

Kallionpinnan tason määrittäminen painovoimamittauksia käyttäen Lahden pohjavesialueella N:o 0439801

Tuire Valjus



CBC 2014-2020
KAAKKOIS-SUOMI - VENÄJÄ

8.10.2019

GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS

KUVAILULEHTI

8.10.2019 /GTK/72/03.01/2017

Tekijät Tuire Valjus		Raportin laji Työraportti	
		Toimeksiantaja Lahden kaupunki	
Raportin nimi Kallionpinnan tason määrittäminen painovoimamittauksia käyttäen Lahden pohjavesialueella N:o 0439801			
Tiivistelmä Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää alueen kallionpinnan tason vaihtelua. Tutkimusmenetelmänä käytettiin painovoimamittauksia, joiden tuloksia tulkitsemalla saatiin kallionpinnan tasot mittauslinjoilla.			
Asiasanat (kohde, menetelmät jne.) Lahti, painovoima, kallionpinta			
Maantieteellinen alue (maa, lääni, kunta, kylä, esiintymä) Etelä-Suomi, Lahti			
Karttalehdet			
Muut tiedot			
Arkistosarjan nimi		Arkistotunnus 79/2019	
Kokonaissivumäärä	Kieli suomi	Hinta	Julkisuus julkinen
Yksikkö ja vastuualue Pohjavesiyksikkö		Hanketunnus 50403-30120	
Allekirjoitus/nimen selvennys  Jussi Ahonen		Allekirjoitus/nimen selvennys  Tuire Valjus	

8.10.2019

Sisällysluettelo

Kuvailulehti

- 1 Johdanto
- 2 Tutkimusmenetelmät ja tehdyt tutkimukset
- 3 Tutkimustulokset
- 4 Viitteet

