

LASERKEILAUSUUNNITELMA VELJEKSET RÖNKÄ
OY:N KEMISSÄ VILMILÄN TEOLLISUUSALUEELLA
SIJAITSEVIIN TUOTANTOTILOIHIN

Liimatta Jarmo

Opinnäytetyö
Tekniikka ja liikenne
Maanmittaustekniikka
Insinööri (AMK)

2018

Tekniikka ja Liikenne
Maanmittaustekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Jarmo Liimatta	Vuosi	2018
Ohjaaja(t)	Timo Karppinen		
Toimeksiantaja	Veljekset Rönkä Oy		
Työn nimi	Laserkeilaussuunnitelma Veljekset Rönkä Oy:n Kemissä Vilmilän teollisuusalueella sijaitseviin tuotantotiloihin		
Sivu- ja liitesivumäärä	21		

Talorakennusalalla tietomallipohjaisen rakentamisen ja suunnittelun kehitystä on tehty jo yli 20 vuotta. Tietomallipohjaisen toteutustavan on havaittu edistävän työn tuottavuutta, nopeuttavan rakentamista, parantavan laatua ja vähentävän materiaalia. Useissa yrityksissä, jotka ovat toimineet vuosikymmenien ajan samoissa tiloissa, on jouduttu yritystoiminnan kasvun myötä toteuttamaan erilaisia laajennuksia ja remontteja. Yleensä tällaisista kohteista ei ole olemassa sähköisiä piirustuksia, joiden avulla tulevien laajennusten ja tilojen modernisointien suunnittelu olisi helpompaa ja tarkempaa.

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin Veljekset Rönkä Oy:n vuonna 1984 valmistuneiden ja useampaan kertaan laajennettujen tuotantotiloihin suoritettavan laserkeilauksen vaatimuksia elintarviketuotannon, mittatarkkuuksien sekä työturvallisuuden osalta. Tutkimusta on suoritettu tutustumalla laserkeilausta käsitteleviin opinnäytetöihin, henkilöhaastatteluilla sekä internetistä saataviin aineistoihin ja ohjeisiin.

Laserkeilaushankkeen toteutuksessa on tärkeää henkilökunnan riittävä koulutus ja tietotaito, sekä tarvittavien kojeiden ja apulaitteiden käyttö on hallittava. Myös käytettävien ohjelmistojen tuntemus on tärkeää. Lisäksi mittaushenkilöstön tulee tietää kohteen asettamat vaatimukset hygieniaan, työturvallisuuteen ja mittatarkkuuteen liittyvät ohjeet ja vaatimukset.

Avainsanat

laserkeilaus, takymetrimittaus, hygienia, mittatarkkuus

Technology Communication and Transport
Degree Programme in Land Surveying
Bachelor of Land Surveying

Author	Jarmo Liimatta	Year	2018
Supervisor	Timo Karppinen		
Commissioned by	Veljekset Rönkä Oy		
Subject of thesis	Plan for Laser Scanning for the Production Facilities in the Vilmilä Industrial District in Kemi		
Number of pages	21		

Many companies that have operated in the same facility over decades have had to expand and renovate to premises numerous times. Electrical schematics that would make the expansion and modernization easier are no longer available. Electrical schematics that would make the expansion and modernization easier are no longer available. This affects the accuracy and the ease of planning the future work. The plan can be used for laser scanning by the measurement group.

The thesis studied the laser scanning requirements in the Veljekset Rönkä Oy facility that was built in 1984. This thesis concentrated on food production, measuring accuracy and occupational safety. The sources for preparation of this thesis are previous theses from the field of laser scanning, face-to-face interviews and materials found from the Internet.

In laser scanning it is important that the personnel has adequate training and know-how. They also have to have the skills to operate all the laser scanning devices and their auxiliary equipment as well as be-fluent in using the associated software. The personnel also have to know the requirements and expectations for the hygiene, occupational safety and measurement accuracy.

