

HANNUKSELANTIEN MITTAUSPERUSTA

Aluetaito Oy

Juha Nivukoski

Opinnäytetyö

Maanmittaustekniikka
Insinööri (AMK)

2024

Maanmittaustekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Juha Nivukoski	Vuosi	2024
Ohjaaja	Timo Karppinen		
Toimeksiantaja	Aluetaito Oy		
Työn nimi	Hannukselantien mittausperusta		
Sivumäärä	29 + 17		

Mittausperusta kuuluu olennaisena osana kaikkiin infra- ja rakennusalan hankkeiden suunnitelma- ja toteutamittauksille. Kaikki mittaus vaativat kohteet, kuten tiet, liittymät, sillat, ojat ja penkereet tarvitsevat mittausperustan. Mittausperustalle määritellään koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä hankkeen alussa.

Tässä opinnäytetyössä raportoitiin mittausperustan rakentaminen Ilmajoen Hannukselantielle, maantielle nro 17379. Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Aluetaito Oy:n mittauskaluston ja henkilöstön resursseja mittausperustan rakentamiseen ja mahdollisia puutteita vaativampien mittauksien jatkohankintoihin.

Mittausperustan runkopisteitä rakennettiin yhteensä 18 kappaletta, joista puolet rakennettiin kiinteisiin kallio-, kivi- tai betoniperustuksiin. Mittausperustan rakentamiseen käytettiin reaaliaikaista GNSS-mittaus JHS 184 -ohjeistuksen mukaisesti sarjojen välisinä keskiarvomittauksina. Korkeudet mitattiin tarkkavaaituksena, joihin korkeudet saatiin Maanmittauslaitoksen kiintopisteiltä. Kalustona mitauksessa käytettiin Trimblen R12i -GNSS-laitetta, TSC7-maastotallenninta ja Trimblen DiNi -sarjan tarkkavaaituskojetta.

Työn tuloksena saatiin rakennettua Hannukselantielle mittausperusta, joka palvelee tien perusparantamisen aikana maanrakennustöitä. Työn suorittajan, Aluetaito Oy:n, resursseja mittauspalvelujen laajempaan toteuttamiseen arvioitiin työn pohdintaosiossa. Aluetaito Oy:llä on resurssit laajempien mittausperustojen toteuttamiseen, mutta se vaatii jonkin verran mittauskaluston lisäämistä sekä työntekijöiden lisäkoulutusta ja mittausapojen kertaamista. Tämä puute koskee lähinnä staattisten GNSS-mittausten suorittamista: mittaamista ja laskentaa.

Aikaisempien töiden ja tämän opinnäytetyön perusteella on syytä kuitenkin miettiä tapauskohtaisesti, onko ajankäytöllisesti ja kustannuksiltaan suurempi, mutta mittaus tarkkuudeltaan hieman parempi staattinen GNSS-mittaus tarpeen kaikissa mittausperustan hankkeissa.

Avainsanat mittausperusta, reaaliaikainen GNSS, tarkkavaaitus,
Aluetaito Oy

Land Surveying Engineering
Bachelor of Engineering

Author	Juha Nivukoski	Year	2024
Supervisor	Timo Karppinen		
Commissioned by	Lapland University of Applied Sciences		
Title	Geodetic network on the Hannukselantie, Ilmajoki		
Number of pages	29 + 17		

Geodetic network is an important part of all planning and implementation measurements of infrastructure and construction projects. All objects that require measurement, such as roads, junctions, bridges, ditches and embankments, need a geodetic network. The coordinate and vertical control system is defined for the geodetic network at the beginning of the project.

The aim of this thesis study was to report the construction of a geodetic network in Ilmajoki Hannukselantie, road no. 17379. The aim was to find out the resources of Aluetaito Oy measurement equipment and personnel for the construction of the geodetic network. Also possible deficiencies for further procurement of more demanding measurement work was reported.

A total of 18 points of the geodetic network were built, half of which were built on solid rock, stone or concrete foundations. Real-time GNSS measurement was used to build the geodetic network in accordance with JHS 184 guidelines. The heights were measured as precision levelling, for which the heights were obtained from the fixed points of the National Land Survey of Finland. The equipment used in the measurement were Trimble's R12i GNSS device, TSC7 controller and Trimble's DiNi series precision levelling instrument.

As a result of the study, a geodetic network was built on Hannukselantie, which will serve earthworks during the land construction of the road. The resources of the contractor, Aluetaito Oy were evaluated in the reflection section of the study. Aluetaito Oy has the resources to implement larger geodetic networks, but it requires some increase in measurement equipment and additional training of employees and repetition of measurement methods. This mainly concerns the performance of static GNSS measurements: measurement and calculation.

However, based on previous work and this thesis, it is worth considering whether static GNSS measurement is necessary in all geodetic network projects.

Keywords Geodetic network, RTK-GNSS, precise levelling, Aluetaito Oy

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
2 HANKKEEN KUVAUS	7
2.1 Mt 17379 Hannukselantie	7
2.2 Tilaaja	8
2.3 Suunnittelu ja mittaus	8
3 MITTAUSPERUSTA.....	9
3.1 Koordinaatisto ja korkeusjärjestelmä	9
3.2 Mittausmenetelmät	12
3.2.1 RTK-GNSS-mittaus	12
3.2.2 Staattinen GNSS-mittaus	13
3.2.3 Tarkkavaaitus	14
3.3 Ohjeistukset.....	15
3.3.1 JHS 184-suositus	15
3.3.2 Liikenneviraston ohjeistus 18/2017.....	16
4 MITTAUSTEN SUORITUS JA TULOKSET	18
4.1 Mittausten suunnittelu ja Aluetaito Oy:n kalusto	18
4.2 Pisteiden rakentaminen	19
4.3 RTK-GNSS-tulokset.....	20
4.4 Vaaitustulokset	23
5 MITTAUSPERUSTAN TARKISTUS TULEVAISUUDESSA.....	25
6 POHDINTA.....	26
LÄHTEET.....	28

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

ELY	Elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskus
ETRS89	Yhtenäinen eurooppalainen koordinaattijärjestelmä European Terrestrial Reference System
EUREF-FIN	Eurooppalaisen vertausjärjestelmän suomalainen kolmiulotteinen realisaatio
FIN-REF	Maanmittauslaitoksen ylläpitämä pysyvä GNSS-verkko
GPS	Global Positioning System, Yhdysvaltain satelliittien muodostama satelliittijärjestelmä
GK23	Paikallisesti käytettävä koordinaattijärjestelmä
JHS	Julkisen hallinnon suositus
JUHTA	Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta
N2000	Suomessa käytettävä korkeusjärjestelmä, joka perustuu Suomen kolmanteen valtakunnalliseen tarkkavaaitukseen
PPM	Parts per million, miljoonasosa, käytetään mittalaitteen suhteellisen tarkkuuden osoittamiseen
RTK-GNSS	Reaaliaikainen kinemaattinen mittaus, Real Time Kinematic, satelliittimittaustekniikka

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää Aluetaito Oy:n mittaus toiminnan resursseja ja -taitoja kohti ammattimaisempaa mittauspalvelua. Mittausperustan rakentaminen on vaativaa mittausa, jonka kehittäminen Aluetaidon palvelukonseptissa on otettu tavoitteeksi. Laitteistoa yritykseltä jo löytyy, mutta osaaminen ja sen soveltaminen esim. mittausperustan rakentamiseksi ei ole täysin selvää. Työssä raportoidaan Hannukselantien mittausperustan rakentaminen vaiheittain tukeutuen annettuun ohjeistukseen. Kyseinen mittaus työ raportointineen on maanmittausinsinöörin perustyötä: tarkkaa mittauksen suunnittelua, mittaamista, laskemista ja raportointia.

Tavoitteena oli rakentaa käyttötarkoitukseen soveltuva mittausperusta, joka on riittävän kattava ja tarkka. Lisäksi tavoitteena oli käsitellä Aluetaito Oy:n olemassa olevaa kalustoa ja niiden soveltuvuutta kiintopistemittauksiin.

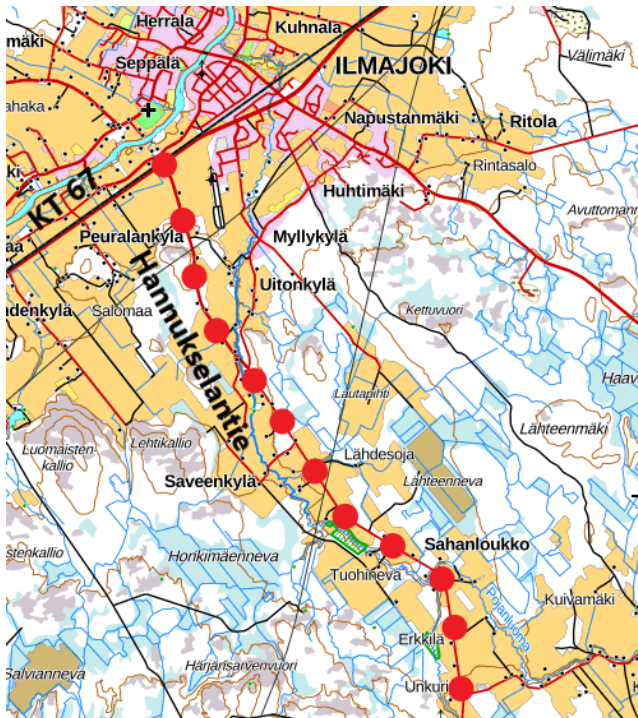
Kiintopisteverkosto tuotettiin noudattamalla JHS 184 -ohjeistusta, Liikenneviraston ohjetta 12/2017 sekä tilaajan antamaa ohjeistusta. Mittauksissa käytettiin monipuolisesti eri mittauslaitteistoja. Tuloksena syntyi mittausperusta, jota käytettiin sen valmistuttua hankkeen suunnittelumittauksiin. Rakennetuista pisteistä laadittiin pistekortit, jotka mittausdatan lisäksi toimitettiin työn tilaajalle.

Työstä on suoraan hyötyä Aluetaito Oy:n liiketoiminnalle, sillä yrityksen toiminta-alueella rakennetaan runsaasti tuulivoimaa sekä alueelle lähivuosina nousevat vety- ja akkutehdashankkeet nostavat mittaus työ tarvetta alueella, jota varten Aluetaito tulee kartoittamaan myös muiden mittausmenetelmien kehittämistä lähivuosina.

2 HANKKEEN KUVAUS

2.1 Mt 17379 Hannukselantie

Hankealue, maantie numero 17379 (Hannukselantie), sijaitsee kokonaisuudessaan Ilmajoen kunnan alueella (kuvio 1). Tie alkaa kantatie 67:lta päättyen maantielle 17301 (Luovantie), joka vastaavasti kulkee itään tielle 701 (Ilmajoki-Rengonkylä). Tien varrella sijaitsee Saveenkylän ja Sahanloukon kylät. Tiellä kulkee runsaasti raskasta maa- ja metsätalouteen liittyvää liikennettä, jonka takia tie on kelirikkoaikaan heikossa kunnossa. Hankealueen pituus on 8 kilometriä ja tie on pääosin peltojen ympäröimää maalaismaisemaa. Maantien rakennetta on tarkoitus parantaa, jyrkempiä mutkia ja kaarteita oikaistaan ja tie päällystetään. Tällä hetkellä tie on päällystämätön. Hanke on käynnistynyt vuoden 2023 aikana ja tien suunnitelmaluonnoksista on pidetty ensimmäinen yleisötilaisuus Ilmajoella 7.11.2023. Alueen maaperätutkimukset ja maastomittaukset on tehty kevään 2023 aikana.



Kuvio 1. Hankealue: Hannukselantie

2.2 Tilaaja

Maantien perusparannuksen suunnittelun on tilannut Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus, joka sai eduskunnan vuoden 2022 budjettilisäyksistä rahoitusta hankkeen suunnitteluun 200 000 euroa vuodelle 2023–2024. (Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus 2023).

ELY (Elinkeino-, liikenne ja ympäristö) -keskukset ovat valtion aluehallinnollinen toimielin. Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus toimii kolmen maakunnan alueella: Etelä-, Keski-Pohjanmaan ja Pohjanmaan alueilla. ELY-keskuksen Liikenne ja infrastruktuuri -vastualueen tehtävänä on huolehtia tiepidon suunnittelusta ja asiantuntijapalveluiden hankinnasta. (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2024.)

2.3 Suunnittelu ja mittaus

Tiesuunnittelun toteuttaa ELY-keskukselle Kolmostie Oy, joka on helsinkiläinen suunnittelutoimisto. Yrityksen päätoimiala on lainmukaisten tiesuunnitelmien ja rakennussuunnitelmien laatiminen. Kolmostie Oy on laatinut viimeisen 15 vuoden aikana yli 100 kpl erilaisia tie- ja rakennussuunnitelmia ja tehnyt useita tiesuunnitelmia eri ELY-keskuksille.

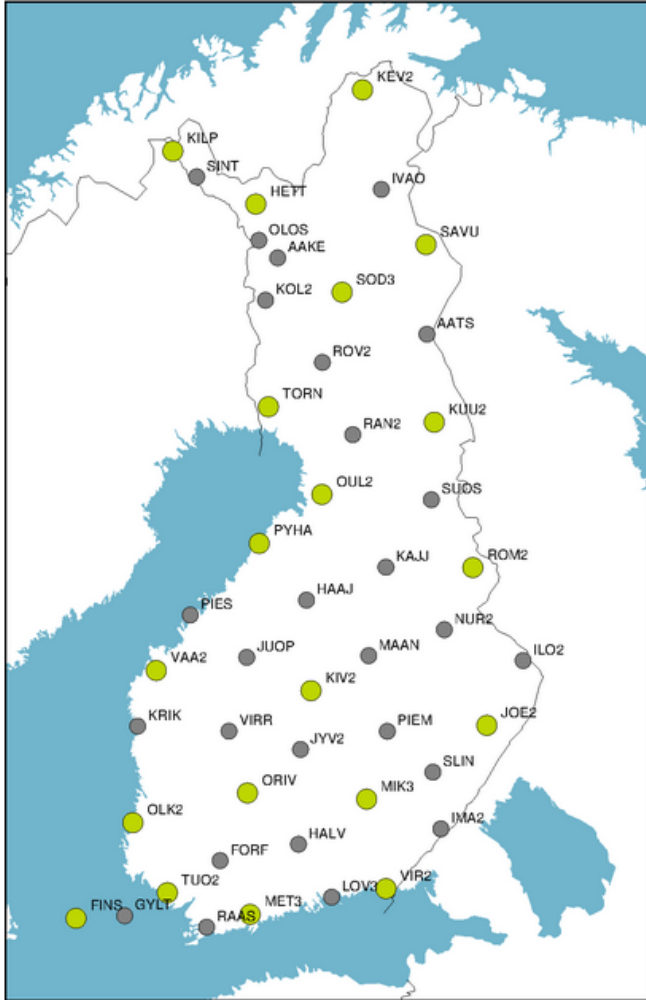
Mittauspalvelut hankkeessa Kolmostie Oy:lle tekee Aluetaito Oy. Aluetaito Oy on lapualainen suunnittelutoimisto, joka tuottaa maa- ja vesirakentamisen suunnittelu- ja asiantuntijapalveluita. Työntekijöitä yrityksessä on tällä hetkellä 13 henkilöä. Mittauspalveluiden osalta Aluetaito Oy tarjoaa mm. kartoitus- ja merkintämittauksia sekä tekee muita omien suunnittelupalvelujen tueksi tarvittavia mittauksia. Isoja mittausperustan laajemman mittausperustan rakentamista vaativia mittauksia yrityksellä ei ole vielä ollut.

3 MITTAUSPERUSTA

Mittausperustan tekemisestä on tehty useita opinnäytetöitä eri näkökulmista aiheeseen liittyen. Karjalainen ja Kinnunen (2023) rakensivat Lapin ammattikorkeakoulun ja Rovaniemen koulutuskuntayhtymän Jokiväylän kampuksille mittausperustan, joka raportoitiin ja demonstroitiin opinnäytetyönä. Vastaavasti Hovi ja Vainio-Ketola (2021) toteuttivat ELY-keskukselle toteutuneelle mittausperustalle sen laatua ja kustannuksia arvioivan työn, jossa vertailtiin kahden eri mittaustavan tarkkuutta ja kustannustehokkuutta. Tämän työn tarkoituksena on noudatella Karjalaisen ja Kinnusen (2023) työn periaatteita, jossa kiintopisteet mitattiin reaaliaikaista GNSS-mittaustapaa (RTK-mittaus) hyödyntäen. Aikaisempien opinnäytetöiden perusteella voidaan todeta, että mittauksia voidaan suorittaa pienelläkin henkilöstö- ja kalustomäärällä. Mittalaitteet ovat nykyään helppokäyttöisiä, joten jos vain henkilöstön osaaminen ja ohjeistus mittaustekniikkaan on riittävä, voidaan vaativia mittaustehtäviä suorittaa tarkasti ja luotettavasti. (Palmunen 2022, 2.)