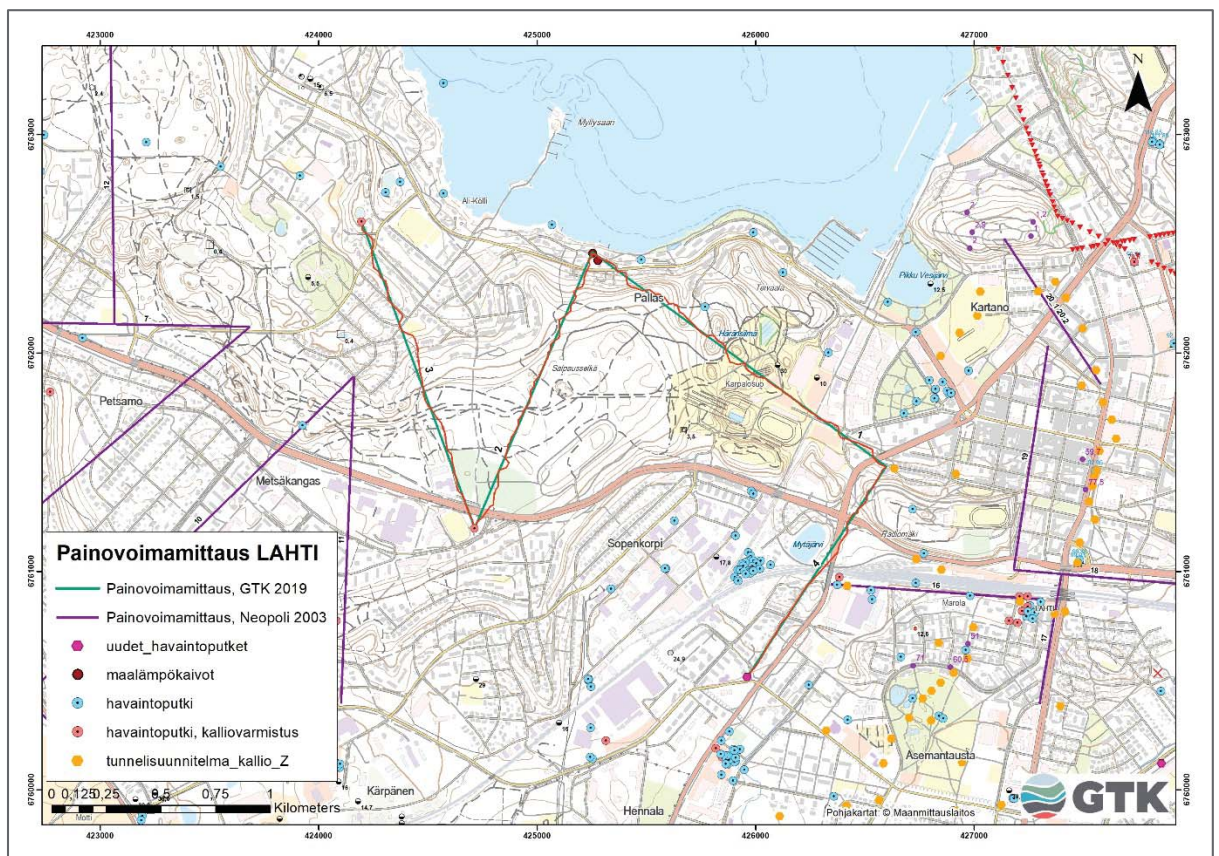
LIITTEET

Liite 1 Painovoimatulkinnat linjoittain (1 -4). Vertikaalileikkauskuvat

1 JOHDANTO

Geologian tutkimuskeskus (GTK) teki painovoimamittauksia Lahdessa pohjavesialueella N:o 0439801 ja sen tarkoituksena oli tuottaa lisätietoa kalliopinnan tasosta. Tutkimus toteutettiin osana ENI-CBC-hanketta, jonka tavoitteena on selvittää, miten voidaan sopeuttaa erilaisia maankäyttömuotoja pohjavesien suojelemiseksi ilmaston muuttuessa ja minkälaisia haasteita muuttuvat olosuhteet luovat pohjavesien alueella rakennetun ja luonnonympäristön hoitoon.

Tutkimusmenetelmänä käytettiin painovoimamittausta yhdistettynä tarkkaan maanpinnan tason mittaamiseen. Painovoimamittausten avulla voidaan tutkia tiheydeltään ympäristöstä poikkeavien muodostumien paksuutta ja tilavuutta. Koska maaperän tiheys on huomattavasti kallioperän tiheyttä pienempi (tiheys ero noin $1\ 000\ \text{kg/m}^3$), voidaan painovoimamittauksia käyttää kalliopinnan tason ja samalla maapeitteen paksuuden arviointiin. Tutkimusalue ja mittauslinjat on esitetty kuvassa 1.