Keywords: laser scanning, tachymeter, hygiene, measuring accuracy

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
1.1 Opinnäytetyön taustat	6
1.2 Tavoitteet ja aiheen rajausta	6
1.3 Tutkimusmenetelmät ja -aineisto.....	7
2 LASERKEILAUKSEN PERUSTEITA	8
2.1 Laserkeilaus	8
2.2 Mitatun pistepilven tiheys	9
2.3 Laserkeilauskohteet	9
2.4 Pistepilvien yhdistämistavat.....	9
2.5 Tietomallinnus	10
3 LASERKEILAUSPROJEKTIN VAIHET	12
3.1 Suunnittelu	12
3.2 Laserkeilaus	12
3.3 Georeferointi.....	12
3.4 Mallin siirto suunnittelujärjestelmään.....	12
4 LASERKEILAUSSUUNNITELMA VELJEKSET RÖNKÄ OY:N KEMIN TUOTANTOTILOIHIN	13
4.1 Kohteeseen tutustuminen.....	13
4.2 Elintarvikehygieniä	13
4.3 Takymetrimittaus	14
4.4 Laserkeilaus	15
4.5 Mittaustarkkuus	16
5 POHDINTA	20
LÄHTEET	21

ALKUSANAT

Haluan kiittää Lapin AMK:N opettajia Timo Karppista, joka toimi ohjaajani tässä opinnäytetyössä sekä Leena Ruokasta, jonka ohjauksessa opinnäytetyön raportti on tehty. Lisäksi haluan kiittää Veljekset Rönkä Oy:n toimitusjohtajaa Veikko Oljakkaa sekä erityisesti laitosmies Jukka Ylipeltoa tuotantolaitoksen esittelystä. Myös Kemin kaupungin terveystarkastaja Hanna Niemelälle kiitos haastattelusta.

Kiitokset kuuluvat myös perheelleni kannustuksesta ja opinnäytetyön tekemisen mahdollistamisesta.

1 JOHDANTO

1.1 Opinnäytetyön taustat

Veljekset Rönkä oy on Kemissä toimiva lihatuotteiden jalostukseen erikoistunut yritys. Yritys on perustettu vuonna 1984 ja yrityksen pääpaikka on Kemin Vilmilässä sijaitseva teurastamo jatkokäsittelytiloineen ja pakkauslinjastoineen. Lisäksi yrityksellä on Keminmaassa toimiva Lapin Palvin lihajalostusyksikkö sekä Ranualla toimiva poronkäsittelylaitos. Tällä hetkellä yritys työllistää noin 60 henkilöä ja liikevaihto on noin 14 miljoonaa euroa. Yritys tarjoaa kuluttajille valtakunnallisesti laadukkaita naudan-, poron- ja karitsanlihatuotteita. Yrityksen toimintaan kuuluu lihan hankinta, teurastus sekä jalostus.

Monet yritykset, kuten Veljekset Rönkä Oy, ovat toimineet samoissa tiloissa vuosikymmenien ajan, ovat joutuneet yritystoiminnan kasvun vuoksi laajentamaan tuotantotilojaan useaan otteeseen. Tästä johtuen näistä tuotantotiloista on muodostunut varsin monimutkaisia ja toiminnoiltaan epäkäytännöllisiä. Tilojen modernisoinnin ja laajennuksien suunnittelu ilman sähköistä mallintamista on kustannuksia ja ajankäyttöä kasvattavaa.

Koska alkuperäiset rakennukset ja laajennukset ovat piirretty käsin pohja- ja rakennepiirustuksiin, on piirustuksissa ja olemassa olevissa rakenteissa mittaeroja, ja näihin piirustuksiin perustuen uusien laajennusosien suunnittelu mittatarkasti on haastavaa. Laserkeilauksen myötä mittatarkkuus on erinomainen, jolla saadaan aikaiseksi huomattavia säästöjä materiaali- ja työkuluissa sekä suunnittelussa.

1.2 Tavoitteet ja aiheen rajaus

Laserkeilaus on mittaustapana erittäin nopea verrattuna esimerkiksi takymetri-mittaukseen, eli tätäkin kautta saadaan aikaiseksi säästöjä. Tuotantotilojen piirustusten saaminen sähköiseen muotoon helpottaa tulevien

laajennusten ja kiinteästi sijoitettavien laitteiden ja työkoneiden sijoittelun suunnittelua.

Tässä opinnäytetyössä keskitytään ainoastaan rakennuksen sisätilojen laserkeilaukseen. Lisäksi tämä on suunnitelma, jonka perusteella laserkeilauksen tekee joku muu kuin opinnäytetyön tekijä.

