan, jolloin maa luokitellaan todelliseksi happamaksi sulfaattimaaksi. Myös pisteen 77 näytteissä pH oli selkeästi hapan.

Lähtökohtaisesti Storfällintien eteläpuoleinen pohjamaa alueella 2 sekä alue 3 kokonaisuudessaan luokitellaan näiden tutkimusten mukaan joko todelliseksi happamaksi sulfaattimaaksi tai potentiaalisesti happamaksi sulfidimaaksi. Em. alueella tulee kaivumassat toimittaa kyseessä olevia maita vastaanottaviin sijoituspaikkoihin ja neutraloida esim. kalkitsemalla. Putkijohtokaivannoissa kaivumaat voidaan sijoittaa takaisin kaivantoon liikennealueiden ulkopuolella. On suositeltavaa tehdä jatkotutkimuksia, jotta sulfaattimaiden tarkempi esiintyvyys saadaan selville.

Alueen 2 eteläosassa ja alueella 3 suositellaan teräs- ja betonirakenteissa huomioitavan maaperän korroosio-ominaisuudet, sillä laboratoriotutkimusten perusteella maapohja tulkitaan tavanomaisesta poikkeavaksi. Maahan asennettavilla betonirakenteilla tulee käyttää vähintään lisärasitusluokkaa XA1. Maahan asennettavien teräspaalujen korroosiosuojaaminen on haastavaa pintakäsittelmällä, ilman pintakerrosten vaurioitumista. Suositeltava tapa on käyttää teräksissä ylimääräistä ainepaksuutta; ylimääräinen ainepaksuus on em. olosuhteissa noin 1,15 mm maata vasten olevilla pinnoilla. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää kolminkertaista HDPE-pinnoitusta, jonka toimivuutta (asennuskestävyyttä) tarkastellaan koepaalutuksin.

4 PERUSTAMINEN

4.1 Alue 1

4.11 Sijainti ja korkeusasema

Aurinkovoimalat suositellaan perustettavaksi nykyisiä maastonmuotoja myötäillen. Kivikkoisilta/lohkareisilta alueilta poistetaan lohkareet ennen rakennustöitä. Länsireunan kaltevilla alueilla aurinkovoimalat asennetaan valmistajan ohjeiden mukaan sallittuun kaltevuuteen.

Alueelle on esitetty muuntamorakennuksia tutkimuspisteiden P3, P5, P16, P20 ja P24 kohdille. Muuntajien korkeusasema määritetään siten, että paalulaatan yläpinta sijaitsee enintään vallitsevan maanpinnan korkeudella. Mikäli ei käytetä paalulaattaa (maanvarainen, kallionvarainen), sijoitetaan peruslaatan yläpinta tai lattia vähintään 300 mm ympäröivää maanpinnan tasoa ylemmäksi.

Tarvittavien huoltoteiden tai -kenttien pinta suositellaan rakennettavaksi enintään vallitsevaan maanpinnan korkoon painumien välttämiseksi. Mikäli em. rakenteiden läheisyydessä ei sijaitse voimalarakenteita tai muuntajia, voidaan rakennekerrosten pintaa nostaa.

4.12 Perustamistapa, voimalat

Tutkimuskartalla ovat esitettynä eri alueet perustamistavoittain. Perustamistapa on jaettu 3 eri tapaan; betoniperustus massanvaihdon varaisesti tai maanvaraisesti ja paalupeustus.

Alueen 1 länsi- ja luoteisnurkassa esitetään voimaloiden perustamista betoniperustusten varaisesti. Perustukset asennetaan ohuen routimattoman murskekerroksen varaan tai alueelle tehdään massanvaihto, jossa poistetaan löyhä savikerros ja korvataan kerroksittain tiivistetyllä routimattomalla kalliomurskeella, soralla tai hiekalla. Paaluperustusten

käyttäminen ko. alueilla on haastavaa, sillä alue on kairaajan havaintojen mukaan kivistä sekä kallio esiintyy pohjatutkimusten perusteella todennäköisesti lähellä maanpintaa.

Muilla alueilla voimalat esitetään perustettavan lähtökohtaisesti ruuvaamalla asennettavien teräspaalujen varaisesti. Paaluina esitetään käytettäväksi esimerkiksi ruuvattavaa D76,1 mm ruuvipaalua 250 mm kierrelaipalla. Alhaisella läpimitalla olevia muita teräsprofiileja ei suositella heikkojen pohjaolosuhteiden vuoksi, sillä paalujen alhainen vetokapasiteetti tuottaa epätaloudellisen ratkaisun.

Paalutettavalla alueella (tutkimuspisteiden P4, P5, P9, P10, P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P18, P20, P21, P22, P23, P24, P26, P27, P28, P29, P30, P32, P33, P34, P35, P37 alue) paalut esitetään upotettavaksi löyhään moreenikerrokseen 1,5 m kantavuuden ja vetokestävyyden varmistamiseksi. Alhaisen leikkauslujuuden omaavassa savikerroksessa paalut tulisi upottaa riittävän vetokestävyyden saamiseksi laskennallisesti noin 9,2 m syvyyteen, kun vetovoiman mitoitusarvo per paalu on noin $F_{t,d} = 6,0$ kN. Upottaessa paalut löyhään moreeniin, puristuskestävyyden mitoitusarvona voidaan käyttää $R_{d,geo} = 16,15$ kN. Vetokestävyyden mitoitusarvo on laskennallisesti vähintään $R_{t,d} \geq 6,85$ kN, kun paalut upotetaan vähintään 1,5 m savikerroksen alapuoliseen moreenikerrokseen.

Paalujen geoteknisen kestävyysarvioimisessa on käytetty varmuuskertoimia Paalutusohje-2016 mukaan.

Lopullinen paalujen puristus- ja vetokestävyys esitetään varmistettavaksi koekuormituksilla.

4.13 Perustamistapa, muuntajat

Tutkimuspisteen P3 kohdalle sijoittuva muuntaja perustetaan ohuen massanvaihdon varaisesti tai kallionvaraisesti. Muuntajan kohdalta poistetaan pintamaa ja löyhä savikerros kallioon saakka. Massanvaihdon varaisessa ratkaisussa muuntajan peruslaatan tai perustusten alle tehdään routimaton mursketäyttö vähintään 300...500 mm paksuna. Perustukset / perustus mitoitetaan Eurokoodin mukaisella DA2 tai DA2* menetelmällä siten, että riittävällä anturan / laatan koolla ja perustamissyvyydellä saavutetaan vaadittu kantokestävyys. Perustukset mitoitetaan keskeisesti kuormitetun (toimivan) perustusosan suhteen.

Kantokestävyyslaskelmissa voidaan käyttää seuraavia maaparametrejä:

- Tilavuuspaino, $\gamma = 20$ kN/m³
- Tehokas tilavuuspaino, $\gamma' = 11$ kN/m³
- Leikkauskestävyyskulma, $\phi = 38^\circ$

Kallionvaraisessa ratkaisussa muuntajan alta kallionpinta paljastetaan ja louhitaan tarvittaessa tasaiseksi. Kallion päälle tehdään perustuksien alle tasausvalu ja/tai ohut routimaton mursketäyttö. Mikäli mursketäytön paksuus on suurempi kuin 300 mm, mitoitetaan perustus maanvaraisena yläpuolisin ohjein.

Tutkimuspisteiden P5 ja P24 kohdalle perustetaan massanvaihdon varaisesti perusanturoilla tai -laatala. Massanvaihto tehdään löyhän savikerroksen alapintaan saakka kerroksittain tiivistetyllä routimattomalla kalliomurskeella. Massanvaihdon alapinta on tutkimusten mukaan tasolla +13,5 (1,72 m maanpinnasta).

Kantokestävyyslaskelmissa voidaan käyttää seuraavia maaparametrejä:

- Tilavuuspaino, $\gamma = 20$ kN/m³
- Tehokas tilavuuspaino, $\gamma' = 11$ kN/m³
- Leikkauskestävyyskulma, $\phi = 36^\circ$

Muuntajat (ominaiskuorma max 200 kN) pisteiden P16 ja P20 kohdalla perustetaan pieniläpimittaisten teräspaalojen varaisesti. Muuntajien alle tehdään 500 mm paksu routimaton mursketäyttö. Herkästi kokoonpuristuvien maakerrosten vuoksi routimattoman täytön yläpinta suositellaan tuotavaksi enintään vallitsevaan maapintaan, jotta vältetään rakenteen alapuolisilta painumilta sekä paalojen negatiiviselta vaippahankaukselta. Maanpinta vietetään leikkauksella pois päin rakenteesta vähintään 5% kaltevuudella.

Alustavina paaluina käytetään vastaavia yksilaippaisia ruuvipaaluja kuin voimaloiden kohdalle. Paalut upotetaan vähintään 3,0 m löyhään moreeniin, jolloin puristuskestävyyden arvo on laskennallisesti $R_{t,d} = 33,65$ kN. Pisteiden P16 kohdalla moreenikerroksen yläpinta sijaitsee tasolla +9,52 (4,68 m etäisyydellä maanpinnasta) ja pisteen P20 kohdalla tasolla +13,05 (2,72 m etäisyydellä maanpinnasta).

Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää esimerkiksi SSAB:n ”SSAB: RR and RD piles – Design and installation manual” mukaisia pieniläpimittaisia lyötäviä teräspaaluja RR-paaluja 75 mm...90 mm. Kairauksissa ei ole tavoitettu tiivistä maakerrosta tai kalliota, joten paalupituutta ei voida arvioida. Paalupituuden määrittämiseksi tulisi ulottaa heijari- tai puristin-heijarikairaukset tiiviiseen maakerrokseen tai kallioon.

Paalut lyödään em. ohjeen loppulyöntiohjeen mukaisesti. Tukipaaluiksi lyötyjen teräspaalojen geotekninen kantavuus on alustavasti RR75 paalulla $R_{d,geo} = 259$ kN ja RR90 paalulla $R_{d,geo} = 307$ kN.

Paalutusluokkana käytetään PTL 2 ja geotekninen luokka GL2.

4.2 Alue 2

4.2.1 Sijainti ja korkeusasema

Aurinkovoimalat suositellaan perustettavaksi nykyisiä maastonmuotoja myötäillen. Alueen pohjois-/koillisosan kivikkoisilta/lohkareisilta alueilta poistetaan lohkarieet ennen rakennustöitä.

Alueelle esitettyjen muuntajarakennusten tutkimukset ovat pisteet P45, P31 ja P66. Muuntajien korkeusasema määritetään siten, että paalulaatan yläpinta sijaitsee enintään vallitsevan maanpinnan korkeudella. Mikäli ei käytetä paalulaattaa, sijoitetaan peruslaatan tai lattian yläpinta vähintään 300 mm ympäröivää maanpinnan tasoa ylemmäksi.

Tarvittavien huoltoteiden tai -kenttien pinta suositellaan rakennettavaksi enintään vallitsevaan maanpinnan korkoon painumien välttämiseksi. Mikäli em. rakenteiden läheisyydessä ei sijaitse voimalarakenteita tai muuntajia, voidaan rakennekerrosten pintaa nostaa.

4.2.2 Perustamistapa, voimalat

Tutkimuskartalla ovat esitettynä eri alueet perustamistavoittain vastaavasti kuin alueella 1. Perustamistavat ovat betoniperustus massanvaihdon varaisesti tai maanvaraisesti sekä paaluperustus.

Alueen 2 pohjois- ja koillisnurkassa esitetään voimaloiden perustamista betoniperustuksien. Perustukset asennetaan ohuen routimattoman murskekerroksen varaan tai alueelle tehdään massanvaihto, jossa poistetaan löyhä savikerros ja korvataan kerroksittain

tiivistetyllä routimattomalla kalliomurskeella, soralla tai hiekalla. Paaluperustusten käyttäminen ko. alueilla on haastavaa, sillä alue on kairajaan havaintojen mukaan kivistä sekä kallio esiintyy pohjatutkimusten perusteella todennäköisesti lähellä maanpintaa.

Muilla alueilla voimalat esitetään perustettavan lähtökohtaisesti ruuvaamalla asennettavien teräspaalujen varaisesti. Paaluina esitetään käytettäväksi esimerkiksi ruuvattavaa D76,1 mm ruuvipaalua 250 mm kierrelaipalla. Alhaisella läpimitalla olevia muita teräsprofiileja ei suositella heikkojen pohjaolosuhteiden vuoksi, sillä paalujen alhainen vetokapasiteetti tuottaa epätaloudellisen ratkaisun.

Ruuvipaalut esitetään upotettavaksi löyhään moreenikerrokseen tai tiiviiseen saveen 1,5 m kantavuuden ja vetokestävyyden varmistamiseksi. Leikkauslujuuden ollessa savikerroksessa aluetta 1 vastaava, tulee paalut upottaa riittävän vetokestävyyden saamiseksi laskennallisesti noin 9,2 m syvyyteen, kun vetovoiman mitoitusarvo per paalu on noin $F_{t,d} = 6,0$ kN ja paalut ovat upotettuna pelkkään löyhään savikerrokseen. Upottaessa paalut löyhään moreeniin / tiukkaan saveen (oletettu tiukan saven leikkauslujuus >30 kPa), puristuskestävyyden mitoitusarvona voidaan käyttää $R_{d,geo} = 9,3...16,15$ kN riippuen kerroksen maalajista. Vetokestävyyden mitoitusarvo on laskennallisesti vähintään $R_{t,d} \geq 6,3$ kN, kun paalut upotetaan vähintään 1,5 m löyhän savikerroksen alapuoliseen moreeniin tai tiiviiseen saveen.

Paalujen geoteknisen kestävyysarvioimisessa on käytetty varmuuskertoimia Paalutusohje-2016 mukaan.

Lopullinen paalujen puristus- ja vetokestävyys esitetään varmistettavan koekuormituksilla. Lisäksi esitetään jatkotutkimuksia moreenikerroksen ja saven rajapinnan määrittämiseksi.

4.23 Perustamistapa, muuntajat

Tutkimuspisteen P45 kohdalle sijoittuva muuntaja perustetaan massanvaihdon varaisesti. Muuntajan kohdalla poistetaan pintamaa ja löyhä savikerros moreenikerroksen pintaan (+11,31) saakka kerroksittain tiivistetyllä hiekalla, soralla tai murskeella. Massanvaihdon varaisessa ratkaisussa muuntajan peruslaatan tai perustusten alle tehdään routimaton mursketäyttö vähintään 300...500 mm paksuna. Perustukset / perustus mitoitetaan Eurokoodin mukaisella DA2 tai DA2* menetelmällä siten, että riittävällä anturan / laatan koolla ja perustamissyvyydellä saavutetaan vaadittu kantokestävyys. Perustukset mitoitetaan keskeisesti kuormitetun (toimivan) perustusosan suhteen.

Kantokestävyyslaskelmissa voidaan käyttää seuraavia maaparametrejä:

- Tilavuuspaino, $\gamma = 19$ kN/m³
- Tehokas tilavuuspaino, $\gamma' = 10$ kN/m³
- Leikkauskestävyyskulma, $\phi = 35^\circ$

Muuntajat (ominaiskuorma max 200 kN) pisteiden P31 ja P66 kohdalla perustetaan pieniläpimittaisten teräspaalujen varaisesti. Muuntajien alle tehdään 500 mm paksu routimaton mursketäyttö. Herkästi kokoonpuristuvien maakerrosten vuoksi routimattoman täytön yläpinta suositellaan tuotavaksi enintään vallitsevaan maapintaan, jotta vältytään rakenteen alapuolisilta painumilta sekä paalujen negatiiviselta vaippahankaukselta. Maanpinta vietetään leikkauksella pois päin rakenteesta vähintään 5% kaltevuudella.

Alustavina paaluina käytetään vastaavia yksilaippaisia ruuvipaaluja kuin voimaloiden kohdalle. Paalut upotetaan vähintään 3,0 m löyhään moreeniin tai tiiviiseen saveen, jolloin puristuskestävyyden alustava arvo on laskennallisesti $R_{t,d} = 14,1...33,65$ kN. Pisteiden P31 kohdalla moreenikerroksen tai tiiviin savikerroksen yläpinta sijaitsee tasolla +5,21

(4,84 m etäisyydellä maanpinnasta). Pisteiden P66 kohdalla savikerroksen alapuolisen tiiviin kerroksen pintaa ei ole tavoitettu määrämittään päätetyissä tutkimuksissa. Muuntajien P31 ja P66 kohdalle esitetään tehtäväksi lisätutkimuksia tiiviin savikerroksen / moreenin rajanpinnan selvittämiseksi.

Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää esimerkiksi SSAB:n ”SSAB: RR and RD piles – Design and installation manual” mukaisia pieniläpimittaisia lyötäviä teräspaaluja RR-paaluja 75 mm...90 mm. Kairauksissa ei ole tavoitettu tiivistä maakerrosta tai kalliota, joten paalupituutta ei voida arvioida. Paalupituuden määrittämiseksi tulisi ulottaa heijari- tai puristin-heijarikairaukset tiiviiseen maakerrokseen tai kallioon.

Paalut lyödään em. ohjeen loppulyöntiohjeen mukaisesti. Tukipaaluiksi lyötyjen teräspaalujen geotekninen kantavuus on alustavasti RR75 paalulla $R_{d,geo} = 259$ kN ja RR90 paalulla $R_{d,geo} = 307$ kN.

Paalutusluokkana käytetään PTL 2 ja geotekninen luokka GL2.

4.3 Alue 3

4.31 Sijainti ja korkeusasema

Aurinkovoimalat suositellaan perustettavaksi nykyisiä maastonmuotoja myötäillen.

Alueelle esitettyjen muuntajarakennusten tutkimukset ovat pisteet P73 ja P75. Muuntajien korkeusasema määritetään siten, että paalulaatan yläpinta sijaitsee enintään vallitsevan maanpinnan korkeudella. Mikäli ei käytetä paalulaattaa, sijoitetaan peruslaatan tai lattian yläpinta vähintään 300 mm ympäröivää maanpinnan tasoa ylemmäksi.

Tarvittavien huoltoteiden tai -kenttien pinta suositellaan rakennettavaksi enintään vallitsevaan maanpinnan korkoon painumien välttämiseksi. Mikäli em. rakenteiden läheisyydessä ei sijaitse voimalarakenteita tai muuntajia, voidaan rakennekerrosten pintaa nostaa.

4.32 Perustamistapa, voimalat

Kaikki alueen voimalat perustetaan paalujen varaisesti. Paaluina käytetään lähtökohtaisesti ruuvaamalla asennettavia teräspaaluja, esimerkiksi ruuvattavaa D76,1 mm ruuvi-paaluja 250 mm kierrelaipalla. Tutkimuspisteiden P75 ja P78 läheisyydessä kairaukset ovat päättyneet kiveen, lohkareeseen tai kallioon. Kyseisten pisteiden läheisyyteen esitetään tehtävän kallionvarmistus ja mahdollisia lisäkairauksia, jotta paaluperusteisesti voidaan varmistua riittävästä paalupituudesta.

Mikäli kallio esiintyy tutkimuspisteiden P75 ja P78 läheisyydessä lähes välittömästi löyhän savikerroksen alapuolella, suositellaan käytettäväksi anturaperusteista (pilariantura) ratkaisua. Anturat asennetaan paikallisissa kaivannossa ja anturoiden perustamistaso on savikerroksen alapinnassa; anturan alapuolelle tehdään 300 mm paksu routimaton täyttö hiekasta, sorasta tai kalliomurskeesta. Anturat mitoitetaan Eurokoodin mukaisella DA2 tai DA2* menetelmällä siten, että riittävällä anturan koolla ja perustamissyvyydellä saavutetaan vaadittu kantokestävyys. Vierustäytöt tehdään alustäyttöä vastaavalla materiaalilla kerroksittain tiivistäen. Perustukset mitoitetaan keskeisesti kuormitetun (toimivan) perustusosan suhteen.