3.1 Koordinaatisto ja korkeusjärjestelmä

GNSS-tekniikan kehittyminen ja satelliittien käyttö mullisti maailmaa 1980-luvulta lähtien monella eri tekniikan alalla. Kun 1.5.2000 GPS-järjestelmän siviilikäytön paikannusta heikentävä signaali poistettiin, alkoi valtava GPS-sovellusten käytön kasvu. ETRS89-korkeusjärjestelmä luotiin GPS-mittausten pohjalta yhtenäisenä eurooppalaisena koordinaattijärjestelmänä. Suomessa käytettävä EUREF-FIN-koordinaatisto on realisoitu sen pohjalta 1990-luvun loppupuolella. EUREF-FIN on sidottu eurooppalaiseen vertausjärjestelmään FinnRef-asemien avulla, jotka muodostavat Suomen pysyvän GPS-verkon. Asemia on tällä hetkellä noin 50, joista kuviossa 2 vihreällä olevat asemat on sidottu Euroopan laajuiseen verkkoon luoden yhteyden kansainvälisiin vertausjärjestelmiin. (Poutanen 2016, 50.)

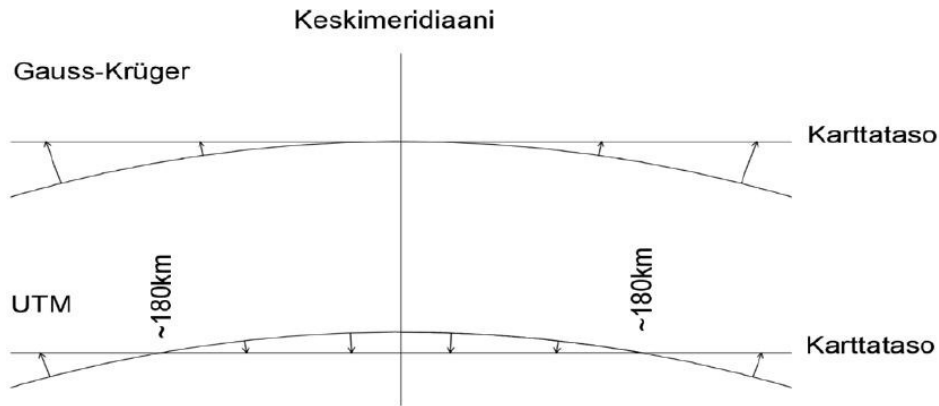


Kuvio 2. Suomen FinRef-asemat (Maanmittauslaitos 2024)

Suomessa käytetään EUREF-FIN-koordinaattijärjestelmän kanssa joko ETRS-TM35FIN- tai ETRS-GKn-koordinaattijärjestelmiä. Mercator ja Gauss-Krüger ovat Suomessa käytettäviä lieriöprojektioita, joista GKn-järjestelmä projektiona on Gauss-Krüger ja TM35FIN:in projektiona on Mercator. Kartasto- ja paikkatietopalveluissa käytetympi on TM35FIN-järjestelmä ja mittakaavallisesti tarkempi GKn-koordinaatisto on käytössä paikallisesti pienemmissä hankkeissa. Kuviossa 3 havainnollistetaan projektioiden erot keskimeridiaanin leikkauksessa sekä taulukossa mittakaavavirheet kahden koordinaattijärjestelmän välillä. Karttaprojektion leikkauskohdista nähdään, että TM35FIN-järjestelmän mittakaava- ja pinta-alavirheet ovat suurimmillaan kaistan keskellä ja reunoilla. (JUHTA 2017b.)

Palmunen (2022, 9–10) havainnollistaakin, miten TM35FIN-koordinaattijärjestelmää ei tulisi käyttää lainkaan maastossa mittaamiseen. Esimerkiksi Ahvenan-

maalla 100 metriä pitkä rakennus tulisi maastoon 100,15 metriä pitkäksi ja kais-
tan keskellä 99,96 metriä pitkäksi. Sen sijaan käytettäessä Ahvenanmaalla
GK20-koordinaattijärjestelmää virhe olisi suurimmillaan vain yhden millimetrin
luokkaa. (Palmunen 2022.)



Kuvio 3. Lieriöprojektioiden keskimeridiaanin leikkauskohdat (JUHTA 2017b)

Taulukko 1. Koordinaattijärjestelmien erot maastossa (JUHTA 2017b)

Etäisyys keski- meridiaanista (km)	ETRS-TM35FIN			ETRS-GK27		
	100 m Kartalla (m)	100 m x 100 m Kartalla (m ²)	Pinta-alan muutos (m ²)	100 m Kartalla (m)	100 m x 100 m Kartalla (m ²)	Pinta-alan muutos (m ²)
0	99,960	9 992,01	-7,99	100,000	10 000,00	+0,00
10	99,960	9 992,02	-7,98	100,000	10 000,02	+0,02
25	99,961	9 992,16	-7,84	100,001	10 000,16	+0,16
50	99,963	9 992,62	-7,38	100,003	10 000,62	+0,62
75	99,967	9 993,38	-6,62	100,007	10 001,38	+1,38
100	99,972	9 994,44	-5,56	100,012	10 002,44	+2,44
150	99,988	9 997,50	-2,50	100,028	10 005,50	+5,50
175	99,998	9 999,50	-0,50	100,038	10 007,50	+7,50
200	100,009	10 001,80	+1,80	100,049	10 009,80	+9,80
250	100,037	10 007,30	+7,30	100,077	10 015,31	+15,31
300	100,070	10 014,06	+14,06	100,110	10 022,05	+22,05
400	100,156	10 031,28	+31,28	100,196	10 039,28	+39,28
500	100,267	10 053,51	+53,51	100,307	10 061,49	+61,49

3.2 Mittausmenetelmät

3.2.1 RTK-GNSS-mittaus

RTK (Real Time Kinematic, suom. reaaliaikainen kinemaattinen mittaus) -mittaus on maanmittauksessa käytetty satelliittipaikannukseen perustuva mittausmenetelmä, jonka avulla voidaan tehdä tarkkoja mittauksia maan päällä olevia mittaus-tukiasemia hyväksi käyttäen. Tässä opinnäytetyössä käytettiin Trimble VRS -järjestelmää (Virtual Reference Station System), jota ylläpitää Geotrim Oy ja siihen kuuluu 123 tukiasemaa (tilanne 16.2.2024). VRS-verkko perustaa virtuaalisen tukiaseman mittaajan läheisyyteen, jolle saadaan korjausdata palvelun tuottajan laskentakeskuksesta. Tällä saadaan eliminoitua tukiasemien etäisyyksien aiheuttama mittausvirhe. (Laurila 2016, 321–322.)

Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta on luonut kiintopistemittaukselle JHS 184 -suosituksen (tarkemmin kappaleessa 3.3.1), joka käsittelee kiintopistemittausten vaatimuksia ja pisteluokituksia. Ylimmät, luokan E1-E4 pisteet tulee aina mitata staattisella GNSS-mittauksella, mutta alempia E5-E6-luokan käyttökiintopisteitä voidaan mitata myös reaaliaikaista GNSS-mittausta käyttäen. Reaaliaikaista GNSS-mittausta suunniteltaessa kiintopistemittauksiin tulee kiinnittää huomiota havaintopaikkaan. Mittauslaite tulisi sijoittaa avonaiselle paikalle esteettömän näkyvyyden saamiseksi satelliitteihin. Monet laitevalmistajat lupavat reaaliaikaisen GNSS-mittauksen tarkkuudeksi tasokoordinaateille 10–20 mm, joka on riittävä tarkkuus mm. JHS-184 suositusten E5-E6-luokan kiintopisteille. Korkeustiedon suhteen RTK-mittaus ei ole yhtä tarkka ja sen vuoksi kiintopisteille suositellaan korkeuden tuonti vaaitsemalla. (Liikennevirasto 2017, 14.)

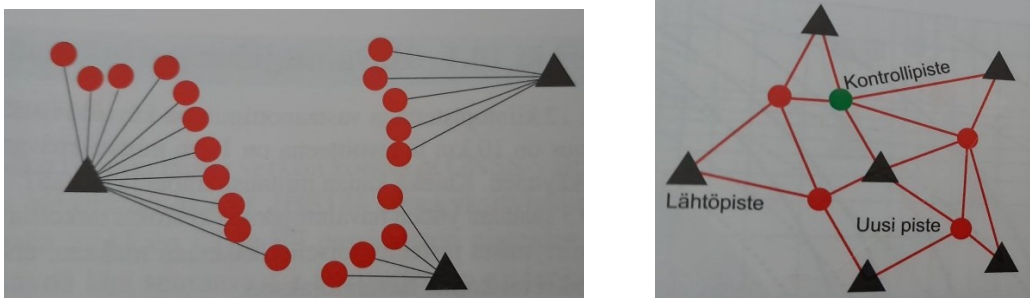
RTK-mittaus todettiin Hovin ja Vainio-Ketolan (2021) työssä kustannuksissa tehokkaammaksi, mutta tarkkuuden vertailussa huonommaksi kuin staattinen mittaustapa. Hovin ja Vainio-Ketolan (2021, 43) arvion mukaan 50 mm:n virheellisyys tasotarkkuudessa yli 2 km:n suunnittelualueella ei vaikuta hankkeen rakenus- ja suunnittelutöiden lopputulokseen merkittävästi, kun mittausperustan korkeustiedot on tehty vaaitsemalla.

3.2.2 Staattinen GNSS-mittaus

Staattisen GNSS-mittauksen avulla määritetään pisteiden välisiä koordinaattieroja ja niiden välisiä vektoreita. Staattinen mittaus perustuu eri havaintopaikoilla samanaikaisesti tehtäviin GNSS-mittauksiin. Vastaanottimia on tunnetuilla ja uusilla mitattavilla pisteillä. Pisteiden perusteella suunnitellaan mitattavan verkon rakenne. Vastaanottimien määrästä riippuu miten mittausjaksot ja aikataulut laaditaan. (Poutanen 2016, 281.)

Staattinen GNSS-mittaus on tarkempi mittaustapa kuin RTK-mittaus, koska havainnot ovat sidoksissa toisiinsa ja varsinkin pisteiden välinen suhteellinen tarkkuus paranee (Hovi & Vainio-Ketola 2021, 37). Laurilan (2012, 314) mukaan staattisen mittauksen laitevalmistajien lupaamat tarkkuudet vaihtelevat 3-5 mm + 0,5 ppm:n välillä.

JHS 184-suositus ohjeistaa tarkasti staattisen mittauksen periaatteet. Poutanen (2016, 281,283) kuvaa kuviossa 4 erot suhteellisen ja RTK-mittauksen geometrioita, joista käy ilmi mittaustapojen eroavaisuus. Suhteellisessa mittauksessa vektoreiden muodostaminen tehdään jälkilaskentavaiheessa ja pisteiden sijaintitarkkuus on parempi kuin RTK-mittauksessa. RTK-mittauksessa ei muodostu sulkeutuvia kuvioita ja virhekontrollin puute rajoittaa sen käyttöä tarkemmissa mitauksissa, vaikka tarkkuutensa puolesta se menetelmä siihen sopisikin (Poutanen 2016, 283).

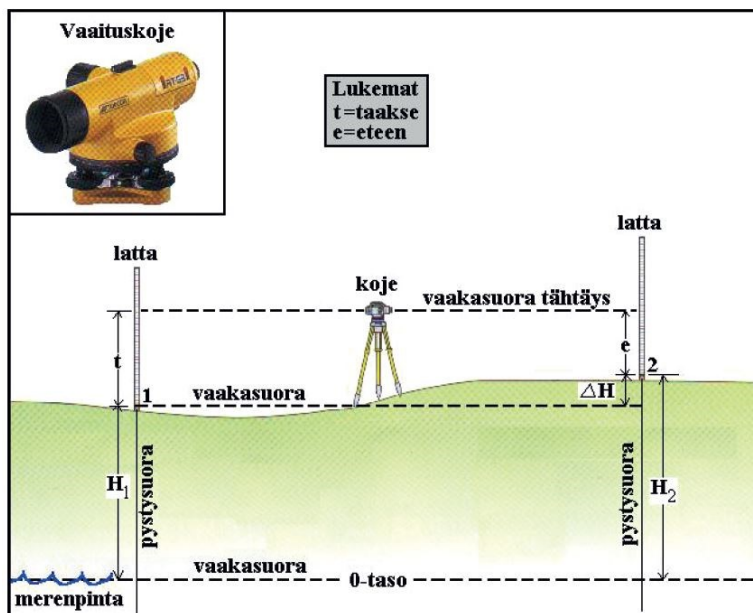


Kuvio 4. Vasemmalla RTK-mittauksen geometria, oikealla staattisen GNSS-mittauksen verkkosuunnitelma.

3.2.3 Tarkkavaaitus

Vaaitus on vanha ja yksinkertainen korkeuden mittausmenetelmä. Mittaus perustuu kahden pisteen välisen korkeuseron mittaamiseen vaaituskojeen ja lattan avulla. Vaaituskoje on rakenteeltaan yksinkertainen mittauskaukoputki, jonka tähtäysakseli tasataan vaakasuoraan. Vaaituskojeella muodostetaan vaakasuora tähtäyslinja ja -taso kahden pisteen välille ja mitataan niiden välinen korkeusero. Vaaitus on pääosin korkeuden mittaamiseen tarkoitettu mittausmenetelmä, mutta sillä on mahdollista suorittaa likimääräisiä etäisyyden säteittäisiä mittauksiakin suuntien ja kulmien avulla. Nykyiset tarkkavaaituskojeet lukevat viivakoodilattaa kymmenysosemillien tarkkuudella ja suorittavat myös laskennat mitatuille korkeuksille automaattisesti. Mittaajien tehtävänä onkin huolehtia alku- ja sulkupisteiden oikeat lukemat kojeelle, kojeen tasaaminen sekä lattan tarkka vaakasuorassa pitäminen. (Laurila 2012.)

Laurila (2012) kuvaa vaaituksen periaatteen Mittaus- ja kartoitustekniikan perusteissa kuvion 5 mukaisesti:



Kuvio 5. Vaaituksen periaate

3.3 Ohjeistukset

3.3.1 JHS 184-suositus

Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta (JUHTA) on luonut erilaisia suosituksia julkisen hallinnon toiminnoille. Maanmittauslaitos vastaa tällä hetkellä paikkatietoon liittyvistä JHS-suosituksista, koska JUHTA:n toiminta päättyi 31.12.2019. JHS-suositukset on kerätty tällä hetkellä Geoforumin sivustolle. *JHS 184 Runkopistemittaus EUREF-FIN -koordinaattijärjestelmässä* ohjeistaa kiintopistemittauksiin vaadittavat tarkkuusrajat ja menetelmäkuvaukset. Ohjeistuksesta löytyy mm. perusteet pisteiden tasoluokituksesta (E1-E6) sekä staattisen GNSS-mittauksen ja RTK-mittauksen ohjeistukset. JHS 184 määrittelee luokkien E1-E4 peruskiintopisteiden mittaamisen aina staattisella GNSS-mittauksella, kun taas käyttökiintopisteiden (E5-E6) mittauksia voidaan tehdä reaaliaikaisella GNSS-mittauksella ja takymetrimittauksilla. Suosituksen mukaisesti E5-luokan kiintopistemittauksen voi suorittaa RTK-mittausta käyttäen viiden mittauksen sarjaa ja sarjoja tulee olla kaksi. Jokaisen mittauksen välissä tulee suorittaa laitteen alustus ja sarjojen välissä tulee olla vähintään 45 minuuttia aikaa satelliittigeometrian muuttumiseksi. Kuviossa 6 JHS 184 -suosituksen RTK-mittauksen ohjeistus luokan E5 ja E6 kiintopistemittauksille.