1.3 Tutkimusmenetelmät ja -aineisto

Tässä tutkimuksessa käytetty aineisto koostuu suurelta osin internetistä löytyvistä julkaisuista; Pauli Ahosen vuonna 2015 tekemä opinnäytetyö, 2006 Vahur Joalan julkaisema artikkeli Laserkeilauksen perusteita ja mittauksen suunnittelu. Olen tutustunut myös laserkeilaimia maahantuovien yritysten sivuihin, mitä heillä on kerrottavaa laserkeilaimista. Näissä maahantuojien esiin tuomissa asioissa olen käyttänyt tiukkaa lähdekritiikkiä, koska myyjä yrittää myydä tuotteitaan mahdollisimman hyvässä valossa. Lisäksi olen haastatellut Kemin terveystarkastaja Hanna Niemelää.

2 LASERKEILAUKSEN PERUSTEITA

2.1 Laserkeilaus

Laserkeilaus on mittausmenetelmä, jolla voidaan mitata kappaleen, kohteen tai kokonaisen alueen asema, sijainti, koko ja muoto lähes täydellisesti (Ahonen 2015, 7). Laserkeilauksessa mittaus suoritetaan kohteeseen koskematta tai alueelle menemättä. Mitatusta ympäristöstä saadaan kolmiulotteinen pistepilvi. Saadussa pistepilvessä on joukko pisteitä, joilla jokaisella on oma x-, y- ja z-koordinaatti. Jatkokäsittelmällä pistepilveä saadaan aikaiseksi 3D-malli. (Ahonen 2015, 7.)

Laserkeilaimet luokitellaan kolmeen pääluokkaan mittausetäisyyden mukaan. Kaukokartoituslaserkeilaimia käytetään lentolaitteista, ja näiden mittausetäisyys on 0,1–100 kilometriin mittaustarkkuuden ollessa senttimetrejä, tyypillisesti alle 10 senttimetriä. Toisen ryhmän muodostavat terrestriaaliset keilaimet eli maalaserkeilaimet. Näiden mittausetäisyys on 1–300 metriä, ja mittaustarkkuus jää alle 2 senttimetrin. Kolmannen ryhmän muodostaa teollisuus laserkeilaimet. Nämä keilaimet ovat tarkoitettuja pienten kohteiden mittaamiseen, mittausetäisyys on alle 30 metriä ja mittaustarkkuus alle millimetrin. (Joala 2006.)

Tässä keskitytään ainoastaan maalaserkeilaimiin, jotka jaetaan neljään eri tyyppiin. Enemmistö käytettävistä keilaimista ovat kupolimaisesti mittaavia. Näissä keilaimissa jää keilaimen alapuolelle pieni katvealue, jota keilain ei pysty mittaamaan. Panoraamainen laserkeilaus ei keilaa ylöspäin, eli tämä keilaustapa ei sovellu esimerkiksi tunneleiden ja sisätilojen keilaukseen. Optinen kolmiomittaus on tarkin mittaustapa, mutta mittausmenetelmistä harvinaisin. Tällä mittaustavalla on lyhyt mittausetäisyys sekä suurimmat katvealueet. On olemassa vielä keilamainen mittaustapa. (Joala 2006.)

Laserkeilaimet luokitellaan etäisyydmittausmenetelmän pohjalta kahteen ryhmään. Valon kulkuaikaan perustuvat keilaimet ovat hitaampia kuin vaihe-erokeilaimet, mutta mittaavat pidemmältä matkalta tarkasti ja tiheitä pistepilviä. Vaiheero keilaimet ovat nopeita, jopa 500 000 pistettä sekunnissa mittaavia, mutta

näissä keilaimissa mittausmatka jää lyhyeksi, alle 80 metriä. Lisäksi näissä keilaimissa pistepilven laatu ei yllä kulkuaikaan perustuvien keilainten tasolle. (Joala 2006.)