Kantokestävyyslaskelmissa voidaan käyttää seuraavia maaparametreja:

- Tilavuuspaino, $\gamma = 19$ kN/m³
- Tehokas tilavuuspaino, $\gamma' = 10$ kN/m³

- Leikkauskestävyyskulma, $\phi = 35^\circ$

Ruuvipaalut esitetään upotettavaksi löyhään moreenikerrokseen tai tiiviiseen saveen 1,5 m kantavuuden ja vetokestävyyden varmistamiseksi. Alhaisen leikkauslujuuden omaavassa savessa vaaditaan laskennallisesti noin 9,2 m paalupituus em. ruuvipaaluilla, kun vetovoiman mitoitusarvo per paalu on noin $F_{t,d} = 6,0$ kN ja paalut ovat upotettuna pelkkään löyhään savikerrokseen. Upottaessa paalut löyhään moreeniin / tiukka saveen, puristuskestävyyden mitoitusarvona voidaan käyttää $R_{d,geo} = 9,3 \dots 16,15$ kN riippuen kerroksen maalajista. Vetokestävyyden mitoitusarvo on laskennallisesti vähintään $R_{t,d} \geq 6,3$ kN, kun paalut upotetaan vähintään 1,5 m löyhän savikerroksen alapuoliseen moreeniin tai tiiviiseen saveen.

Paalujen geoteknisen kestävyysarvioimisessa on käytetty varmuuskertoimia Paalutusohje-2016 mukaan.

Lopullinen paalujen puristus- ja vetokestävyys esitetään varmistettavan koekuormituksilla. Lisäksi esitetään jatkotutkimuksia moreenikerroksen ja saven rajapinnan määrittämiseksi.

4.33 Perustamistapa, muuntajat

Tutkimuspisteen P75 kohdalle sijoittuva muuntaja perustetaan massanvaihdon varaisesti. Muuntajan kohdalla poistetaan turve ja löyhä savikerros moreenikerroksen pintaan (arvio +18,27) saakka kerroksittain tiivistetyllä hiekalla, soralla tai murskeella. Massanvaihdon varaisessa ratkaisussa muuntajan peruslaatan tai perustusten alle tehdään routimaton mursketäyttö vähintään 300...500 mm paksuna. Perustukset / perustus mitoitetaan Eurokoodin mukaisella DA2 tai DA2* menetelmällä siten, että riittävällä anturan / laatan koolla ja perustamissyvyydellä saavutetaan vaadittu kantokestävyys. Perustukset mitoitetaan keskeisesti kuormitetun (toimivan) perustusosan suhteen.

Kantokestävyyslaskelmissa voidaan käyttää seuraavia maaparametrejä:

- Tilavuuspaino, $\gamma = 19$ kN/m³
- Tehokas tilavuuspaino, $\gamma' = 10$ kN/m³
- Leikkauskestävyyskulma, $\phi = 36^\circ$

Muuntaja (ominaiskuorma max 200 kN) pisteen P73 kohdalla perustetaan pieniläpimitaisten lyötvien teräspaalujen varaisesti. Muuntajien alle tehdään 500 mm paksu routimaton mursketäyttö. Herkästi kokoonpuristuvien maakerrosten vuoksi routimattoman täytön yläpinta suositellaan tuotavaksi enintään vallitsevaan maapintaan, jotta vältetään rakenteen alapuolisilta painumilta sekä paalujen negatiiviselta vaippahankaukselta. Maanpinta vietetään leikkauksella pois päin rakenteesta vähintään 5% kaltevuudella.

Alustavina paaluina käytetään vastaavia yksilaippaisia ruuvipaaluja kuin voimaloiden kohdalle. Paalut upotetaan vähintään 3,0 m löyhään moreeniin tai tiiviiseen saveen, jolloin puristuskestävyyden alustava arvo on laskennallisesti $R_{t,d} = 14,1 \dots 33,65$ kN. Pisteen P73 kohdalla moreenikerroksen tai tiiviin savikerroksen yläpinta sijaitsee tasolla +15,8 (4,56 m etäisyydellä maanpinnasta). Muuntajan kohdalle esitetään tehtäväksi lisätutkimuksia tiiviin savikerroksen / moreenin rajapinnan selvittämiseksi.

Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää esimerkiksi SSAB:n ”SSAB: RR and RD piles – Design and installation manual” mukaisia pieniläpimittaisia lyötvä teräspaaluja RR-paaluja 75 mm...90 mm. Kairauksissa ei ole tavoitettu tiivistä maakerrosta tai kalliota, joten paalupituutta ei voida arvioida. Paalupituuden määrittämiseksi tulisi ulottaa heijari- tai puristin-heijarikairaukset tiiviiseen maakerrokseen tai kallioon.

Paalut lyödään em. ohjeen loppulyöntiohjeen mukaisesti. Tukipaaluiksi lyötyjen teräs-paalujen geotekninen kantavuus on alustavasti RR75 paalulla $R_{d,geo} = 259$ kN ja RR90 paalulla $R_{d,geo} = 307$ kN.

Paalutusluokkana käytetään PTL 2 ja geotekninen luokka GL2.

4.4 Sähköasema ja energiavarasto

4.41 Sijainti ja korkeusasema

Laatta- ja palkkiperusteisesti perustettavat rakenteet perustetaan lähtökohtaisesti lähelle nykyistä maanpintaa, punaisella karttaan esitettyjen konttien perustamistaso alustavasti +22,2. Leikkauksen L-L alueelle sijoitettavat rakenteet perustetaan alustavasti tasolle +18,90. Lattiataso tulee sijaita vähintään 30 cm nykyisen maanpinnan yläpuolella.

Maanpinta suositellaan viettäväksi kaikkien rakennusten ympärillä poispäin vähintään 5,0 % kaltevuudella.

4.42 Perustamistapa

Rakenteet perustetaan massanvaihdon varaisesti laatta- ja palkkiperustuksin. Alueen epätasaisen kalliopinnan vuoksi vältetään louhintaa ja rakennusalue tasataan routimattomalla kalliomursketäytöllä.

Alueelta poistetaan pintamaat ja kallion yläpuolinen moreeni (paljastetaan kalliopinta). Mikäli kallion paljastamisen yhteydessä havaitaan teräviä "kallionokkia" tai kohoumia, jotka ulottuvat 500 mm etäisyydelle tai lähemmäksi suunniteltua perustamistasoa, poistetaan ko. kohdat rusnaamalla tai louhimalla.

Kallion paljastamisen jälkeen rakennuksien alue täytetään perustamistasoa vastaavaan korkotasoon routimattomalla kalliomurskeella kerroksittain tiivistäen. Betonipintoja vasten suurin sallittu raekoko on #0/56...0/63. Mursketäyttö tulee ulottaa vähintään 1,0 m perustusrakenteen reunasta ulospäin, josta luiskataan kalliopintaan 1:2 kaltevuudella.

Perustukset mitoitetaan Eurokoodin mukaisella DA2 tai DA2* menetelmällä siten, että riittävällä perustuksen koolla ja perustamissyvyydellä saavutetaan vaadittu kantokestävyys. Perustukset mitoitetaan keskeisesti kuormitetun (toimivan) anturaosan suhteen.

Perustuksen geoteknisissä kantokestävyyslaskelmissa otetaan huomioon maaparametrit:

- Tilavuuspaino, $\gamma = 20$ kN/m³
- Tehokas tilavuuspaino, $\gamma' = 10$ kN/m³
- Leikkauskestävyyskulma, $\phi = 38^\circ$

4.5 Routasuojaus

Rakennettavan alueen maalaji on routivaa. Rakenteiden routasuojaus tulee suunnitella rakenteiden suunnitellun käyttöiän mukaan. Loviisan alueella kerran kahdessakymmenessä (20) vuodessa toistuvalla pakkasmäärällä $F_{20} = 30\,000$ Kh on rakennuskohteen pohjaolosuhteissa roudan tunkeutumisyyvyys (routimaton syvyys) pohjamaassa 1,4...1,6 metriä (RIL 254-2011).

Maanvaraisesti tai massanvaihdon varaisesti tulevien rakenteiden perustamistaso tai routimaton massanvaihto tulee ulottaa em. syvyyden alapuolella. Vaihtoehtoisesti on rakenteet routaeristettävä pakkasmäärän $F_{20} = 30\,000$ Kh mukaisesti.

Paaluperusteisilla voimala-alueilla voimaloita ei tarvitse routaeristää. Muuntajien alle asennetaan routasuojaus ja se mitoitetetaan em. pakkasmäärän ja routimattoman murskekerroksen paksuuden mukaan.

5 MAARAKENNUSTYÖT

5.1 Pintakuivatus ja putkijohdot

Pintakuivatus esitetään hoidettavaksi riittävillä maanpinnan kallistuksilla suoraan maastoon / ojiin. Alueen ollessa painumaherkkää, tulee kenttien ja huoltoteiden ympärillä leikata kuivatusojat rakennekerrosten kuivattamiseksi.

Suosittelava minimikaltevuus on sora- tai murskepintaisella alueella 2,0 %. Alueen kuivana pidettävien rakennusten ympärillä maanpinta suositellaan kallistettavaksi vähintään 3 metrin matkalla kaltevuuteen 5,0 %.

Putkijohdot perustetaan 300...400 mm paksun routimattoman täytön varaan. Mikäli alueelle sijoitetaan painumaherkkiä putkijohtoja tie- tai kenttärakenteiden alle, kuten viettoviemäreitä, on syytä harkita teräslevyvarinan käyttöä mahdollisten painumien tasaukseksi.

Liikennealueiden ulkopuolella täytöt tehdään kaivumailla.

5.2 Maarakenteet ja täyttötöyt

Rakenteiden kohdalla tehtävät täytöt ovat esitetty yläpuolella alue- ja rakennekohtaisissa kappaleissa. Kaikkien täyttömateriaalien tulee olla täyttöaikana sulana, eikä saa sisältää lunta / jäätä. Myöskään jäätynyttä maamateriaalia ei voi tiivistää tai suorittaa laadunvarmistuskokeita.

Käytettävän soran tai kalliomurskeen enimmäisraekoko on alustäytöissä #0/63 mm. Sähköaseman ja energiavaraston täytöissä voidaan käyttää myös karkeampaa materiaalia kuitenkin siten, että betonipinnoista vähintään 500 mm ulospäin oleva maamateriaali on rakeisuudeltaan enintään edellä mainittu.

Pohjamaa on hyvin häiriintymisherkkää ja kaivutyö voi ulottua pohjavesipinnan alapuolelle. Häiriintymisen vuoksi liiallista tärinää ja kaivantojen pohjassa työkoneella liikuttamista tulee välttää. Mikäli pohjamaa häiriintyy rakennustyön yhteydessä, tulee pohjalle tehtävään täyttöön asentaa kuivatus (esim. uppopumpulla) ja huokospaineen annetaan purkautua ("pohjamaan rauhoittua") 1-2 vrk ennen rakennustyön jatkamista. Pohjamaa on heikosti vettä johtavaa, jolloin kaivantojen kuivatus hoidetaan pohjalta pumppaamalla.

Alustavat liikennealueiden rakenteet ovat esitetty taulukoissa 3, 4 ja 5. Päälysrakenteen paksuus ja kantavuusvaatimukset tulee tarkistaa jatkosuunnittelun yhteydessä liikennemäärien ja -kuormien perusteella. Rakennuskohteen maapohja on routivaa.

Taulukko 3. Liikennealueen alustava päälysrakenne, moreeni (E-moduuli 20 MPa)

Kerros	Materiaali	Kerrospaksuus, mm
Tasauserros	kalliomurske 0/16–32	n. 50 mm
Kantava kerros	kalliomurske 0/44–56	400 mm

Taulukko 4. Liikennealueen alustava päällysrakenne, savi (E-moduuli 10 MPa)

Kerros	Materiaali	Kerrospaksuus, mm
Tasauskerros	kalliomurske 0/16–32	n. 50 mm
Kantava kerros	kalliomurske 0/44–56	650 mm

Mikäli alueelle on tarpeen rakentaa varastointialueita, joissa pysähtyy raskaita ajoneuvoja tai säilötään raskaita varastokuormia, käytetään tällöin suurempaa rakennepaksuutta.

Taulukko 5. Varastoalueen alustava päällysrakenne, savi (E-moduuli 10 MPa)

Kerros	Materiaali	Kerrospaksuus, mm
Tasauskerros	kalliomurske 0/16–32	n. 50 mm
Kantava kerros	kalliomurske 0/44–56	350 mm
Jakava kerros	kalliomurske 0/90	400 mm

Kaikkien täyttömateriaalien ja pohjamaan väliin asennetaan N3-luokan suodatinkangas. Jakavaa tai kantavaa kerrosta voidaan ohentaa arviolta 100...300 mm geolujitetta (esim. lujitekangas) käyttämällä. Mikäli käytetään lujitekangasta, ei tarvita suodatinkangasta erikseen.

Kantavuusmittausten perusteella linjan 1 tiellä on heikko kantavuus suunnittelualueella eli paalulta 700 eteenpäin. Kyseisen tieosuuden heikoiten kantavalle osuudelle eli paaluväleille 1000–1100 ja 1250–1350 esitetään 350 mm korjausrakennetta (A), jossa on 350 mm kantavan kerroksen mursketta (0/44–56 mm) ja 50 mm tasauskerros rakeisuudeltaan hienompaa mursketta (0/16–32 mm).

Muualle linjan 1 tieosuutta paalulta 700 lähtien esitetään 250 mm korjausrakennetta (B), jossa on 250 mm kantavan kerroksen mursketta (0/44–56 mm) ja 50 mm tasauskerros hienompaa mursketta (0/16–32 mm).

Storfallintien eli linjan 2 KUAB-mittausten perusteella tien kantavuus on heikompaa linjan loppupäässä peltöjen välissä paalulta 1000 lähtien. Näiltä osin Storfallintien heikko kantavuus voi erityisesti keväällä aiheuttaa tienkäyttöllisiä haasteita. Storfallintien vahvistamisesta / korjaamisesta tulee saada tienomistajan lupa.

Linjan 3 yksityistien osalta kantavuus on heikko alku- ja loppupään kallioisia osia lukuun ottamatta. Linjan heikoimmalle osuudelle paaluvälillä 400–650 esitetään 350 mm korjausrakennetta (A). Muille osin linjaa 3 esitetään käytettäväksi 250 mm korjausrakennetta (B).

Täyttötöiden tiiviys- ja kantavuusvaatimukset on esitetty taulukossa 6. Tiiviysaste D_v määritetään volymetrikokeella tai Troxlerilla ja lasketaan parannetun Proctor-kokeen mukaisesta maksimikuivatilavuuspainosta. E_1 ja E_2 ovat levykuormituskokeen kantavuusarvot.

Taulukko 6. Täyttötöiden tiiviys- / kantavuusvaatimukset

Kerros	Tiiviysaste D_v , %	Kantavuus E_1 tai E_2 , MPa	Kantavuussuhde E_2/E_1
Kantava kerros, liikennealue	-	$E_2 \geq 80$	$\leq 2,2$
Kantava kerros, varastoalue	-	$E_2 \geq 120$	$\leq 2,2$
Putkikaivantojen täyttö liikennealueella	≥ 92	-	-

Perustusten alustäyttö tai mas- sanvaihto	≥ 95	$E_1 \geq 50$	$\leq 2,2$
--	-----------	---------------	------------

Lyhytaikaiset putkijohtokaivannot, yms. luiskataan seuraavasti:

- 1:1, kun kaivannon syvyys on $\leq 1,5$ metriä
- 1:1,5 kun kaivannon syvyys on $> 1,5$ metriä
- Yli 2 m syvistä kaivannoista on laadittava kaivantosuunnitelma Valtioneuvoston asetuksen 205/2009 mukaisesti

6 JATKOTOIMENPITEET

Tämä asiakirja on tarkistettava, kun voimalarakenteiden tyyppi ja kuormat ovat tiedossa. Paalujen lopullinen puristus- ja vetokestävyys esitetään varmistettavan esikuormituskokeilla. Esikuormituksesta tehdään erillinen suunnitelma, jossa on esitetty eri koepaalualueet ja huomioidaan tarvittavat paalutyypit sekä vaihtelu pohjaolosuhteissa.

Alueen 1 muuntajien alueelle tulee tehdä lisää tutkimuksia paalupituuden määrittämiseksi, mikäli käytetään lyötäviä teräspaaluja.

Alueen 2 kohdalle esitetään tehtävän lisätutkimuksia alueille, joissa saven ja moreenin rajapintaa ei pystytty tulkitsemaan määrämittaisten kairausten tai näytteenoton vuoksi. Etenkin alueen eteläosissa lisätutkimuksilla voidaan merkittävästi lyhentää paalujen laskennallista pituutta. Lisäksi mikäli käytetään muuntajien kohdalla lyötäviä teräspaaluja, tulee em. rakenteiden kohdalle tehdä lisäkairauksia tiiviin maakerroksen tai kalliopinnan määrittämiseksi.

Alueella 2 suositellaan tehtäväksi lisää HaSu-tutkimuksia kustannusten laskemiseksi kaivumaiden käsittelyn ja teräsosien suojauksen osalta.

Alueella 3 esitetään tehtäväksi lisätutkimuksia tarkemman perustamistaparajan määrittämiseksi (betoniperustus tai paaluperustus). Lisäksi muuntajien kohdalle esitetään lisätutkimuksia, mikäli käytetään lyötäviä teräspaaluja.