	E5	E6
Maksimietäisyys tukiasemaan (ei koske verkko-RTK:ta)	10 km	15 km
Tukiasemat, vähintään luokkaa	E4	E5
Tukiaseman keskistystarkkuus	1 mm	1 mm
Kontrollipisteiden luokka	E5	E6
Kontrollipisteiden lukumäärä	≥ 1	≥ 1
Suosittelava pisteväli	100–500 m	100–500 m
Keskistystarkkuus	5 mm	5 mm
Korkeuskulmamaski	10–15°	10–15°
PDOP enintään	5	5
Satelliittien lukumäärä vähintään	6	6
Havaintoväli	1 s	1 s
Havainnot (epookkeja) / mittaus	5–15	5
Mittauksia / sarja	5	5
Sarjojen lukumäärä	2	1
Oma alustus jokaiseen mittaukseen	Kyllä	Kyllä
Alustusaika korkeintaan	2 min	2 min
Aika sarjojen välissä vähintään	45 min	—
Sarjan mittausten max–min ero (erilliset alustukset)	20 mm (NE); 40 mm (h)	20 mm (NE); 40 mm (h)
Sarjojen max–min ero (sarjakeskiarvot)	40 mm (NE); 70 mm (h)	—
Ero kontrollipisteiden koordinaatteihin	40 mm (NE); 70 mm (h)	40 mm (NE); 70 mm (h)
Alkuperäisten koordinaattien tallennus (XYZ tai φ, λ, h)	Kyllä	Kyllä
Sauvan korkeuden tarkistus ennen ja jälkeen mittauksen	Kyllä	Kyllä
Testipisteen mittaus ennen ja jälkeen pisteiden mittauksen	Kyllä	Kyllä
Lopulliset koordinaatit	Sarjojen keskiarvo	Mittausten keskiarvo

Kuvio 6. RTK-mittausten minimivaatimukset luokissa E5 ja E6

Tarkkavaaituksenmenetelmä tarkkuuden on oltava JHS 184 -ohjeistuksen mukaan korkeintaan 10 ppm eli kilometrillä sulkuvirhettä saa olla korkeintaan 10 millimetriä.

3.3.2 Liikenneviraston ohjeistus 18/2017

Liikenneviraston ohjeen 18/2017 ”Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot, Mittausohje” mukaisesti mittausperustan on katettava koko hankealue ja minimi-

määrä pienissä hankkeissa on kolme pistettä. Ennen mittausten aloittamista tilaajalle tulee esitellä mittaussuunnitelma, jossa esitellään: lähtöpistetiedot, mittaustapa ja kalusto, havaintojen suoritustapa, laskentamenetelmä- ja ohjelmat, mittausorganisaatio sekä suunnitelmakartoilla olevat lähtöpisteiden sijainnit ja perus- ja käyttöpisteiden sijainnit. Mittaussyöntein voi esittää pienissä hankkeissa myös erillisellä Liikenneviraston laatimalla lomakkeella.

Liikenneviraston ohjeistuksessa sivulla 13 todetaan, että pienissä hankkeissa mittausperusta voidaan tilaajan suostumuksella mitata reaaliaikaisella GNSS-menetelmällä, mikäli staattinen mittaustapa muodostuisi kohtuuttoman rasakaksi. Pieneksi hankkeeksi ohjeistuksessa mainitaan alle 500 metriä pitkät hankkeet. Hannukselantien hankealueen pituus oli 8 km. Näin ollen ei voida puhua enää pienestä hankkeesta, mutta tilaajan suostumuksella voitiin mittaukset suorittaa reaaliaikaisella GNSS-mittauksella. Myös maaston avoimuus tässä hankkeessa vaikutti suuresti mittaustavan valintaan.

JHS 184 on perusta Liikenneviraston 18/2017 ohjeistukselle mittausperustan rakentamisessa. Liikenneviraston ohjeistus on kuitenkin tekstimuotoisena selkeämpi kuin JHS 184, jossa runsaat taulukot pisteluokkien ja mittaustapojen kesken saattaa luoda sekavuutta ensimmäisiä kertoja siihen tutustuessa.

4 MITTAUSTEN SUORITUS JA TULOKSET

4.1 Mittausten suunnittelu ja Aluetaito Oy:n kalusto

Mittausten suunnittelu aloitettiin maaliskuussa 2023. Kartta- ja maastotarkastelun jälkeen selvisi, että alueen kiintopisteverkoston rakentamiseksi käytännöllisin mitaustapa on reaaliaikainen GNSS-mittaus. Tienvarsialueet olivat pääosin peltoa ja hakkuuaukeita, jolloin varsinaisia maastoesteitä GNSS-mittaukselle ei juurikaan ollut ja taivasnäkyminen oli pääosin erinomainen. ELY-keskuksesta saatiin JHS 184:n mukainen ohjeistus reaaliaikaisen GNSS-mittauksen suorittamiseksi, mikä vahvisti mitaustavan valinnan maastokäynnin tueksi. Tasokoordinaattijärjestelmäksi sovittiin tilaajan kanssa ETRS-GK23 ja korkeusjärjestelmäksi N2000. Korkeuden määrittämiseksi käytettiin valtakunnallisia korkeuspisteitä nrot 81140R, 6M6101A ja 875167, luokiltaan E2-E3-luokan kiintopisteitä.

Peruskartalta selviteltiin ensin mahdollisia kallioalueita, joille kiintopisteiden rakentaminen olisi ollut sopivaa. Niitä ei kuitenkaan alueelta juurikaan löytynyt ja maaliskuussa lumen peittämä maa asetti myös lisähaastetta löytää kallion löytymiselle. Seuraavaksi kartoitettiin kivet, joille rakentaminen onnistuisi. Tilaajan kanssa sovittiin, että kiintopisteverkko koostuu noin 500 metrin välein olevista kiintopisteistä, joka tuki myös Pätilän (2017) pohdintaa aiheesta, mikä on sopiva määrä ja sijoittelu kiintopisteitä millekin alueelle. Pätilä (2017) suosittaakin, että kiintopisteverkon on oltava helposti käytettävissä ja kompromisseja on tehtävä. Harvoin on tilanteita, jossa kiintopisteverkon voisi rakentaa mitaustarkoitusten kannalta optimaaliseksi. Noin 500 metrin pisteväliä tuki myös verkoston käyttötarkoitus. Verkosto otettiin käyttöön sen valmistuttua olemassa olevan tien mittauksiksi ja noin 500 metrin pisteväli mahdollistivat niiden käytön tehokkaasti.

Aluetaito Oy on lapualainen infra-alan yritys, jonka toimenkuvaan kuuluu arkkitehtisuunnittelu, geo-, yhdyskunta-, mittaus- ja ympäristötekniikkaan liittyvät tutkimus- ja mittauspalvelut. Mittauspalvelut ovat pieni osa yrityksen toimenkuvaa, mutta mittaaminen liittyy olennaisena osana yrityksen tarjoamiin palveluihin. Yrityksellä käytössä on seuraavanlainen mittauskalusto: 3 kpl Trimblen R12i GNSS-

paikantimia + TSC7-tallentimet ja Trimblen S6 -robottitakymetri. Vaaituskalustona on ollut Trimble DiNi digitaalinen tarkkavaaituskoje (kalibroitu 14.3.2023), invarlatta sekä latta-alustana ns. kilpikonna 2 kpl (kuvio 7). Lisäksi muuta mittamiseen ja merkitsemiseen liittyvää tarviketta.

4.2 Pisteiden rakentaminen

Pisteiden rakentaminen aloitettiin rakentamalla ensin kiinteisiin rakenteisiin rakennettavat pisteet. Näitä kiviin ja betonirakenteisiin tulleita peruspisteitä oli yhteensä 9 kpl: (P1, P2, P8, P9, P11, P12, P15, P16 ja P17). Alustaan porattiin reikä, johon lyötiin ankkuroituva ruuvi, jonka pää toimi pisteen mittauspäänä. Tämän jälkeen etsittiin sopivat paikat näiden väliin tuleville pisteille, joihin lyötiin 750 mm pitkä siivellinen mittauspisteputki laukaistavalla ankkurilla (kuvio 7).



Kuvio 7. Mittauspisteputki 750 mm

Paikat valikoituivat pääosin ojien reunoihin siten, että ne eivät ole maatoiden edessä pellon puolella. Lisäksi kaikkiin pisteisiin lisättiin keltainen 700 mm putkimallinen merkintäpaalu pisteen löytämisen helpottamiseksi (kuvio 8). Rakentamisessa haastavinta oli saada lyötyä mittauspisteputket tarpeeksi syvälle routarajan alapuolelle. Kaapelinnäyttöä ei alueelle tilattu, vaan mahdolliset kaapelit katselmoitiin kunnalta ja sähköyhtiöiltä saaduista kaapelikartoista eikä niitä esiintynyt rakennettujen pisteiden lähistöllä.



Kuvio 8. Kiintopiste (P15) rakennettuna

4.3 RTK-GNSS-tulokset

Reaaliaikainen GNSS-mittaus suoritettiin pisteiden rakentamisen jälkeen. Mittaus suoritettiin JHS 184 -suositusten E5-luokan mukaisesti. Sarjoja mitattiin kaksi ja sarja piti sisällään viisi mittausta epookkien määrän ollessa 15. Laitteen alustus tehtiin jokaisen mittauksen jälkeen. Sarjojen välissä aikaa oli vähintään 45 minuuttia. Mittaukset onnistuivat pääosin hyvin. Muutama mittaussarja jouduttiin uusimaan niiden tasotarkkuuden mennessä yli 20 mm:n suosituksen sarjan sisällä. Samoin muutaman lisämittaussarjan aiheutti alle 45 minuutin väli sarjojen välillä.

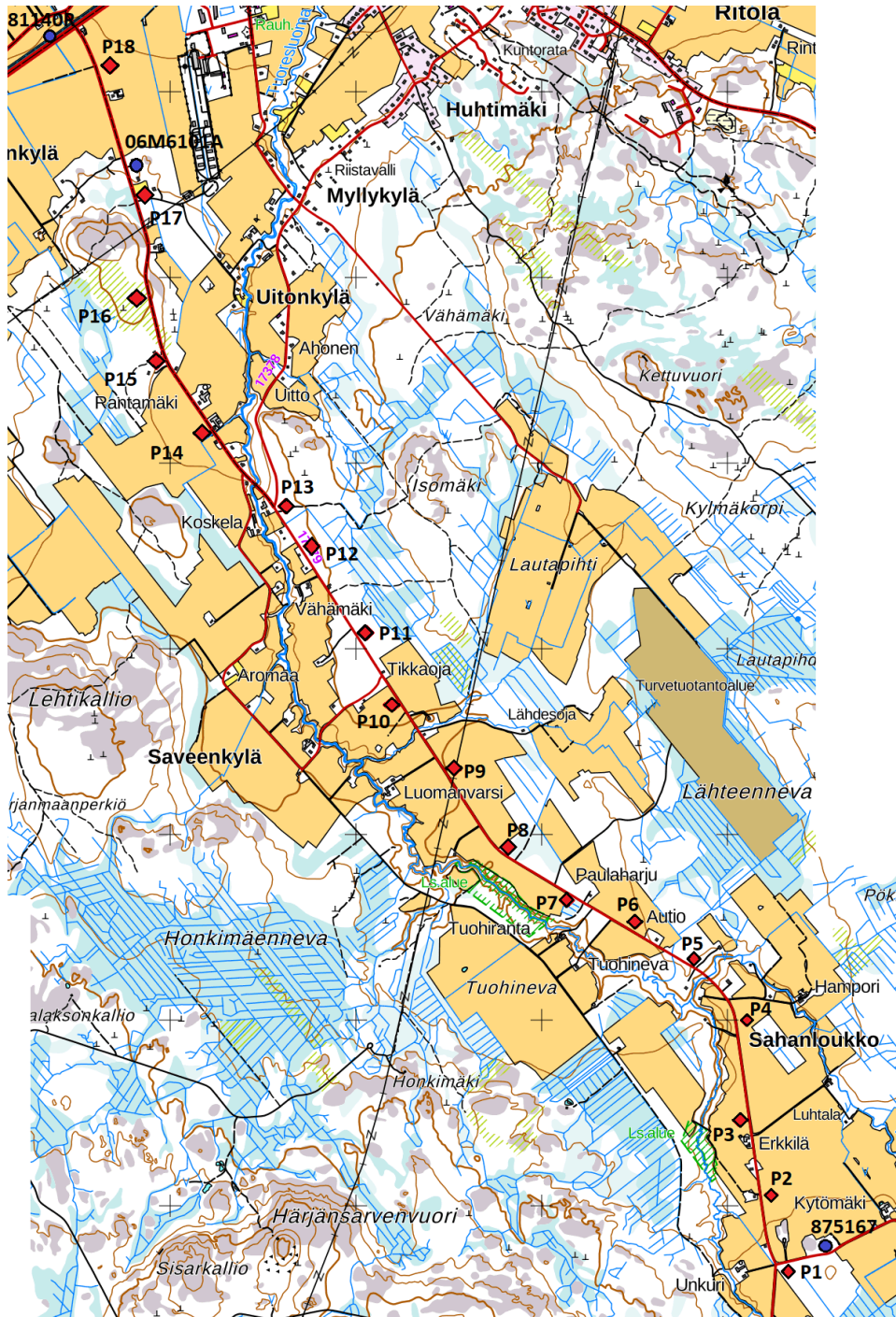
Mittaustulokset purettiin maastotallentimelta Exceliin, jossa käsiteltiin mittaussarjojen sisäiset ja sarjojen väliset keskiarvot sekä mittauksen maksimi- ja minimiarvojen erotus. Lisäksi mittausajankohta dokumentoitiin. Kuviossa 9 mittausdata pisteeltä P15, josta kaksi hylättyä mittaussarjaa sekä kaksi hyväksyttyä sarjaa. Hylkäysten syynä sarjoissa 1 ja 2 tasokoordinaatin poikkeama yli 20 mm sekä sama GPS-aika (alle 45 mittausväli).

	Piste 15	X	Y	Z	KA 1.sarja	KA 2.sarja	KA 1+2	MAX-MIN	Pultti maakivessä, tien reunassa	
Sarja 1	p15-1-1	6955634,037	23478488,043	56,044	6955634,041			0,015 X	13.3.2023 klo 14.52.32	
	p15-1-2	6955634,033	23478488,048	56,050	23478488,054			0,021 Y HYLÄTÄÄN	13.3.2023 klo 14.53.37	
	p15-1-3	6955634,042	23478488,064	56,061	56,052			0,017 Z	13.3.2023 klo 14.54.39	
	p15-1-4	6955634,048	23478488,060	56,053					13.3.2023 klo 14.55.41	
	p15-1-5	6955634,046	23478488,057	56,053					13.3.2023 klo 14.56.38	SAMA GPS-aika
Sarja 2	p15-2-1	6955634,039	23478488,041	56,075	6955634,039	6955634,040		0,004 X	14.3.2023 klo 14.16.51	TOINEN HYLÄTÄÄN
	p15-2-2	6955634,040	23478488,029	56,089	23478488,025	23478488,040		0,023 Y HYLÄTÄÄN	14.3.2023 klo 14,17,44	
	p15-2-3	6955634,041	23478488,019	56,071	56,070	56,061		0,035 Z	14.3.2023 klo 14,18,37	
	p15-2-4	6955634,038	23478488,020	56,054					14.3.2023 klo 14.19.30	
	p15-2-5	6955634,037	23478488,018	56,061					14.3.2023 klo 14.20.25	
Sarja 3	p15-3-1	6955634,065	23478488,055	56,060	6955634,073			0,013 X OK	24.3.2023 klo 12.30.13	
	p15-3-3	6955634,067	23478488,048	56,057	23478488,053			0,015 Y OK	24.3.2023 klo 12.35.51	
	p15-3-2	6955634,076	23478488,059	56,064	56,077			0,051 Z	24.3.2023 klo 12.32.09	
	p15-3-4	6955634,078	23478488,059	56,096					24.3.2023 klo 12.38.11	
	p15-3-5	6955634,077	23478488,044	56,108					24.3.2023 klo 12.40.05	
Sarja 4	p15-4-1	6955634,074	23478488,026	56,066	6955634,072	6955634,072		0,011 X OK	24.3.2023 klo 14.12.02	
	p15-4-2	6955634,073	23478488,039	56,055	23478488,032	23478488,042		0,013 Y OK	24.3.2023 klo 14.13.04	
	p15-4-3	6955634,073	23478488,036	56,072	56,063	56,070		0,017 Z	24.3.2023 klo 14.14.30	
	p15-4-4	6955634,076	23478488,028	56,059					24.3.2023 klo 14.15.45	
	p15-4-5	6955634,065	23478488,030	56,065					24.3.2023 klo 14.17.11	

Kuvio 9. Piste 15 mittausdata

JHS 184 ei suosittelle pisteväliksi alle 500 metriä, joten suosituksesta poikettiin 12:lla pistevälillä (lyhin pisteväli 255,50 metriä). Suosituksen mukaisia pisteväliä oli 5 kpl. Tämä suhteen mittauksissa tehtiin poikkeus JHS 184 -suosituksesta ja pisteet valittiin käyttötarkoituksen mukaisesti. JHS 184 määrittää myös tarkkuuden ylläpitämiseksi lukuja, joita tulee noudattaa. Antennikorkeuden ei saa ylittää kahta metriä ja tämän työn mittauksissa antenninkorkeus oli 1,6 metriä. Korkeus tarkistettiin sarjojen mittauksen alussa sekä päättyessä. PDOP-luku, joka kuvaa satelliittigeometrian vaikutusta sijainnin tarkkuuteen, tulee olla alle 5 ja yhteys tulee olla vähintään seitsemään satelliittiin.