2.2 Mitatun pistepilven tiheys

Pistepilviä käytetään mitattavan kohteen mallintamisessa. Mitä tiheämmin mitattu pistepilvi, sen tarkemmin pystytään mallintamaan mitattu kohde, kuten esimerkiksi putkistot saadaan mallinnettua tarkasti. On huomioitava, että mitatun pistepilven pisteiden tarkkuus tulee olla hyvä. Jos pisteiden tarkkuus on huono, tiheästä pistepilvestä ei ole mitään hyötyä. Vaihe-ero menetelmällä mittaavat laitteet pystyvät maksimissaan 50 metrin matkalla mittaamaan pistepilviä 8 millimetrin ruutuun, kun taas valon kulkuaikaan perustuvat mittalaitteet voivat mitata kohteita 2-3 kertaa tiheämmin. (Joala 2006.)

2.3 Laserkeilauskohteet

Laserkeilauksen käyttöön on useampi syy. Mitattavasta kohteesta ei ole olemassa olevia piirustuksia, mitattavasta kohteesta tarvitaan kolmiulotteista tietoa, laserkeilaamalla päästään mittaamaan vaarallisia kohteita lähelle menemättä, mitattavasta kohteesta tarvitaan yksityiskohtaista tietoa, tietoa voidaan tarvita nopeasti sekä laserkeilaus mittaustapana on lahjomaton.

Tyypillisiä laserkeilauskohteita ovat tuotantolaitokset, arvorakennukset, sillat, tiet, tunnelit, muistomerkit, laivat, rautatiet, vaikeasti tavoitettavat kohteet sekä maanmittaus. (Ahonen 2015, 9; Joala 2006.)

2.4 Pistepilvien yhdistämistavat

Laserkeilaus on suoritettava useammalta kuin yhdeltä kojeasemalta katvealueiden kattamiseksi. Nämä pistepilvet on yhdistettävä isoksi pistepilveksi. Tarkimpana yhdistämismenetelmänä pidetään yhteisten tähyksien käyttöä. Tämä tarkoittaa sitä, että jokaisesta mitatusta pistepilvestä täytyy löytyä ainakin kolme yh-

teistä koodattua tähyistä, joiden avulla pistepilvet yhdistetään samaan koordinaatistoon. Pistepilvien siirtämiseksi tarvittavaan koordinaattijärjestelmään, tähyksien keskipisteet mitataan takymetrillä. Näin toimien pistepilvien yhdistäminen saadaan suoritettua 1–3 millimetrin tarkkuudella. (Joala 2006.)

Voidaan käyttää myös yhteisiä mallinnettuja kohteita pistepilvien yhdistämiseen. Tällöin käytetään kahdessa erikseen mitatussa pistepilvessä yhteisiä kohteita, kuten tasoja, niille annetaan koodit, ja näiden avulla pistepilvet yhdistetään. Tämä menetelmä ei kuitenkaan pääse lähellekään sitä tarkkuutta, joka saadaan yhteisiä tähyksiä käyttämällä. (Joala 2006.)

Pistepilviä voidaan myös yhdistää käyttämällä yhteisiä alueita. Tällöin tulee kahdessa yhdistettävässä alueessa olla yhteistä peittoa ainakin kolmasosa. Kummassakin pistepilvessä on osoitettava vähintään kolmelle yhteiselle pisteelle (osoitustarkkuus pisteparille kahdessa pistepilvessä alle 10 senttimetriä), saadaan likiarvosovitus kahdelle pistepilvälle. Tämän jälkeen sovitetaan mittaussovellus parhaimmalla tavalla (jäännösvirheet minimoiden) molemmat pistepilvet samaan koordinaatistoon. Tällä menetelmällä yhdistämistarkkuus käytännössä on 5–10 millimetriin. Isommissa projekteissa käytetään edellä mainittujen menetelmien kombinaatioita. (Joala 2006.)

2.5 Tietomallinnus

Laserkeilauksella saatava data hyödynnetään korjaushankkeiden suunnittelussa käyttämällä tietomallinnusta, englanniksi Building Information Modeling (BIM). Käsite scan to BIM voidaan vapaasti suomentaa ”laserkeilauksesta tietomalliksi. Tällä tarkoitetaan prosessia, jolla pistepilviaineisto siirretään tietomallinnusohjelmiin. Näin tätä voidaan hyödyntää osana suunnittelutyötä yhdistämällä geometriseen dataan muuta tietoa. Tietomallilla voidaan tehdä niin sanottua törmäystarkastelua. Tällä verrataan uusia suunnitelmia olemassa olevan rakenteen kanssa. Näin ilmenneet epäkohdat voidaan korjata heti. (Tamk 2018; Neopoint 2018.)