Geobotnia Oy

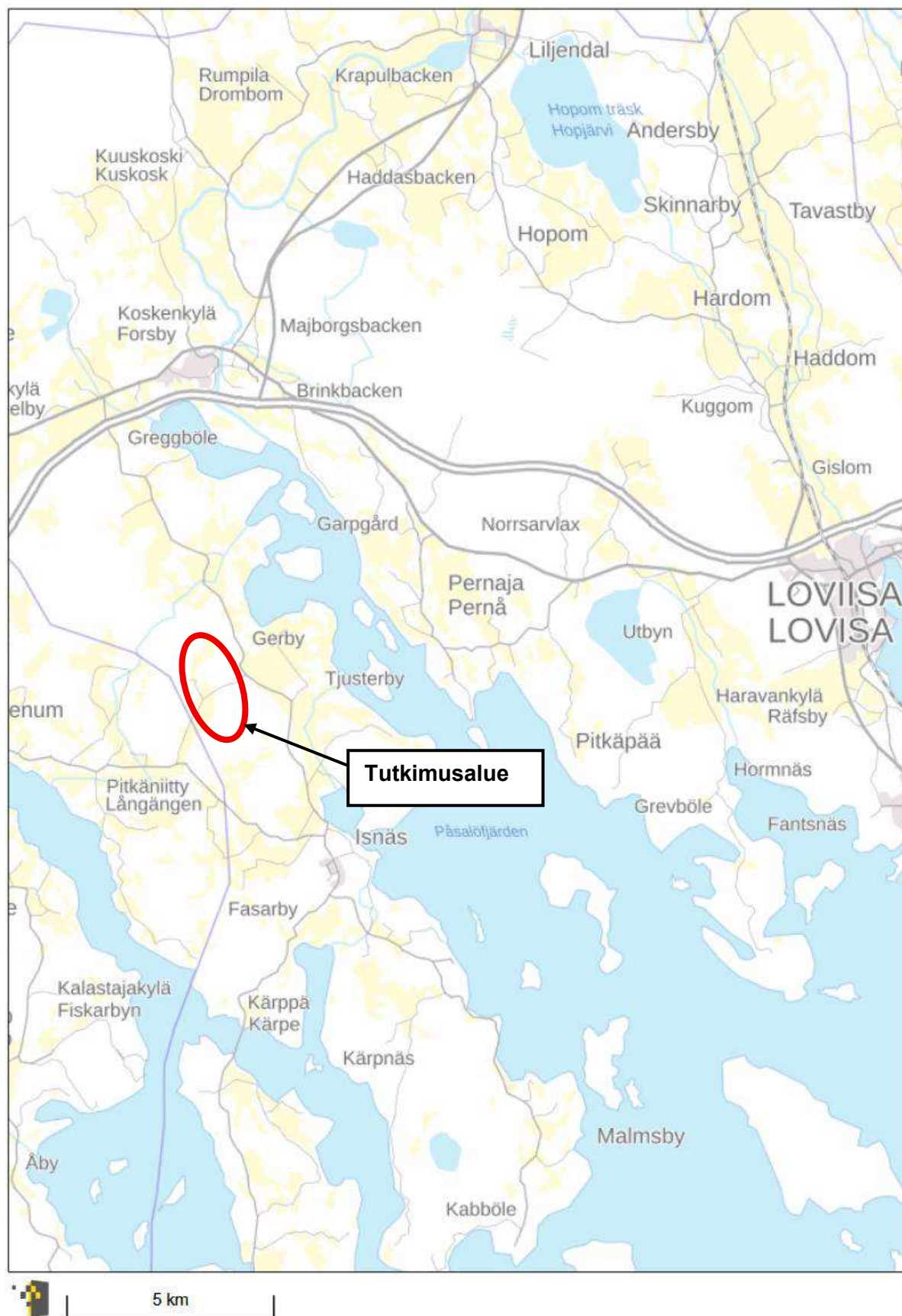


Janne Kauppila, DI



Virpi Kaarakainen, DI

SIJAINTIKARTTA



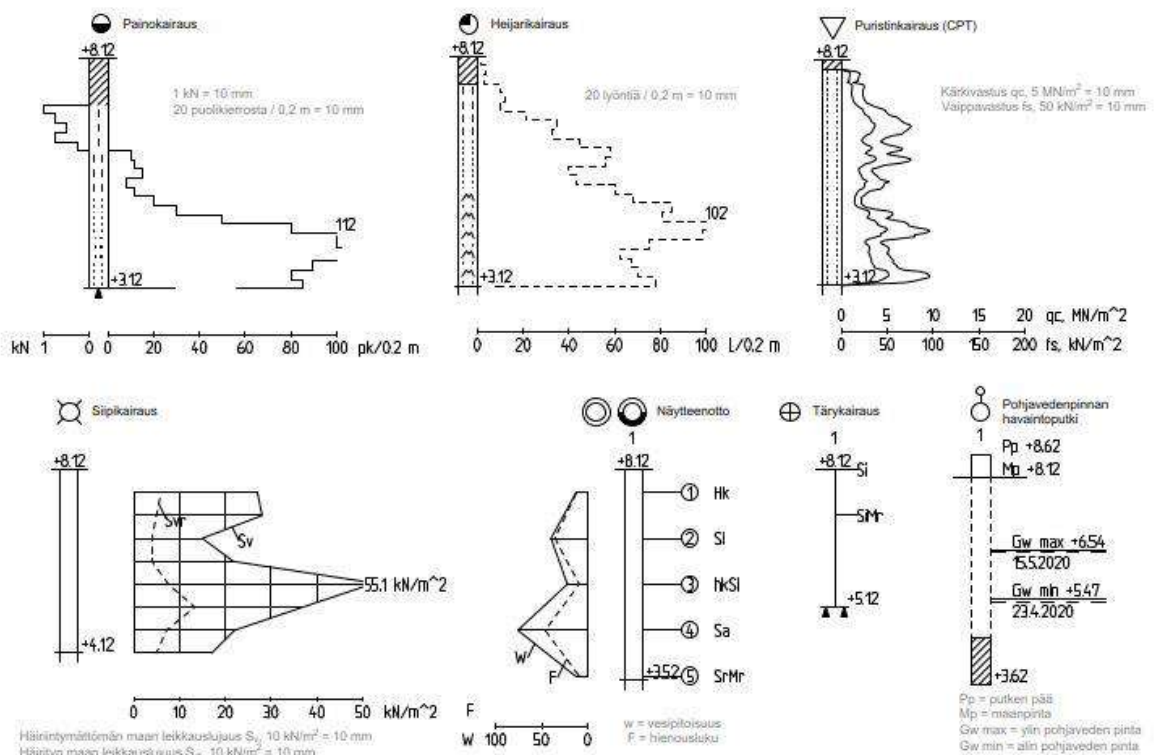
Lähde: MML Paikkatietoikkuna (20.8.2025).

POHJATUTKIMUSMERKINNÄT

A. POHJATUTKIMUSMERKINNÄT KARTOILLA

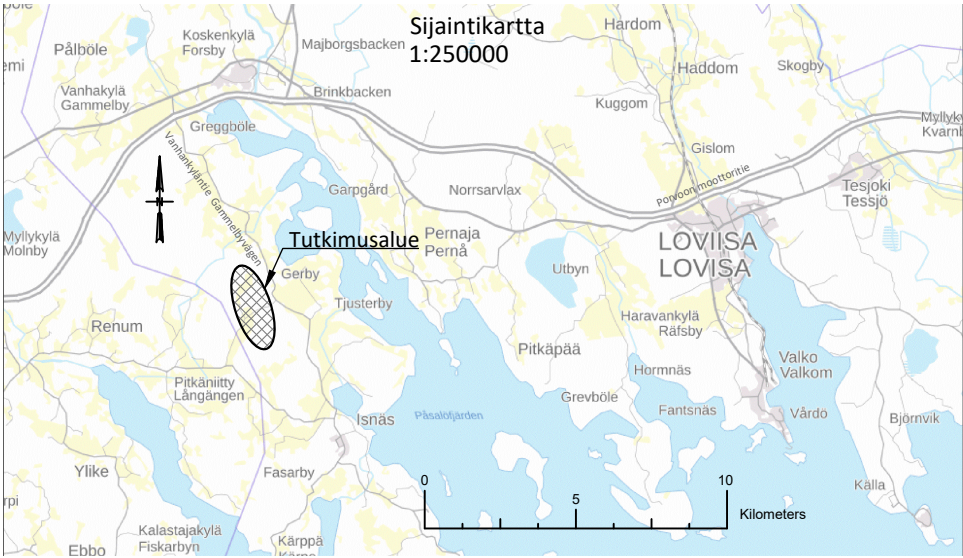
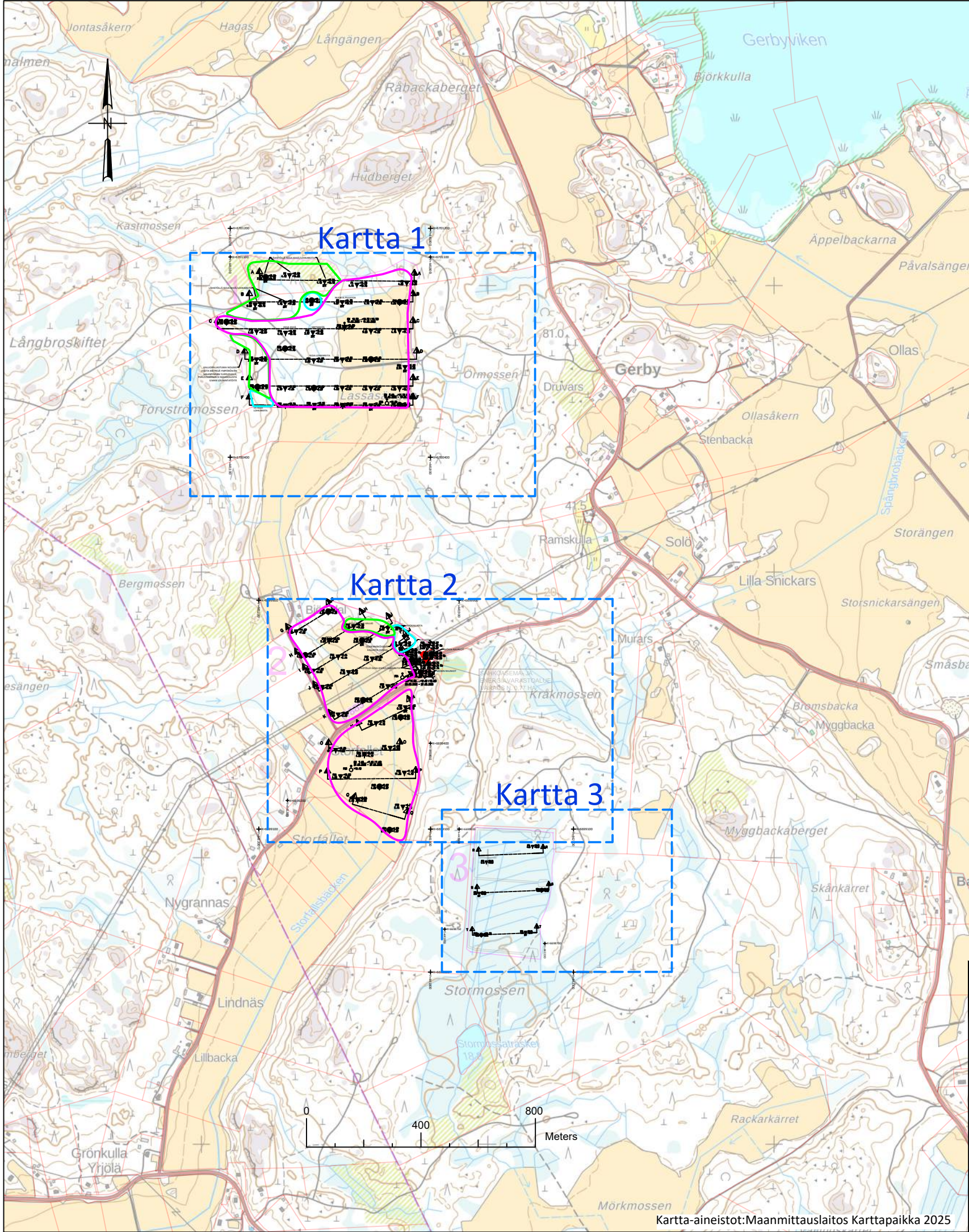
Kairaukset	Näytteenotto	Kairausten päätyminen
TR Tärkykairaus PI/LY (Pisto- tai lyöntikairaus) PA Painokairaus HE Heijarikairaus HP Puristinheijarikairaus CU Huokospainekairaus (CPTU) SI Siipikairaus PO Porakonekairaus KE Kallionäyttekairaus	NO Häiriintyneet näytteet NE Häiriintymättömät näytteet Muut tutkimukset KO Koekuoppa Geotekniset erikoistutkimukset VP Pohjavedenpinnan havaintoputki	MS Kairaus lopetettu määräsyvyyteen TM Kairaus päättynyt tiiviiseen maakerrokseen KI Kairaus päättynyt kiveen tai lohkareseen KN Kairaus päättynyt kiilautumalla kivien tai lohcareiden väliin KL Kairaus päättynyt kiveen, lohkareseen tai kallioon KA Kairaus päättynyt kallioon, varmistettu kallio

B. POHJATUTKIMUSMERKINNÄT LEIKKAUKSISSA



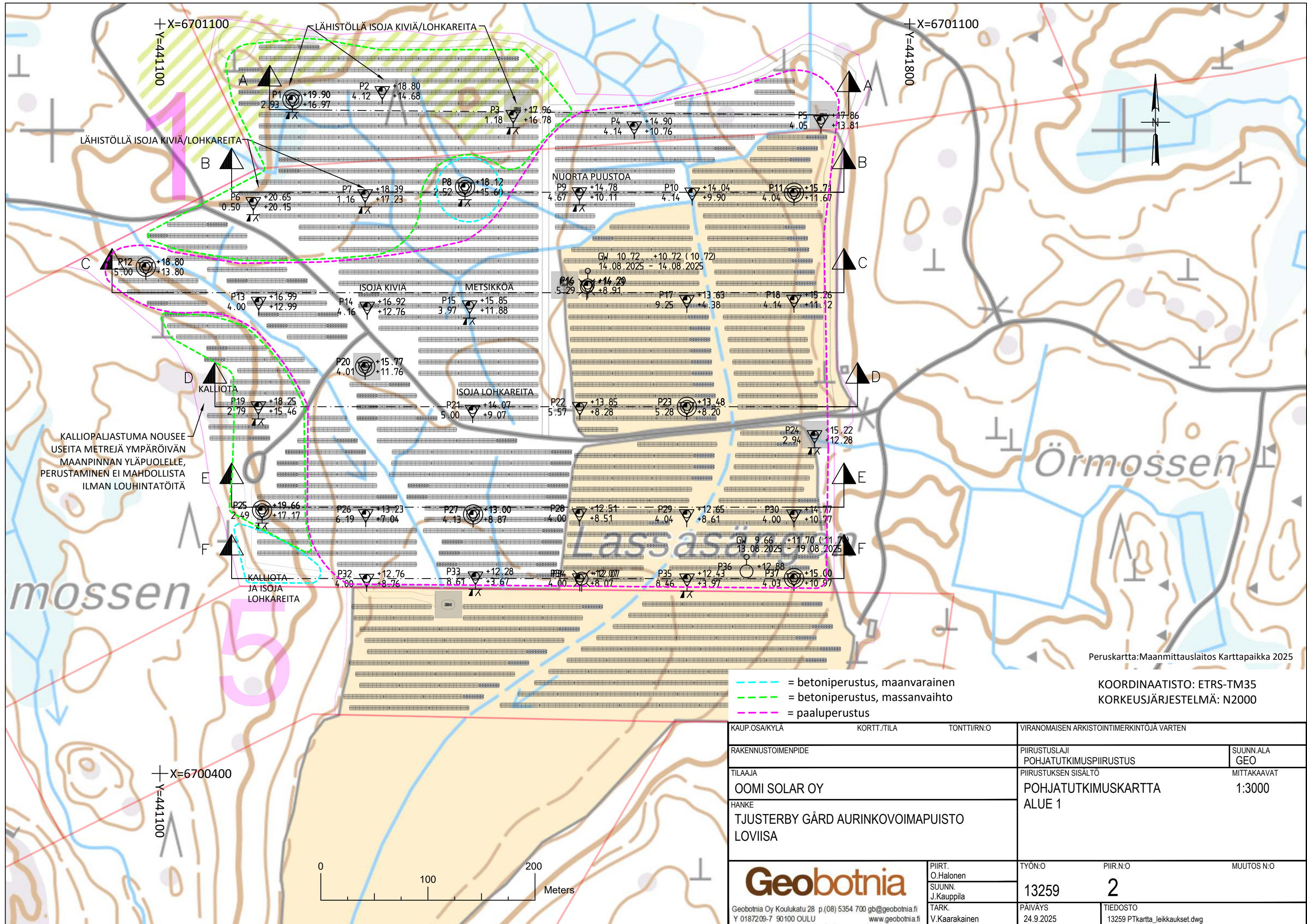
Kairausten päätyminen

MS	Kairaus lopetettu määräsyvyyteen	KL	Kairaus päättynyt kiveen, lohkareseen tai kallioon
TM	Kairaus päättynyt tiiviiseen maakerrokseen	KN	Kairaus päättynyt kiilautumalla kivien tai lohcareiden väliin
KI	Kairaus päättynyt kiveen tai lohkareseen	KA	Kairaus päättynyt kallioon, varmistettu kallio



KOORDINAATISTO: ETRS-TM35
KORKEUSJÄRJESTELMÄ: N2000

KAUP.OSA/KYLÄ		KORTT./TILA	TONTTI/RN:O	VIRANOMAISEN ARKISTOINTIMERKINTÖJÄ VARTEN		
RAKENNUSTOIMENPIDE		PIIRUSTUSLAJI POHJATUTKIMUSPIIRUSTUS		SUUNN.ALA GEO		
TILAAJA OOMI SOLAR OY		PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ YLEISKARTTA		MITTAKAAVAT 1:15000		
HANKE TJUSTERBY GÅRD AURINKOVOIMAPUISTO LOVIISA		TYÖN:O PIIR.N:O 1		MUUTOS N:O		
Geobotnia		PIIRT. O.Halonen SUUNN. J.Kauppi TARK. V.Kaarakainen		13259		
Geobotnia Oy Koulukatu 28 p.(08) 5354 700 gb@geobotnia.fi Y 0187209-7 90100 OULU www.geobotnia.fi		PAIVÄYS 24.9.2025		TIEDOSTO 13259 PTkartta_leikkaukset.dwg		



KALLIOPALJASTUMA NOUSEE
USEITA METREJÄ YMPÄRÖIVÄN
MAANPINNAN YLÄPUOLELLE,
PERUSTAMINEN EI MAHDOLLISTA
ILMAN LOUHINTATÖITÄ

