

PERUSPULTTIEN TARKEMITTAUKSET

Juopperi Hannu

Opinnäytetyö
Maanmittaustekniikka
Insinööri (AMK)

2022

Maanmittaustekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Hannu Juopperi	Vuosi	2022
Ohjaaja	Janne Matilainen		
Työn nimi	Peruspulttien tarkemittaukset		
Sivu- ja liitesivumäärä	27 + 1		

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli perehdyttää lukija rakennusmittausten yhteen osa-alueeseen, peruspulttien tarkemittauksiin. Tässä työssä käytiin läpi, mitä työvaiheita sekä työvälineitä kuului rakennustyömaan peruspulttien paikalleen asennuksiin ja tarkemittauksiin. Mahdollisia ongelmatilanteita käytiin myös läpi. Opinnäytetyön olisi tarkoitus myös toimia yleisohjeena mittaajalle, jolla ei ole aikaisempaa kokemusta rakennustyömailla tapahtuvista peruspulttien tarkemittauksista.

Työ kirjoitettiin omakohtaisten kokemusten sekä kokeneemalta mittaustyönjohtajalta saatujen tietojen perusteella. Lopputuotoksena oli yleiskatsauksen peruspulttien asennuksiin ja tarkemittauksiin antava perusohje.

Degree Programme in Land Surveying
Bachelor of Engineering

Author	Hannu Juopperi	Year	2022
Supervisor	Janne Matilainen		
Subject of thesis	Accurate measurement of anchor bolts		
Number of pages	27 + 1		

The subject of this thesis was orientate the reader to understand, what is the accurate measurement of anchor bolts. In this thesis possible problem situations were also presented. The work was written based on personal experience and information obtained from an experienced land surveyor.

The result of this thesis was an overview of the basic instructions for new land surveyors who has no previous experience from accurate measurement of anchor bolts.

Key words

Anchor bolts, accurate measurement

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	7
2 KESKEISET KÄSITTEET	8
2.1 Tarkemittaus	8
2.2 Peruspultti	8
2.3 Takymetri	9
2.4 Orientointi	10
2.5 Prisma	11
2.6 Helmert-muunnos	12
3 MITTAUSAINEISTON LAADINTA	14
3.1 Työmaan rakennuspiirustukset	14
3.2 Aineisto	15
3.3 Pulttien paikalleen asennus	18
4 BETONIVALUN JÄLKEISET MITTAUKSET JA TARKELASKENTA	22
4.1 3D-Win tarkelaskenta ja dokumentointi	22
5 POHDINTA	25
LIITTEET	27

ALKUSANAT

Haluan kiittää työkaveriani Mitta Oy:n mittaustyönjohtajaa Ari Simojokea rakennusmittausten maailmaan perehdyttämisestä sekä elämänohjeista mittaustyönjohtajan vaativassa maailmassa selviämiseen.

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

GNSS	Global Navigation Satellite System, maailmanlaajuinen satelliittipaikannusjärjestelmä
3D-Win	Suomalainen maanmittausalan monitoimiohjelmisto
CSV	Tiedostomuoto, joka mahdollistaa pistetiedon taulukko- muotoisen tallentamisen tekstitiedostoon

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on rakennusteollisuuden betonirakenteissa käytettävien, ennen valua asennettavien peruspulttien tarkemittaukset. Vaikka peruspulttien mittaukset ovat mittaushenkilön perustyötä rakentamisen osa-alueella, on maanmittausinsinöörin työnkuva kuitenkin melko laaja ja työllisyysmahdollisuudet erittäin monipuoliset. Kaikki maanmittaustekniikan insinöörit eivät välttämättä ole aikaisemmin työskennelleet rakennusmittausten parissa ja rakennustyömailla tapahtuvat mittaukset ja merkinnät ovat maanmittausalalla oma ”maailmansa”. Työssä käydään pääpiirteittäin läpi mitä työvälineitä, työvaiheita ja ongelmia peruspulttien asennuksiin ja tarkemittauksiin liittyy. Mittausaineiston käsittelyyn ja dokumentointiin tässä työssä on käytetty Novatronin 3D-Win-ohjelmaa. Mittauskalustona työssä käytettiin Trimblen S6 takymetria sekä TSC3 maastotallenninta. Työn on tarkoitus myös toimia perusohjeena aloittelevalle mittaushenkilölle.

Valitsin työn aiheen työskennellessäni mittaajana suuressa rakennusprojektissa, jossa muutaman kuukauden aikana olin tarkemittaamassa yli 3000 peruspulttia paikalleen. Opinnäytetyö toteutetaan työelämäperusteisena, laadullisena tutkimuksena, jonka aineisto perustuu suurelta osin omakohtaisiin havaintoihin ja työkokemuksen perusteella kerättyyn tietoon.

2 KESKEISET KÄSITTEET

2.1 Tarkemittaus

Tarkemittaukset ovat mittaushenkilön toimesta työmailla suoritettavaa mittaus-työtä. Tarkemittauksilla todetaan onko rakennettu pinta tai rakenne suunniteltujen vaatimusten mukainen. Mittauksessa verrataan mitattua työmaan valmista pintaa suunniteltuun teoreettiseen pintaan. Työ suoritetaan yleensä takymetrilla, mutta maarakentamisessa tarkemittaukset voidaan suorittaa koneohjauksella varustettujen työkoneiden GNSS-laitteistolla.

2.2 Peruspultti

Peruspultteja käytetään useissa rakennuskohteissa, kuten esimerkiksi toimistorakennuksissa, varastohalleissa ja suurissa teollisuusrakennuksissa. Peruspultit asennetaan anturoiden valumuotteihin ennen betonivalua. Pultteihin kiinnitettävät betoni- tai teräspilarit asennetaan paikalleen muttereiden ja aluslevyjen avulla. Näiden kahden rakennusosan väliin tehdään lopuksi saumavalu juotosbetonilla. (Peikko 2022.)