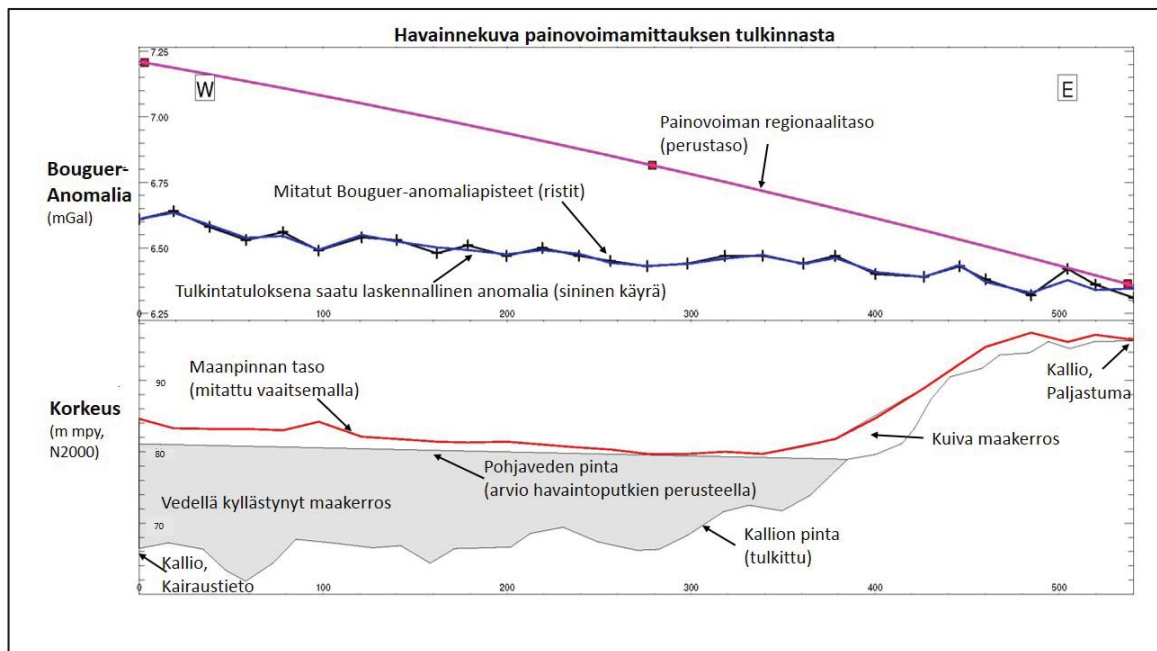
Kuva 1. Lahden painovoimamittausalue. Maastossa mitattujen linjojen (1 – 4) sijainti on merkitty punaisilla ja tulkitut suorat linjat vihreillä viivoilla. Kuvassa on myös osa vuonna 2003 mitatuista linjoista violetilla värillä. Tulkinnessa käytettyjen referenssipisteiden laatu käy ilmi karttaselosteesta.

Painovoimamenetelmällä ei voi erotella maaperän eri kerroksia tai pohjavedenpinnan tasoa. Muilla tutkimusmenetelmillä tuotettuja maaperä- ja pohjavesitietoja (esim. kairaus, seisminen luotaus ja maatutkaluotaus) voidaan kuitenkin hyödyntää painovoimamittausten tulkinnessa. Maapeitteen paksuutta määritettäessä painovoimaprofiilit sijoitetaan maastoon siten, että niiden alku- ja loppupäätt ovat kalliion paljastumilla tai pisteissä, joissa kalliopinnan tarkka korkeustaso tunnetaan. Lisäksi

profiilit saattavat kulkea ristiin toistensa yli. Näin voidaan arvioida painovoimakentän alueellista vaihtelua, jota käytetään maapeitteen paksuustulkinnan perustasona. Kun maa- ja kallioperän välinen tiheysero oletetaan vakioksi ja mittauspisteiden korkeusasema tunnetaan, voidaan painovoima-anomaliasta laskea kalliopinnan topografia ja näistä johdannaisena maapeitteen paksuus. Maaperän todellista paksuutta on kuitenkin tarpeellista kontrolloida riittävän tiheästi esim. kairaamalla, koska sekä kalliion tiheydestä riippuva alueellinen painovoimataso että irtomaapeitteen tiheys voivat vaihdella mittauslinjalla ja siten vaikuttaa tulkintatulokseen. Tulos kuvaa yleensä hyvin kalliopinnan tason vaihtelua, vaikka maapeitteen tulkituissa paksuudessa saattaa paikoitellen olla epätarkkuutta. Esimerkiksi veden kulkua rajoittavat kalliion rakenteet tulevat hyvin näkyviin.