Kolmiulotteisella tietomallilla voidaan suorittaa suunnitelmien ohjelmallisen tarkastuksen, sekä havainnollisemman visuaalisen tarkastelun. Lisäksi tämä malli

toimii mahdollisten laskelmien, analyysien ja simulaatioiden lähtötietona. (Tamk 2018; Neopoint 2018.)

Pistepilvimalli on hyödynnettävissä kaikissa yleisimmissä CAD ympäristöissä kuten, autocad, microstation, PDS, PDMS ja Catia. Lisäksi tarvitaan kolmannen osapuolen plug in-ohjelmisto, esimerkiksi AVEVA LFM. Lisäksi tietomallin avulla on mahdollista tuottaa erilaisia 2D-piirustuksia. (Neopoint 2018.)

3 LASERKEILAUSPROJEKTIN VAIHEET

3.1 Suunnittelu

Suunnitteluvaiheessa etukäteen tutustuminen mitattavaan kohteeseen on välttämätöntä. Tutustumisen perusteella voidaan määritellä tarvittavien asemapisteen sijainnin, takymetrimittausten apupisteiden sekä kojepisteiden sijainnit. On sovittava tilaajan kanssa valmiin aineiston siirtoformaatit, täydellisyystaso sekä tarkkuusvaatimukset. On myös mietittävä tilaajan kanssa, kuinka paljon ja kuinka tarkasti tuotantotilat mallinnetaan. Yksityiskohtaisen mittauksen tekemiseen kuuluu aikaa ja asemapisteitä täytyy olla useita, kun taas liian harvaan mitatulla pistepilvellä ei saada tarpeeksi tietoa kohteesta. (Joala 2006.)

3.2 Laserkeilaus

Ennen keilausta tai keilauksen yhteydessä suoritetaan pistepilvien yhdistämiseen tarvittavien tähyksien mittaus takymetrin avulla. Projektin onnistumisen kannalta tämä on erittäin tärkeä mittaus, joka täytyy tehdä suurta tarkkuutta noudattaen. Myös pistepilven rekisteröinti täytyy tehdä huolellisesti. (Joala 2006.)

Keilaus suoritetaan laserkeilaussuunnitelman mukaisesti. Tähyksien sijainti täytyy suunnitella tarkasti. Kahdelta perättäiseltä asemapisteeltä täytyy keilauksella tavoittaa vähintään kolme samaa tähytä.

3.3 Georeferointi

Georeferoinnissa pistepilvet siirretään ennalta määriteltyyn koordinaatistoon. Tämä voidaan tehdä pistepilvien yhdistämisen yhteydessä tai sen jälkeen. Georeferoinnin jälkeen kohde mallinnetaan kolmeulotteiseksi malliksi. (Joala 2006.)

3.4 Mallin siirto suunnittelujärjestelmään

Jatkokäsittelyä varten malli siirretään suunnittelujärjestelmään. Myös mallinnusohjelmissa on usein 3D-suunnitteluominaisuuksia, eli kohteita voidaan suunnitella suoraan pistepilveen. Lisäksi ohjelmallisen lisämoduulien avulla voidaan pistepilvi tuoda suunnitteluohjelmiin. (Joala 2006.)

4 LASERKEILAUSSUUNNITELMA VELJEKSET RÖNKÄ OY:N KEMIN TUOTANTOTILOIHIN

4.1 Kohteeseen tutustuminen

Koska tuotantotiloja on laajennettu reilun 30 vuoden aikana noin kymmenen kertaa, ovat tuotantotilat todella sokkeloiset, varsinkin ensimmäisten laajennusten osalta. Viimeisin laajennus, jossa rakennettiin uusi lähettämöterminaali ja lasauslaiturit, tuotevarasto sekä kellarikerrokseen pakkausmateriaalivarasto, tehtiin vuonna 2012. Se on rakenteeltaan ja tilojen suunnittelultaan varsin selkeä. Tähän tilaan on laserkeilauksen suorittaminen verrattain helppoa.