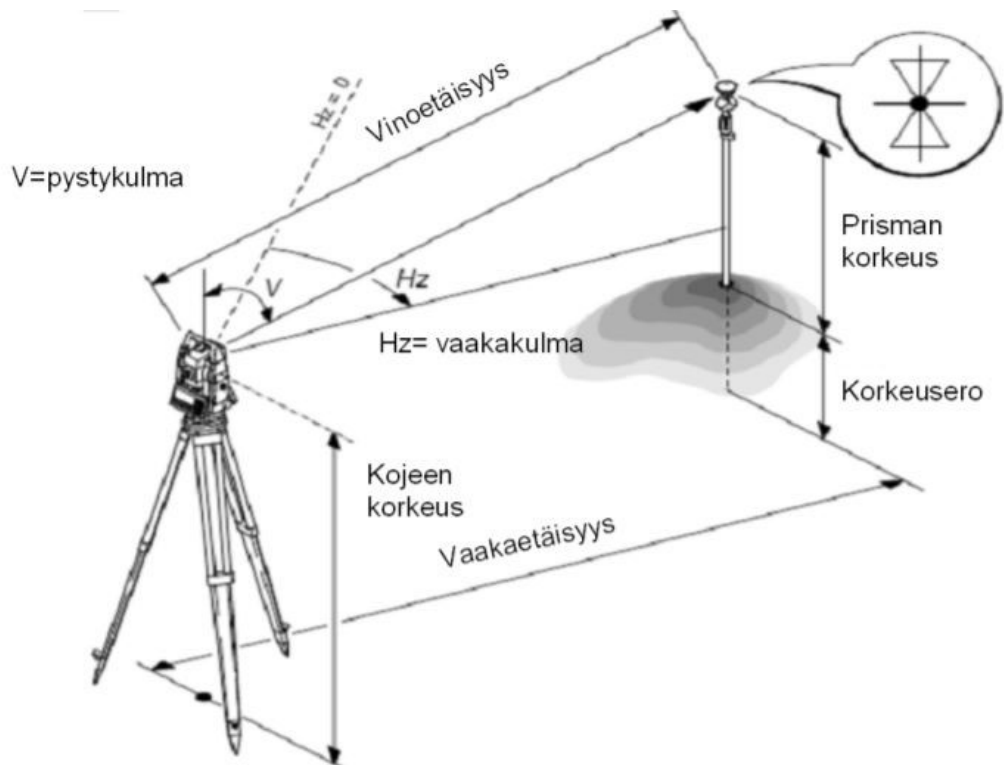
Peruspultteja on yleensä saatavana lyhyenä tai pitkänä mallina (Kuva 1). Lyhyet mallit soveltuvat pituutensa ansiosta käytettäväksi ohuemmissa kohteissa kuten laatoissa ja palkeissa. Pitempiä pultteja käytetään ensisijaisesti jatkospultteina pilarianturoissa ja peruspilareissa. (Peikko 2022.)



Kuva 1. Peikon valmistamat HPM L ja HPM P-harjateräspultit (Peikko 2022.)

2.3 Takymetri

Takymetri on elektro-optinen mittauskoje, jolla voidaan suorittaa maasto- ja rakennusmittauksia. Elektro-optisessa etäisyyden mittauksessa etäisyys määritellään takymetrin lähettämän ja tähtäyspisteellä olevasta prismasta takaisin heijastuvan signaalin perusteella. Laite mittaa pysty- ja vaakakulmia sekä etäisyyksiä (Kuva 2). Näiden kyseisten havaintojen perusteella voidaan laskea koordinaatteja sekä korkeuksia. Lähes kaikki nykypäivän takymetrit ovat etäkäytettäviä robotitakymetrejä. Tämä mahdollistaa mittajaan työskentelyn yksin melkein kaikissa kartoitus- ja merkintämittauksiin liittyvissä töissä. Takymetrin etäohjaus tapahtuu prisman puoleisesta päästä maastotallentimen avulla. (Laurila 2012, 238).



Kuva 2. Periaatekuva takymetrin mittaushavainnosta (Kytölä 2008.)

2.4 Orientointi

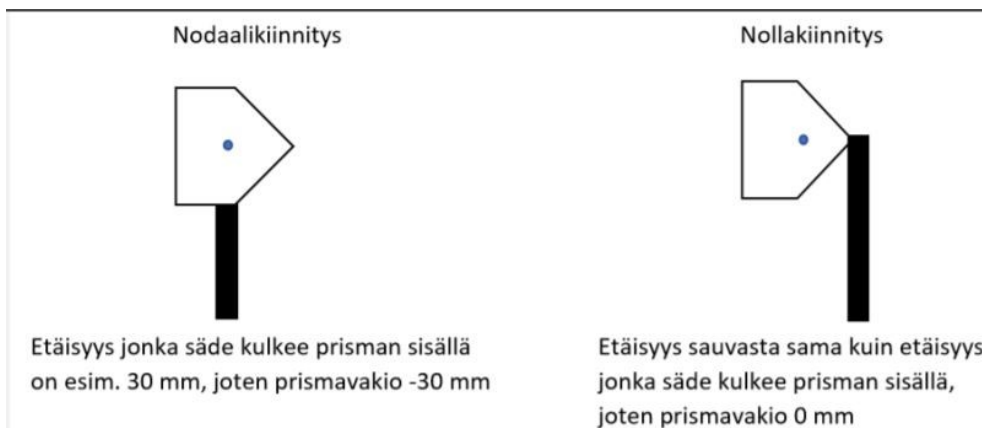
Orientoinnilla tarkoitetaan takymetrin sijainnin määrittelemistä halutussa koordinaatistossa. Takymetrin orientointi on edellytys koordinaattimuotoisten mittaus-ten suorittamiselle. Orientointi tapahtuu joko tunnetulle tai vapaalle asemapisteele. Tunnetun asemapisteen menetelmässä koje pystytetään ja kohdistetaan sijainniltaan tunnetun pisteen yläpuolelle. Tämän jälkeen on mitattava vähintään yksi suunta toiselle tunnetulle pisteelle, jotta kojeen sijainti voidaan määritellä.

Vapaan asemapisteen menetelmässä koje pystytetään sijainniltaan tuntematto-maan paikkaan. Sijainnin määrittelemiseksi, liitoshavainnot tulee tehdä vähintään kahdelle tunnetulle pisteelle. Vapaalle asemapisteele orientointi on nykypäivänä yleisemmin käytetty menetelmä kartoitus- ja merkintämittauksissa, koska koje saadaan sijoitettua sijainniltaan optimaaliseen paikkaan mittaus-ten onnistumisen kannalta. Mittauksen tarkkuutta ja luotettavuutta voidaan parantaa käyttämällä useampaa kuin kahta tunnettua pistettä. (Laurila 2012, 257–259).

Rakennustyömailla suoritettavat yleiset merkintä- kartoitustyöt, kuten anturoiden sijaintien ja valukorkojen merkintä, voidaan suorittaa orientoimalla takymetri kah- den tunnetun liitospisteen avulla. Tarkemittauksia suoritettaessa, on orientointi tehtävä vähintään kolmelle tunnetulle pisteelle, niin sanotusti ylimääritettyinä mit- tauksena, jotta saavutetaan vaadittava tarkkuus ja luotettavuus mittauksissa. Yli- määritetyssä mittauksessa havainnot mitataan useampaan kuin kahteen liitos- pisteeseen. Mittauksissa on hyvä pyrkiä ylimääritettyyn tilanteeseen, koska näin ollen ylimääräisten havaintojen perusteella voidaan luotettavasti arvioida mah- dollisia karkeita virheitä ja mittauksen tarkkuutta. Mittaukset liitospisteisiin on suo- ritettava takymetrin I ja II-asentoja käyttäen. Takymetri mittaa normaalisti I-asen- nossa. Tarkkuutta vaativissa mittauksissa havainnot tehdään molemmissa asen- noissa, jotta toistojen avulla saadaan eliminoitua systemaattiset ja satunnaiset virheet pois. (Laurila 2012, 74,84).