Mittausperusta peruspisteitä mitattiin yhteensä 18 kpl. Pisteiden paikat hankealueella on esitetty kuviossa 10 ja koordinaattitiedot taulukossa 2. Lisäksi yksi piste-kortti esimerkkinä liitteessä 2 sekä mittausdata liitteessä 3.



Kuvio 10. Rakennetut peruspisteet P1-18 hankealueella

Taulukko 2. Pisteiden mitatut koordinaatit GK23-koordinaattijärjestelmässä

	GK 23		
	X	Y	Z
P1	6950991,447	23482092,599	72,625
P2	6951381,400	23481961,313	70,202
P3	6951747,531	23481868,890	68,452
P4	6952348,610	23481780,806	66,876
P5	6952585,176	23481500,376	65,410
P6	6952735,051	23481205,007	65,135
P7	6952912,983	23480824,161	64,460
P8	6953141,010	23480442,831	62,239
P9	6953508,044	23480158,356	60,953
P10	6953927,699	23479822,600	62,075
P11	6954230,586	23479616,838	64,933
P12	6954691,200	23479289,067	61,143
P13	6954892,466	23479131,675	58,308
P14	6955268,594	23478756,051	55,254
P15	6955634,072	23478488,042	56,069
P16	6956035,384	23478337,315	61,398
P17	6956509,159	23478280,210	52,120
P18	6957217,292	23478014,163	46,070

4.4 Vaaitustulokset

Korkeusrunkoverkko muodostui tasorunkoverkon peruspisteistä, joille vaaittiin korkeudet. Korkeudet on vaaittu jonovaaituksena taakse- ja eteenpäinhavain-
toina. Tasorunkoverkon piste P18 sisältyi suljettuun vaaitusjonoon MML:n kor-
keuspisteiden 81140R (E3) ja 6M6101A (E2) välillä. Pisteet P1-P17 sisältyivät
omaan suljettuun vaaitusjonoon korkeuspisteiden 6M6101A (E2) ja 875167 (E3)
välillä. MML:n kiintopisteet olivat kallioon ja siltaan (81140R) pultattuja kiintopis-
teitä. Maanmittauslaitoksen kiintopisteiden tiedot on esitetty liitteessä 1. Vaaituk-
sen maastotiedot käsiteltiin ja laskettiin Trimblen Business Center -ohjelmistolla.

Vaaituksen sulkuvirhe korkeuspistevälillä 81140R – 6M6101A on 9,4 mm (jonon
pituus 872,59 m). Korkeuspistevälillä 6M6101A – 875167 (jonon pituus 7677,92
m) sulkuvirhe on 13,4 mm. Sulkuvirhe on tasoitettu etäisyyksien suhteen. Lyhy-
emmällä välillä (sisältyi vain P18:n korkeus) suhteellinen tarkkuus oli 10,7 ppm ja
pidemmällä välillä suhteellinen tarkkuus oli 1,7 ppm. Lyhyempi väli ei täytä Li-
kenneviraston 18/2017 ohjeistuksen asettamaa 10 ppm:n perus- ja käyttöpistei-

den korkeuden tarkkuusvaatimusta. Sen sijaan pidemmällä vaaitusvälillä tarkkuusvaatimus täyttyi. Tähtäysetäisyyksien osalta suosituksen mukaisia alle 100 metrin tähtäyksiin pääosin päästiin. Kahdessa tähtäyksessä innokas lattahenkilö otti hieman liian pitkän etäisyyden vaaituskojeeseen ja 100 metrin tähtäysmatka ylitettiin.

Vaikka vaaitus on pääosin onnistunut hyvin, pisteiden tulevassa käytössä on heikkous, koska puolet (9/18) pisteistä on jouduttu rakentamaan maahan lyötyinä putkipisteinä. Kiintopisteiden kontrollimittauksissa todettiin yhden pisteen (P5) liikkuneen, jolle määritettiin uusi korkeus takymetrimittauksena pisteeltä P6. Rakentamisen toteutusvaiheessa voi olla aiheellista suorittaa tarkastusvaaitus tai vähintään reaaliaikaisella GNSS:llä suoritettu kontrollimittaus. Tarkastusvaaitus on syytä suorittaa varsinkin siinä tapauksessa, jos rakentamisen aloitus tapahtuu vasta useamman vuoden kuluttua. Taulukossa 3 on esitelty vaaituksen ja reaaliaikaisen GNSS-mittauksen mitatut korkeudet ja korkeuserot. Pääsääntöisesti GNSS-mitatut korkeudet erot olivat matalampia, minkä syynä saattaa olla systemaattinen virhe sauvankorkeudessa. Liitteessä 4 ovat Trimblen Business Centerillä lasketut vaaitustulokset.

Taulukko 3. Kiintopisteiden korkeudet: vaaitus vs. reaaliaikainen GNSS

		z(vaaittu)	z(GPS)	poikkeama
Piste 1	Hieman metsää, koivikkoa, pultti raunion kivijalassa	72,6254	72,5896	-0,036
Piste 2	Avoin peltoalue, pultti kaivonrenkaassa	70,2024	70,1935	-0,009
Piste 3	Avoin peltoalue, ojan reunassa putki lyöty maahan	68,4525	68,4148	-0,038
Piste 4	Avoin peltoalue, ojan reunassa sähkölinjan alla putki lyöty maahan	66,8757	66,8451	-0,031
Piste 5	Metsää tien toisella puolella. Kuivaajan vieressä, sähkötolpan alla putki	65,6207	65,6043	-0,016
Piste 6	Avoin peltoalue, putki lyöty sähkötolpan viereen	65,1348	65,1126	-0,022
Piste 7	Metsää hieman toisella puolella, pellon reunassa putki lyöty maahan	64,4601	64,425	-0,035
Piste 8	Metsän ja pellon reunassa maakivessä pultti	62,2387	62,2373	-0,001
Piste 9	Avoin peltoalue, sähkölinjan betonipilarissa pultti	60,9532	60,925	-0,028
Piste 10	Avoin peltoalue, putki kivipyökin takana	62,0749	62,0625	-0,012
Piste 11	Harvassa männikössä, pultti maakivessä	64,933	64,9325	-0,001
Piste 12	Hakkiolla, pultti maakivessä	61,143	61,1299	-0,013
Piste 13	Hakkiolla, putki lyöty maahan	58,3076	58,2932	-0,014
Piste 14	Pultti lyöty maahan, laskuojan reunassa	55,2535	55,2282	-0,025
Piste 15	Pultti maakivessä, tien reunassa	56,0695	56,0702	0,001
Piste 16	Pultti maakivessä, hakkiolla.	61,398	61,389	-0,009
Piste 17	Pultti maakivessä, metsän reunassa.	52,1197	52,1158	-0,004
Piste 18	Rajapyökin pää, avoin peltoalue	46,0698	46,0534	-0,016
			keskiarvo	-0,017

5 MITTAUSPERUSTAN TARKISTUS TULEVAISUUDESSA

Tutkimusalue on pääosin maatalousvaltaista peltoaluetta, jossa esiintyy ojan-kaivuuta ja muuta maa- ja metsätalouden toimintaa, joka vaikuttaa kiintopisteiden säilymiseen. Tämän vuoksi kiintopisteiden tarkistusmittaukset on syytä suorittaa ennen varsinaisten maanrakennustöiden alkua. Kiintopisteiden asennuksen jälkeen oli pisteen P9 päälle tullut tukkipino, jonka takia pistettä täytyi siirtää. Tukkipinon seurauksena toki mittausolosuhteet paranivat, kun pisteen taakse tuli avohakkuu ja näkemäeste (metsä) poistui.

Kiintopisteistä 50 % on maahan lyötyjä putkia, joihin erilaiset maanrakennustyöt tai ojan niittämiset voivat vaikuttaa pisteen pysyvyyteen ja luotettavuuteen. Myös maan jäätymisen ja roudan sulamisen vaikutukset on hyvä tarkistaa ennen kiintopisteiden seuraavaa käyttökertaa. Tarkistuksena riittää vertailumittaukset reaaliaikaisena GNSS-mittauksena JHS 184 -suosituksen E6-tasoisien kiintopisteiden mittaamiseksi. Käytännössä 5 mittauksen sarja, joista lasketaan alustuksien jälkeen sarjan keskiarvo. Mikäli mittauksissa on yli 20 mm:n virhe X/Y-koordinaateissa ja korkeudessa yli 40 mm, on syytä epäillä kiintopisteen liikkuneen. Korkeuden varmistaminen on syytä suorittaa myös takymetrillä jonomittauksena sulmien mittaukset hyväkuntoisiin olemassa oleviin pisteisiin (Liikennevirasto 2017, 19).

6 POHDINTA

Aloitin mittausperustan rakentamisen noin vuoden käytännön mittauskokemuksella ja 2,5 vuoden maanmittausinsinööriopiskelujen kokemuksella. Alussa oli vaikeaa hahmottaa, mistä tulee lähteä liikkeelle. JHS 184 ja Liikenneviraston ohjeistus ovat aloittelevalle mittaajalle melko vaikeaselkoista tekstiä. Lisäksi itselläni oli käymättä vielä Lapin AMK:n Kiintopistemittaukset -opintojakso, jonka käytyäni syksyllä 2023 moni asia avautui liittyen staattiseen GNSS-mittaukseen. Palmunen (2022, 79) totesi opinnäytetyössään, että parasta ammattitaitoa on tunnistaa paikat, jossa on pakko mitata tarkoilla menetelmillä ja paikat, joissa on mahdollista tehdä kevyemmällä menetelmällä. Ehkäpä reilu vuoden mittauskokemus oli tuonut jonkin verran ammattitaitoa, jotta RTK-mittaus oli heti alueella käynnin jälkeen selvä valinta. Palmusen (2022, 78) mukaan GNSS-mittausmenetelmän käyttö on yksi suurimmista urakoinnin nopeuttajista, mutta herkin aiheuttamaan virheitä. Mittaustöiden edetessä monien asioiden tullessa rutiiniksi, myös virheiden tekemisen mahdollisuus kasvoi. Tehtyjen virheiden korjausten ja lukuisten tarkistuksien kautta myös virheiden määrä väheni.

Hannukselantien kiintopisteverkoston toteutuksessa huomioitiin se, että niiden rakentajana suoritin myös tien mittaamisen takymetrillä välittömästi rakentamisen ja kiintopisteiden koordinaattien laskennan valmistuttua. Tämä oli perusteena tiheähkölle verkostolle, jolloin kiintopisteiden välillä oli näköyhteys ja apupisteiden sijoittaminen oli myös mahdollista. Verkostosta tuli hyvä ja toimiva ja onnistui Aluetaidon välineistöllä hyvin. Vaaituksessa tuli muutamia yli 100 metrin tähtäyksiä, mutta niiden vaikutus lopputulokseen oli minimaalinen. JHS 184 -suosituksesta poikettiin RTK-mittausten osalta, sillä pisteväli oli alle 500 metriä 12 kiintopisteen välillä ja vain viidellä kiintopistevälillä suositusten mukainen yli 500 metriä.

Sen sijaan staattisen mittauksen suorittamiseen Aluetaidon välineistöä tulisi vielä kehittää. Hankintalistalle tulee laittaa keskistysalusta GNSS-laitteelle, mikäli takymetrin alusta ei siihen sovellu. Samoin henkilöstön taito keskittää ja tasata mitalaite tunnetun pisteen päälle on syytä varmistaa. Staattista mittauksta rajoittaa usein myös kaluston määrä. Tällä hetkellä Aluetaidon GNSS-vastaanottimien

määrä on 3 kpl, jolla voidaan yhden työpäivän aikana suorittaa vain muutamia havaintojaksoja ja suuremman mittausperustan tekeminen vaatisikin muutaman lisävastaanottimen. Lisäksi staattisen mittauksen suunnittelu vaatii hyvää etukäteistyötä, johon syytä alkuvaiheessa panostaa useamman työpäivän verran. Staattisen mittauksen laskentaohjelma Aluetaidolta löytyy, mutta sen käyttökoulutus olisi myös syytä suorittaa ennen staattisen mittauksen aloitusta.

RTK-mittausten tarkkuus Hannukselantien kaltaisen avoimen peltoalueen maastossa oli tarkka. Sarjojen sisällä ja sarjojen välillä päästiin suositusten mukaiseen 20 mm:n tasotarkkuuteen jokaisella pisteellä, eikä yhtään mitattua pistettä tarvinnut hylätä kokonaan. Myös korkeustarkkuudessa päästiin vaatsemalla mitattujen korkeuksien suhteen alle 40 mm:n tarkkuuteen, joka on JHS-184 suositusten mukainen. Eli kiintopistemittauksia voi pitää reaaliaikaisella GNSS-mittauksella avonaisella alueella suhteellisen tarkkoina. Sen sijaan pisteiden väliset suhteet/vektorit eivät ole yhtä tarkkoja mitä suhteellisella GNSS-mittauksella saataisiin. Tämän vuoksi olisikin mielenkiintoista vielä tehdä hankealueelle staattiset mittaukset, jos vain aika sen sallisi.

Tässä projektissa asioita olisi voinut tehdä toisinkin. Huhtikuussa lumet olivat sulaneet jo huomattavasti maaliskuuhun verrattuna, jolloin rakennettiin pisteet maastoon. Sulan maaston aikaan muutamia hyviä kallioalueita ja matalia kiviä paljastui jo maahan lyötyjen ja mitattujen pisteiden vierestä. Maahan lyödyt putkipisteet olisi voineet olla myös 100 cm pitkiä, jolloin ankkurointi olisi varmasti mennyt routarajan alapuolelle. Jatkossa mittausperusta on syytä vielä tarkistaa RTK-GNSS-mittauksin, kuten luvussa 5 jo mainitsin.

Kaiken kaikkiaan mittausperustan rakentaminen oli erittäin opettavainen maanmittausinsinöörin työtehtävä erilaisine raporteineen työn tilaajalle. Koin oppivani työn edetessä uusia oivalluksia työmenetelmiin, raportointiin ja mittaamiseen liittyen.

LÄHTEET

Elinkeino- liikenne ja ympäristökeskus 2023. Lisärahoitus. Viitattu 26.1.2024 <https://www.ely-keskus.fi/etela-pohjanmaa-tls-investoinnit-lisarahoitus>.

Elinkeino- liikenne ja ympäristökeskus 2024. ELY-keskukset ja niiden tehtävät. Viitattu 26.1.2024 <https://www.ely-keskus.fi/ely-keskukset>.

Hovi, T. & Vainio-Ketola, V. 2021. Runkoverkon mittausmenetelmien laatu- ja kustannuserot. Case: jalankulku-pyöräilyväylän hanke. Opinnäytetyö. Metropolia ammattikorkeakoulu. Viitattu 16.1.2024 <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202104134730>.

JUHTA 2017a. JHS 184 Kiintopistemittaus EUREF-FIN-koordinaattijärjestelmässä. Viitattu 29.1.2024 <https://geoforum.fi/jhs-184-kiintopistemittaus-euref-fin-koordinaattijarjestelmassa/>.

–2017b. JHS 197 EUREF-FIN -koordinaattijärjestelmät, niihin liittyvät muunnokset ja karttalehtijako. Viitattu 29.1.2024 <https://geoforum.fi/jhs-197-euref-fin-koordinaattijarjestelmat/>.

Karjalainen, U-M. & Kinnunen, L. 2023. Mittausperustan rakentaminen. Opinnäytetyö. Lapin ammattikorkeakoulu. Viitattu 16.1.2024 <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202303033018>.