KALLIOTA
JA ISOJA
LOHKAREITA

ISOJA KIVIÄ

METSÄKÖÄ

ISOJA LOHKAREITA

NUORTA PUUSTOA

Örmossen

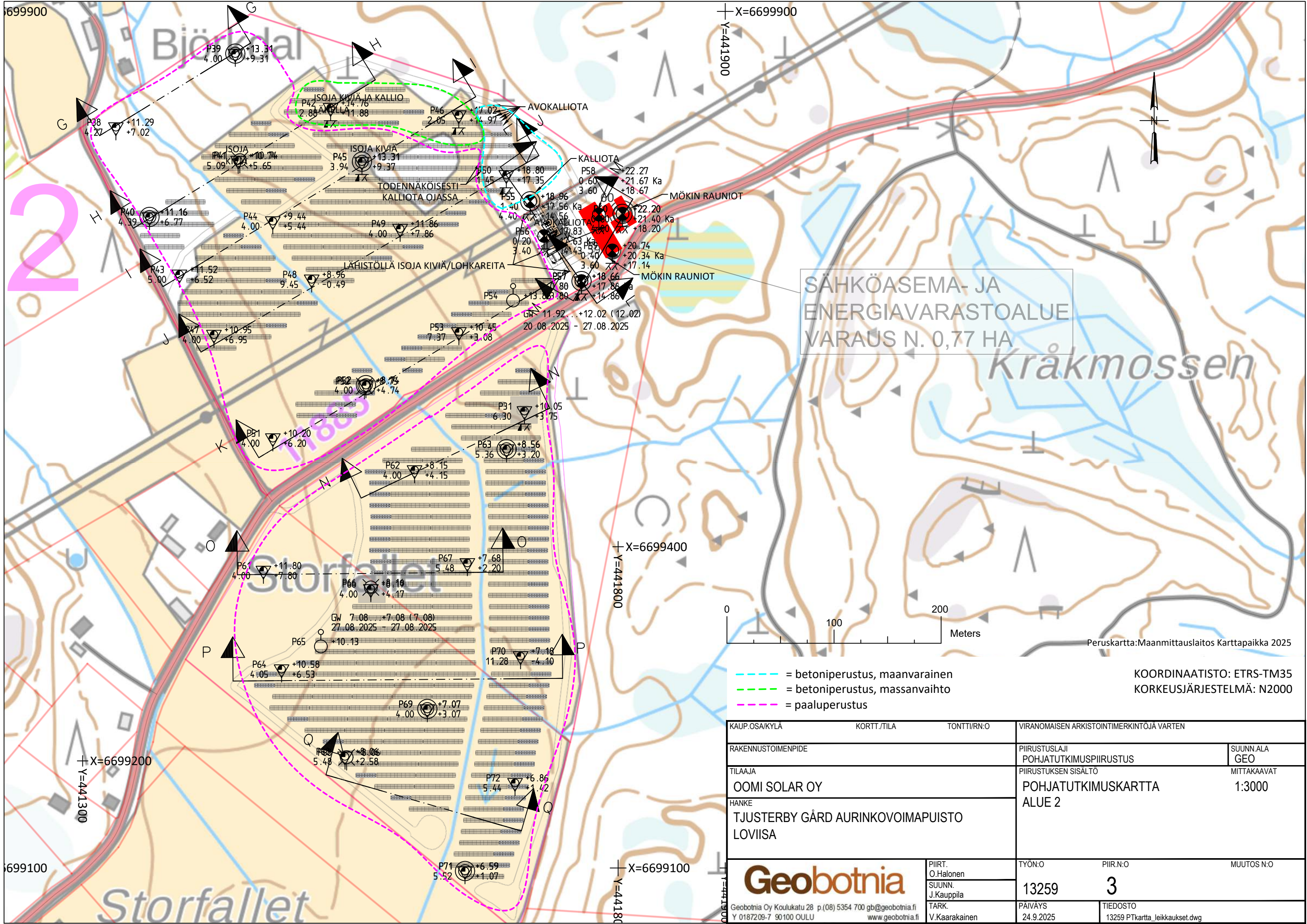
Lassasjärvi

Peruskartta:Maanmittauslaitos Karttapaikka 2025

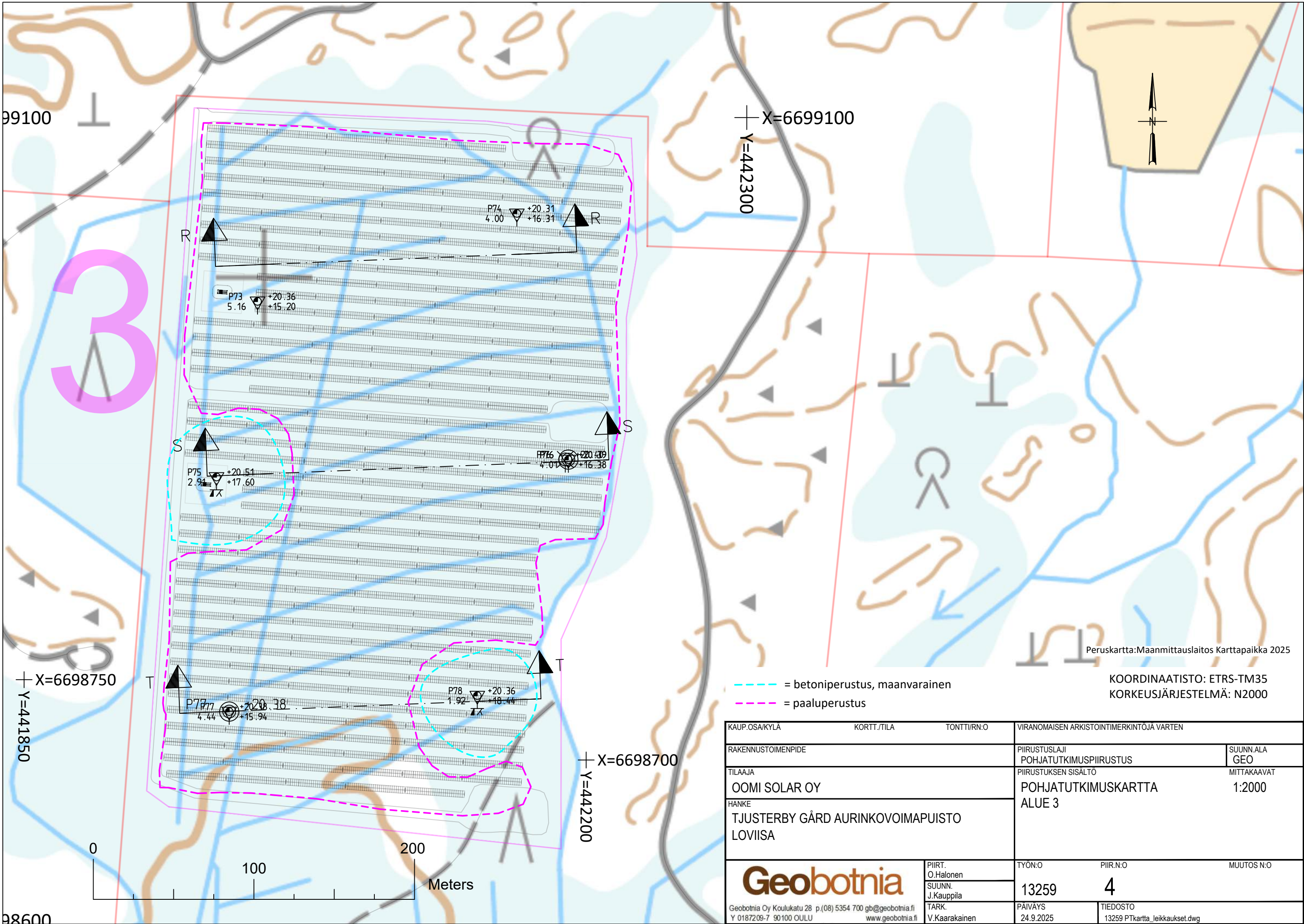
- = betoniperustus, maanvarainen
- = betoniperustus, massanvaihto
- = paaluperustus

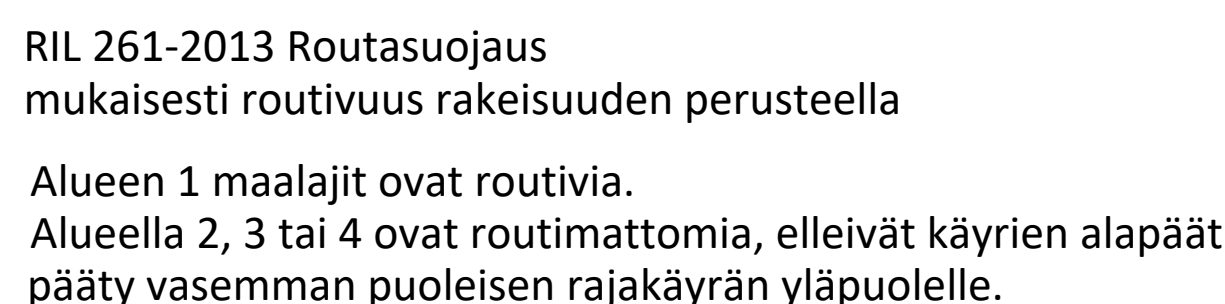
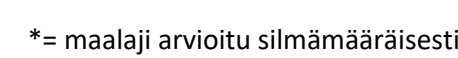
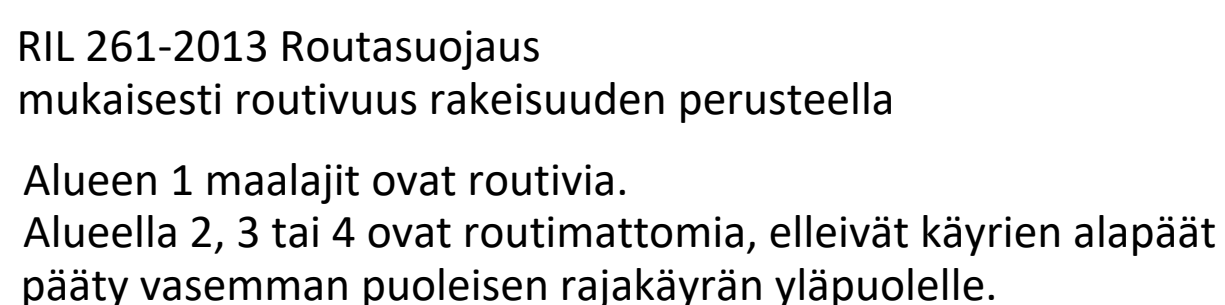
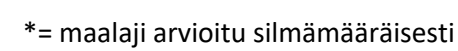
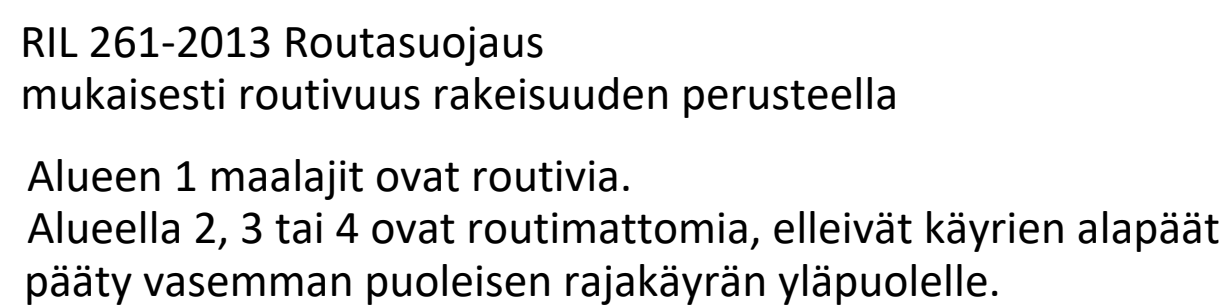
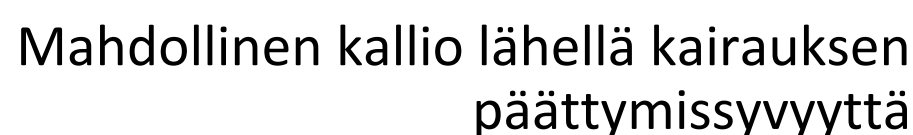
KOORDINAATISTO: ETRS-TM35
KORKEUSJÄRJESTELMÄ: N2000

KAUP.OSA/KYLÄ	KORTT./TILA	TONTTI/RN:O	VIRANOMAISEN ARKISTOINTIMERKINTÖJÄ VARTEN		
RAKENNUSLOINENPIDE	PIIRUSTUSLAJI POHJATUTKIMUSPIIRUSTUS		SUUNN.ALA GEO		
TILAAJA OOMI SOLAR OY	PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ POHJATUTKIMUSKARTTA ALUE 1		MITTAKAAVAT 1:3000		
HANKE TJUSTERBY GÅRD AURINKOVOIMAPUISTO LOVIISA	TYÖN:O 13259		PIIR.N:O 2		MUUTOS N:O
Geobotnia Geobotnia Oy Koulukatu 28 p.(08) 5354 700 gb@geobotnia.fi Y 0187209-7 90100 OULLU www.geobotnia.fi		PIIRT. O.Halonen SUUNN. J.Kauppi TARK. V.Kaarainen	PAIVÄYS 24.9.2025	TIEDOSTO 13259 PTkartta_leikkaukset.dwg	

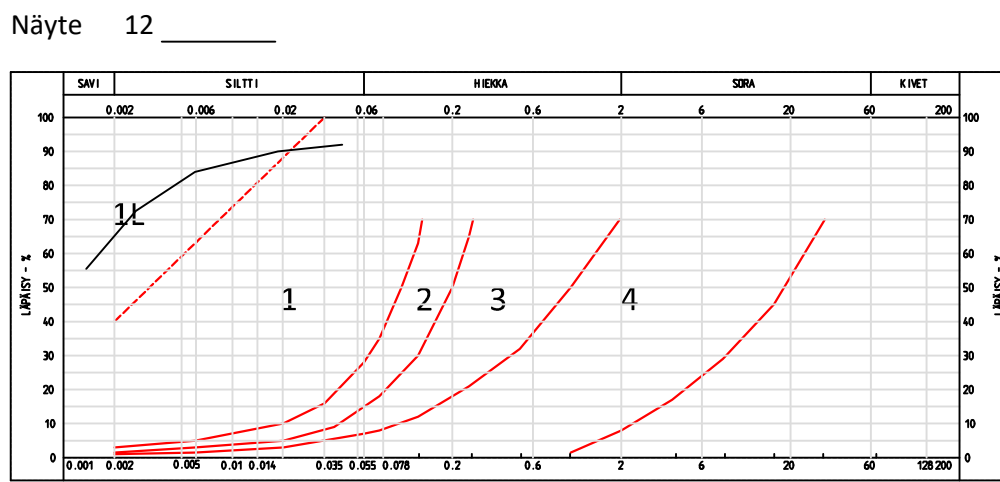


KAUP.OSA/KYLÄ	KORTT./TILA	TONTTI/RN:O	VIRANOMAISEN ARKISTOINTIMERKINTÖJÄ VARTEN		
RAKENNUSTOIMENPIDE	PIIRUSTUSLAJI POHJATUTKIMUSPIIRUSTUS		SUUNN.ALA GEO		
TILAAJA OOMI SOLAR OY	PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ POHJATUTKIMUSKARTTA ALUE 2		MITTAKAAVAT 1:3000		
HANKE TJUSTERBY GÅRD AURINKOVOIMAPUISTO LOVIISA	PIIRT. O.Halonen SUUNN. J.Kauppi TARK. V.Karakainen		TYÖN:O 13259	PIIR.N:O 3	MUUTOS N:O
Geobotnia Geobotnia Oy Koulukatu 28 p.(08) 5354 700 gb@geobotnia.fi Y 0187209-7 90100 OULU www.geobotnia.fi		PAIVÄYS 24.9.2025	TIEDOSTO 13259 PTkartta_leikkaukset.dwg		

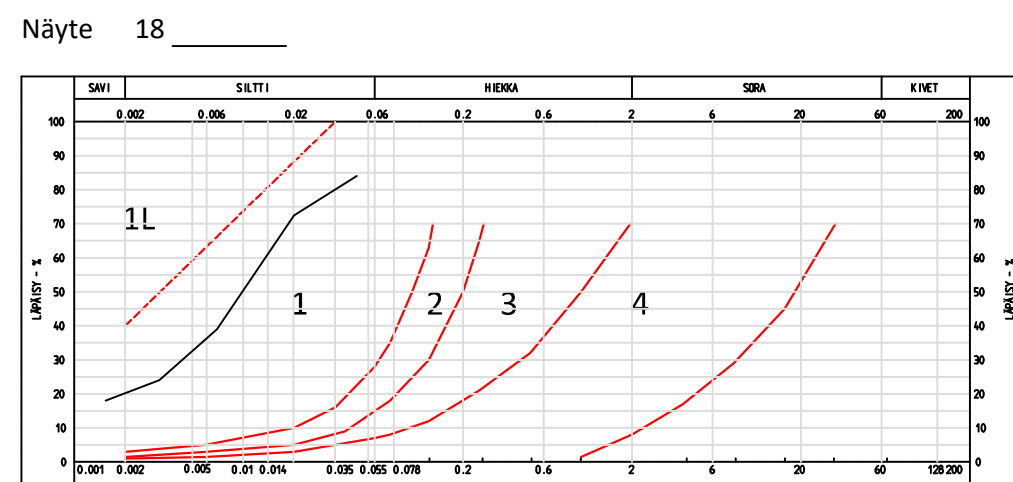
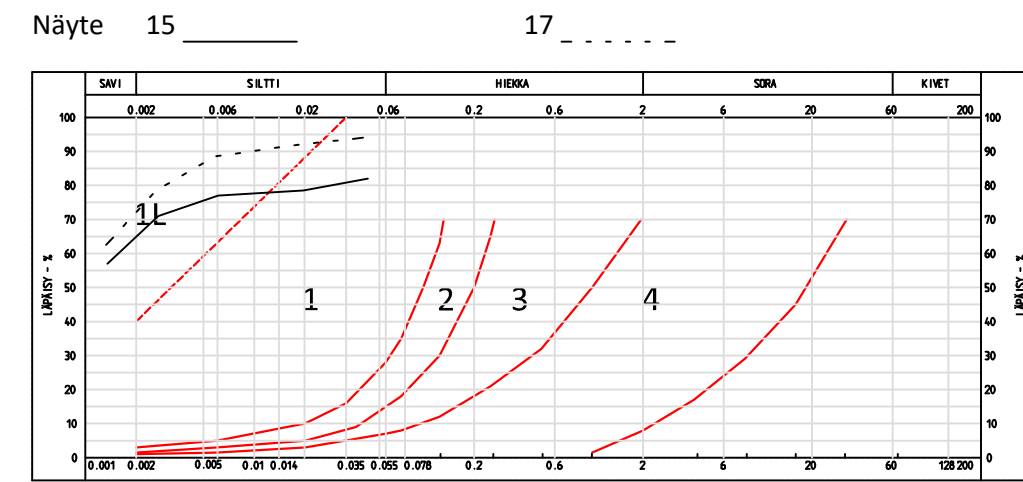




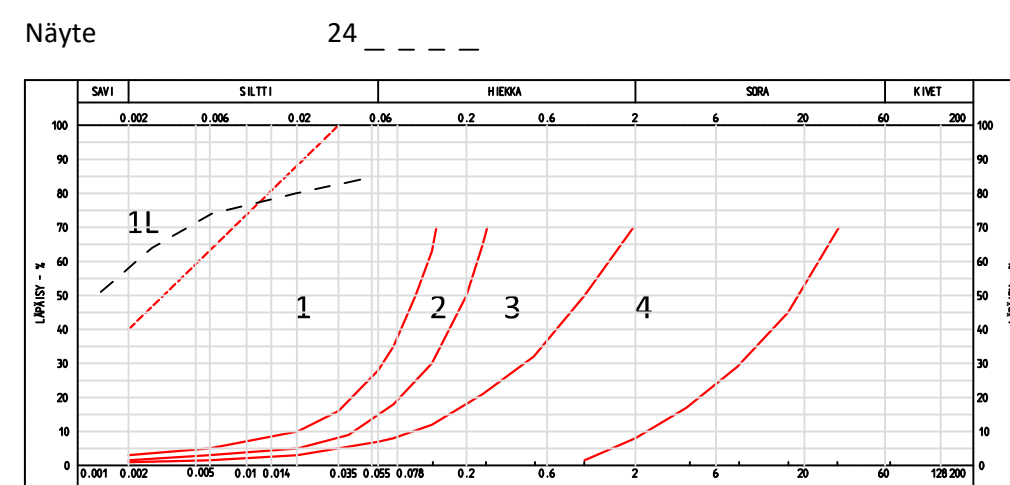
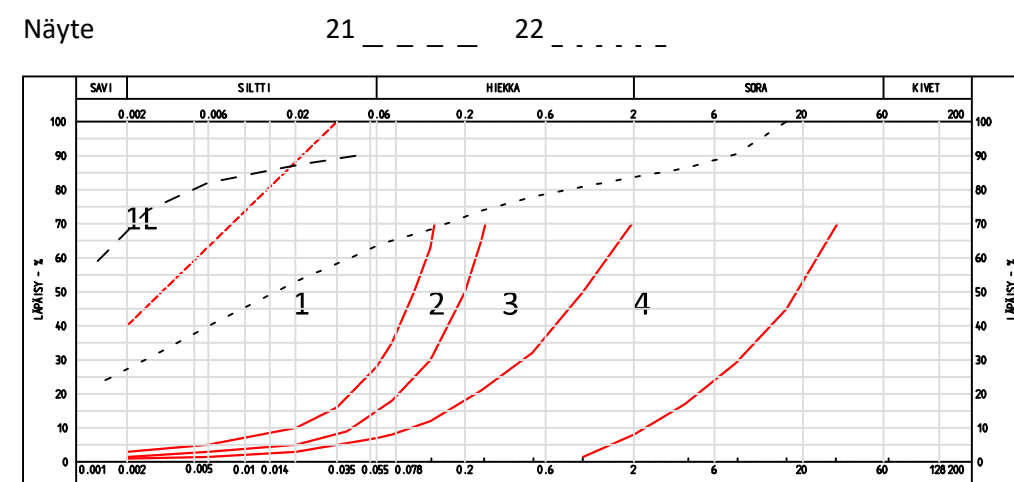
POZDRAVKA	KORTTI/LEILA	TOHTORI/RO	PRONKKA/ANNA TOHTORI/RO/VAARA
RAJAMÄÄNTÖMISE			
OLA			SAUNALA KKO
TEMA			MTK/VAARA
OOO SOLAR OY			POHJATUKIMUKSELIAUKKAKSET
			1:500/1:100
PROJE			A - A - B - J A - C - C
TOUSTERYBY GÄRD AURINKOVOIMAPUISTO			
LOVISA			
			
Osoite: www.geobotnia.fi Puh: 09 2555 2000 Faksi: 09 2555 2001		YRITYS 12359	PÄIVÄ 5
Henkilöt: O. Heikkinen S. Oksanen J. Kumpulainen		MAALIS 24.3.2005	MAALIS 19.03.2005 (Tiedot: Pöytäkirja, Internetin kautta)



Alueen 1 maalajit ovat routivia.
Alueella 2, 3 tai 4 ovat routimattomia, elleivät käyrien alapäätt
pääty vasemman puoleisen rajakäyrän yläpuolelle.