2.5 Prisma

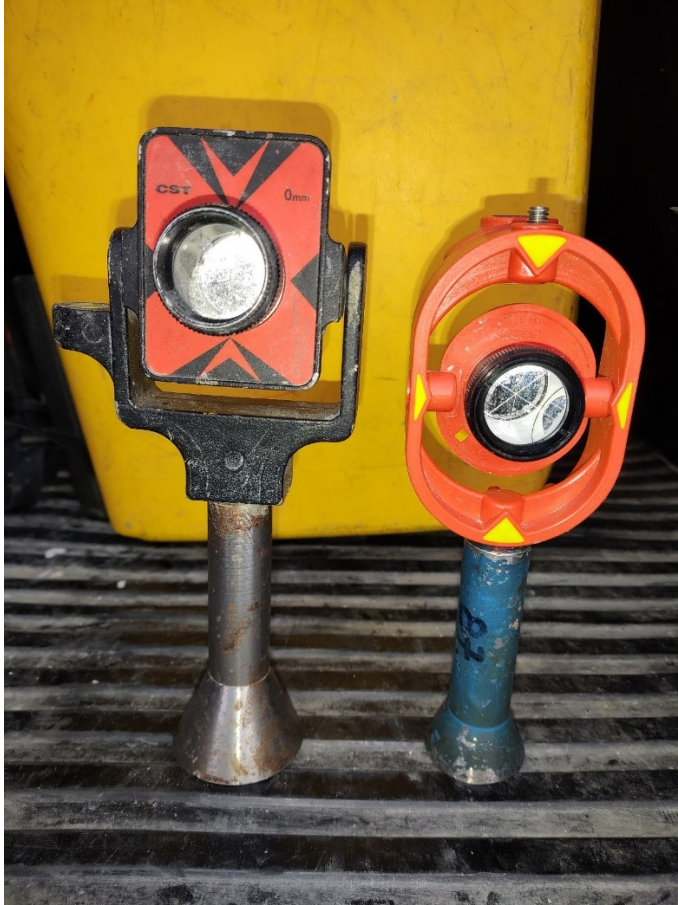
Prisma on optinen laite, jonka tehtävänä on takymetrin lähettämän signaalin heijastaminen takaisin mittalaitteelle. Jokaisella prismalla on olemassa matemaattinen korjausarvo eli prismavakio. Prismavakion laskemiseen vaikuttaa myös millä tavalla prisma on kiinnitetty sauvaan (Kuva 3).



Kuva 3. Nodaali- ja nollakiinnitteiset prismat (Matilainen 2020)

Erilaisilla prismoilla mitattaessa on mittaajan tunnettava käytettävät prismavakiot. Väärällä prismavakiolla mitattaessa systemaattisen virheen määrä voi olla useita senttejä.

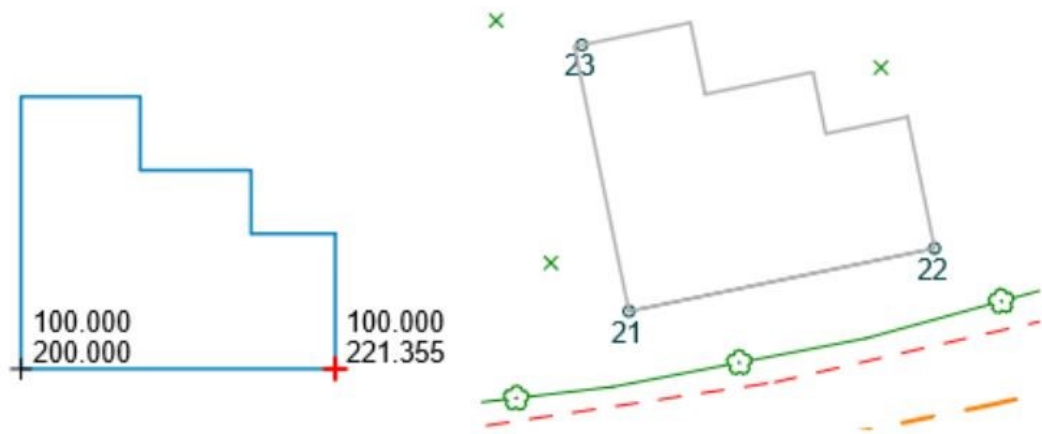
Peruspulttien mittauksissa käytetään miniprismaa tai erikoisvalmisteista kartiota, joka asettuu tarkasti pultin keskipisteen päälle (Kuva 4).



Kuva 4. Kaksi eri kokoista kartiota, joihin kiinnitettyä miniprisma.

2.6 Helmert-muunnos

Maanmittaustekniikassa yleisesti tunnettu koordinaatistomuunnos on nimeltään Helmert-muunnos. Muunnoksessa kaksi eri suorakulmaista koordinaatistoa käännetään vastaamaan toisiaan. Muunnettava koordinaatisto on ennen muunnosta kerrottava oikealla mittakaavalluvulla, jotta se saadaan vastaamaan pääkoordinaatistoa. Muunnoksen suorittamista varten on oltava tiedossa vähintään kahden pisteen koordinaatit. Yhteisinä pisteinä voidaan käyttää rakennuspiirustusten moduulilinjojen leikkauskohtia tai vaikkapa rakennuksen nurkkapisteitä (Kuva 5). Helmert-muunnoksessa käytettäviä ohjelmistoja löytyy usealta eri valmistajalta. Affiiniseen muunnoksen verrattuna helmert-muunnos ei oikaise mitausvirheitä eikä muuta pisteiden muodostamien kuvioiden muotoa.



Kuva 5. Vasemmalla talo satunnaisessa koordinaatistossa ja oikealla Helmertmuunnoksen jälkeen todellisessa sijainnissaan (Novatron 2019).