Laurila, P. 2012. Mittaus- ja kartoitustekniikan perusteet. Rovaniemi: Rovaniemen ammattikorkeakoulu.

Liikennevirasto 2017. Liikenneviraston ohjeita 18/2017. Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot Mittausohje. Viitattu 29.1.2024 https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Liikennevirasto/lo_2017-18_maastotiedot_mittausohje_web.pdf.

Maanmittauslaitos 2024. FinnRef GNSS-asetat. Viitattu 7.3.2024 <https://www.maanmittauslaitos.fi/finnref>.

Palmunen, J. 2022. Mittausperustan mittaus, käyttö ja vaikutukset infrahankkeiden maastomittauksissa. Opinnäytetyö. Metropolia ammattikorkeakoulu. Viitattu 17.1.2024 <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2022052010781>.

Poutanen, M. 2016. Satelliittipaikannus. Ursan julkaisuja 152. Helsinki. Tähtitieteellinen yhdistys URSA.

Pätälä, T. 2017. Mittaussuunnitelma. EUREF-FIN -pisteverkkojen mittaaminen Lapin ammattikorkeakoulun kampusalueelle. Opinnäytetyö. Lapin ammattikorkeakoulu. Viitattu 31.1.2024 <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201703303927>.

LIITTEET

Liite 1. Maanmittauslaitoksen kiintopisteet

Liite 2. Esimerkki pisteselityskortista


Liite 3. RTK-mittausten mittausdata

Liite 4. Vaaitusraportti

Liite 1. Maanmittauslaitoksen kiintopisteet

Kiintopisteen numero:	06M6101A	Kiintopiste	
Kiintopisteen nimi:	SAVEENKYLÄ	Kiintopisteen numero:	81140R
Kunta:	Ilmajoki	Kiintopisteen nimi:	
Maastotarkistuksen päivämäärä:	3.8.2011	Kunta:	Ilmajoki
ETRS89-koordinaatit		ETRS89-koordinaatit	
Pisteen mitannut organisaatio:	Maanmittauslaitos	Pisteen mitannut organisaatio:	Ei mitattu
Viitenumero:	EF2P31	N (ETRS-TM35FIN):	6962345.0
Tasotarkkuusluokka:	2. luokka	E (ETRS-TM35FIN):	273445.6
N (ETRS-TM35FIN):	6961592.692	Lat (ETRS89):	62.721405 (62°43'17.05800")
E (ETRS-TM35FIN):	273788.196	Lon (ETRS89):	22.566887 (22°34'0.79320")
Lat (ETRS89):	62.714884361 (62°42'53.58370")	KKJ-koordinaatit	
Lon (ETRS89):	22.574576834 (22°34'28.47660")	Pisteen mitannut organisaatio:	Ei mitattu
Korkeus ellipsoidista (GRS80):	67.275	N60-korkeus	
KKJ-koordinaatit		Pisteen mitannut organisaatio:	Maanmittauslaitos
Pisteen mitannut organisaatio:	Maanmittauslaitos	Viitenumero:	HTV7.
Viitenumero:	2221.6	Korkeustarkkuusluokka:	3. luokka
Tasotarkkuusluokka:	3. luokka	H:	45.976
N:	6957554.189	N2000-korkeus	
E:	2427249.793	Pisteen mitannut organisaatio:	Maanmittauslaitos
N60-korkeus		Päivämäärä:	1.1.1981
Pisteen mitannut organisaatio:	Maanmittauslaitos	Viitenumero:	103A2
Päivämäärä:	1.1.2011	Korkeustarkkuusluokka:	3. luokka
Viitenumero:	9531.8	H:	46.386
Korkeustarkkuusluokka:	6. luokka	Muita tietoja	
H:	48.765	Yleislehtiäön karttalehti:	222201d
N2000-korkeus		TM35-karttalehti:	P3331F1
Pisteen mitannut organisaatio:	Maanmittauslaitos	GPS-sopivuus:	Ei tietoa
Päivämäärä:	1.1.2011	Keskusmerkin tyyppi ja alusta:	pultti rummussa
Viitenumero:	103A2	Kiintopisteen sijainti:	rautatiestä kaakkoon 4 metriä
Korkeustarkkuusluokka:	6. luokka	Sijainti maanpinnasta:	
H:	49.175	Lisätietoja:	Ylikäytävästä 39.5 m lounaaseen
Muita tietoja			
Yleislehtiäön karttalehti:	222201d	N2000-korkeus	
TM35-karttalehti:	P3331F1	Pisteen mitannut organisaatio:	Maanmittauslaitos
GPS-sopivuus:	Hyvä	Päivämäärä:	1.1.1995
Keskusmerkin tyyppi ja alusta:	pultti ja kolmio kivessä	Viitenumero:	103A2
Kiintopisteen sijainti:	tiestä koilliseen 27 metriä	Korkeustarkkuusluokka:	3. luokka
Sijainti maanpinnasta:	0.3	H:	75.901
Lisätietoja:	ajopolusta etelään 7.0m	Muita tietoja	
Kiintopiste		Yleislehtiäön karttalehti:	222204a
Kiintopisteen numero:	875167	TM35-karttalehti:	P3331E3
Kiintopisteen nimi:		GPS-sopivuus:	Ei tietoa
Kunta:	Ilmajoki	Keskusmerkin tyyppi ja alusta:	pultti kalliossa
ETRS89-koordinaatit		Kiintopisteen sijainti:	tiestä pohjoiseen 11.6 metriä
Pisteen mitannut organisaatio:	Ei mitattu	Sijainti maanpinnasta:	
N (ETRS-TM35FIN):	6955755.9	Lisätietoja:	
E (ETRS-TM35FIN):	277542.2		
Lat (ETRS89):	62.664937 (62°39'53.77320")		
Lon (ETRS89):	22.655444 (22°39'19.59840")		
KKJ-koordinaatit			
Pisteen mitannut organisaatio:	Ei mitattu		
N60-korkeus			
Pisteen mitannut organisaatio:	Maanmittauslaitos		
Viitenumero:	8751.6		
Korkeustarkkuusluokka:	3. luokka		
H:	75.475		

Liite 2. Esimerkki pisteselyskortista pisteeltä P1.



PISTESELYSKORTTI

Kunta: Ilmajoki
Kohde: Hannu kselantie

Pistenro: P1
Tyyppi: Pultti raunion kivijalassa

X=

6950991.447

Y=

23482092.599

Z=


72.625

Naapuripisteet:


nro	suunta (°)	matka (m)
P2	341.379	411.40
875167	69.143	265.37

Tasokoordinaattijärjestelmä: ETRS-GK23
Korkeusjärjestelmä N2000

Sijainti kartalla:



Valokuva pisteestä:



Liite 3. RTK-mittausten mittausdata.

	P1	X	Y	Z	KA 1.sarja	KA 2.sarja	KA 1+2	MAX-MiN ero		Hieman metsää, koivikkoo, pultti raunion kivijalassa
Sarja 1	1	6950991,421	23482092,602	72,526	6950991,428			0,018 X		10.5.2023 klo 10.24.29
	2	6950991,418	23482092,584	72,588	23482092,594			0,018 Y		10.5.2023 klo 10.22.18
	3	6950991,432	23482092,602	72,606	72,573			0,080 Z		10.5.2023 klo 10.29.31
	4	6950991,434	23482092,592	72,549						10.5.2023 klo 10.34.52
	5	6950991,436	23482092,592	72,596						10.5.2023 klo 10.42.42
Sarja 2	1	6950991,457	23482092,593	72,578		6950991,467	6950991,447	0,021 X		15.5.2023 klo 15.11.05
	2	6950991,461	23482092,608	72,586		23482092,603	23482092,599	0,016 Y		15.5.2023 klo 15.12.10
	3	6950991,476	23482092,609	72,584		72,585	72,579	0,015 Z		15.5.2023 klo 15.14.24
	4	6950991,478	23482092,606	72,593						15.5.2023 klo 15.16.21
	5	6950991,461	23482092,598	72,585						15.5.2023 klo 15.22.43
	P2	X	Y	Z	KA 1.sarja	KA 2.sarja	KA 1+2	MAX-MiN ero		Avoim peltoalue, pultti kaivonrenkaassa
Sarja 1	1	6951381,395	23481961,321	70,192	6951381,396			0,011 X		21.3.2023 klo 11.40.52
	2	6951381,405	23481961,320	70,193	23481961,317			0,009 Y		21.3.2023 klo 11.41.54
	3	6951381,394	23481961,316	70,189	70,193			0,008 Z		21.3.2023 klo 11.43.01
	4	6951381,394	23481961,314	70,195						21.3.2023 klo 11.43.55
	5	6951381,394	23481961,312	70,197						21.3.2023 klo 11.50.36
Sarja 2	1	6951381,399	23481961,314	70,198		6951381,403	6951381,400	0,011 X		21.3.2023 klo 14.55.45
	2	6951381,410	23481961,306	70,193		23481961,310	23481961,313	0,008 Y		21.3.2023 klo 14.56.29
	3	6951381,401	23481961,311	70,189		70,194	70,194	0,009 Z		21.3.2023 klo 14.57.23
	4	6951381,405	23481961,306	70,195						21.3.2023 klo 14.58.17
	5	6951381,400	23481961,311	70,194						21.3.2023 klo 14.59.09
	P3	X	Y	Z	KA 1.sarja	KA 2.sarja	KA 1+2	MAX-MiN ero		Avoim peltoalue, ojan reunassa putki lyöty maahan
Sarja 1	1	6951747,543	23481868,904	68,419	6951747,539			0,015 X		20.3.2023 klo 14.00.48
	2	6951747,545	23481868,893	68,418	23481868,895			0,013 Y		20.3.2023 klo 14.01.47
	3	6951747,540	23481868,896	68,421	68,420			0,005 Z		20.3.2023 klo 14.02.59
	4	6951747,535	23481868,893	68,423						20.3.2023 klo 14.04.13
	5	6951747,530	23481868,891	68,420						20.3.2023 klo 14.05.16
Sarja 2	1	6951747,519	23481868,887	68,402		6951747,524	6951747,531	0,014 X		20.3.2023 klo 14.52.15
	2	6951747,519	23481868,884	68,420		23481868,884	23481868,890	0,007 Y		20.3.2023 klo 14.53.33
	3	6951747,525	23481868,886	68,408		68,409	68,415	0,027 Z		20.3.2023 klo 14.54.33
	4	6951747,533	23481868,880	68,395						20.3.2023 klo 14.55.43
	5	6951747,524	23481868,882	68,422						20.3.2023 klo 14.56.47
	P4	X	Y	Z	KA 1.sarja	KA 2.sarja	KA 1+2	MAX-MiN ero		Avoim peltoalue, ojan reunassa sähkölinjan alla putki lyöty maahan
Sarja 1	1	6952348,609	23481780,811	66,854	6952348,616			0,012 X		20.3.2023 klo 13.34.42
	2	6952348,616	23481780,810	66,849	23481780,816			0,015 Y		20.3.2023 klo 13.35.52
	3	6952348,621	23481780,818	66,846	66,850			0,008 Z		20.3.2023 klo 13.37.07
	4	6952348,616	23481780,825	66,853						20.3.2023 klo 13.38.13
	5	6952348,620	23481780,817	66,850						20.3.2023 klo 13.39.31
Sarja 2	1	6952348,601	23481780,798	66,842		6952348,603	6952348,610	0,006 X		20.3.2023 klo 14.29.10
	2	6952348,603	23481780,790	66,849		23481780,795	23481780,806	0,008 Y		20.3.2023 klo 14.30.14
	3	6952348,601	23481780,795	66,836		66,840	66,845	0,019 Z		20.3.2023 klo 14.31.21
	4	6952348,607	23481780,798	66,830						20.3.2023 klo 14.32.27
	5	6952348,605	23481780,794	66,842						20.3.2023 klo 14.33.34
	P5	X	Y	Z	KA 1.sarja	KA 2.sarja	KA 1+2	MAX-MiN ero		Metsää tien toisella puolella. Kuivaajan vieressä, sähkötolpan alla putki
Sarja 1	1	6952585,173	23481500,38	65,407	6952585,176			0,010 X		13.6.2023 klo 14.02.06
	2	6952585,177	23481500,38	65,421	23481500,382			0,002 Y		13.6.2023 klo 14.03.27
	3	6952585,178	23481500,38	65,428	65,409			0,036 Z		13.6.2023 klo 14.05.05
	4	6952585,182	23481500,38	65,397						13.6.2023 klo 14.06.46
	5	6952585,172	23481500,38	65,392						13.6.2023 klo 14.10.21
Sarja 2	1	6952585,174	23481500,37	65,443		6952585,176	6952585,176	0,016 X		14.6.2023 klo 13.03.10
	2	6952585,175	23481500,36	65,422		23481500,369	23481500,376	0,010 Y		14.6.2023 klo 13.04.53
	3	6952585,169	23481500,37	65,404		65,421	65,415	0,039 Z		14.6.2023 klo 13.20.55
	4	6952585,176	23481500,37	65,414						14.6.2023 klo 13.21.52
	5	6952585,185	23481500,37	65,424						14.6.2023 klo 13.22.47
	P6	X	Y	Z	KA 1.sarja	KA 2.sarja	KA 1+2	MAX-MiN ero		Avoim peltoalue, putki lyöty sähkötolpan viereen
Sarja 1	1	6952735,052	23481204,998	65,112	6952735,052			0,016 X		21.3.2023 klo 12.07.43
	2	6952735,048	23481205,004	65,114	23481205,005			0,011 Y		21.3.2023 klo 12.08.47
	3	6952735,045	23481205,007	65,108	65,112			0,010 Z		21.3.2023 klo 12.09.59
	4	6952735,054	23481205,009	65,109						21.3.2023 klo 12.11.17
	5	6952735,061	23481205,009	65,118						21.3.2023 klo 12.12.35
Sarja 2	1	6952735,049	23481205,010	65,111		6952735,050	6952735,051	0,002 X		21.3.2023 klo 14.46.33
	2	6952735,050	23481205,011	65,106		23481205,009	23481205,007	0,018 Y		21.3.2023 klo 14.47.33
	3	6952735,050	23481204,999	65,119		65,113	65,113	0,013 Z		21.3.2023 klo 14.48.25
	4	6952735,050	23481205,010	65,114						21.3.2023 klo 14.49.20
	5	6952735,051	23481205,017	65,115						21.3.2023 klo 14.50.16