2 TUTKIMUSMENETELMÄT JA TEHDYT TUTKIMUKSET

Painovoimamittaukset teki GTK:n maastomittausryhmä 6. - 8.8.2019. Mittauslinjoja oli 4 kpl ja niiden yhteenlaskettu pituus oli noin 5 km. Mittaukset pyrittiin tekemään 20 m pisteväleihin. Mittalaitteena oli Scintrex Autograv-CG5 gravimetri ja pisteiden korkeusaseman määrittämisessä VRS-GPS laitteistoa. Linjojen päissä maanpinnan tasot määritettiin VRS-GPS laitteistolla. Mittaustuloksista laskettiin Bouguer -anomaliat keskitiheydellä 2670 kg/m^3 . Topografiaeroista johtuva tulosten vääristymä korjattiin käyttämällä Geosoftin Oasis Montaj ohjelmiston 3D-topografiakorjausta, jossa käytettiin referenssiaineistona Maanmittauslaitoksen $10 \times 10 \text{ m}$ korkeusmallia. Tulkinnassa käytettiin Tensor Reseachin ModelVision tulkintaohjelmaa, jolla etsittiin annetun mallin parametreja muuttamalla mitattua painovoimakäyrää parhaiten vastaava laskennallinen käyrä. Paikallisesta painovoima-anomalian vaihtelusta tulkittiin kalliopinnan taso. Mitatuista maanpinnan ja tulkituista kalliopinnan tasojen erotuksesta voidaan laskea maapeitteen paksuus. Painovoimamittauksen tulkintaa on havainnollistettu kuvassa 2.



Kuva 2. Havainnekuva painovoimamittausten tulkinnasta.

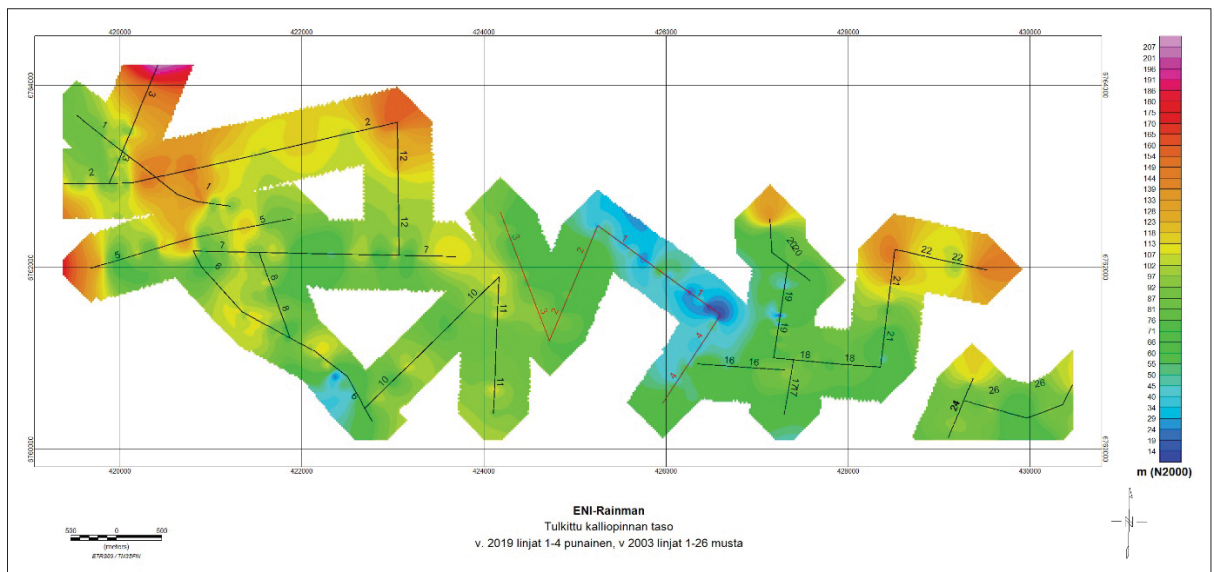
Mittauslinjat päättyivät kalliioon asti kairattuihin pisteisiin tai porakaivoihin. Kuvassa 1 on esitetty erilaisten referenssipisteiden sijainti ja laatu. Kairauspisteistä ei ollut saatavana pohjavedenpinnan

tasotietoja, mutta tulkinnoissa käytettiin apuna raportista Artimo & muut (2012) saatuja pohjavesipinnan tasoja. Raportissa pohjaveden pintaa on interpoloitu jokseenkin kaukana olevien pohjavesitietojen mukaan, joten siitä saadut pohjaveden pinnan tasotiedot ovat vain suuntaa antavia. Pohjaveden pintaa on käytetty hyväksi arvioitaessa kuivan ja kostean maa-aineksen rajapintaa tulkinnoissa, mutta se ei välttämättä kuvasta todellista pohjaveden pintaa. Kuivalle maa-ainekselle on tulkinnoissa käytetty tiheyttä 1600 kg/m^3 ja veden kyllästämälle maa-ainekselle 1900 kg/m^3 . Tulkinnoissa käytetty vedenpinnan taso esitetään liitteenä 1 olevissa leikkauskuvissa maaperämallia jakavana vaakaviivana.