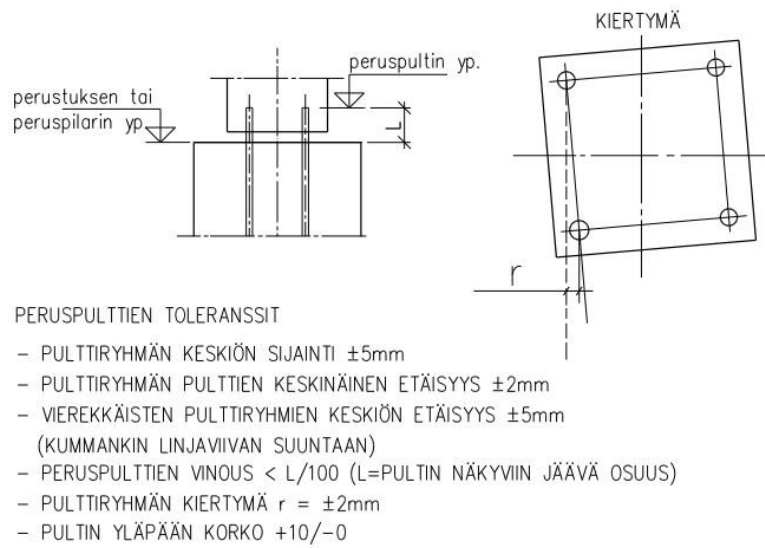
3 MITTAUSAINEISTON LAADINTA

Ennen mittausten aloittamista laaditaan mittaussuunnitelma, joka esitetään tilaajalle. Mittaussuunnitelmassa esitetään (Liikennevirasto 2017):

- Lähtöpistetiedot
- Mittaustapa ja kalusto
- Havaintojen suoritustapa
- Laskentamenetelmät- ja ohjelmistot
- Mittausorganisaatio
- Numeerisessa muodossa olevat suunnitelmapakettit

3.1 Työmaan rakennuspiirustukset

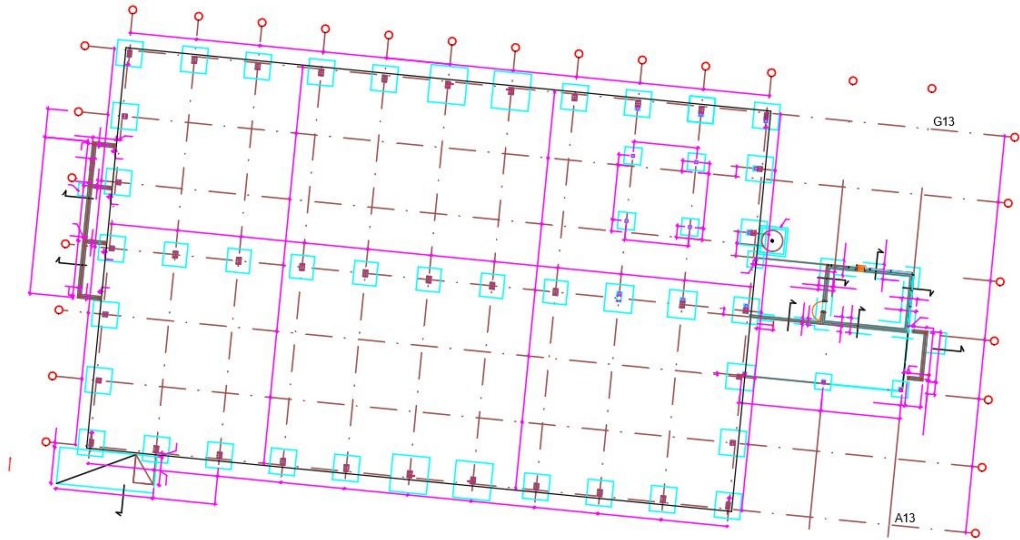
Peruspulttien mittausaineiston laatiminen aloitetaan tutustumalla työmaan rakennuspiirustuksiin. Tarvittava aineisto saadaan työn tilaajalta sähköpostin välityksellä tai lataamalla aineisto työmaan projektipankista. Digitaalinen aineisto on yleensä suunnitteluohjelmisto Autocadin Dwg-formaatissa. Digitaalisen aineiston lisäksi on hyvä tutustua hankkeeseen paperisia rakennuspiirustusten tulosteita tutkimalla. Paperiset dokumentit voivat olla kokoa A0 eli mitoiltaan 841mm x 1189mm ja näin ollen suuren kokonsa vuoksi saa niistä helpommin paremman kokonaiskuvan työmaasta. Hankkeen laadulliset tarkkuusvaatimukset peruspulttien toleranssien suhteen esitetään työkohtaisissa peruspulttikaavioissa (Kuva 6).



Kuva 6. Pulttien toleranssikuva

3.2 Aineisto

Mittausaineiston hankkiminen aloitetaan kääntämällä suunnittelijan laatima mittapiirustus vastaamaan työmaalla käytettävää koordinaatistoa. Yleisimmin käytetty koordinaatistomuunnos on Helmert-muunnos. Riippuen työmaasta käytettävä koordinaatisto voi olla työmaakohtainen tai sitten maantieteellinen esimerkiksi ETRS-TM35-koordinaatisto (Kuva 7). Usein isoissa tehtaissa on käytössä oma tehdaskohtainen suorakulmainen koordinaatisto sekä korkeusjärjestelmä.



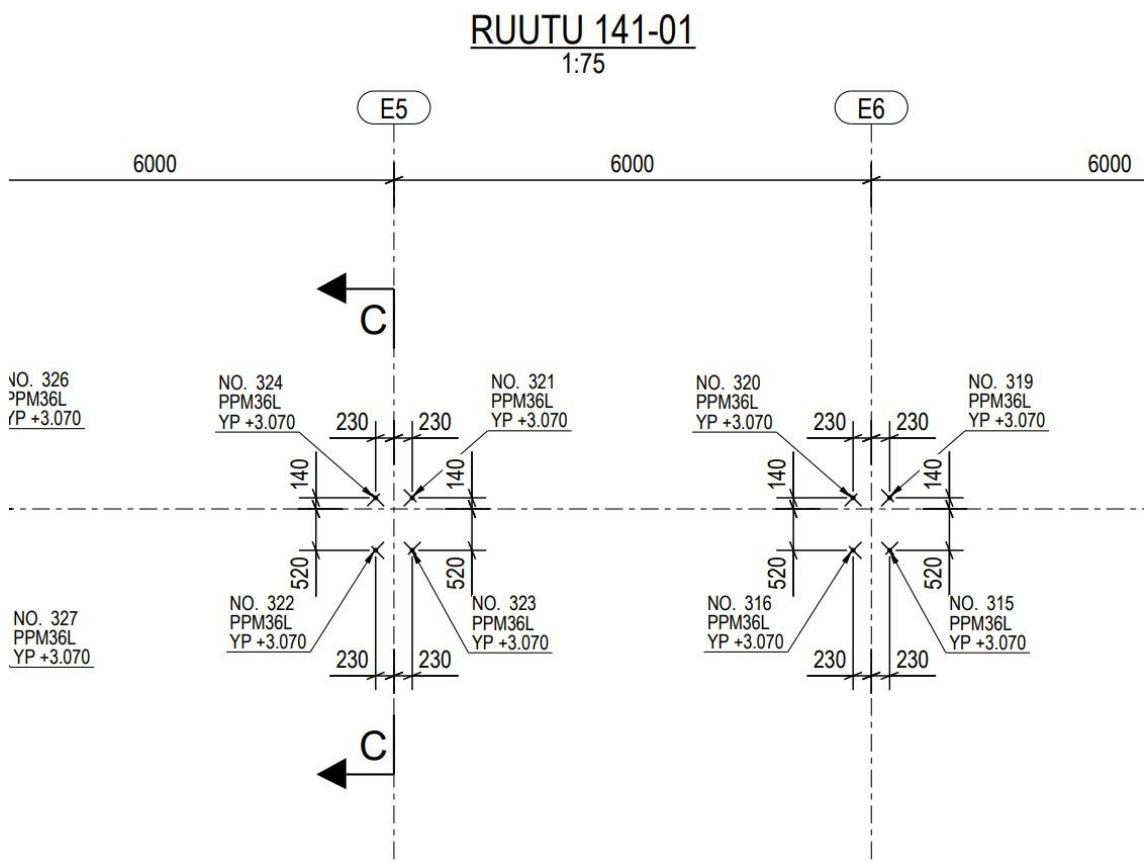
Kuva 7. Työmaan perustukset ETRS-35FIN-tasokoordinaatistossa