	P7	X	Y	Z	KA 1.sarja	KA 2.sarja	KA 1+2	MAX-MiN ero		Metsää hieman toisella puolella, pellon reunassa putki löyty maahan
Sarja 1	1	6952912,993	23480824,151	64,431	6952912,990			0,017 X		21.3.2023 klo 12.32.53
	2	6952912,988	23480824,152	64,418	23480824,148			0,014 Y		21.3.2023 klo 12.34.44
	3	6952912,988	23480824,149	64,428	64,430			0,024 Z		21.3.2023 klo 12.35.58
	4	6952912,998	23480824,148	64,432						21.3.2023 klo 12.37.07
	5	6952912,981	23480824,138	64,442						21.3.2023 klo 12.38.12
Sarja 2	1	6952912,975	23480824,173	64,401		6952912,976	6952912,983	0,014 X		21.3.2023 klo 14.37.55
	2	6952912,984	23480824,173	64,424		23480824,174	23480824,161	0,009 Y		21.3.2023 klo 14.38.48
	3	6952912,977	23480824,174	64,436		64,420	64,425	0,035 Z		21.3.2023 klo 14.40.08
	4	6952912,970	23480824,179	64,414						21.3.2023 klo 14.41.00
	5	6952912,972	23480824,170	64,424						21.3.2023 klo 14.41.51
	P8	X	Y	Z	KA 1.sarja	KA 2.sarja	KA 1+2	MAX-MiN ero		Metsän ja pellon reunassa maakivessä pultti
Sarja 1	1	6953141,016	23480442,841	62,228		6953141,017		0,019 X		24.3.2023 klo 11.09.06
	2	6953141,026	23480442,849	62,257		23480442,838		0,018 Y		24.3.2023 klo 11.11.48
	3	6953141,007	23480442,832	62,234		62,242		0,029 Z		24.3.2023 klo 11.19.52
	4	6953141,023	23480442,831	62,245						24.3.2023 klo 11.21.31
	5	6953141,013	23480442,835	62,247						24.3.2023 klo 11.23.04
Sarja 2	1	6953140,993	23480442,816	62,241	6953141,003		6953141,010	0,016 X		24.3.2023 klo 14.35.27
	2	6953141,004	23480442,826	62,233	23480442,825		23480442,831	0,016 Y		24.3.2023 klo 14.36.39
	3	6953141,009	23480442,825	62,237	62,232		62,237	0,026 Z		24.3.2023 klo 14.40.17
	4	6953140,999	23480442,825	62,215						24.3.2023 klo 14.41.52
	5	6953141,008	23480442,832	62,236						24.3.2023 klo 14.43.21
	P9	X	Y	Z	KA 1.sarja	KA 2.sarja	KA 1+2	MAX-MiN ero		Avoin peltoalue, sähkölinjan betonipilarissa pultti
Sarja 1	1	6953508,031	23480158,349	60,916		6953508,029	6953508,029	0,005 X		14.3.2023 klo 14.38.33
	2	6953508,029	23480158,349	60,917		23480158,347	23480158,347	0,012 Y		14.3.2023 klo 14.39.18
	3	6953508,031	23480158,340	60,917		60,923	60,923	0,018 Z		14.3.2023 klo 14.40.07
	4	6953508,026	23480158,352	60,934						14.3.2023 klo 14.40.59
	5	6953508,030	23480158,346	60,929						14.3.2023 klo 14.41.47
Sarja 2	1	6953508,061	23480158,359	60,931	6953508,059		6953508,044	0,014 X		24.3.2023 klo 11.30.34
	2	6953508,066	23480158,360	60,932	23480158,364		23480158,36	0,016 Y		24.3.2023 klo 11.31.37
	3	6953508,057	23480158,372	60,911	60,927		60,925	0,026 Z		24.3.2023 klo 11.33.12
	4	6953508,060	23480158,373	60,926						24.3.2023 klo 11.35.06
	5	6953508,052	23480158,357	60,937						24.3.2023 klo 11.36.39
	P10	X	Y	Z	KA 1.sarja	KA 2.sarja	KA 1+2	MAX-MiN ero		Avoin peltoalue, putki kivipyykin takana
Sarja 1	1	6953927,703	23479822,6	62,057	6953927,706			0,007 X		22.3.2023 klo 11.52.26
	2	6953927,708	23479822,6	62,059	23479822,604			0,013 Y		22.3.2023 klo 11.53.21
	3	6953927,704	23479822,61	62,071	62,064			0,014 Z		22.3.2023 klo 11.54.15
	4	6953927,706	23479822,6	62,061						22.3.2023 klo 11.55.24
	5	6953927,71	23479822,61	62,07						22.3.2023 klo 11.56.32
Sarja 2	1	6953927,703	23479822,59	62,076	6953927,692		6953927,699	0,015 X		27.3.2023 klo 14.57.02
	2	6953927,689	23479822,6	62,057	23479822,595		23479822,6	0,007 Y		27.3.2023 klo 14.57.43
	3	6953927,689	23479822,6	62,063	62,061		62,0625	0,037 Z		27.3.2023 klo 14.58.50
	4	6953927,688	23479822,6	62,072						27.3.2023 klo 15.00.00
	5	6953927,693	23479822,59	62,039						27.3.2023 klo 15.01.04
	P11	X	Y	Z	KA 1.sarja	KA 2.sarja	KA 1+2	MAX-MiN ero		Hakkiolla, pultti maakivessä
Sarja 1	1	6954230,579	23479616,841	64,913	6954230,571			0,016 X		13.3.2023 klo 14.40.13
	2	6954230,569	23479616,830	64,932	23479616,830			0,019 Y		13.3.2023 klo 14.41.17
	3	6954230,563	23479616,823	64,922	64,919			0,026 Z		13.3.2023 klo 14.42.11
	4	6954230,575	23479616,822	64,920						13.3.2023 klo 14.43.06
	5	6954230,569	23479616,836	64,906						13.3.2023 klo 14.44.12
Sarja 2	1	6954230,601	23479616,851	64,932	6954230,601		6954230,586	0,019 X		24.3.2023 klo 12.00.20
	2	6954230,595	23479616,840	64,937	23479616,845		23479616,84	0,011 Y		24.3.2023 klo 12.01.26
	3	6954230,590	23479616,843	64,960	64,946		64,9325	0,028 Z		24.3.2023 klo 12.03.02
	4	6954230,609	23479616,841	64,952						24.3.2023 klo 12.04.27
	5	6954230,608	23479616,849	64,951						24.3.2023 klo 12.06.58
	P12	X	Y	Z	KA 1.sarja	KA 2.sarja	KA 1+2	MAX-MiN ero		Hakkiolla, pultti maakivessä
Sarja 1	1	6954691,207	23479289,066	61,128		6954691,201	6954691,201	0,012 X		22.3.2023 klo 14.15.24
	2	6954691,201	23479289,065	61,128		23479289,064	23479289,064	0,006 Y		22.3.2023 klo 14.16.12
	3	6954691,200	23479289,062	61,102		61,114	61,114	0,031 Z		22.3.2023 klo 14.17.05
	4	6954691,195	23479289,061	61,097						22.3.2023 klo 14.17.52
	5	6954691,200	23479289,067	61,117						22.3.2023 klo 14.18.40
Sarja 2	1	6954691,195	23479289,068	61,147	6954691,200		6954691,2	0,007 X		24.3.2023 klo 12.11.17
	2	6954691,199	23479289,072	61,144	23479289,071		23479289,07	0,004 Y		24.3.2023 klo 12.12.31
	3	6954691,202	23479289,070	61,144	61,145		61,1299	0,012 Z		24.3.2023 klo 12.13.40
	4	6954691,202	23479289,072	61,152						24.3.2023 klo 12.14.55
	5	6954691,201	23479289,071	61,140						24.3.2023 klo 12.16.15

	P13	X	Y	Z	KA 1.sarja	KA 2.sarja	KA 1+2	MAX-MiN ero		Hakkiolla, putki lyöty maahan
Sarja 1	1	6954892,462	23479131,683	58,284	6954892,466			0,007	X	24.3.2023 klo 12.20.39
	2	6954892,467	23479131,672	58,293	23479131,675			0,014	Y	24.3.2023 klo 12.21.28
	3	6954892,467	23479131,677	58,272	58,289			0,029	Z	24.3.2023 klo 12.22.36
	4	6954892,467	23479131,669	58,301						24.3.2023 klo 12.23.47
	5	6954892,469	23479131,674	58,297						24.3.2023 klo 12.25.04
Sarja 2	1	6954892,462	23479131,683	58,298		6954892,465	6954892,466	0,009	X	24.3.2023 klo 14.22.45
	2	6954892,469	23479131,672	58,297		23479131,675	23479131,675	0,013	Y	24.3.2023 klo 14.23.34
	3	6954892,469	23479131,676	58,297		58,297	58,293	0,005	Z	24.3.2023 klo 14.24.35
	4	6954892,460	23479131,675	58,299						24.3.2023 klo 14.25.44
	5	6954892,464	23479131,670	58,294						24.3.2023 klo 14.27.11
	P14	X	Y	Z	KA 1.sarja	KA 2.sarja	KA 1+2	MAX-MiN ero		Pultti lyöty maahan, laskuojan reunassa
Sarja 1	1	6955268,595	23478756,055	55,225	6955268,588			0,018	X	22.3.2023 klo 12.39.08
	2	6955268,578	23478756,043	55,230	23478756,049			0,012	Y	22.3.2023 klo 12.40.11
	3	6955268,585	23478756,049	55,229	55,221			0,024	Z	22.3.2023 klo 12.41.07
	4	6955268,588	23478756,050	55,214						22.3.2023 klo 12.41.55
	5	6955268,596	23478756,049	55,206						22.3.2023 klo 12.42.39
Sarja 2	1	6955268,593	23478756,051	55,221		6955268,600	6955268,594	0,014	X	22.3.2023 klo 13.58.15
	2	6955268,599	23478756,051	55,217		23478756,052	23478756,051	0,012	Y	22.3.2023 klo 13.59.16
	3	6955268,600	23478756,051	55,219		55,236	55,228	0,044	Z	22.3.2023 klo 14.00.12
	4	6955268,607	23478756,060	55,260						22.3.2023 klo 14.01.14
	5	6955268,603	23478756,048	55,261						22.3.2023 klo 14.02.05
	P15	X	Y	Z	KA 1.sarja	KA 2.sarja	KA 1+2	MAX-MiN ero		Pultti maakivessä, tien reunassa
Sarja 1	1	6955634,065	23478488,055	56,060	6955634,073			0,013	X	24.3.2023 klo 12.30.13
	2	6955634,067	23478488,048	56,057	23478488,053			0,015	Y	24.3.2023 klo 12.35.51
	3	6955634,076	23478488,059	56,064	56,077			0,051	Z	24.3.2023 klo 12.32.09
	4	6955634,078	23478488,059	56,096						24.3.2023 klo 12.38.11
	5	6955634,077	23478488,044	56,108						24.3.2023 klo 12.40.05
Sarja 2	1	6955634,074	23478488,026	56,066		6955634,072	6955634,072	0,011	X	24.3.2023 klo 14.12.02
	2	6955634,073	23478488,039	56,055		23478488,032	23478488,042	0,013	Y	24.3.2023 klo 14.13.04
	3	6955634,073	23478488,036	56,072		56,063	56,070	0,017	Z	24.3.2023 klo 14.14.30
	4	6955634,076	23478488,028	56,059						24.3.2023 klo 14.15.45
	5	6955634,065	23478488,030	56,065						24.3.2023 klo 14.17.11

Liite 4. Vaaitusraportti.

Vaaitusraportti

Tuotu tiedosto: [HANNUI_alku_raaka.DAT](#)

Koje: DiNi

Luonnasetus: Delta korkeudet

Kuvauksen käyttö: Lajikoodit

Jono -2 Raakahavainnot

Keskivirhe per km kaksisuuntaisessa vaaituksessa: 0.00070 m

Keskivirhe per kääntö / pystytys: 0.00000 m

Raaka sulkuvirhe: -0.00940 m

Σ Taakke-etsiätydet: 378.100 m

Σ Eteen-etsiätydet: 494.494 m

Jonon pituus: 872.593 m

Pelkistys: Tasoitetut arvot

Luo	Pisteen ID	Taakkehavainto	KK	IS	Eteen havainto	A Korkeus:(ortom)	Raakakorkeus:(ortom)	Korjaus	Tas. korkeus	Tyyppi	Etsiätyys	Kuvaus
<input checked="" type="checkbox"/>	K2	<input checked="" type="checkbox"/> 0.55967 m	49,73471 m			0.00000 m	49.17500 m	0.00000 m	49.17500 m	Kontrollipiste	32.728 m	13
	K2	<input checked="" type="checkbox"/> 0.55974 m									32.724 m	13
<input type="checkbox"/>	1				<input checked="" type="checkbox"/> 1.87880 m	-1.31907 m	47.85593 m	0.00070 m	47.85663 m	Lasketut	32.668 m	2
	1				<input checked="" type="checkbox"/> 1.87875 m						32.630 m	2
	1	<input checked="" type="checkbox"/> 0.66362 m	48.51950 m								47.000 m	2
	1	<input checked="" type="checkbox"/> 0.66352 m									46.973 m	2
<input type="checkbox"/>	2				<input checked="" type="checkbox"/> 1.72423 m	-1.06048 m	46.79545 m	0.00219 m	46.79764 m	Lasketut	91.043 m	2
	2				<input checked="" type="checkbox"/> 1.72387 m						90.883 m	2
	2	<input checked="" type="checkbox"/> 0.98471 m	47.78030 m								80.076 m	2
	2	<input checked="" type="checkbox"/> 0.98498 m									80.136 m	2
<input type="checkbox"/>	3				<input checked="" type="checkbox"/> 1.41964 m	-0.43474 m	46.36072 m	0.00396 m	46.36467 m	Lasketut	84.001 m	2
	3				<input checked="" type="checkbox"/> 1.41952 m						84.208 m	2
	3	<input checked="" type="checkbox"/> 1.21550 m	47.57652 m								71.860 m	2

3	<input checked="" type="checkbox"/>	1.21611 m								71.736 m	2	
<input type="checkbox"/>	4			<input checked="" type="checkbox"/>	1.35832 m	-0.14271 m	46.21801 m	0.00565 m	46.22366 m	Lasketut	85.038 m	2
	4			<input checked="" type="checkbox"/>	1.35870 m						84.938 m	2
	4	<input checked="" type="checkbox"/>	1.27947 m	47.49747 m							38.325 m	2
	4	<input checked="" type="checkbox"/>	1.27944 m								38.307 m	2
<input checked="" type="checkbox"/>	P18			<input checked="" type="checkbox"/>	1.43420 m	-0.15470 m	46.06332 m	0.00649 m	46.06980 m	Lasketut	39.776 m	13
	P18			<input checked="" type="checkbox"/>	1.43410 m						39.771 m	13
	P18	<input checked="" type="checkbox"/>	1.61673 m	47.68014 m							43.701 m	13
	P18	<input checked="" type="checkbox"/>	1.61692 m								43.728 m	13
<input checked="" type="checkbox"/>	6			<input checked="" type="checkbox"/>	1.51237 m	0.10421 m	46.16753 m	0.00796 m	46.17549 m	Lasketut	92.938 m	2
	6			<input checked="" type="checkbox"/>	1.51286 m						93.066 m	2
	6	<input checked="" type="checkbox"/>	1.13015 m	47.29775 m							64.475 m	2
	6	<input checked="" type="checkbox"/>	1.13030 m								64.430 m	2
<input checked="" type="checkbox"/>	K1			<input checked="" type="checkbox"/>	0.92115 m	0.20908 m	46.37660 m	0.00940 m	46.38600 m	Kontrollipiste	69.078 m	13
	K1			<input checked="" type="checkbox"/>	0.92115 m						68.949 m	13

Vaaitusjono - 2 (N1) Pelkistetyt havainnot

Havainto	Status	Raaka A korkeus(ortom)	Korjaus	Lopullinen A korkeus(ortom)	Pystytykset	Pituus	Σ Taakselukemat	Σ Eteenlukemat	Keskivirhe
K2-P18 (E1)	Sallittu	-3.11169 m	0.00649 m	-3.10520 m	5	602.411 m	4.70338 m	7.81507 m	0.00054 m
P18-6 (E2)	Sallittu	0.10421 m	0.00147 m	0.10568 m	1	136.717 m	1.61683 m	1.51262 m	0.00026 m
6-K1 (E3)	Sallittu	0.20908 m	0.00144 m	0.21051 m	1	133.466 m	1.13023 m	0.92115 m	0.00026 m

Vaaitusjono - 2 (N1) Pelkistetyt koordinaatit

Pisteen ID	Status	Korkeus
K2	Sallittu	49.17500 m
K1	Sallittu	46.38600 m

Vaaitusraportti

Tuotu tiedosto: [HANNU2_loppu_raaka.DAT](#)

Koje: D&N
 Luontiasetus: Korkeuskoordinaatit
 Kuvauksen käyttö: Lajikoodit

Jono -3 Raakahavainnot

Keskivirhe per km kaksisuuntaisessa vaaituksessa: 0.00070 m
 Keskivirhe per kääntö / pystytys: 0.00000 m
 Raaka sulkuvirhe: -0.01339 m
 Σ Taakse-ettisyydet: 3647.8360 m
 Σ Eteen-ettisyydet: 4030.0885 m
 Jonon pituus: 7677.9245 m
 Pelkistys: Tasoitetut arvot

Luo	Pisteen ID	Taaksehavainto	KK	IS	Eteen havainto	A Korkeus(ortom)	Raakakorkeus(ortom)	Korjaus	Tas. korkeus	Tyyppi	Etäisyys	Kuvaus
<input checked="" type="checkbox"/>	K2	<input checked="" type="checkbox"/> 1.89118 m	51.06623 m			0.00000 m	49.17500 m	0.00000 m	49.17500 m	Kontrollipiste	49.2360 m	13
	K2	<input checked="" type="checkbox"/> 1.89127 m									49.2240 m	13
<input type="checkbox"/>	1				<input checked="" type="checkbox"/> 0.19177 m	1.69944 m	50.87444 m	0.00012 m	50.87456 m	Lasketut	22.3580 m	2
	1				<input checked="" type="checkbox"/> 0.19181 m						22.3620 m	2
	1	<input checked="" type="checkbox"/> 1.75005 m	52.62455 m								43.4000 m	2
	1	<input checked="" type="checkbox"/> 1.75018 m									43.4490 m	2
<input type="checkbox"/>	2				<input checked="" type="checkbox"/> 0.65886 m	1.09086 m	51.96530 m	0.00032 m	51.96561 m	Lasketut	66.5450 m	2
	2				<input checked="" type="checkbox"/> 0.65965 m						66.3680 m	2
	2	<input checked="" type="checkbox"/> 1.71366 m	53.67907 m								29.9830 m	2
	2	<input checked="" type="checkbox"/> 1.71388 m									29.9880 m	2
<input checked="" type="checkbox"/>	P17				<input checked="" type="checkbox"/> 1.55980 m	0.15402 m	52.11932 m	0.00042 m	52.11973 m	Lasketut	27.7280 m	13
	P17				<input checked="" type="checkbox"/> 1.55970 m						27.7250 m	13
	P17	<input checked="" type="checkbox"/> 1.55534 m	53.67461 m								28.7100 m	13