Syvyyisleikkausmallien mittakaava vaihtelee mittauslinjan pituudesta riippuen. Leikkauskuvien koordinaatisto on ETRS89/TM35Fin ja korkeusjärjestelmä on N2000.

3 TUTKIMUSTULOKSET

Alueella on aiemmin tehty painovoimamittauksia samassa tarkoituksessa (Elo, 2003). Nykyinen tutkimusalue sijoittuu entisten mittausten väliin jääneeseen aukkoon. Aikaisemmat tulkinnat liitettiin tässä tutkimuksessa tuotettuun kalliopintaan. Vanhojen v.2003 tulkintojen kalliopinnan tasot on muutettu N2000 korkeusjärjestelmään. Vanhoja tulkintoja ei muutettu, koska uutta referenssitietoa ei ollut saatavilla. Vuoden 2003 tulkinnoissa kaikkien linjojen päihin ei ollut kairaustietoja tai muuta referenssiä, joten niistä tehty kalliopintamalli on vaillainainen. Uusista ja vanhoista tulkintatuloksista interpoloitu kalliopintamalli on esitetty kuvassa 3 ja se on tarkimmillaan uusien linjojen 1 - 4 alueella.



Kuva 3. Painovoimatulkinnoista interpoloimalla laskettu kalliopinnan taso väripintakarttana. Vuoden 2019 linjat on merkitty punaisilla ja vuoden 2003 linjat mustilla viivoilla.

Maastomittauksessa joudutaan usein kiertämään rakennuksia tai muita esteitä, jolloin mittauslinjaan tulee mutkia. Tulkinta tehdään aina linjojen päiden väliin sijoittuvalle suoralle, johon projisoidaan suorasta poikkeavat mittauspisteet. Mitä kauempana mitattu piste on päätepisteiden väliseltä suoralta, sitä epätarkemmaksi tulkinta muodostuu. Tutkimuskohteella oli paljon rakennuksia, joita jouduttiin mittaustilanteessa kiertämään (kuva 1). Mittausdata on myös paikoin epätasaista, johtuen esim. jyrkistä maanpinnan tai kalliopinnan vaihteluista tai rakennetusta maaperästä johtuvasta

tiheyden muutoksesta. Tulkinnassa on näissä kohdissa käytetty silmämääräisesti sopivaa käyrää mitattujen arvojen välille. Näillä kohdin todellinen kallionpinta voi olla joitakin metrejä tulkitun pinnan ylä- tai alapuolella.