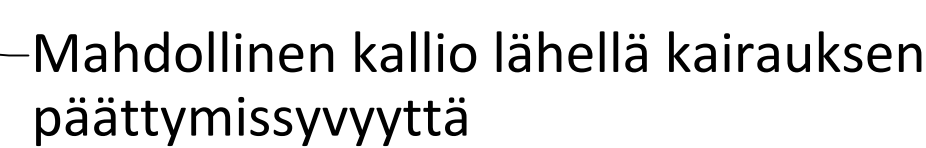
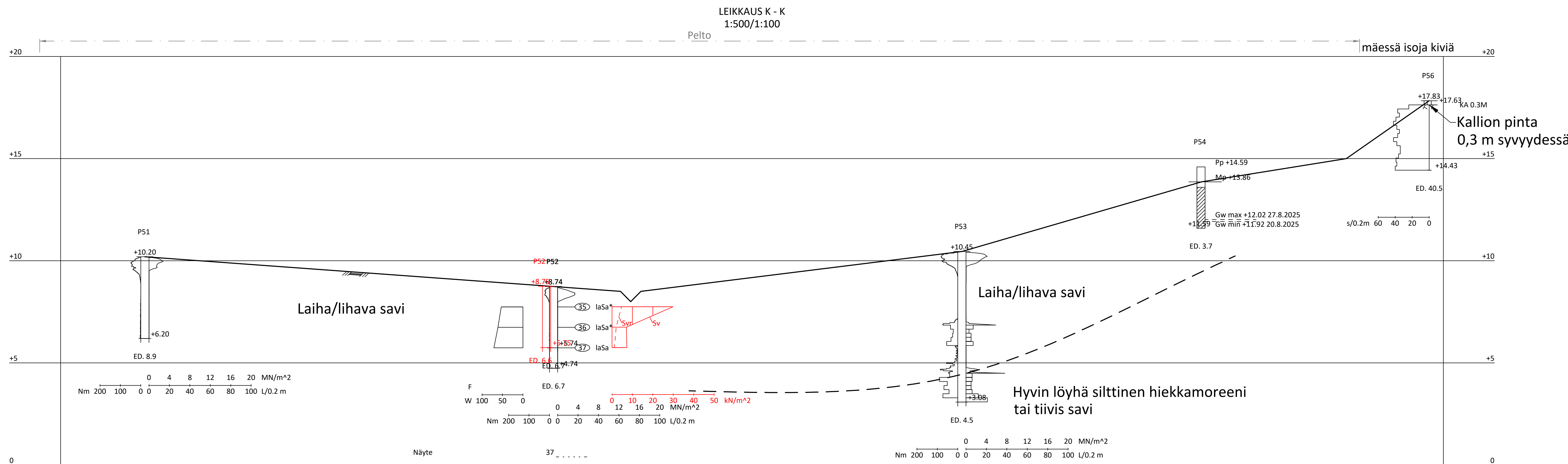
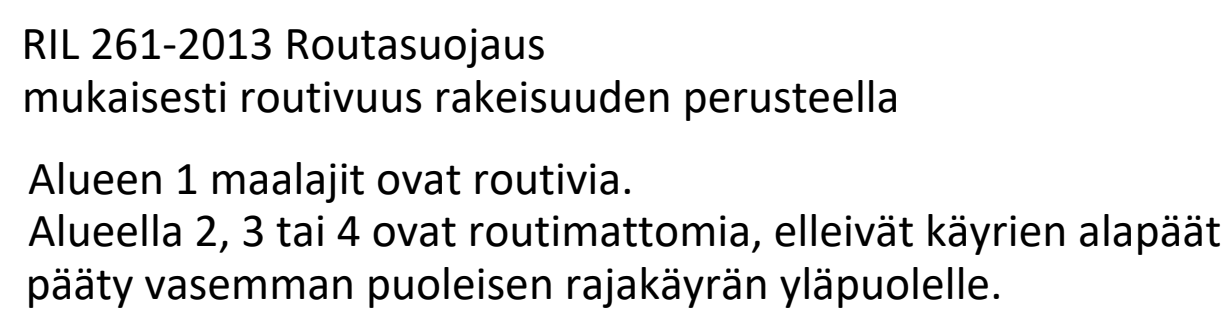
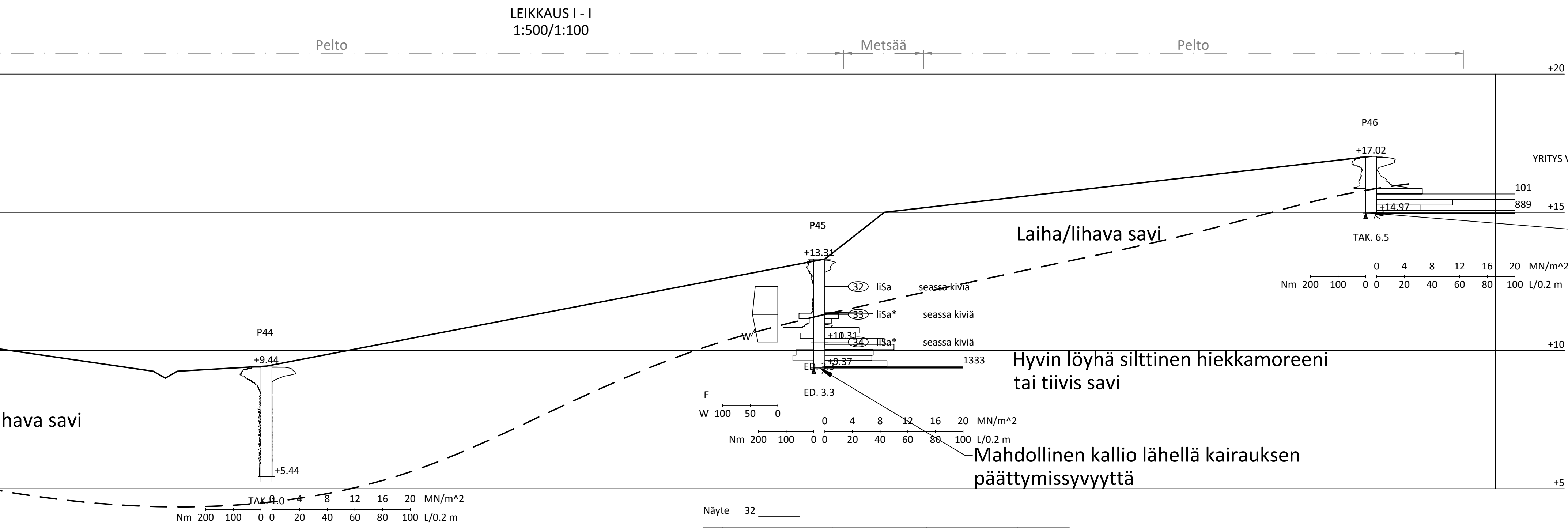
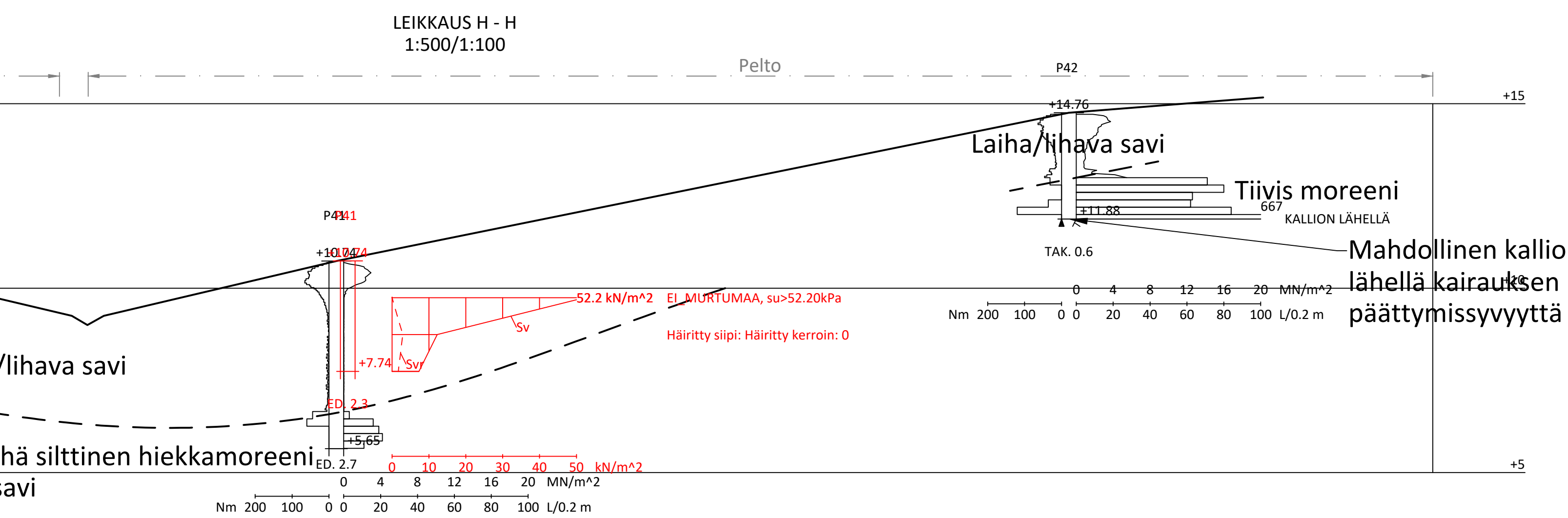
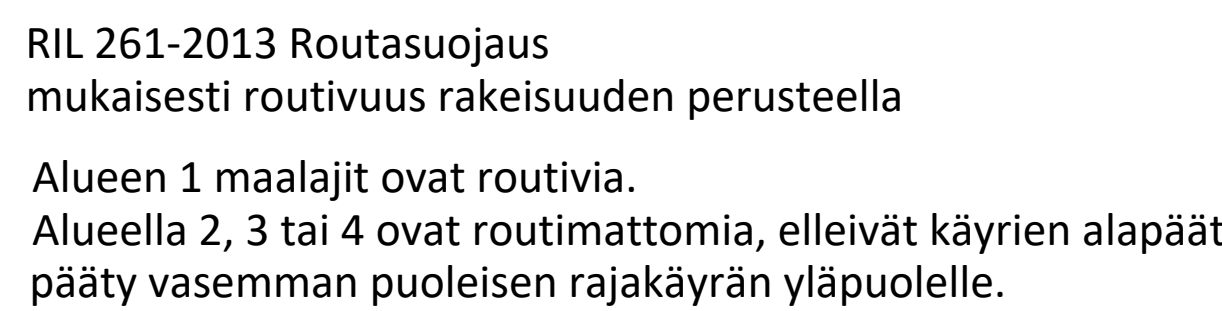


Alueen 1 maalajit ovat routivia.
Alueella 2, 3 tai 4 ovat routimattomia, elleivät käyrien alapäättymä vasemman puoleisen rajakäyrän yläpuolelle.

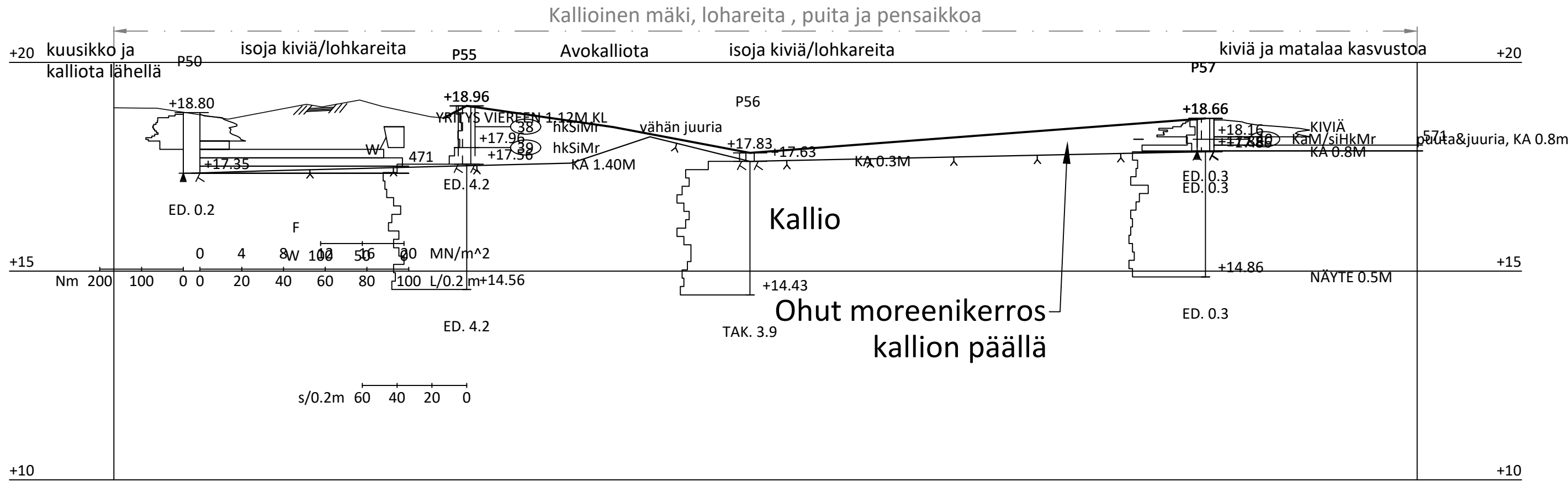


Alueen 1 maalajit ovat routivia.
Alueella 2, 3 tai 4 ovat routimattomia, elleivät käyrien alapääty
pääty vasemman puoleisen rajakäyrän yläpuolelle.

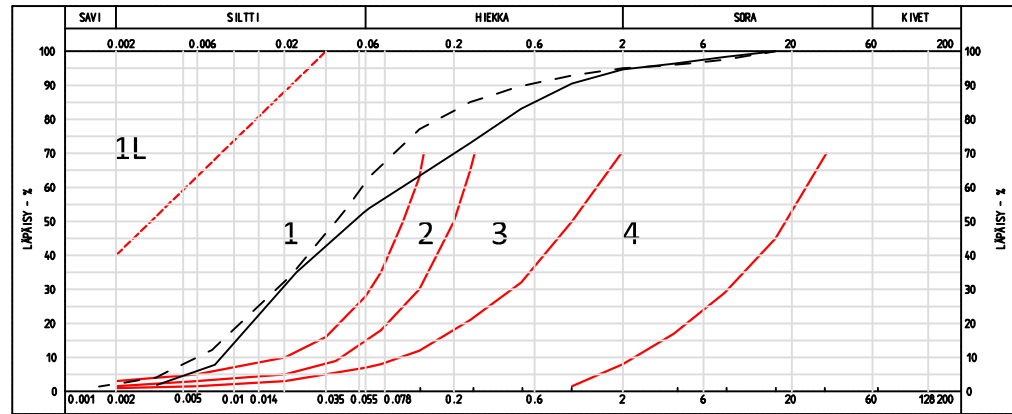
[illegible]

[illegible]