	P17	<input checked="" type="checkbox"/>	1.55524 m									28,7150 m	13
<input type="checkbox"/>	5				<input checked="" type="checkbox"/>	0,56208 m	0,99311 m	53,11242 m	0,00064 m	53,11306 m	Lasketur	98,4490 m	2
	5				<input checked="" type="checkbox"/>	0,56229 m						98,5310 m	2
	5	<input checked="" type="checkbox"/>	1,59662 m	54,70913 m								69,4690 m	2
	5	<input checked="" type="checkbox"/>	1,59680 m									69,4110 m	2
<input type="checkbox"/>	6				<input checked="" type="checkbox"/>	0,16748 m	1,42926 m	54,54168 m	0,00090 m	54,54257 m	Lasketur	78,0440 m	2
	6				<input checked="" type="checkbox"/>	0,16743 m						78,0540 m	2
	6	<input checked="" type="checkbox"/>	1,70994 m	56,25167 m								26,0870 m	2
	6	<input checked="" type="checkbox"/>	1,71004 m									26,0510 m	2
<input type="checkbox"/>	7				<input checked="" type="checkbox"/>	0,17870 m	1,53137 m	56,07304 m	0,00100 m	56,07404 m	Lasketur	35,1150 m	2
	7				<input checked="" type="checkbox"/>	0,17855 m						35,1320 m	2
	7	<input checked="" type="checkbox"/>	1,64079 m	57,71403 m								34,9410 m	2
	7	<input checked="" type="checkbox"/>	1,64118 m									34,9420 m	2
<input type="checkbox"/>	8				<input checked="" type="checkbox"/>	0,47591 m	1,16502 m	57,23806 m	0,00110 m	57,23916 m	Lasketur	19,0970 m	2
	8				<input checked="" type="checkbox"/>	0,47602 m						19,1000 m	2
	8	<input checked="" type="checkbox"/>	1,76117 m	58,99927 m								15,9850 m	2
	8	<input checked="" type="checkbox"/>	1,76124 m									15,9830 m	2
<input type="checkbox"/>	9				<input checked="" type="checkbox"/>	0,20748 m	1,55377 m	58,79183 m	0,00115 m	58,79298 m	Lasketur	14,4020 m	2
	9				<input checked="" type="checkbox"/>	0,20740 m						14,4130 m	2
	9	<input checked="" type="checkbox"/>	1,69517 m	60,48702 m								11,6090 m	2
	9	<input checked="" type="checkbox"/>	1,69522 m									11,6100 m	2
<input type="checkbox"/>	10				<input checked="" type="checkbox"/>	0,44979 m	1,24541 m	60,03724 m	0,00119 m	60,03842 m	Lasketur	10,1230 m	2
	10				<input checked="" type="checkbox"/>	0,44978 m						10,1230 m	2
	10	<input checked="" type="checkbox"/>	1,77545 m	61,81303 m								31,3230 m	2
	10	<input checked="" type="checkbox"/>	1,77613 m									31,3470 m	2
<input checked="" type="checkbox"/>	P16				<input checked="" type="checkbox"/>	0,41633 m	1,35949 m	61,39673 m	0,00129 m	61,39802 m	Lasketur	28,6710 m	13
	P16				<input checked="" type="checkbox"/>	0,41627 m						28,6590 m	13
	P16	<input checked="" type="checkbox"/>	0,03014 m	61,42704 m								76,2920 m	13
	P16	<input checked="" type="checkbox"/>	0,03049 m									76,3620 m	13
<input type="checkbox"/>	50				<input checked="" type="checkbox"/>	1,92807 m	-1,89777 m	59,49896 m	0,00150 m	59,50046 m	Lasketur	42,6310 m	2
	50				<input checked="" type="checkbox"/>	1,92809 m						42,6530 m	2
	50	<input checked="" type="checkbox"/>	0,23724 m	59,73613 m								59,9150 m	2
	50	<input checked="" type="checkbox"/>	0,23709 m									59,9110 m	2

<input type="checkbox"/>	S1			<input checked="" type="checkbox"/> 1.93152 m	-1.69426 m	57.80471 m	0.00170 m	57.80640 m	Lasketut	52.5080 m	2
	S1			<input checked="" type="checkbox"/> 1.93132 m						52.4320 m	2
	S1	<input checked="" type="checkbox"/> 0.73406 m	58.53861 m							55.5150 m	2
	S1	<input checked="" type="checkbox"/> 0.73374 m								55.5130 m	2
<input type="checkbox"/>	S2			<input checked="" type="checkbox"/> 1.83689 m	-1.10288 m	56.70183 m	0.00188 m	56.70371 m	Lasketut	51.0620 m	2
	S2			<input checked="" type="checkbox"/> 1.83666 m						51.0720 m	2
	S2	<input checked="" type="checkbox"/> 0.62028 m	57.32206 m							52.0550 m	2
	S2	<input checked="" type="checkbox"/> 0.62017 m								52.0690 m	2
<input checked="" type="checkbox"/>	P15			<input checked="" type="checkbox"/> 1.25464 m	-0.63439 m	56.06744 m	0.00205 m	56.06949 m	Lasketut	42.3230 m	13
	P15			<input checked="" type="checkbox"/> 1.25459 m						42.3170 m	13
	P15	<input type="checkbox"/> 0.60264 m	56.67021 m							39.2790 m	####
	P15	<input type="checkbox"/> 0.60246 m								39.2590 m	####
<input type="checkbox"/>	S5			<input type="checkbox"/> 1.72388 m	-1.12114 m	54.94631 m	0.00228 m	54.94859 m	Lasketut	95.0130 m	####
	S5			<input type="checkbox"/> 1.72523 m						94.8620 m	####
	P15	<input checked="" type="checkbox"/> 0.60269 m								39.2520 m	13
	P15	<input checked="" type="checkbox"/> 0.60284 m								39.2490 m	13
	S5			<input checked="" type="checkbox"/> 1.72411 m						94.9390 m	2
	S5			<input checked="" type="checkbox"/> 1.72369 m						95.1500 m	2
	S5	<input checked="" type="checkbox"/> 1.82048 m	56.76690 m							82.5260 m	2
	S5	<input checked="" type="checkbox"/> 1.82070 m								82.5130 m	2
<input type="checkbox"/>	S6			<input checked="" type="checkbox"/> 1.18410 m	0.63667 m	55.58297 m	0.00259 m	55.58556 m	Lasketut	94.9330 m	2
	S6			<input checked="" type="checkbox"/> 1.18375 m						95.3490 m	2
	S6	<input checked="" type="checkbox"/> 1.19556 m	56.77868 m							90.8470 m	2
	S6	<input checked="" type="checkbox"/> 1.19586 m								90.6230 m	2
<input type="checkbox"/>	S7			<input checked="" type="checkbox"/> 1.21094 m	-0.01543 m	55.56755 m	0.00283 m	55.57037 m	Lasketut	46.2780 m	2
	S7			<input checked="" type="checkbox"/> 1.21133 m						46.3030 m	2
	S7	<input checked="" type="checkbox"/> 1.30838 m	56.87596 m							5.9150 m	2
	S7	<input checked="" type="checkbox"/> 1.30844 m								5.9110 m	2
<input checked="" type="checkbox"/>	P14			<input checked="" type="checkbox"/> 1.62536 m	-0.31689 m	55.25066 m	0.00286 m	55.25352 m	Lasketut	13.8700 m	13
	P14			<input checked="" type="checkbox"/> 1.62523 m						13.8560 m	13
	P14	<input checked="" type="checkbox"/> 1.85545 m	57.10598 m							45.3940 m	13
	P14	<input checked="" type="checkbox"/> 1.85518 m								45.4230 m	13
<input type="checkbox"/>	S9			<input checked="" type="checkbox"/> 1.52076 m	0.33461 m	55.58527 m	0.00308 m	55.58834 m	Lasketut	78.1460 m	2
	S9			<input checked="" type="checkbox"/> 1.52066 m						78.1890 m	2

59	<input type="checkbox"/>	1.25182 m	56.83795 m							85.6340 m	####	
59	<input type="checkbox"/>	1.25110 m								85.9120 m	####	
60	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	1.63086 m	-0.42195 m	55.16332 m	0.00333 m	55.16665 m	Lasketur	61.9480 m	####
60				<input type="checkbox"/>	1.63134 m						61.9730 m	####
59		<input checked="" type="checkbox"/>	1.25315 m								86.1980 m	2
59		<input checked="" type="checkbox"/>	1.25222 m								85.7560 m	2
60				<input checked="" type="checkbox"/>	1.67457 m						59.5510 m	2
60				<input checked="" type="checkbox"/>	1.67470 m						59.6060 m	2
60		<input checked="" type="checkbox"/>	0.33519 m	55.49842 m							42.7280 m	2
60		<input checked="" type="checkbox"/>	0.33502 m								42.6860 m	2
61	<input type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	1.06955 m	-0.73424 m	54.42908 m	0.00359 m	54.43266 m	Lasketur	104.5460 m	2
61				<input checked="" type="checkbox"/>	1.06914 m						103.5940 m	2
61		<input checked="" type="checkbox"/>	1.80442 m	56.23347 m							12.0490 m	2
61		<input checked="" type="checkbox"/>	1.80436 m								12.0640 m	2
62	<input type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	0.40622 m	1.39826 m	55.82734 m	0.00364 m	55.83098 m	Lasketur	17.2740 m	2
62				<input checked="" type="checkbox"/>	0.40604 m						17.2750 m	2
62		<input checked="" type="checkbox"/>	1.84768 m	57.67496 m							14.6270 m	2
62		<input checked="" type="checkbox"/>	1.84757 m								14.6310 m	2
63	<input type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	0.28030 m	1.56736 m	57.39469 m	0.00371 m	57.39840 m	Lasketur	22.5270 m	2
63				<input checked="" type="checkbox"/>	0.28024 m						22.5260 m	2
63		<input checked="" type="checkbox"/>	1.83689 m	59.23158 m							21.9510 m	2
63		<input checked="" type="checkbox"/>	1.83688 m								21.9510 m	2
<input checked="" type="checkbox"/>	P13			<input checked="" type="checkbox"/>	0.92775 m	0.90915 m	58.30384 m	0.00380 m	58.30764 m	Lasketur	30.4130 m	13
	P13			<input checked="" type="checkbox"/>	0.92772 m						30.4240 m	13
	P13	<input checked="" type="checkbox"/>	1.68826 m	59.99209 m							19.6620 m	13
	P13	<input checked="" type="checkbox"/>	1.68824 m								19.6550 m	13
65	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	1.00660 m	0.66243 m	58.96627 m	0.00394 m	58.97021 m	Lasketur	67.8040 m	####
65				<input checked="" type="checkbox"/>	1.02585 m						60.8560 m	2
65				<input checked="" type="checkbox"/>	1.02579 m						60.9300 m	2
65		<input checked="" type="checkbox"/>	1.79732 m	60.76374 m							57.7310 m	2
65		<input checked="" type="checkbox"/>	1.79761 m								57.6820 m	2
66	<input type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	1.06670 m	0.73102 m	59.69729 m	0.00416 m	59.70145 m	Lasketur	71.8940 m	2
66				<input checked="" type="checkbox"/>	1.06620 m						71.8210 m	2

	66	<input checked="" type="checkbox"/>	1.58584 m	61.28308 m															30.4960 m	2
	66	<input checked="" type="checkbox"/>	1.58574 m																30.4650 m	2
<input checked="" type="checkbox"/>	P12				<input checked="" type="checkbox"/>	0.14461 m	1.44145 m	61.13873 m	0.00425 m	61.14298 m	Lasketut							20.9310 m	13	
	P12				<input checked="" type="checkbox"/>	0.14408 m												21.0090 m	13	
	P12	<input checked="" type="checkbox"/>	0.38353 m	61.52208 m														21.6450 m	13	
	P12	<input checked="" type="checkbox"/>	0.38317 m															21.7560 m	13	
<input type="checkbox"/>	70				<input checked="" type="checkbox"/>	1.29206 m	-0.90904 m	60.22970 m	0.00446 m	60.23415 m	Lasketut							96.6020 m	2	
	70				<input checked="" type="checkbox"/>	1.29271 m												96.2980 m	2	
	70	<input checked="" type="checkbox"/>	1.06149 m	61.29118 m														73.6800 m	2	
	70	<input checked="" type="checkbox"/>	1.06148 m															73.8620 m	2	
<input type="checkbox"/>	71				<input checked="" type="checkbox"/>	0.78438 m	0.27733 m	60.50702 m	0.00471 m	60.51173 m	Lasketut							68.3920 m	2	
	71				<input checked="" type="checkbox"/>	0.78394 m												68.5120 m	2	
	71	<input checked="" type="checkbox"/>	1.58429 m	62.09123 m														28.7360 m	2	
	71	<input checked="" type="checkbox"/>	1.58412 m															28.7500 m	2	
<input type="checkbox"/>	72				<input checked="" type="checkbox"/>	0.27530 m	1.30852 m	61.81554 m	0.00488 m	61.82042 m	Lasketut							72.9720 m	2	
	72				<input checked="" type="checkbox"/>	0.27608 m												72.9730 m	2	
	72	<input checked="" type="checkbox"/>	1.89182 m	63.70716 m														65.2720 m	2	
	72	<input checked="" type="checkbox"/>	1.89143 m															65.1410 m	2	
<input type="checkbox"/>	73				<input type="checkbox"/>	0.24995 m	1.56744 m	63.38297 m	0.00510 m	63.38807 m	Lasketut							71.0090 m	####	
	73				<input checked="" type="checkbox"/>	0.32441 m												57.8600 m	2	
	73				<input checked="" type="checkbox"/>	0.32397 m												57.9520 m	2	
	73	<input checked="" type="checkbox"/>	1.88579 m	65.26897 m														55.7120 m	2	
	73	<input checked="" type="checkbox"/>	1.88620 m															55.9320 m	2	
<input checked="" type="checkbox"/>	P11				<input checked="" type="checkbox"/>	0.34140 m	1.54482 m	64.92779 m	0.00525 m	64.93304 m	Lasketut							31.4530 m	13	
	P11				<input checked="" type="checkbox"/>	0.34096 m												31.3420 m	13	
	P11	<input checked="" type="checkbox"/>	0.93567 m	65.86346 m														27.9840 m	13	
	P11	<input checked="" type="checkbox"/>	0.93568 m															28.0070 m	13	
<input type="checkbox"/>	75				<input checked="" type="checkbox"/>	0.89112 m	0.04447 m	64.97226 m	0.00544 m	64.97770 m	Lasketut							82.0720 m	2	
	75				<input checked="" type="checkbox"/>	0.89129 m												82.0830 m	2	
	75	<input type="checkbox"/>	0.90332 m	65.92558 m														84.3960 m	####	
	75	<input checked="" type="checkbox"/>	0.95313 m															76.1100 m	2	
	75	<input checked="" type="checkbox"/>	0.95352 m															76.0570 m	2	
<input type="checkbox"/>	76				<input checked="" type="checkbox"/>	1.81503 m	-0.86174 m	64.11052 m	0.00564 m	64.11616 m	Lasketut							36.1940 m	2	