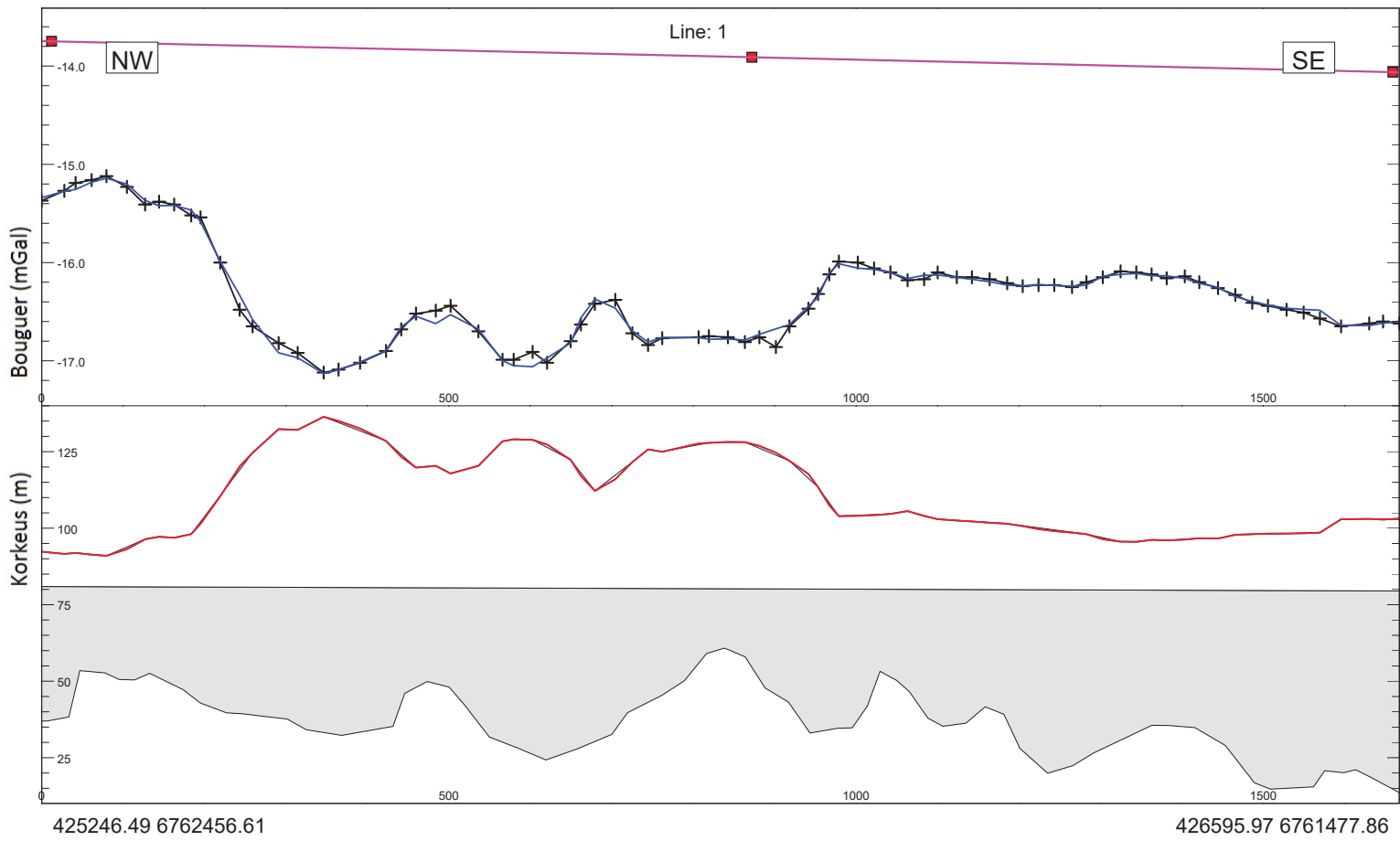
Kallion, samoin kuin maanpinnakin vaihtelut ovat paikoin erittäin jyrkkiä. Maapeitteet ovat kauttaaltaan hyvin paksuja. Linjoilla 2 ja 3 on veden kyllästämää maa-ainesta vähemmän kuin kuivaa maa-ainesta, kun taas linjoilla 1 ja 4 kuivan ja pohjaveden alaisen maakerroksen paksuus näyttäisi olevan suunnilleen yhtä suuri ja kallion pinta on erittäin syvällä.

4 VIITTEET

Artimo, A., Kajander, S., Saraperä, S ja Puurunen, O., 2012. Lahden ja Hollolan alueen pohjaveden virtausmallin päivitys. Raportti.