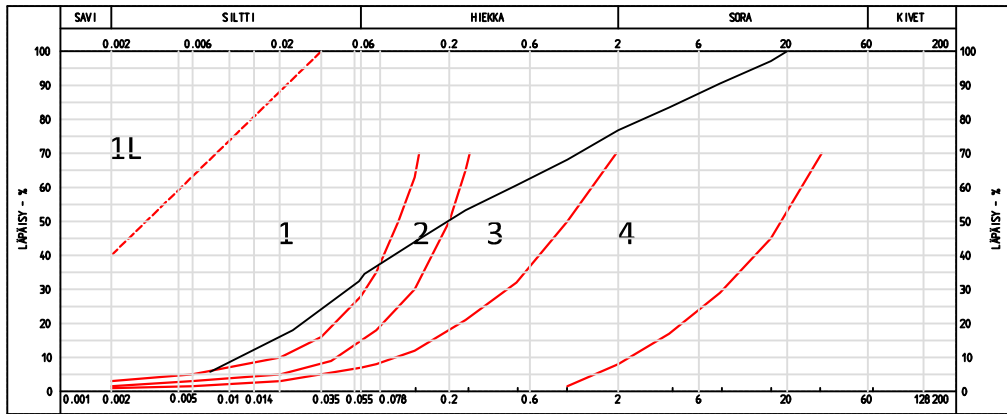
LEIKKAUS L - L
1:500/1:100



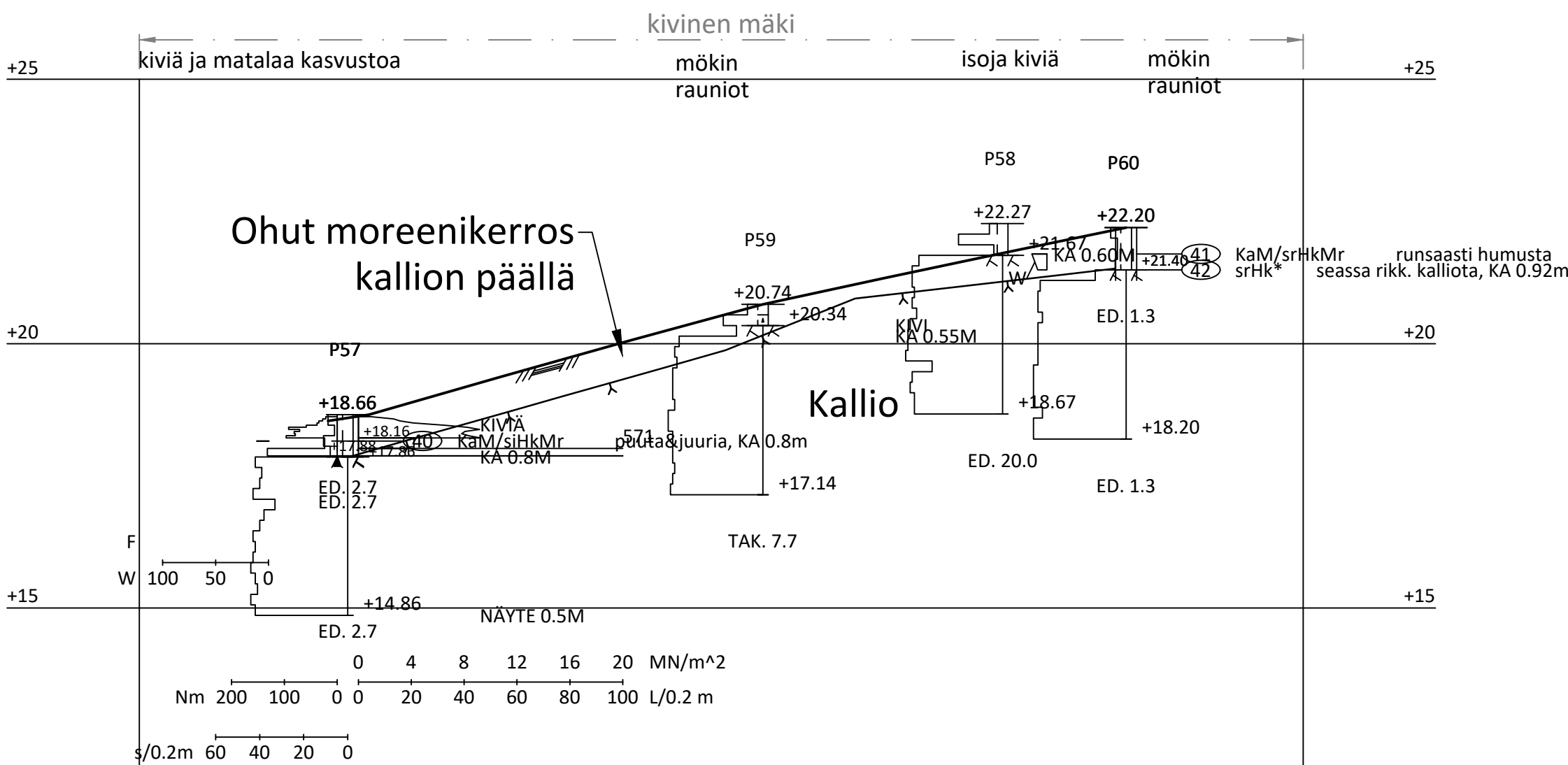
Näyte 38 _____ 39 _____



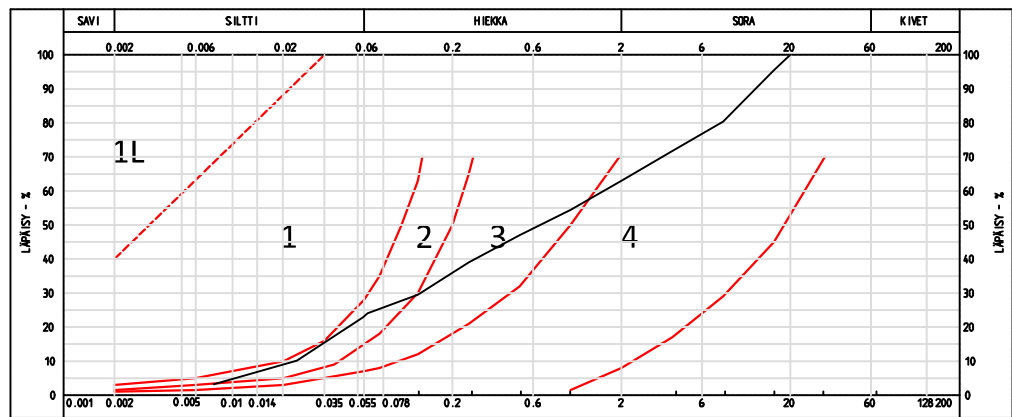
Näyte 40 _____



LEIKKAUS M - M
1:500/1:100



Näyte 41 _____



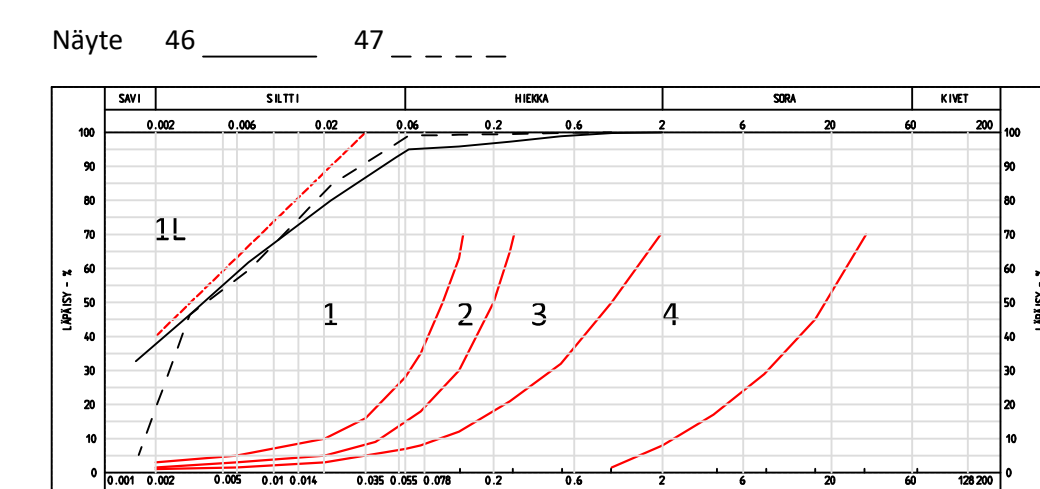
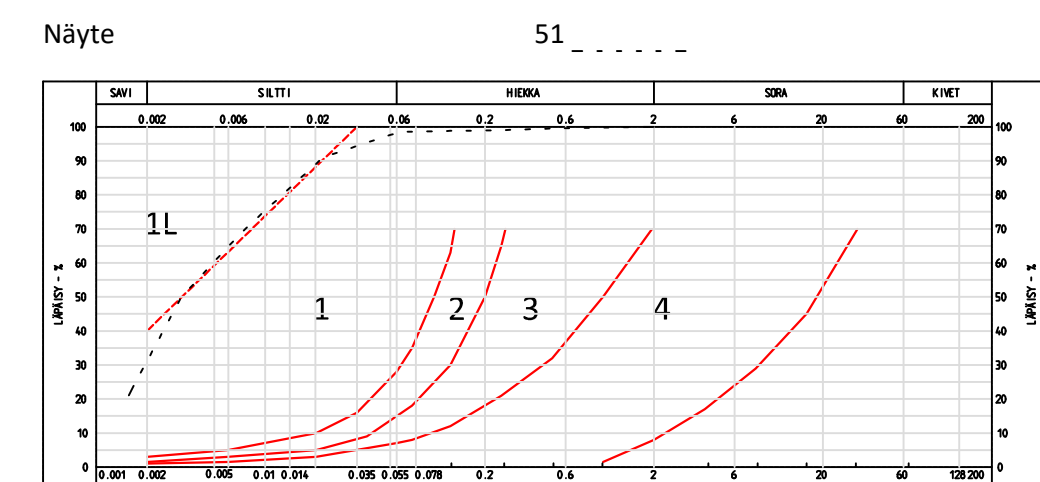
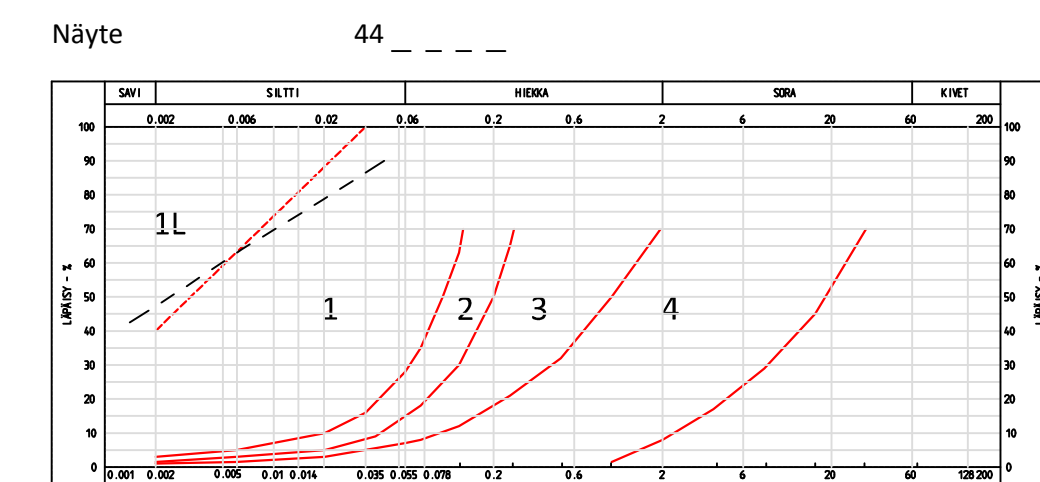
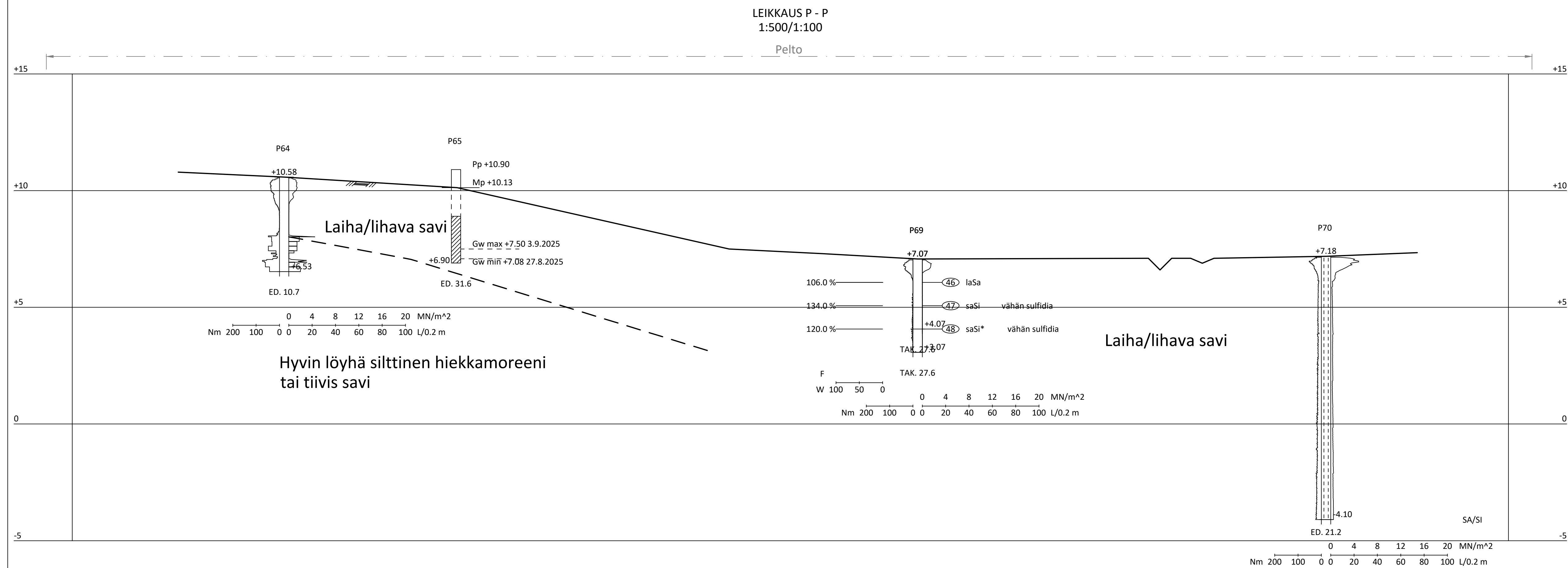
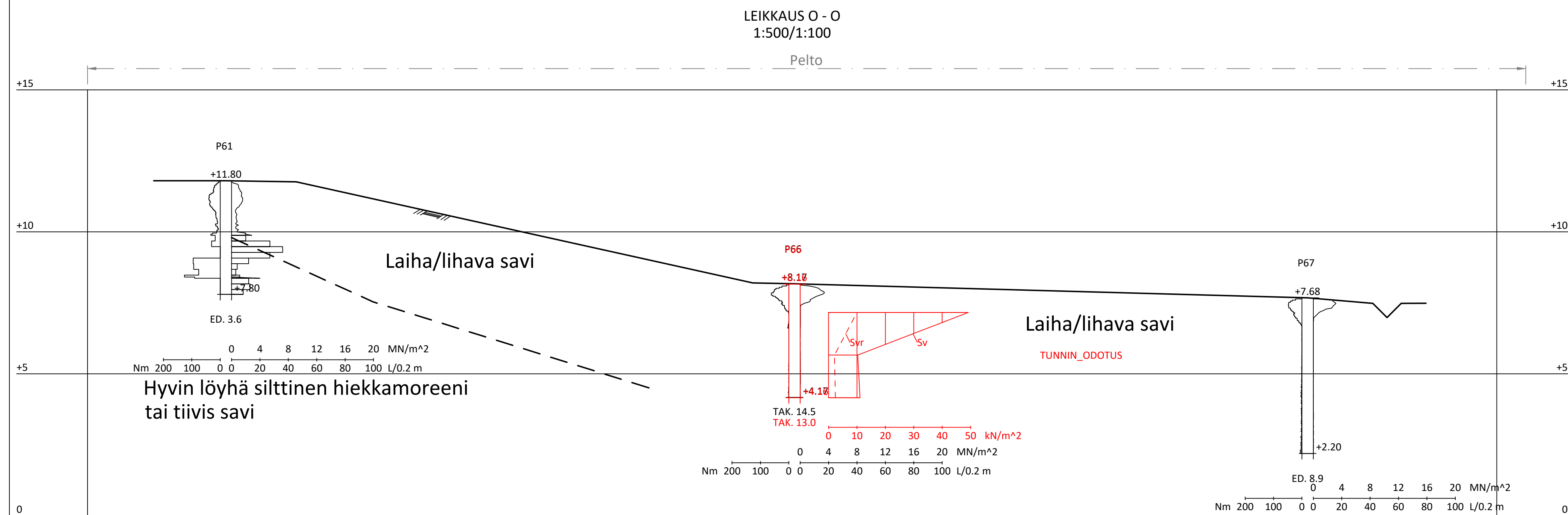
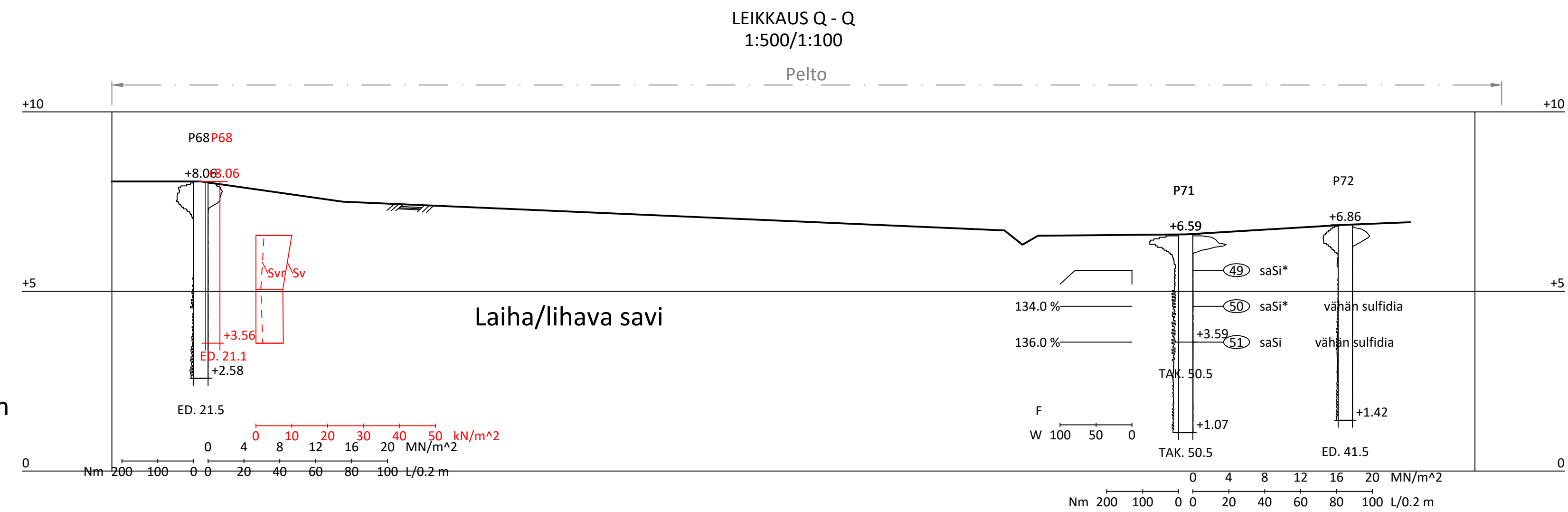
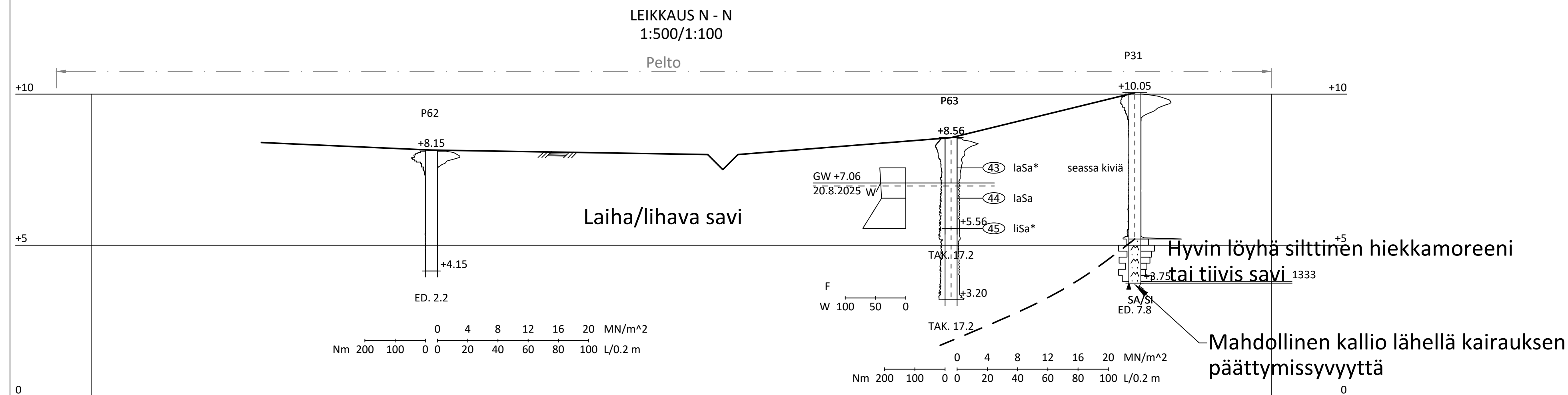
RIL 261-2013 Routasuojaus

mukaisesti routivuus rakeisuuden perusteella

Alueen 1 maalajit ovat routivia.

Alueella 2, 3 tai 4 ovat routimattomia, elleivät käyrien alapäävät
pääty vasemman puoleisen rajakäyrän yläpuolelle.