Työtä helpottaa, jos suunnittelija on piirtänyt kuviin eri rakenteiden osat omille tasoille ja eri koodeilla. Jos näin ei ole tehty, joudutaan kaikki tarvittava mittausaineisto poimimaan kuvasta yksitellen, pisteinä tai taiteviivoina. Tämä hidastaa mittausaineiston laatimista jonkin verran.

Piirustuksista poimitaan mittauksissa ja merkintätoissa tarvittavat rakenteiden osat, kuten anturat, pilarit ja laatat. Peruspultit poimitaan myös, mutta käytännöllisyyden kannalta ne on hyvä sijoittaa omaan mittaustiedostoon ja kirjoittaa 3D-Win-ohjelmalla CSV-formaattiin. Kun pistemäiset mittauskohteet kuten peruspultit, ovat omassa tiedostossa CSV-muodossa, voidaan maastotallentimeen asettaa taustakartaksi aiemmin poimittu aineisto anturoista, pilareista tai laatoista. Tämä selkeyttää mittauskohteen hahmottamista ja mahdollistaa laaditun aineiston monipuolisen käytön. Kun mittausaineiston pitää mahdollisuuksien rajoissa tarpeeksi yksinkertaisena ja selkeänä, on kentällä suoritettava mittaus- ja merkintätyö mielekästä ja sujuvaa.

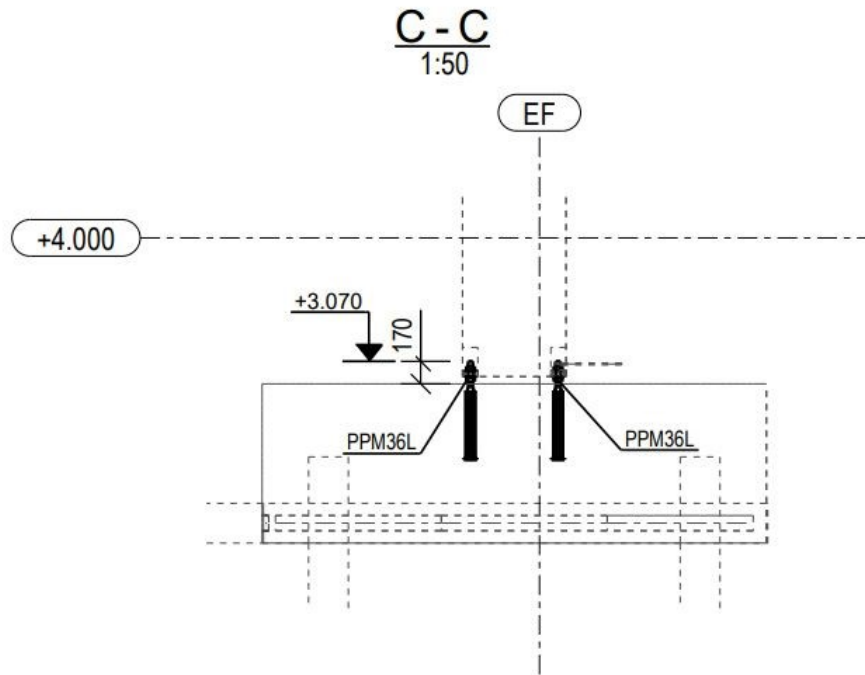
Aineistossa voidaan myös käyttää eri värejä erottamaan eri rakenteita toisistaan. Kokemuksen perusteella kovin vaaleita värejä, kuten keltaista tai vaaleanvihreää ei voi suositella käytettäväksi, koska kirkkaalla säällä kyseisiä värejä on vaikea erottaa maastotallentimen näytöltä.

Usein suunnittelijan piirustuksissa on merkitty vain peruspulttien sijainti x ja y-koordinaattien muodossa. Näin ollen pulttien mittaussaineistoa työstettäessä, täytty peruspulttikaaviosta (Kuva 8.) selvittää pulttien yläpinnan korkeus ja lisätä se pulttitiedostoon.



Kuva 8. Peruspulttikaavio

Piirustuksen leikkauskuva antaa yleensä selkeimmän kuvan rakenteesta, johon peruspultit sijoittuvat sekä yläpintojen korkeudet (Kuva 9). Kuvassa näkyy pultin yläpinnan korkeus z käytettävässä työmaakoordinaatistossa sekä myös pultin yläpinnan korkeus anturan yläpinnasta millimetreinä.



Kuva 9. Leikkauskuva

Joskus käytettävä peruspulttiaineisto saadaan suoraan laitevalmistajalta excel-muotoisena taulukkona. Taulukkoon on listattuna pultin numero, pulttityyppi, sijainti x ja y-koordinaattien muodossa sekä pultin yläpinnan korkeus z (Liite 1).

3.3 Pulttien paikalleen asennus

Peruspultit voidaan asentaa kohteeseen käyttämällä tehdasvalmisteisia asennuslevyjä, jolloin pultit saadaan tarkasti oikealle etäisyydelle toisistaan (Kuva 10). On myös mahdollista käyttää kirvesmiesten valmistamia sapluunoita. Omavalmisteisten sapluunoiden käytössä on se ongelma, että pulttien läpivientejä porattaessa saattaa reikä lipsahtaa väärään kohtaan. Tämä aiheuttaa ongelmia pultteja paikalleen mitattaessa.

Ennen pulttien paikalleen asennusta raudoitukseen on tehtävä valmistelevaa työtä kirvesmiehiä varten, jotta paikalleen asennus sujuisi mutkattomasti. Peruspulttikaaviosta (Kuva 8.) selvitetään ensin pulttien väliset etäisyydet toisistaan.