Tuotantotiloihin ollaan aloittamassa saneerausta kevään 2018 aikana, joka koskee vanhaa navettaa ja tähän tilaan liittyvien tuotantotilojen osia. Tuotantotilat ovat kahdessa kerroksessa siten, että maanpäällisessä kerroksessa sijaitsevat vanha navetta, sosiaalitulat, varsinaiset tuotantotilat, toimistotilat, lähettämöterminaali, tuotevarasto sekä pakastamo. Kellarikerroksesta löytyvät kunnossapidon tilat ja tekniset laitteet, kuten paineilmakompressorit ja vesisäiliöt sekä uusimman laajennuksen osalta pakkausmateriaalivarasto. Lisäksi kellarikerroksessa sijaitsevat teurastusjätteiden jatkokäsittelytilat, kuten minkinrehu tuotantolaitteet ja minkinrehu säilytysilöt, joiden yläosat sijoittuvat vanhan navetan viereen.

4.2 Elintarvikehygienia

Hygieniaosaamisvaatimukset edellyttävät, että elintarvikkeiden tuotantoalueella mittaustyöntekijä pukeutuu elintarviketyön vaatimalla tavalla sekä huolehtii henkilökohtaisesta hygieniasta siten, etteivät elintarvikkeet ja niiden kanssa kosketuksissa olevat pinnat saastu. Lisäksi mittaustyöntekijän tulee menetellä elintarviketyölle lainsäädännössä asetettujen hygieniamääräysten mukaisesti. Hygieniapassia ei tarvita tilapäistyötä tehdessä. (Evira 2018; Niemelä 2018.)

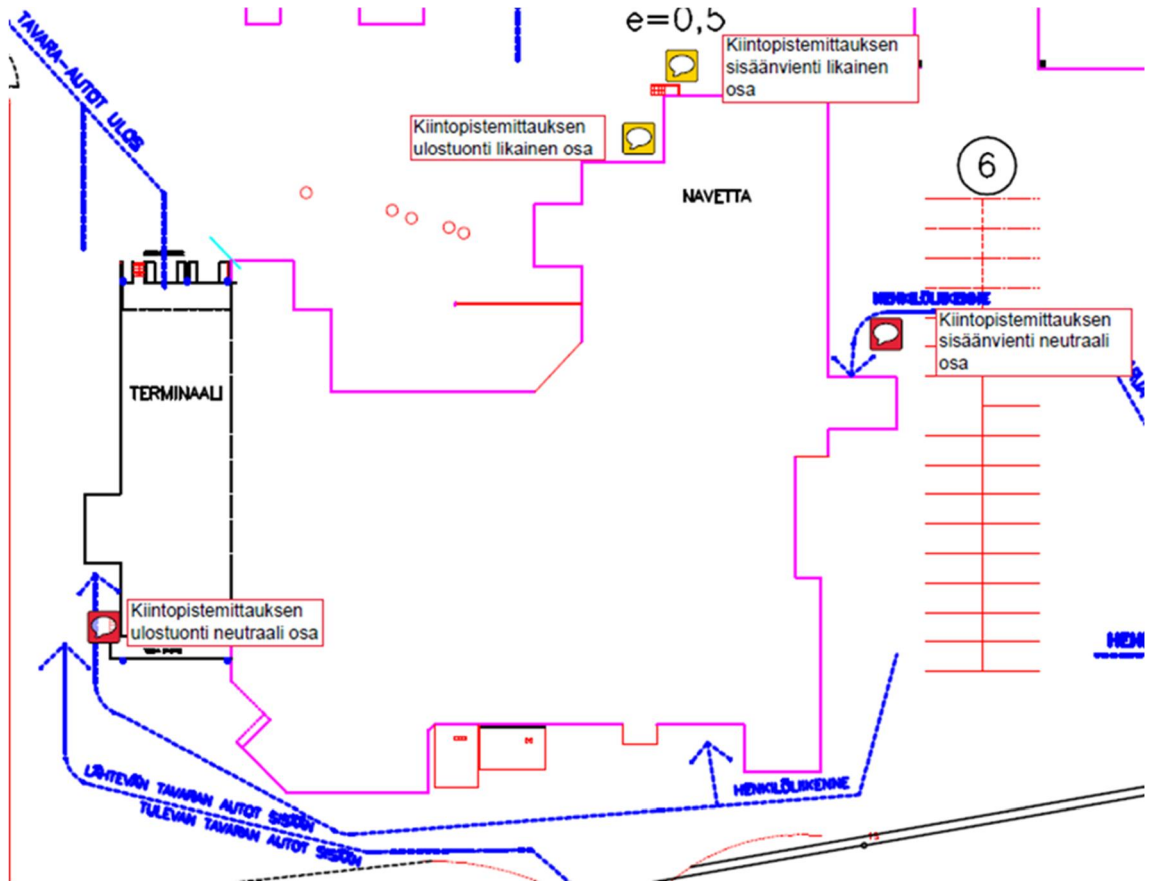
Henkilö, jolla on elintarvikkeiden välityksellä tarttuva tauti, tai on tällaisen kantaja, tai on tulehtuneita haavoja, ihotulehduksia, ihovammoja tai ripulia ei saa työskennellä elintarvikkeiden käsittelyalueella, jos on olemassa suoran tai epäsuoran saastumisen vaara. (Evira 2018; Niemelä 2018.)