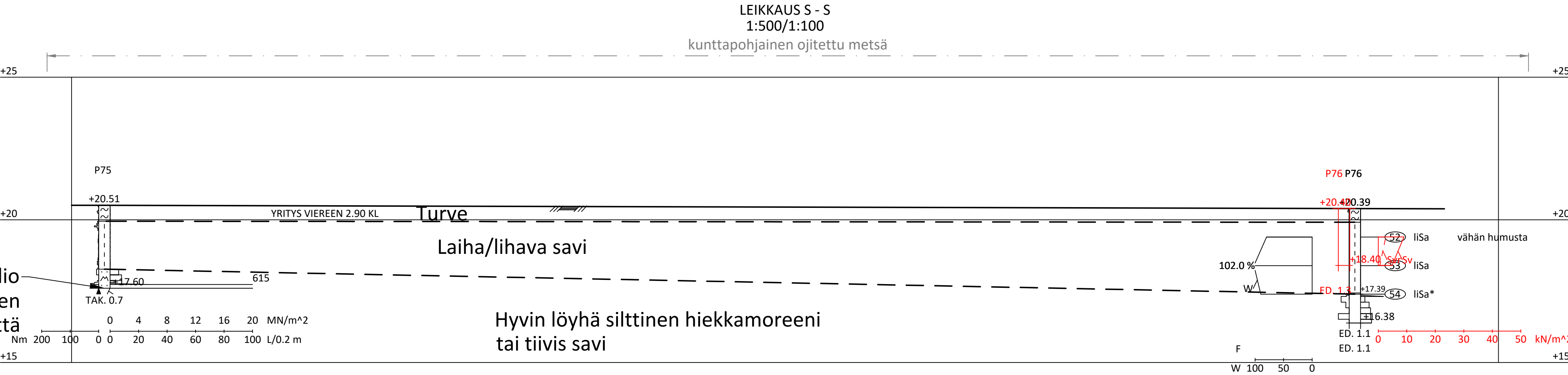
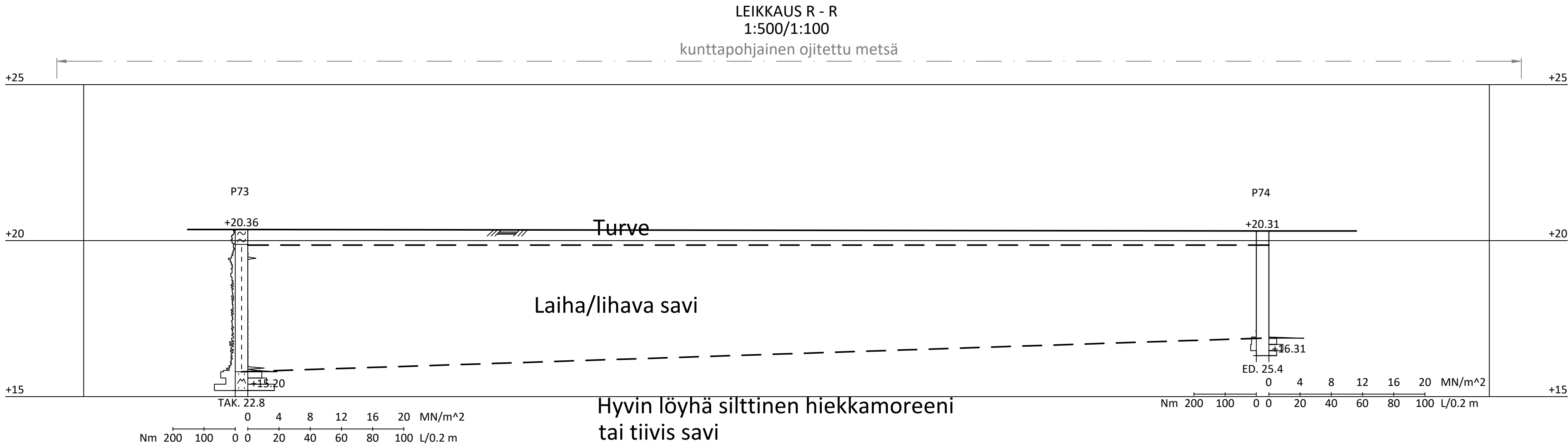
KAUP. OSA/KYLA	KORTTI/TILA	TONTTI/RN.O	VIRANOMAISEN ARKISTOINTIMERKINTÖJÄ VARTEN	
RAKENNUSTOIMENPIDE			PIIRUSTUSLAJI POHJATUTKIMUSPIIRUSTUS	SUUNN. ALA GEO
TILAAJA OOMI SOLAR OY			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ POHJATUTKIMUSLEIKKAUKSET L - L JA M - M	MITTAKAAVAT 1:500/1:100
HANKE TJUSTERBY GÅRD AURINKOVOIMAPUISTO LOVIISA			TYÖN.O	PIIR.N.O MUUTOS N.O
Geobotnia			PIIRT. O. Halonen	13259
Geobotnia Oy Koulukatu 28 p. (08) 5354 700 gb@geobotnia.fi Y 0187208-7 90100 OULU			SUUNN. J. Kauppi	8
TARK. V. Kaarakainen			PAIVÄYS 24.9.2025	TIEDOSTO 13259 PT-kartta_leikkaukset.dwg



RIL 261-2013 Routasuojaus
mukaisesti routivuus rakeisuuden perusteella

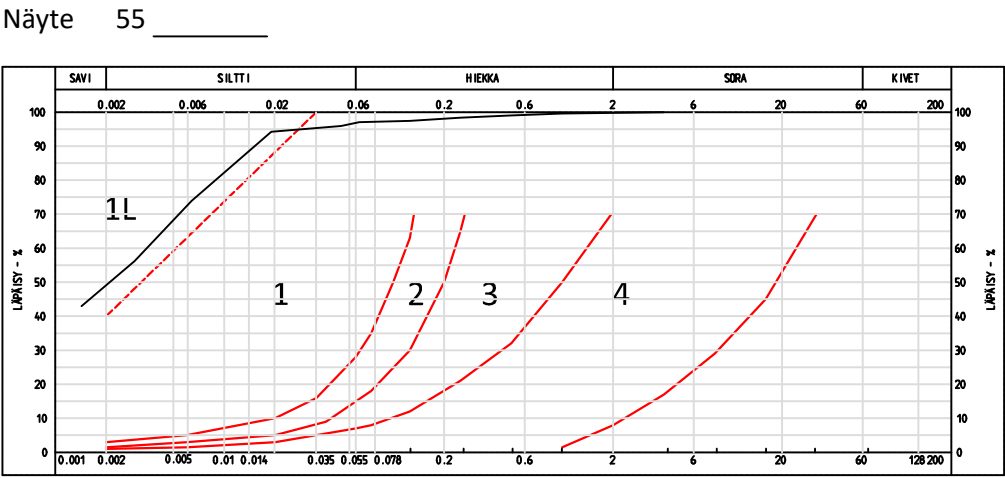
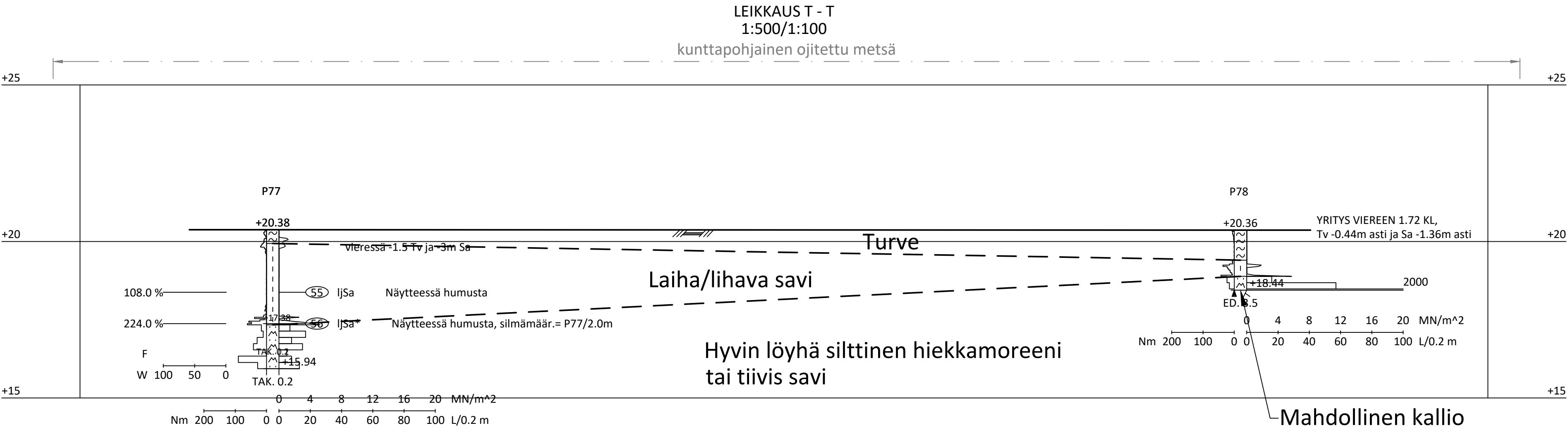
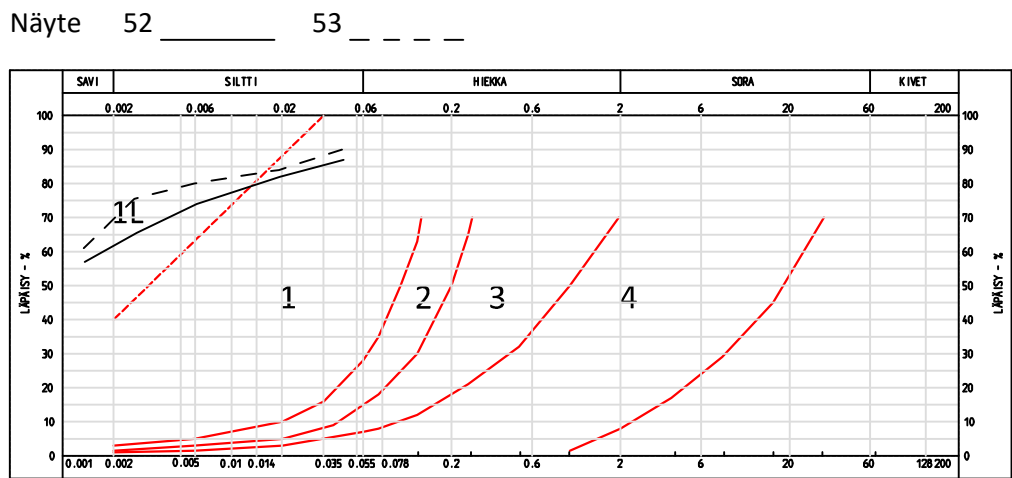
Alueen 1 maalajit ovat routivia.
Alueella 2, 3 tai 4 ovat routimattomia, elleivät käyrien alapäätt
pääty vasemman puoleisen rajakäyrän yläpuolelle.

KALPUSÄNKYLÄ	KORTTI/FILEA	TONITIERRO	VIRANOMAISEN ARKISTOINTIMERKINTÖJÄ VARTEN		
RÄKENNUS/NUMERINPIDE	PÄRJUTUSTALA		PUHJUTUSTUKIMUSPIIRUSTUS	SUUNNITTA GEO	
TELAAJA	PUHJUTUKSEN SISÄLTÖ		MITTAAARVAT		
OOMI SOLARI OY	www.pohjatusala.fi		1:500/1:100		
PAIKKE	PUHJUTUSTUKIMUSLEIKKAUKSET		N - N, O - O, P - P, Q - Q		
T.JUSTERBY GÄRD AURINKOVOIMAPUISTO LOVIISA					
			PIRST. O: Järvelen SUUNN. J. Ruuska	TYÖKO. PIR.NO 13259	MUUTOS NO 9
Geobotnia Oy Koskelaentie 28 (B) 01510 Vammala P. 01022597 / 01010 2310			PAIKK. V. Kaskikainen 24.9.2025	TESTOITTO 1309 Pika-Qarta, leikkaukset.dwg	



RIL 261-2013 Routasuojaus mukaisesti routivuus rakeisuuden perusteella

Alueen 1 maalajit ovat routivia. Alueella 2, 3 tai 4 ovat routimattomia, elleivät käyrien alapäätsä päätty vasetman puoleisen rajakäyrän yläpuolelle.



KAUP. OSARYLÄ	KORTTI, TILA	TONTTI, TILA	VIRANOMAISEN ARKISTOINTIMERKINTÖJÄ VARTEN	
RAKENNUSLOINPIDE	PIRUSTUSLAJI	POHJATUTKIMUSPIRUSTUS	SUUNN. ALA GEO	
TILAAJA	PIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	POHJATUTKIMUSLEIKKAUKSET	MITTAKAAVAT 1:500/1:100	
OOMI SOLAR OY	PIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	POHJATUTKIMUSLEIKKAUKSET	R - R, S - S JA T - T	
HANKE	TJUSTERBY GÄRD AURINKOVOIMAPUISTO	LOVIISA		
Geobotnia Oy	PIIRI: O. Halonen	TYÖN. O	PIIRI. O	MUUTOS. O
Y. 0187209-7 00100 OULU	SUUNN. J. Kauppi	13259	10	
www.geobotnia.fi	TARK. V. Kaarakainen	PAIVÄYS 24.9.2025	TIEDOSTO 13259 PTHarta_Leikkaukset.dwg	

Geobotnia Oy
Petri Luoma
Koulukatu 28
90100 OULU

13259 Oomi Solar - Loviisa

Näytenumero	693-2025-00040475		693-2025-00040476	
Näytteen nimi	P11 / 1,0 m		P11 / 2,0 m	
Näyttematriisi	Maaperä		Maaperä	
Näytteen kuvaus	Maa		Maa	
Vastaanottopäivä	19.08.2025		19.08.2025	
Näytteenottopäivä	13.08.2025		13.08.2025	
Näytteenottaja	Asiakas / Geobotnia Oy, MHO, IKe		Asiakas / Geobotnia Oy, MHO, IKe	

Analyysit		Yksikkö	Tulos	Tulos
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset				
Hehkutushäviö (550 YBC11 °C)	% ka		3,3	3,0
pH	YBC03		7,8	7,7
Sähkönjohtavuus	YBC02	mS/m	3,7	<3
Redox-potentiaali (1:5)	YBCA5	mV	160	160
Sulfaatti, happoliukoinen	YBC44	mg/kg ka	<250	<250
Kloridi, vesiliukoinen	YBC39	mg/kg ka	28	<5
Redox-potentiaali	YSB59	mV	160	160
Happouutto	YBC87		tehty	tehty
Vesiuutto (anionit)	YBC85		tehty	tehty
Alkuaineanalyysit, SFS-EN ISO 54321:2021				
Rikki (S) *	YB38K	mg/kg ka	85	71
Hajotus *	YBE33		Tehty	Tehty

*Menetelmä on akkreditoitu.

YHTEYSHENKILÖ

Ville Kaikkonen ASM 4-H94 Waste Testing Oulu

Ville.Kaikkonen@etn.eurofins.com

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.

Tutkimustodistuksen jakelu: toimistohenkilot@geobotnia.fi;petri.luoma@geobotnia.fi

Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi, CAS	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittäjä	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset						
YBC11	Hehkutushäviö (550 °C)	<4:±0.4%yks.ka >4:±10%	0,2 % ka	Ei	SFS-EN 15935:2021	YB
YBC03	pH	± 0.3 pH yks.		Ei	SFS-EN ISO 10390:2022	YB
YBC02	Sähkönjohtavuus	<8:±3mS/m >8:±35%	3 mS/m	Ei	CEN/TS 15937:2013	YB
YBCA5	Redox-potentiaali (1:5)			Ei	Sis. men., Potentiometri	YB
YBC44	Sulfaatti, happoliukoinen, -	<1000:±100mg/kgka >1000:±10%	250 mg/kg ka	Ei	ISO 11048:1995; SFS-EN ISO 10304:2009; SFS-EN 1744-1 + A1:2013	YB
YBC39	Kloridi, vesiliukoinen, -			Ei	SFS-EN ISO 10304-1:2009	YB
YSB59	Redox-potentiaali			Ei	Sis. men., Potentiometri	YS
YBC87	Happouutto			Ei	ISO 11048:1995; SFS-EN 1744-1 + A1:2013	YB
YBC85	Vesiuutto (anionit)			Ei	Sis. men., Uutto	YB
Alkuaineanalyysit, SFS-EN ISO 54321:2021						
YB38K	Rikki (S), 7704-34-9	<160:±16mg/kgka >160:±10%	20 mg/kg ka	Kyllä	SFS-EN ISO 11885:2009; SFS-EN ISO 54321:2021	YB
YBE33	Hajotus			Kyllä	SFS-EN ISO 54321:2021	YB

Laboratorio

YB	Eurofins Ahma - Oulu	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T131
YS	Eurofins Ahma (Rovaniemi)	

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä. Näytteet on toimitettu laboratorioon asiakkaan toimesta, ellei tutkimustodistuksella toisin ilmoiteta. Mikrobiologisille menetelmille mittausepävarmuudet ilmoitetaan pyydettyäessä.

Tutkimustodistus
Raportointipäivämäärä

AR-25-YB-041998-02
29.09.2025

Sivu 1/3

Näyte-erä
Tilausviite

EUF105-00042914
13259 Oomi Solar Oy, HASU

Geobotnia Oy
Petri Luoma
Koulukatu 28
90100 OULU

Tämä tuloste korvaa aiemman, 18/09/2025 päivätyn tulosteen AR-25-YB-041998-01

Lisätty lisätilauksen tulokset

13259 Oomi Solar Oy, Loviisa

Näytenumero		693-2025-00043040	693-2025-00043041	693-2025-00043042	693-2025-00043043	
Asiakkaan näytetunniste		P39 / 1,0 m	P39 / 3,0 m	P69 / 1,0 m	P69 / 3,0 m	
Näytteen nimi		P39 / 1,0 m	P39 / 3,0 m	P69 / 1,0 m	P69 / 3,0 m	
Näyttematriisi		Maaperä	Maaperä	Maaperä	Maaperä	
Näytteen kuvaus		Sa / Si	Sa / Si	Sa / Si	Sa / Si	
Vastaanottopäivä		03.09.2025	03.09.2025	03.09.2025	03.09.2025	
Näytteenottopäivä		26.08.2025	26.08.2025	27.08.2025	27.08.2025	
Näytteenottaja		Asiakas / IKe	Asiakas / IKe	Asiakas / IKe	Asiakas / IKe	
Analyysit		Yksikkö	Tulos	Tulos	Tulos	
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset						
Hekikutushäviö (550 YBC11 °C) *		% ka	3,0	2,2	7,9	5,8
pH	YBC03		7,8	7,9	4,2	7,6
Sähkönjohtavuus	YBC02	mS/m	<3	<3	10	15
Redox-potentiaali (1:5)	YBCA5	mV	180	220	360	240
pH (NAG)	YBC29		6,2	7,1	3,3	2,7
NAG (pH 4.5)	YBC29	Kg H2SO4/to nni	0,0	0,0	5,3	17,2
NAG (pH 7.0)	YBC29	Kg H2SO4/to nni	0,9	0,0	16,1	27,6
Sulfaatti, happoliukoinen	YBC44	mg/kg ka	<250	<250	4300	2300
Kloridi, vesiliukoinen	YBC38	mg/kg ka	<5	<5	9,7	280
Happouutto	YBC87		tehty	tehty	tehty	tehty
Alkuaineanalyysit, SFS-EN ISO 54321:2021						
Rikki (S) *	YB38K	mg/kg ka	79	89	5400	12000
Hajotus *	YBE33		Tehty	Tehty	Tehty	Tehty

*Menetelmä on akkreditoitu.

YHTEYSHENKILÖ

Toni Mäkelä Kemisti 4-H94 Waste Testing Oulu

Toni.Makela@etn.eurofins.com +358 503111081

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.