Kun asennettavan pulttiryhmän pulttijako on selvillä, merkitään valumuotteihin pulttiryhmien keskilinjojen paikat. Näin kirvesmiehet näkevät suuntaa antavan sijainnin pulttiryhmälle ja saavat asennettua pultit melko tarkasti oikeaan sijaintiin. Lisäksi he pystyvät tarvittaessa tekemään raudoitukseen lisää tilaa, jotta pulttiryhmä saadaan paikoilleen. Nämä edellä mainitut toimenpiteet helpottavat mittamiehen työtä, kun pultteja aletaan tarkemittaamaan oikeaan sijaintiin ja korkeuteen.

Samalla kun muotteihin merkitään keskilinjat pulteille, on hyvä merkitä kyseisen rakenteen valukorko. Valettavan rakenteen yläpinnan korkeus eli valukorko merkitään, jotta kirvesmiehet pystyvät sen avulla laittamaan pulttiryhmän pultit lähelle oikeaa korkeutta.



Kuva 10. Peruspultit kiinnitettynä asennuslevyyn

Kun kirvesmiehet ovat saaneet pulttiryhmät asennettua paikoilleen raudoitukseen, on mittamiehen vuoro mitata pultit oikeaan sijaintiin. Mittaus suoritetaan takymetrimittauksena ja asemapisteen orientoinnissa on käytettävä vähintään kolmea liitospistettä.

Pulttiryhmän toleranssien ollessa erittäin pienet erikoisvalmisteinen kartio on erinomainen työkalu peruspulttien mittauksissa. Kartio asettuu tarkasti pultin keskilinjan päälle, jolloin päästään hyvin tarkkoihin mittaustuloksiin. Myös tavallista miniprismaa voidaan käyttää mittauksissa (Kuva 11).



Kuva 11. Miniprisma Seco -17.5 mm prismavakiolla

Optimaalinen tilanne pulttien paikalleen mittaamisessa on se, jos saa kirvesmiehen avuksi liikuttelevaan pultteja mittamiehen ilmoittamaan suuntaan. Pulttien tai pulttiryhmien liikuttelu tapahtuu yleensä lyömällä vasaralla asennuslevyyn tai

pultin mutteriin. Pultin kierteisiin lyömistä tulee välttää, jotta kierteet eivät vaurioidu. Samassa työvaiheessa laitetaan myös pultit oikeaan korkeuteen. Omakoh-
taisen kokemuksen perusteella voidaan sanoa, että pultit kannattaa asentaa noin
5–10 mm korkeammalle kuin pultin teoreettinen yläpinnan korkeus on. Betoni-
massa vetää pultteja hieman alemmaksi valun aikana, joten ne yleensä asettuvat
sallittujen toleranssien sisälle korkeuden puolesta. Kun pultit on saatu mitattua
oikeaan sijaintiin, kirvesmiehet kiinnittävät asennuslevyt nauloilla tai ruuveilla va-
lumuottiin levyjen liikkumisen estämiseksi betonivalun aikana. On mahdollista,
että työn tilaaja haluaa pulttiryhmien sijainnin kartoittamisen myös ennen valua.

Ongelmatilanteet pulttiryhmien asennuksessa liittyvät lähes aina raudoitukseen.
Varsinkin teollisuuden teräsbetonirakenteet ovat hyvinkin ahtaita raudoituksen
osalta, joten pulttiryhmää on hankala saada tarkemitattua oikeaan paikkaan. Ai-
noa vaihtoehto on valettavan rakenteen yläpintaterästen siirtäminen sen verran,
että pultit saadaan kohdalleen. Pilarivaluissa yläpinnan hakasten siirtäminen use-
asti mahdollistaa lisätilan pulttiryhmälle. Kovin radikaaleissa raudoitusmuutok-
sissa tulee olla yhteydessä raudoitussuunnittelijaan, joka tarkastaa ja antaa mah-
dollisesti hyväksynnän muutoksille.

4 BETONIVALUN JÄLKEISET MITTAUKSET JA TARKELASKENTA

Kun betonivalu on saatu suoritettua, täytyy pulttiryhmien sijainti tarkistaa vielä kertaalleen. Varsinkin puisia valumuotteja käytettäessä muotti antaa jonkun verran periksi betonimassaa pumpattaessa, jolloin myös pulttiryhmän sijainti hieman muuttuu. Kun pulttiryhmät on saatu liikuteltua kohdalleen, pulttien sijainti kartoitetaan eli sijainti tallennetaan tarkelaskentaa varten.

Jos pultteja ei saada asennettua annettujen toleranssien sisään ja toleranssit ylittyvät reilusti, on oltava yhteydessä rakennesuunnittelijaan, jotta mahdollisiin jatkotoimenpiteisiin voidaan ryhtyä välittömästi.

4.1 3D-win tarkelaskenta ja dokumentointi

Peruspulttien tarkelaskenta perustuu kahdessa eri tiedostossa olevien pisteiden keskinäiseen vertailuun. Kartoitettujen pulttien sijaintia verrataan niiden suunniteltuun eli teoreettiseen sijaintiin. Laskentaohjelmistona työssäni on käytetty 3D-Win-ohjelmaa. Aluksi ohjelmassa täytyy valita menetelmäksi pistetarke sekä valita teoreettinen ja mitattu pulttitiedosto (Kuva 12). Suorita-toiminnon jälkeen ohjelma laskee eromitat valittujen tiedostojen pisteille.