	76			✓1.81509 m							36.1270 m	2
	76	✓0.12450 m	64.23546 m								68.8290 m	2
	76	✓0.12537 m									68.7350 m	2
<input type="checkbox"/>	78			✓1.90103 m	-1.77607 m	62.33446 m	0.00585 m	62.34031 m	Lasketur		52.5200 m	2
	78			✓1.90097 m							52.5710 m	2
	78	✓1.21274 m	63.54725 m								15.2900 m	2
	78	✓1.21285 m									15.2950 m	2
✓	P10			✓1.47819 m	-0.26547 m	62.06899 m	0.00590 m	62.07489 m	Lasketur		10.3020 m	13
	P10			✓1.47833 m							10.3020 m	13
	P10	✓0.94225 m	63.01150 m								59.4900 m	13
	P10	✓0.94276 m									59.4350 m	13
<input type="checkbox"/>	80			✓1.52204 m	-0.57985 m	61.48914 m	0.00609 m	61.49523 m	Lasketur		54.0770 m	2
	80			✓1.52267 m							54.0940 m	2
	80	✓0.48335 m	61.97269 m								66.6320 m	2
	80	✓0.48375 m									66.6870 m	2
<input type="checkbox"/>	81			✓1.68854 m	-1.20497 m	60.28417 m	0.00634 m	60.29051 m	Lasketur		75.6480 m	2
	81			✓1.68850 m							75.5400 m	2
	81	✓1.82074 m	62.10493 m								77.4840 m	2
	81	✓1.82077 m									77.7120 m	2
<input type="checkbox"/>	82			✓1.43277 m	0.38804 m	60.67221 m	0.00662 m	60.67882 m	Lasketur		82.1430 m	2
	82			✓1.43267 m							81.9190 m	2
	82	✓1.21218 m	61.88450 m								67.5690 m	2
	82	✓1.21240 m									67.7920 m	2
✓	P9			✓0.93803 m	0.27414 m	60.94635 m	0.00684 m	60.95318 m	Lasketur		57.3780 m	13
	P9			✓0.93827 m							57.3210 m	13
	P9	✓1.07166 m	62.01820 m								42.8340 m	13
	P9	✓1.07205 m									42.8140 m	13
<input type="checkbox"/>	83			✓1.05428 m	0.01807 m	60.96442 m	0.00705 m	60.97146 m	Lasketur		77.3720 m	2
	83			✓1.05329 m							77.2480 m	2
	83	✓1.71709 m	62.68160 m								95.6810 m	2
	83	✓1.71728 m									95.6810 m	2
<input type="checkbox"/>	84			✓0.91051 m	0.80711 m	61.77153 m	0.00736 m	61.77888 m	Lasketur		81.6170 m	2
	84			✓0.90964 m							81.5840 m	2

	84	<input checked="" type="checkbox"/>	1.51783 m	63.28897 m								90.8140 m	2
	84	<input checked="" type="checkbox"/>	1.51705 m									90.6890 m	2
<input checked="" type="checkbox"/>	P8				<input checked="" type="checkbox"/>	1.05746 m	0.45949 m	62.23102 m	0.00766 m	62.23867 m	Lasketur	81.9800 m	13
	P8				<input checked="" type="checkbox"/>	1.05844 m						81.8550 m	13
	P8	<input checked="" type="checkbox"/>	1.51896 m	63.75001 m								38.1510 m	13
	P8	<input checked="" type="checkbox"/>	1.51902 m									38.1160 m	13
<input type="checkbox"/>	90				<input checked="" type="checkbox"/>	0.84532 m	0.67356 m	62.90458 m	0.00789 m	62.91246 m	Lasketur	93.9470 m	2
	90				<input checked="" type="checkbox"/>	0.84554 m						94.1200 m	2
	90	<input checked="" type="checkbox"/>	1.85146 m	64.75625 m								87.0470 m	2
	90	<input checked="" type="checkbox"/>	1.85188 m									87.1150 m	2
<input type="checkbox"/>	91				<input checked="" type="checkbox"/>	0.71642 m	1.13541 m	64.03998 m	0.00818 m	64.04816 m	Lasketur	77.6930 m	2
	91				<input checked="" type="checkbox"/>	0.71611 m						77.7430 m	2
	91	<input checked="" type="checkbox"/>	1.59808 m	65.63841 m								77.5760 m	2
	91	<input checked="" type="checkbox"/>	1.59877 m									77.6220 m	2
<input checked="" type="checkbox"/>	P7				<input checked="" type="checkbox"/>	1.18683 m	0.41167 m	64.45165 m	0.00844 m	64.46009 m	Lasketur	75.2820 m	13
	P7				<input checked="" type="checkbox"/>	1.18669 m						75.2810 m	13
	P7	<input checked="" type="checkbox"/>	0.98595 m	65.43752 m								24.4160 m	13
	P7	<input checked="" type="checkbox"/>	0.98580 m									24.4000 m	13
<input type="checkbox"/>	93				<input type="checkbox"/>	1.12642 m	0.50330 m	64.95495 m	0.00860 m	64.96355 m	Lasketur	63.9110 m	####
	93				<input checked="" type="checkbox"/>	0.48253 m						67.7200 m	2
	93				<input checked="" type="checkbox"/>	0.48262 m						67.8420 m	2
	93	<input checked="" type="checkbox"/>	0.30618 m	65.26105 m								63.7460 m	2
	93	<input checked="" type="checkbox"/>	0.30603 m									63.6980 m	2
<input type="checkbox"/>	94				<input checked="" type="checkbox"/>	1.03234 m	-0.72654 m	64.22841 m	0.00886 m	64.23727 m	Lasketur	80.9870 m	2
	94				<input checked="" type="checkbox"/>	1.03294 m						81.0930 m	2
	94	<input checked="" type="checkbox"/>	1.47706 m	65.70544 m								66.9540 m	2
	94	<input checked="" type="checkbox"/>	1.47699 m									67.0100 m	2
<input checked="" type="checkbox"/>	P6				<input checked="" type="checkbox"/>	0.57878 m	0.89723 m	65.12564 m	0.00918 m	65.13482 m	Lasketur	119.6430 m	13
	P6				<input checked="" type="checkbox"/>	0.58081 m						119.7530 m	13
	P6	<input checked="" type="checkbox"/>	1.82990 m	66.95565 m								77.1980 m	13
	P6	<input checked="" type="checkbox"/>	1.83012 m									77.2040 m	13
<input type="checkbox"/>	96				<input checked="" type="checkbox"/>	1.38980 m	0.43955 m	65.56519 m	0.00949 m	65.57467 m	Lasketur	98.0340 m	2
	96				<input checked="" type="checkbox"/>	1.39113 m						98.2060 m	2

	<input checked="" type="checkbox"/>	1.49333 m	67.05856 m							52.8540 m	2	
	<input checked="" type="checkbox"/>	1.49342 m								52.8460 m	2	
	<input type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	1.05994 m	0.43335 m	65.99853 m	0.00972 m	66.00825 m	Lasketun	79.0820 m	2
				<input checked="" type="checkbox"/>	1.06012 m						79.1040 m	2
		<input checked="" type="checkbox"/>	1.02850 m	67.02723 m							28.9110 m	2
		<input checked="" type="checkbox"/>	1.02890 m								28.8200 m	2
<input checked="" type="checkbox"/>	P5			<input checked="" type="checkbox"/>	1.41630 m	-0.38761 m	65.61092 m	0.00979 m	65.62071 m	Lasketun	10.4600 m	13
	P5			<input checked="" type="checkbox"/>	1.41632 m						10.4650 m	13
	P5	<input checked="" type="checkbox"/>	0.30326 m	65.91437 m							51.8560 m	13
	P5	<input checked="" type="checkbox"/>	0.30363 m								51.9080 m	13
	<input type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	1.59171 m	-1.28822 m	64.32271 m	0.00991 m	64.33261 m	Lasketun	19.0950 m	2
				<input checked="" type="checkbox"/>	1.59161 m						19.1000 m	2
		<input checked="" type="checkbox"/>	0.36510 m	64.68783 m							81.1100 m	2
		<input checked="" type="checkbox"/>	0.36514 m								81.2250 m	2
	<input type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	0.30536 m	0.05971 m	64.38242 m	0.01009 m	64.39251 m	Lasketun	24.6080 m	2
				<input checked="" type="checkbox"/>	0.30546 m						24.6270 m	2
		<input checked="" type="checkbox"/>	1.70185 m	66.08429 m							13.5020 m	2
		<input checked="" type="checkbox"/>	1.70189 m								13.5060 m	2
	<input type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	0.08629 m	1.61563 m	65.99804 m	0.01015 m	66.00819 m	Lasketun	19.8100 m	2
				<input checked="" type="checkbox"/>	0.08620 m						19.8030 m	2
		<input checked="" type="checkbox"/>	1.89648 m	67.89656 m							18.6400 m	2
		<input checked="" type="checkbox"/>	1.89655 m								18.6330 m	2
	<input type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	1.12078 m	0.77778 m	66.77582 m	0.01030 m	66.78612 m	Lasketun	64.8950 m	2
				<input checked="" type="checkbox"/>	1.12069 m						64.8340 m	2
		<input checked="" type="checkbox"/>	1.47843 m	68.25403 m							56.3450 m	2
		<input checked="" type="checkbox"/>	1.47799 m								56.3820 m	2
<input checked="" type="checkbox"/>	P4			<input checked="" type="checkbox"/>	1.38874 m	0.08947 m	66.86529 m	0.01045 m	66.87573 m	Lasketun	30.9500 m	13
	P4			<input checked="" type="checkbox"/>	1.38875 m						30.9330 m	13
	P4	<input checked="" type="checkbox"/>	1.41770 m	68.28220 m							98.3750 m	13
	P4	<input checked="" type="checkbox"/>	1.41612 m								98.7250 m	13
	<input type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	1.74817 m	-0.33182 m	66.53347 m	0.01077 m	66.54424 m	Lasketun	87.0800 m	2
				<input checked="" type="checkbox"/>	1.74929 m						87.0140 m	2
		<input checked="" type="checkbox"/>	1.86133 m	68.39498 m							52.2740 m	2

	110	<input checked="" type="checkbox"/>	1.86170 m									52,3280 m	2
	111	<input type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	0.78569 m	1.07573 m	67.60919 m	0.01098 m	67.62017 m	Lasketur	66.8860 m	2
	111				<input checked="" type="checkbox"/>	0.78589 m						66.9930 m	2
	111	<input checked="" type="checkbox"/>	1.72696 m	69.33644 m								78.2940 m	2
	111	<input checked="" type="checkbox"/>	1.72754 m									78.1600 m	2
	112	<input type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	0.99871 m	0.72876 m	68.33795 m	0.01126 m	68.34920 m	Lasketur	79.0250 m	2
	112				<input checked="" type="checkbox"/>	0.99828 m						79.1550 m	2
	112	<input checked="" type="checkbox"/>	1.72977 m	70.06731 m								85.7960 m	2
	112	<input checked="" type="checkbox"/>	1.72895 m									85.3600 m	2
<input checked="" type="checkbox"/>	P3				<input checked="" type="checkbox"/>	1.62637 m	0.10299 m	68.44094 m	0.01132 m	68.45245 m	Lasketur	64.1100 m	13
	P3				<input checked="" type="checkbox"/>	1.62637 m						63.9950 m	13
	P3	<input checked="" type="checkbox"/>	1.86921 m	70.31047 m								76.5960 m	13
	P3	<input checked="" type="checkbox"/>	1.86986 m									76.4290 m	13
<input type="checkbox"/>	115				<input checked="" type="checkbox"/>	0.75637 m	1.11324 m	69.55417 m	0.01179 m	69.56596 m	Lasketur	81.5600 m	2
	115				<input checked="" type="checkbox"/>	0.75623 m						81.9400 m	2
	115	<input checked="" type="checkbox"/>	1.53660 m	71.09062 m								74.5690 m	2
	115	<input checked="" type="checkbox"/>	1.53629 m									74.5480 m	2
<input type="checkbox"/>	116				<input checked="" type="checkbox"/>	1.17134 m	0.36478 m	69.91895 m	0.01205 m	69.93099 m	Lasketur	71.3540 m	2
	116				<input checked="" type="checkbox"/>	1.17200 m						71.4990 m	2
	116	<input checked="" type="checkbox"/>	1.62128 m	71.54037 m								45.0010 m	2
	116	<input checked="" type="checkbox"/>	1.62156 m									45.0280 m	2
<input checked="" type="checkbox"/>	P2				<input checked="" type="checkbox"/>	1.35002 m	0.27123 m	70.19018 m	0.01218 m	70.20235 m	Lasketur	29.0550 m	13
	P2				<input checked="" type="checkbox"/>	1.35036 m						29.0580 m	13
	P2	<input checked="" type="checkbox"/>	1.34307 m	71.53344 m								64.3360 m	13
	P2	<input checked="" type="checkbox"/>	1.34346 m									64.3810 m	13
<input type="checkbox"/>	120				<input checked="" type="checkbox"/>	0.95139 m	0.39144 m	70.58161 m	0.01243 m	70.59404 m	Lasketur	79.2340 m	2
	120				<input checked="" type="checkbox"/>	0.95227 m						79.2600 m	2
	120	<input checked="" type="checkbox"/>	1.66708 m	72.24952 m								74.8840 m	2
	120	<input checked="" type="checkbox"/>	1.66874 m									74.8150 m	2
<input type="checkbox"/>	121				<input checked="" type="checkbox"/>	1.07792 m	0.59010 m	71.17171 m	0.01270 m	71.18441 m	Lasketur	79.1530 m	2
	121				<input checked="" type="checkbox"/>	1.07770 m						79.2770 m	2
	121	<input checked="" type="checkbox"/>	1.80964 m	72.98156 m								67.4440 m	2
	121	<input checked="" type="checkbox"/>	1.81006 m									67.3040 m	2

<input checked="" type="checkbox"/>	P1			<input checked="" type="checkbox"/> 0.36923 m	1.44073 m	72.61244 m	0.01291 m	72.62535 m	Lasketur	56.7280 m	13
	P1			<input checked="" type="checkbox"/> 0.36902 m						56.6600 m	13
	P1	<input checked="" type="checkbox"/> 1.45832 m	74.07093 m							39.4550 m	13
	P1	<input checked="" type="checkbox"/> 1.45866 m								39.4750 m	13
<input type="checkbox"/>	130			<input checked="" type="checkbox"/> 1.11479 m	0.34369 m	72.95612 m	0.01311 m	72.96923 m	Lasketur	76.1160 m	2
	130			<input checked="" type="checkbox"/> 1.11482 m						76.0520 m	2
	130	<input checked="" type="checkbox"/> 1.78681 m	74.74284 m							32.8770 m	2
	130	<input checked="" type="checkbox"/> 1.78663 m								32.9030 m	2
<input type="checkbox"/>	131			<input checked="" type="checkbox"/> 0.36710 m	1.41981 m	74.37593 m	0.01325 m	74.38918 m	Lasketur	48.0360 m	2
	131			<input checked="" type="checkbox"/> 0.36672 m						48.0380 m	2
	131	<input checked="" type="checkbox"/> 1.79491 m	76.17060 m							46.8010 m	2
	131	<input checked="" type="checkbox"/> 1.79442 m								46.8640 m	2
<input type="checkbox"/>	132			<input checked="" type="checkbox"/> 0.22177 m	1.57279 m	75.94872 m	0.01337 m	75.96209 m	Lasketur	18.5280 m	2
	132			<input checked="" type="checkbox"/> 0.22198 m						18.5140 m	2
	132	<input checked="" type="checkbox"/> 0.92006 m	76.86876 m							5.3370 m	2
	132	<input checked="" type="checkbox"/> 0.92001 m								5.3350 m	2
<input checked="" type="checkbox"/>	K3			<input checked="" type="checkbox"/> 0.98113 m	-0.06111 m	75.88761 m	0.01339 m	75.90100 m	Kontrollipiste	7.1290 m	13
	K3			<input checked="" type="checkbox"/> 0.98116 m						7.1320 m	13

Yvaatusjono - 3 (NS) Pelkistetyt koordinaatit

Pisteen ID	Status	Korkeus
P17	Sallittu	49.17500 m
P17	Sallittu	52.11973 m
P16	Sallittu	61.39802 m
P15	Sallittu	56.06949 m
P14	Sallittu	55.25352 m
P13	Sallittu	58.30764 m
P12	Sallittu	61.14298 m
P11	Sallittu	64.93304 m
P10	Sallittu	62.07489 m
P9	Sallittu	60.95318 m
P8	Sallittu	62.23867 m
P7	Sallittu	64.46009 m
P6	Sallittu	65.13482 m
P5	Sallittu	65.62071 m
P4	Sallittu	66.87573 m
P3	Sallittu	68.45245 m
P2	Sallittu	70.20235 m
P1	Sallittu	72.62535 m
K3	Sallittu	75.90100 m