Tutkimustodistuksen jakelu: toimistohenkilot@geobotnia.fi;petri.luoma@geobotnia.fi

Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi, CAS	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittäjä	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset						
YBC11	Hehkutushäviö (550 °C)	<4:±0.4%yks.ka >4:±10%	0,2 % ka	Kyllä	SFS-EN 15935:2021	YB
YBC03	pH	± 0.3 pH yks.		Ei	SFS-EN ISO 10390:2022	YB
YBC02	Sähkönjohtavuus	<8:±3mS/m >8:±35%	3 mS/m	Ei	CEN/TS 15937:2013	YB
YBCA5	Redox-potentiaali (1:5)			Ei	Sis. men., Potentiometri	YB
YBC29	pH (NAG)	± 0.2 pH yks.		Ei	ARD Test Handbook, Project P387A, 2002	YB
YBC29	NAG (pH 4.5)	± 8%		Ei	ARD Test Handbook, Project P387A, 2002	YB
YBC29	NAG (pH 7.0)	± 8%		Ei	ARD Test Handbook, Project P387A, 2002	YB
YBC44	Sulfaatti, happoliukoinen, -	<1000:±100mg/kgka >1000:±10%	250 mg/kg ka	Ei	ISO 11048:1995; SFS-EN ISO 10304:2009; SFS-EN 1744-1 + A1:2013	YB
YBC38	Kloridi, vesiliukoinen, -	<50:±5mg/kgka >50:±10%	5 mg/kg ka	Ei	SFS-EN ISO 10304:2009; ISO 11048:1995; SFS-EN 1744-1 + A1:2013	YB
YBC87	Happouutto			Ei	ISO 11048:1995; SFS-EN 1744-1 + A1:2013	YB
Alkuaineanalyysit, SFS-EN ISO 54321:2021						
YB38K	Rikki (S), 7704-34-9	<160:±16mg/kgka >160:±10%	20 mg/kg ka	Kyllä	SFS-EN ISO 11885:2009; SFS-EN ISO 54321:2021	YB
YBE33	Hajotus			Kyllä	SFS-EN ISO 54321:2021	YB

Laboratorio

YB	Eurofins Ahma - Oulu	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T131
----	----------------------	--------------------------------------

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä. Näytteet on toimitettu laboratorioon asiakkaan toimesta, ellei tutkimustodistuksella toisin ilmoiteta. Mikrobiologisille menetelmille mittausepävarmuudet ilmoitetaan pyydettyä.

Geobotnia Oy
Petri Luoma
Koulukatu 28
90100 OULU

13259 Oomi Solar Oy, Loviisa

Näytenumero	693-2025-00044075 693-2025-00044076		
Asiakkaan näytetunniste	P77 / 2,0 m	P77 / 3,0 m	
Näytteen nimi	P77 / 2,0 m	P77 / 3,0 m	
Näyttematriisi	Maaperä	Maaperä	
Näytteen kuvaus	Maaperä	Maaperä	
Vastaanottopäivä	08.09.2025	08.09.2025	
Näytteenottopäivä	02.09.2025 12:00:00	02.09.2025 12:00:00	
Näytteenottaja	IKe	IKe	
Analyysit	Yksikkö	Tulos	Tulos
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset			
Hehkutushäviö (550 YBC11 °C) *	% ka	10,0	11,0
pH	YBCA4	5,3	5,2
Sähkönjohtavuus	YBC02 mS/m	29	53
Redox-potentiaali (1:5)	YBCA5 mV	260	290
Sulfaatti, happoliukoinen	YBC44 mg/kg ka	930	5600
Kloridi, vesiliukoinen	YBC38 mg/kg ka	<5	6,7
Redox-potentiaali	YSB59 mV	260	290
Happouutto	YBC87	tehty	tehty
Alkuaineanalyysit, SFS-EN ISO 54321:2021			
Rikki (S) *	YB38K mg/kg ka	11000	11000
Hajotus *	YBE33	Tehty	Tehty

*Menetelmä on akkreditoitu.

YHTEYSHENKILÖ

Tomi Nevanperä Kemisti 4-H94 Waste Testing Oulu

Tomi.Nevanpera@etn.eurofins.com +358 44 5885268

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.

Tutkimustodistuksen jakelu: toimistohenkilot@geobotnia.fi;petri.luoma@geobotnia.fi

Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi, CAS	Menetelmän mittausepävarmuus	Menetelmän määrittäjä	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset						
YBC11	Hehkutushäviö (550 °C)	<4:±0.4%yks.ka >4:±10%	0,2 % ka	Kyllä	SFS-EN 15935:2021	YB
YBCA4	pH	± 0.2 pH yks.		Ei		YB
YBC02	Sähkönjohtavuus	<8:±3mS/m >8:±35%	3 mS/m	Ei	CEN/TS 15937:2013	YB
YBCA5	Redox-potentiaali (1:5)			Ei	Sis. men., Potentiometri	YB
YBC44	Sulfaatti, happoliukoinen, -	<1000:±100mg/kgka >1000:±10%	250 mg/kg ka	Ei	ISO 11048:1995; SFS-EN ISO 10304:2009; SFS-EN 1744-1 + A1:2013	YB
YBC38	Kloridi, vesiliukoinen, -	<50:±5mg/kgka >50:±10%	5 mg/kg ka	Ei	SFS-EN ISO 10304:2009; ISO 11048:1995; SFS-EN 1744-1 + A1:2013	YB
YSB59	Redox-potentiaali			Ei	Sis. men., Potentiometri	YS
YBC87	Happouutto			Ei	ISO 11048:1995; SFS-EN 1744-1 + A1:2013	YB
Alkuaineanalyysit, SFS-EN ISO 54321:2021						
YB38K	Rikki (S), 7704-34-9	<160:±16mg/kgka >160:±10%	20 mg/kg ka	Kyllä	SFS-EN ISO 11885:2009; SFS-EN ISO 54321:2021	YB
YBE33	Hajotus			Kyllä	SFS-EN ISO 54321:2021	YB

Laboratorio

YB	Eurofins Ahma - Oulu	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T131
YS	Eurofins Ahma (Rovaniemi)	

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä. Näytteet on toimitettu laboratorioon asiakkaan toimesta, ellei tutkimustodistuksella toisin ilmoiteta. Mikrobiologisille menetelmille mittausepävarmuudet ilmoitetaan pyydettäessä.

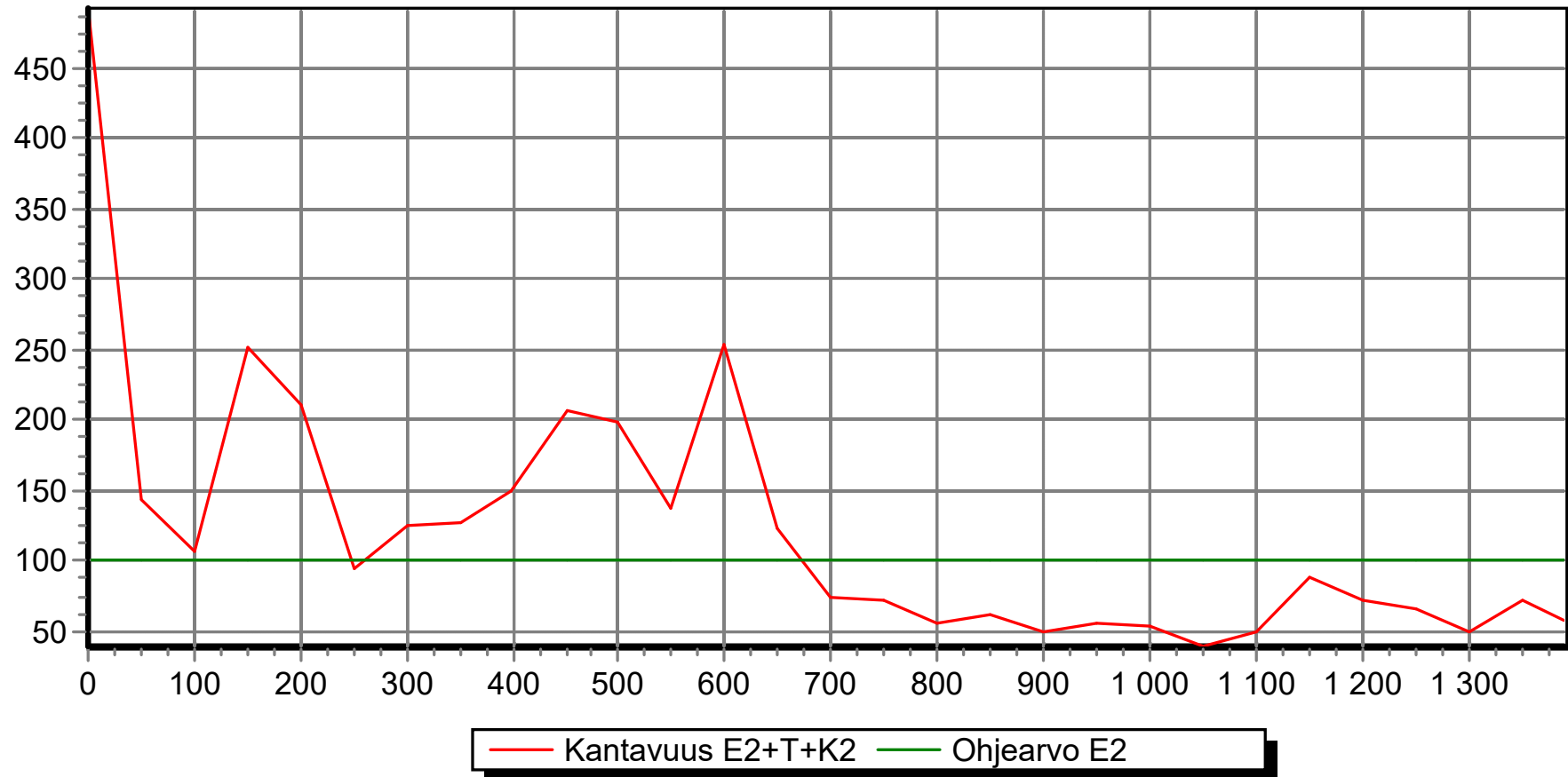
MITTAUSRAPORTTI

Linja 1 TIE 1 AJR 0 OSA 001

TIE	AJR OSA	ET	OHJEARVO	Kantavuus E2+T+K2	ALITUS	PVM	MITT.	TIEDOSTO
1	0 001	0	100	492		23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_1.fwd
1	0 001	50	100	144		23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_1.fwd
1	0 001	100	100	107		23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_1.fwd
1	0 001	150	100	251		23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_1.fwd
1	0 001	200	100	211		23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_1.fwd
1	0 001	250	100	94	6	23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_1.fwd
1	0 001	300	100	125		23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_1.fwd
1	0 001	350	100	127		23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_1.fwd
1	0 001	399	100	149		23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_1.fwd
1	0 001	450	100	206		23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_1.fwd
1	0 001	500	100	198		23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_1.fwd
1	0 001	550	100	136		23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_1.fwd
1	0 001	600	100	254		23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_1.fwd
1	0 001	650	100	122		23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_1.fwd
1	0 001	700	100	73	27	23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_1.fwd
1	0 001	750	100	71	29	23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_1.fwd
1	0 001	800	100	55	45	23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_1.fwd
1	0 001	850	100	62	38	23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_1.fwd
1	0 001	900	100	50	50	23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_1.fwd
1	0 001	950	100	56	44	23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_1.fwd
1	0 001	1000	100	53	47	23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_1.fwd
1	0 001	1050	100	39	61	23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_1.fwd
1	0 001	1100	100	50	50	23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_1.fwd
1	0 001	1150	100	88	12	23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_1.fwd
1	0 001	1200	100	71	29	23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_1.fwd
1	0 001	1250	100	65	35	23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_1.fwd
1	0 001	1300	100	49	51	23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_1.fwd
1	0 001	1350	100	72	28	23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_1.fwd
1	0 001	1390	100	58	42	23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_1.fwd

Lukumäärä	Pienin tulos	Suurin tulos	Keskiarvo	Keskihajonta
29	39.00	492.00	121.66	93.32

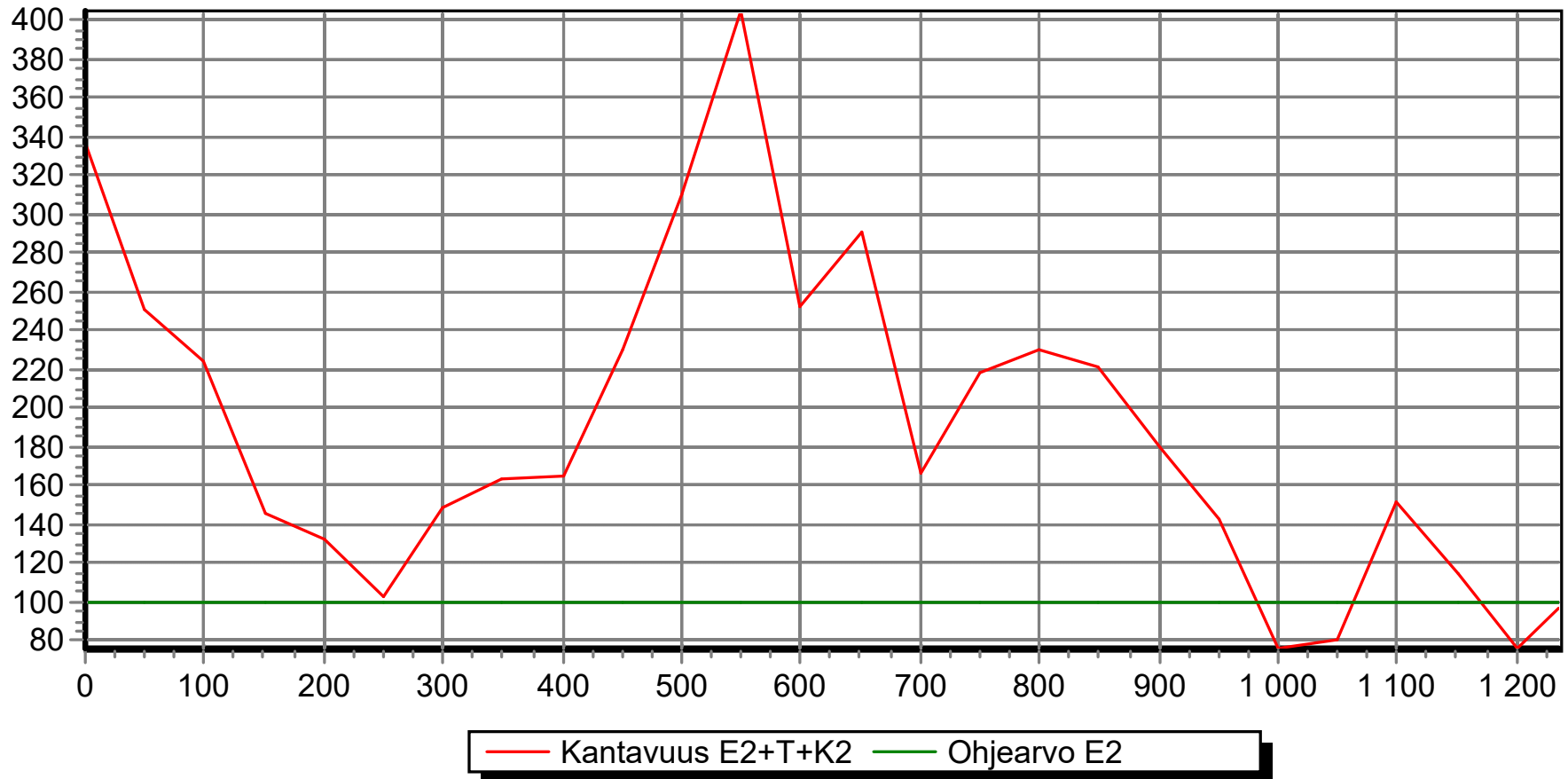
Linja 1 Tie 1 Ajr 0 Osa 001 0m - 1390m
23.8.2025 (Oomi Solar_Linja_1.fwd)



MITTAUSRAPORTTI**Linja 2 TIE 11885 AJR 0 OSA 001**

TIE	AJR	OSA	ET	OHJEARVO	Kantavuus E2+T+K2	ALITUS	PVM	MITT.	TIEDOSTO
11885	0	001	0	100	337		23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_2.fwd
11885	0	001	50	100	251		23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_2.fwd
11885	0	001	100	100	224		23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_2.fwd
11885	0	001	150	100	145		23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_2.fwd
11885	0	001	200	100	132		23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_2.fwd
11885	0	001	250	100	103		23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_2.fwd
11885	0	001	300	100	149		23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_2.fwd
11885	0	001	350	100	163		23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_2.fwd
11885	0	001	400	100	165		23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_2.fwd
11885	0	001	450	100	230		23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_2.fwd
11885	0	001	500	100	310		23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_2.fwd
11885	0	001	550	100	405		23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_2.fwd
11885	0	001	600	100	252		23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_2.fwd
11885	0	001	650	100	291		23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_2.fwd
11885	0	001	700	100	167		23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_2.fwd
11885	0	001	750	100	218		23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_2.fwd
11885	0	001	800	100	230		23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_2.fwd
11885	0	001	850	100	221		23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_2.fwd
11885	0	001	900	100	180		23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_2.fwd
11885	0	001	950	100	143		23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_2.fwd
11885	0	001	1000	100	76	24	23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_2.fwd
11885	0	001	1050	100	81	19	23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_2.fwd
11885	0	001	1100	100	152		23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_2.fwd
11885	0	001	1150	100	114		23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_2.fwd
11885	0	001	1200	100	76	24	23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_2.fwd
11885	0	001	1235	100	97	3	23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_2.fwd
Lukumäärä									
26									
Pienin tulos									
76.00									
Suurin tulos									
405.00									
Keskiarvo									
188.92									
Keskihajonta									
82.89									

Linja 2 Tie 11885 Ajr 0 Osa 001 0m - 1235m
23.8.2025 (Oomi Solar_Linja_2.fwd)



MITTAUSRAPORTTI**Linja 3 TIE 3 AJR 0 OSA 001**

TIE	AJR OSA	ET	OHJEARVO	Kantavuus E2+T+K2	ALITUS	PVM	MITT.	TIEDOSTO
3	0 001	0	100	399		23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_3.fwd
3	0 001	50	100	79	21	23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_3.fwd
3	0 001	100	100	99	1	23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_3.fwd
3	0 001	150	100	62	38	23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_3.fwd
3	0 001	200	100	93	7	23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_3.fwd
3	0 001	250	100	60	40	23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_3.fwd
3	0 001	300	100	69	31	23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_3.fwd
3	0 001	350	100	73	27	23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_3.fwd
3	0 001	400	100	49	51	23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_3.fwd
3	0 001	450	100	30	70	23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_3.fwd
3	0 001	500	100	41	59	23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_3.fwd
3	0 001	550	100	43	57	23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_3.fwd
3	0 001	600	100	30	70	23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_3.fwd
3	0 001	650	100	82	18	23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_3.fwd
3	0 001	675	100	51	49	23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_3.fwd
3	0 001	700	100	78	22	23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_3.fwd
3	0 001	735	100	88	12	23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_3.fwd
3	0 001	750	100	174		23.8.2025	JMV	Oomi Solar_Linja_3.fwd

Lukumäärä	Pienin tulos	Suurin tulos	Keskiarvo	Keskihajonta
18	30.00	399.00	88.89	81.77

Linja 3 Tie 3 Ajr 0 Osa 001 0m - 750m
23.8.2025 (Oomi Solar_Linja_3.fwd)