Likaisella alueella käytettäville kojeille ja apuvälineille, kuten kolmijalat ja tähykset, ei tarvitse suorittaa minkäänlaisia puhdistus- ja desifiointitoimenpiteitä. Kun taas neutraalille ja hyvän hygienian alueelle vietävät kojeet ja apuvälineet täytyy desifioida. Veljekset Rönkä Oy:ltä löytyy omavalvontasuunnitelma, josta löytyy tuotantotiloissa tapahtuvaa työskentelyä varten ohjeet. (Niemelä 2018.)

4.3 Takymetrimittaus

Koska tuotantotiloissa on kolme eri hygieniatasoa: likainen, neutraali ja hyvä, takymetrimittaus suoritetaan kahdessa eri osiossa siten, että toinen osa kattaa likaiset tilat, kuten navetan ja kellarikerroksen ilman pakkausmateriaalivarastoa. Toinen osa kattaa varsinaiset tuotantotilat, jotka kuuluvat neutraaliin hygieniatasoon. Näissä tiloissa tulee käyttää suojavaatetusta, eli kertakäyttöhaalarit, -päähine sekä kenkäsuojat. Likaisen osan suojavaatetukseen riittävää hyvin normaali työvaatetus. Tämä siksi, koska tiloissa kulku on mahdollista siten, että puhtaalta puolelta pääsee likaiselle, mutta päinvastainen kulku ei ole mahdollista, on järkevää suorittaa takymetrimittaus kahtena eri kiintopistemittauksena jo senkin vuoksi, että kellarikerroksesta pääsee portaita myöten maanpäällisten tilojen likaiselle osalle. Lisäksi likaiselta osalta löytyy kaksi uloskäyntiä, joiden kautta kiintopistemittaus voidaan viedä sisään sekä tuoda ulos kuvion 1 mukaisesti. Myös neutraalilta alueelta löytyy useampi uloskäynti takymetrillä suoritettavan kiintopistemittauksen sisäänvientiin ja ulostuontiin. Kiintopistemittaus suoritetaan suljetuna mittauksena, eli kiintomittaus suljetaan kiintopistemittausten aloituspisteisiin. Tällä varmistetaan kiintopistemittauksen paikkansapitävyys.