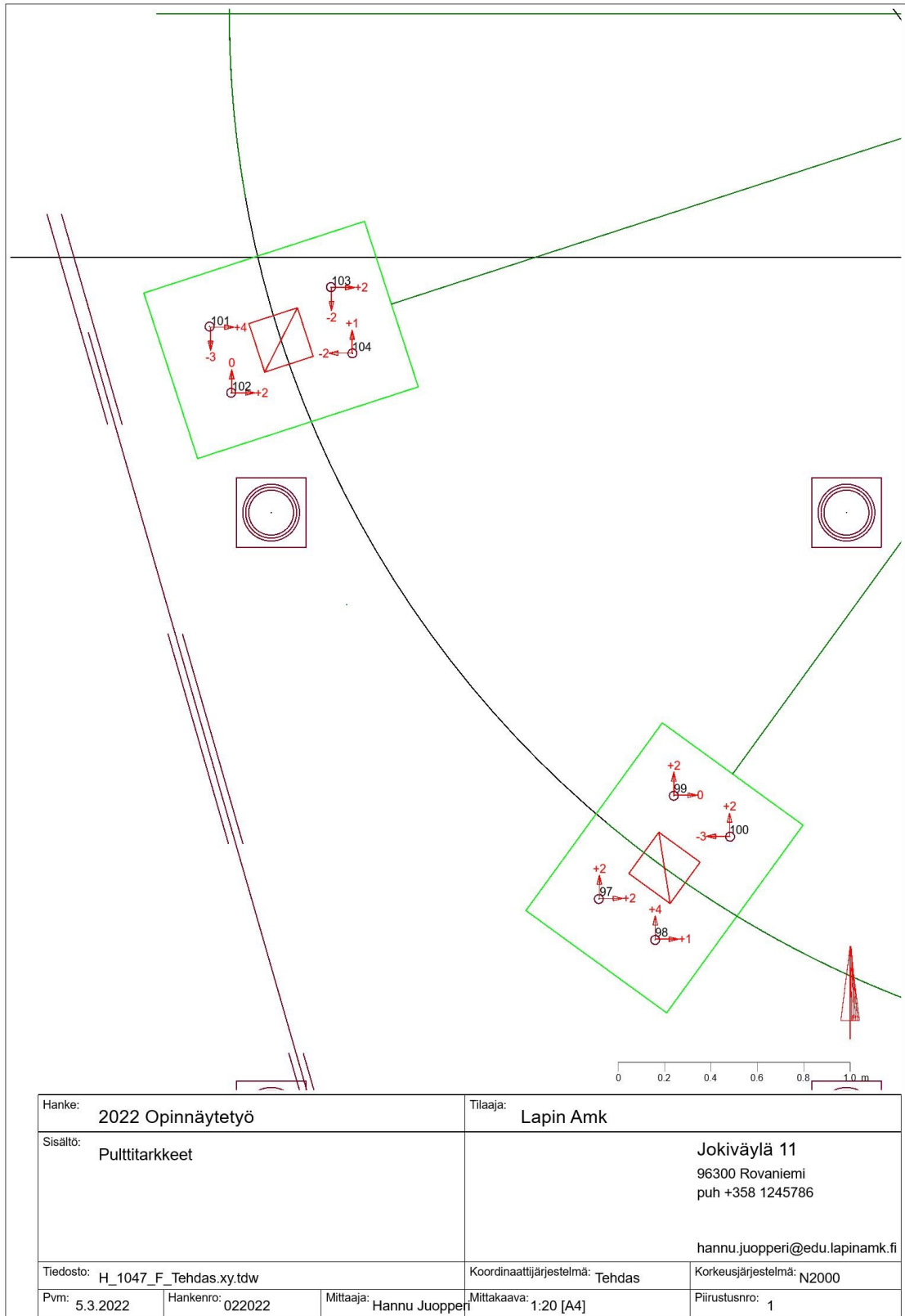
Kuva 12. Tarkelaskentatoiminnon alkuvalikko 3D-Win-ohjelmassa

Ohjelma antaa tekstitiedoston eromitoista luettelomuodossa (Kuva 13). Tekstitytiedostossa näkyy pultin koodi T3, tunnus T4 eli mitatun pultin numero, pultin X- ja Y-koordinaatit käytettävässä koordinaatistossa, poikkeamat millimetreinä X-, Y- ja Z-koordinaattien suhteen. Tekstitytiedoston aineisto on myös mahdollista siirtää excel-taulukkoon.

T3	T4	X	Y	dA/dX	dB/dY	dZ
Peikko PPM36P	1010	576.484	1036.356	+0.000	+0.001	+0.004
Peikko PPM36P	1009	576.485	1036.619	+0.001	+0.000	+0.002
Peikko PPM36P	1004	574.902	1036.358	+0.000	+0.003	+0.003
Peikko PPM36P	1003	574.900	1036.620	-0.002	+0.001	+0.005
Peikko PPM36P	1022	579.533	1036.357	+0.001	+0.002	+0.002
Peikko PPM36P	1021	579.534	1036.618	+0.002	-0.001	+0.001
Peikko PPM36P	1024	579.686	1036.358	+0.002	+0.003	+0.004
Peikko PPM36P	1023	579.686	1036.622	+0.002	+0.003	+0.001
Peikko PPM36P	1012	576.638	1036.357	+0.002	+0.002	+0.003
Peikko PPM36P	1011	576.638	1036.621	+0.002	+0.002	+0.004
Peikko PPM36P	1034	582.582	1036.357	+0.002	+0.002	+0.002
Peikko PPM36P	1033	582.582	1036.620	+0.002	+0.001	+0.000
Peikko PPM36P	1048	585.783	1036.355	+0.003	+0.000	+0.003
Peikko PPM36P	1046	585.630	1036.353	+0.002	-0.002	+0.002
Peikko PPM36P	1045	585.632	1036.618	+0.004	-0.001	+0.002
Peikko PPM36P	1047	585.783	1036.618	+0.003	-0.001	+0.000
Peikko PPM36P	1036	582.734	1036.356	+0.002	+0.001	+0.002
Peikko PPM36P	1035	582.736	1036.619	+0.004	+0.000	+0.000
Peikko PPM36P	1072	591.875	1036.353	-0.001	-0.002	+0.005
Peikko PPM36P	1071	591.874	1036.617	-0.002	-0.002	+0.005
Peikko PPM36P	1069	591.726	1036.618	+0.002	-0.001	+0.003
Peikko PPM36P	1070	591.725	1036.353	+0.001	-0.002	+0.004
Peikko PPM36P	1060	588.830	1036.357	+0.002	+0.002	+0.001
Peikko PPM36P	1059	588.831	1036.618	+0.003	-0.001	+0.000
Peikko PPM36P	1082	594.775	1036.356	+0.003	+0.001	+0.001
Peikko PPM36P	1081	594.771	1036.619	-0.001	+0.000	+0.000

Kuva 13. Tarkelaskennan tulokset tekstitytiedostossa

3D-Win-ohjelmalla saadaan myös tehtyä tarkedokumentti kuvamuodossa, josta selviää x ja y-suuntaiset poikkeamat suuntanuolien avulla. Myös korkeuden z-poikkeama voidaan ilmaista kuvassa suuntanuolen avulla (Kuva 14). Kuvaan voidaan lisätä nimiö, josta käy ilmi työn suorittaja, kohde, käytettävä koordinaatisto ja korkeusjärjestelmä sekä kohteen sisältö. Dokumentointi suoritetaan, jotta työn tilaajalla on mahdollisuus tarkistaa, että työ on suoritettu riittävän laadukkaasti annettujen toleranssien mukaisesti.



Kuva 14. Tarkedokumentti

5 POHDINTA

Opinnäytetyön aiheena oli luoda yleiskatsaus peruspulttien asennuksiin ja tarkemittauksiin. Valitsin aiheen, kun aloitin työt Kemissä Metsä groupin uuden biotuotetehtaan rakennusprojektissa mittaajana. Projektin betonirakentamisvaiheeseen sisältyi osaltani tuhansien pulttien tarkemittauksia muiden rakennusmittausten lisäksi.