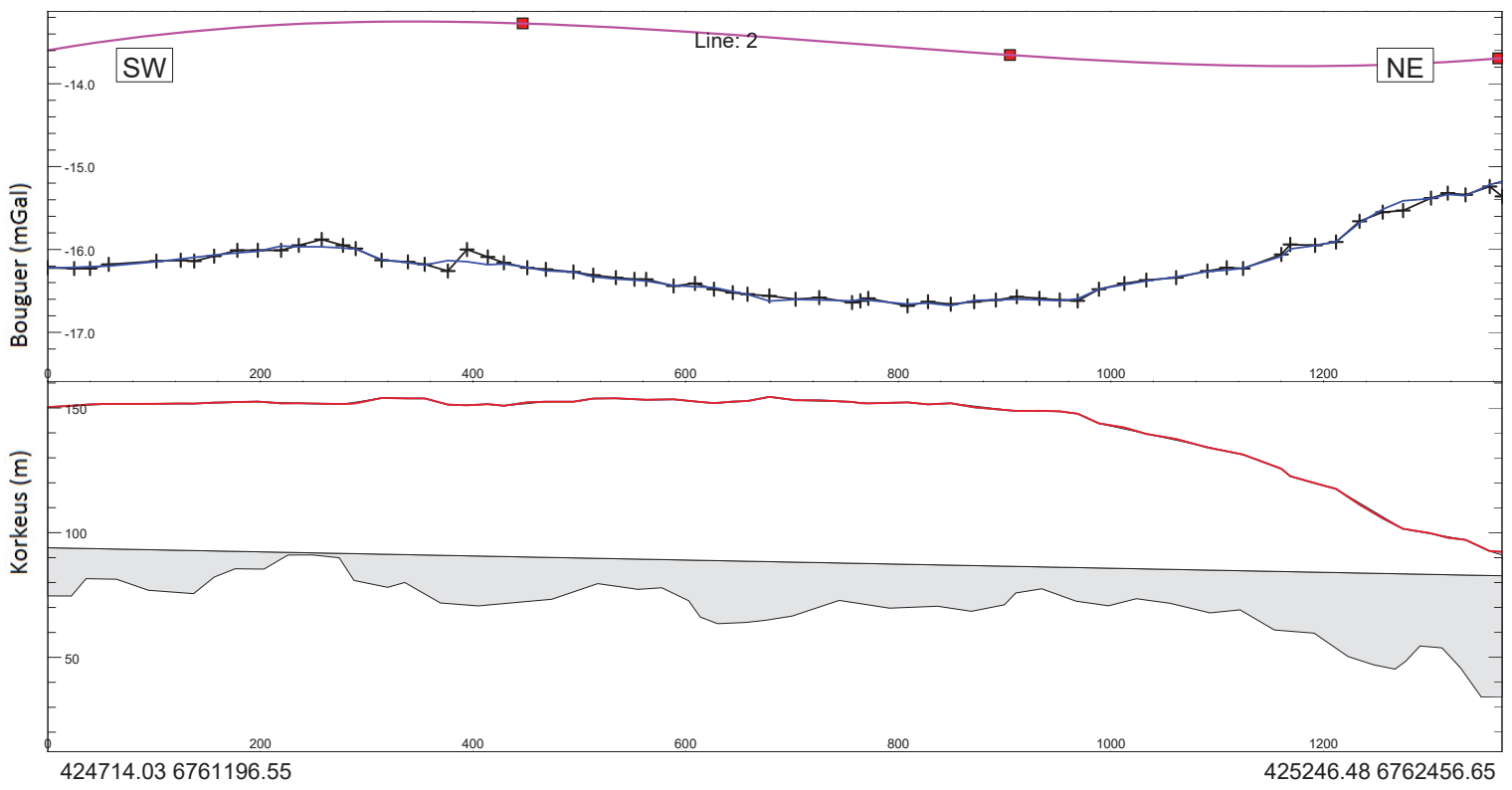
Elo, S. , 2003, Karttalehdillä 213312 ja 311103 kesällä 2003 mitattujen gravimetristen profiilien alustava tulkinta. Tulkintaraportti, liittyy raporttiin 221/2320/03 SMOY.

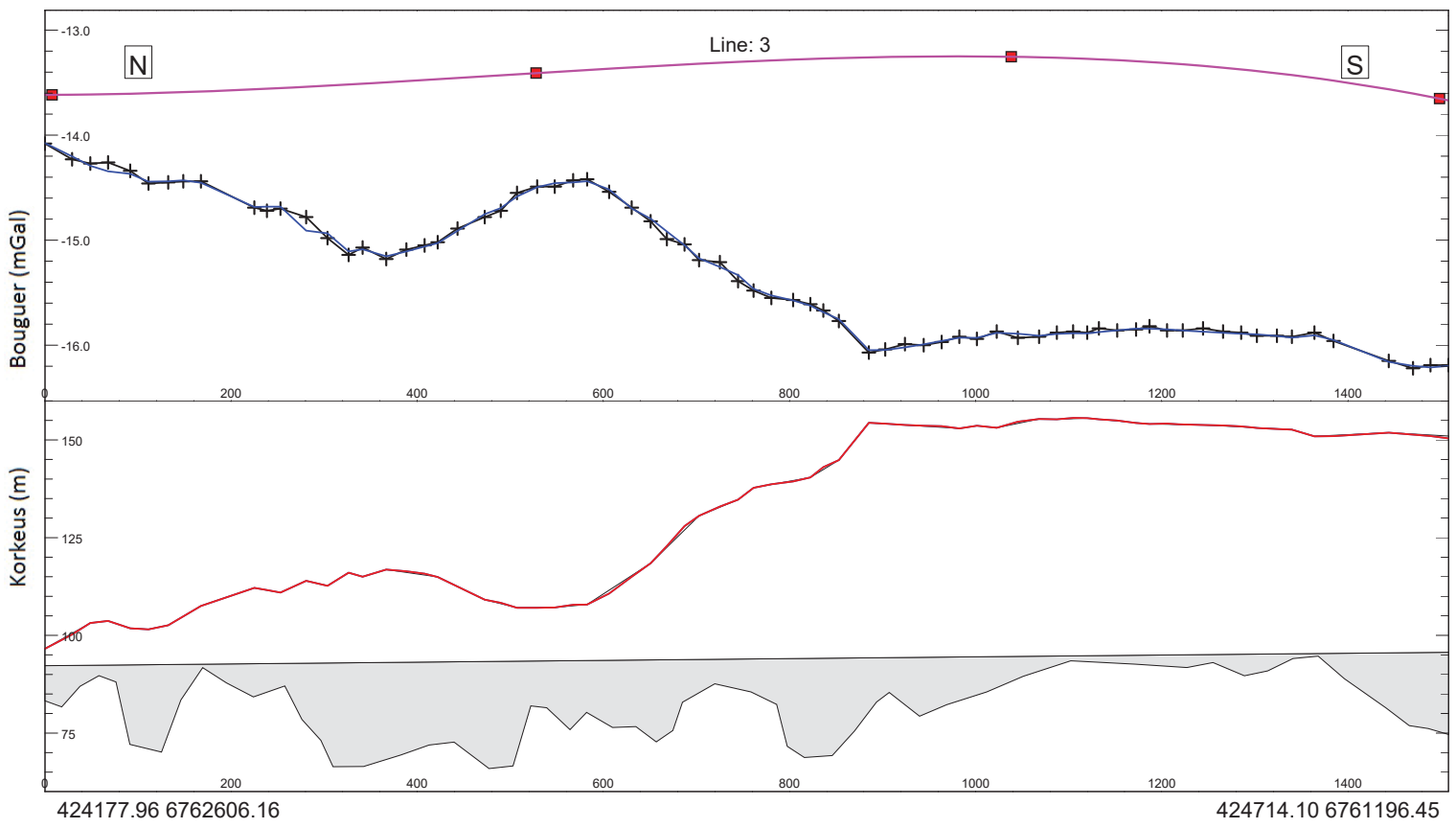
LIITTEET 1



425246.49 6762456.61

426595.97 6761477.86





424177.96 6762606.16

424714.10 6761196.45