Peruspulttien tarkemittaukset ovat huolellisuutta ja tarkkuutta vaativaa työtä. Työn sujuvaan suorittamiseen vaikuttavat takymetrin asemointi optimaaliseen paikkaan, josta on hyvä näkyvyys liitospisteille sekä itse mitattavaan kohteeseen ja myös ammattitaitoiset timpurit, jotka asentavat pultit lähelle oikeaa sijaintia.

Jotta mittauksissa saavutetaan vaadittava tarkkuus on mittalaitteiston oltava asianmukaisesti huollettu ja kalibroitu. Muita luotettavan mittaustuloksen edellytyksiä ovat oikean prismavakion käyttäminen takymetria orientoidessa, takymetrille syötettävät tiedot sääkorjausta varten ja oikea prismavakio mittauksia suoritettaessa.

Kokemuksen perusteella voidaan sanoa, että ongelmatilanteet pulttien paikalleen asennuksessa liittyivät lähes aina liian ahtaaseen raudoitukseen. Väärässä sijainnissa olevat pilareiden tartuntateräkset vaikeuttavat huomattavasti pulttien paikalleen asennusta.

Usein mittausaineistoa valmistellessani huomasin, että mittausaineiston hankinta ja muokkaaminen maastotallentimelle oikeaan muotoon on usein työlästä ja aikaa vievää hommaa. Mallipohjaiseen aineistoon perustuva mittaus, jossa suunnittelijoilta tuleva aineisto olisi suoraan siirrettävissä maastotallentimeen, helpottaisi mittaustyönjohtajan työskentelyä varsinkin ison mittaluokan rakennuskohteissa. Näin säästyisi useita työtunteja tietokoneen ääressä ja mittaustyönjohtaja voisi käyttää ajan tehokkaasti ”kentällä” mittauksia suorittaen.

Mielestäni opinnäytetyö tarjoaa lukijalle monipuolisen ohjeen peruspulttien mitausten eri työvaiheisiin, jotta saavutetaan mittauksissa riittävän laadukas ja tarkka lopputulos. Opinnäytetyö tarjoaa myös aloittelevalle mittaajalle vinkkejä tarkemittausten sujuvaan suorittamiseen.

LÄHTEET

Peikko. 2022. HPM-harjateräspultit – helpot ja nopeat pulttiliitokset. Viitattu 15.1.2022 <https://www.peikko.fi/tuotteet/tuote/hpm-harjateraspultit>.

Laurila, P. 2012. Mittaus- ja kartoitustekniikan perusteet. 4. painos. Rovaniemen ammattikorkeakoulu.

Kytölä, M. 2008. Takymetriyhmän seurantakalibrointi. Tampereen ammattikorkeakoulu. Yhdyskuntatekniikka. Opinnäytetyö.

Liikennevirasto. 2017. Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot. Mittausohje. Viitattu 6.2.2022 https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2017-2018_maastotiedot_mittausohje_web.pdf.

Novatron. 2019. Helmert-muunnos. Viitattu 12.2.2022 <https://confluence.novatron.fi/display/EXTXDR10/Helmert-muunnos>.

Matilainen, J. 2020. Prismallinen mittaus. Mittauskojeet ja menetelmät. Lapin ammattikorkeakoulu.

LIITTEET

Liite 1. Peruspulttien excel-taulukko

Date: Page 1 of 26

2021-06-11, rev 0

MF00174277

Evap.

Anchor bolts

Square 141-01, 141-02, 141-03, 141-05, 141-06, 141-10, 141-12

Issued for constructio

Issued by: Purchase-I

Anchor bolt ID	Anchor bolt				Before conc.			After conc.
		x[mm]	y[mm]	z[mm]	x[mm]	y[mm]	z[mm]	x[mm]
1	HPM30P	364 530	1 844 250	5 180				
2	HPM30P	364 230	1 844 250	5 180				
3	HPM30P	364 530	1 843 950	5 180				
4	HPM30P	364 230	1 843 950	5 180				
5	HPM30P	361 830	1 844 250	5 180				
6	HPM30P	361 530	1 844 250	5 180				
7	HPM30P	361 830	1 843 950	5 180				
8	HPM30P	361 530	1 843 950	5 180				
9	HPM30P	364 530	1 838 050	5 180				
10	HPM30P	364 230	1 838 050	5 180				
11	HPM30P	364 530	1 837 750	5 180				
12	HPM30P	364 230	1 837 750	5 180				
13	HPM30P	361 830	1 838 050	5 180				
14	HPM30P	361 530	1 838 050	5 180				
15	HPM30P	361 830	1 837 750	5 180				
16	HPM30P	361 530	1 837 750	5 180				
17	HPM39L	356 750	1 833 825	4 490				
18	HPM39L	356 450	1 833 825	4 490				
19	HPM39L	356 750	1 833 275	4 490				
20	HPM39L	356 450	1 833 275	4 490				
21	HPM39L	359 969	1 832 682	4 490				
22	HPM39L	359 726	1 832 858	4 490				
23	HPM39L	359 646	1 832 237	4 490				
24	HPM39L	359 403	1 832 413	4 490				
25	HPM39L	361 901	1 829 665	4 490				
26	HPM39L	361 808	1 830 150	4 490				
27	HPM39L	361 378	1 829 695	4 490				
28	HPM39L	361 285	1 829 980	4 490				
29	HPM39L	361 808	1 826 450	4 490				
30	HPM39L	361 901	1 826 735	4 490				
31	HPM39L	361 285	1 826 620	4 490				
32	HPM39L	361 378	1 826 905	4 490				
33	HPM39L	359 726	1 823 742	4 490				
34	HPM39L	359 969	1 823 918	4 490				
35	HPM39L	359 403	1 824 167	4 490				
36	HPM39L	359 646	1 824 363	4 490				
37	HPM39L	356 450	1 822 775	4 490				
38	HPM39L	356 750	1 822 775	4 490				
39	HPM39L	356 450	1 823 325	4 490				
40	HPM39L	356 750	1 823 325	4 490				
41	HPM39L	353 231	1 823 918	4 490				
42	HPM39L	353 474	1 823 742	4 490				
43	HPM39L	353 554	1 824 363	4 490				
44	HPM39L	353 797	1 824 167	4 490				
45	HPM39L	351 299	1 826 735	4 490				
46	HPM39L	351 392	1 826 450	4 490				
47	HPM39L	351 822	1 826 905	4 490				
48	HPM39L	351 915	1 826 620	4 490				
49	HPM39L	351 392	1 830 150	4 490				
50	HPM39L	351 299	1 829 665	4 490				

Liite 1.