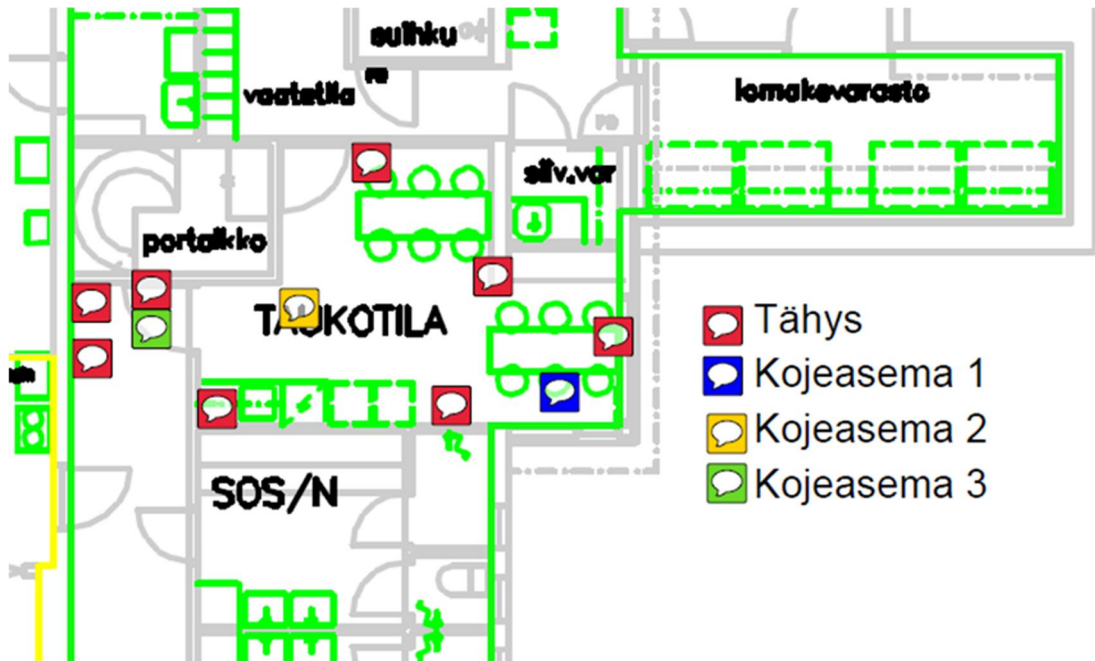
Lähteenä pitäisi aina käyttää ensisijaista, alkuperäistä lähdettä. Toissijaisen lähteen käyttö on kuitenkin joskus perusteltua. Viite toissijaisessa lähteessä alkuperäiseen lähteeseen voidaan merkitä seuraavilla tavoilla:



Kuvio 1. Takymetrimittausten suunnitellut sisäänmeno- ja ulostulopaikat

4.4 Laserkeilaus

Varsinaisen laserkeilaaminen aloitetaan sosiaali-tiloista, koska yksi sisäänkäynti sijaitsee näiden tilojen yhteydessä ja joista luonnollisesti on pääsy tuotantotiloihin. Koska laitteiden ja apuvälineiden, kuten tähykset, tulee olla desifioituja, likainen osa laserkeilataan viimeiseksi. Lasereilauksen ajankohdasta tulee sopia siten, ettei keilauksesta aiheudu turhaa haittaa tuotannolle, esimerkiksi ilta ja viikonloput. Vanha navetta on yleensä ilta- ja yöaikaan tyhjä teurastettavaksi tuotavista eläimistä. Lisäksi vanhassa navetassa olosuhteet ovat likaiset, johtuen tuotantoeläimien ulosteesta. Mittaushenkilöstön on hyvä miettiä työ- ja suojavarustus tälle alueelle. Kojepisteiden ja tähysten lopullisen sijoittelun suorittaa mittaushenkilöstö oman näkemyksensä mukaan, kuitenkin siten että viereisiltä kojepisteiltä havaitaan kolme yhteistä tähyistä kuvion 2 mukaisesti.



Kuvio 2. Esimerkki kojeasemien ja tähysten sijoittamiseksi

4.5 Mittaustarkkuus

Takymetrimittauksessa mittapisteiden sijainnin poikkeama saa olla alle 5 millimetriä. Laserkeilauksessa kohina, eli virhe saa olla maksimissaan ± 10 millimetriä ja resoluutio alle 5 millimetriä. (Yleiset tietomallivaatimukset 2012, 9.)

Jotta laserkeilauksesta saatava aineisto olisi hyödyllistä myöhemmissä saneeraus- ja laajennustoimenpiteissä, tulee laserkeilauksessa noudattaa tiettyjä mittaustarkkuusvaatimuksia taulukoiden 1-8 mukaisesti. (Rakennustöiden laatu 2009.)

Taulukko 1. Paikallavalettujen seinien, perusmuurien ja porrastornien mittatarkkuusvaatimukset (Rakennustöiden laatu 2009, 82)

	Kellariseinät ja liukuvalu	Normaali- luokka	Erikois- luokka
Korkeus (H)	±15 mm	±10 mm	±8 mm
Pituus (L)	±15 mm tai L/350 ¹⁾	±10 mm tai L/750 ¹⁾	±8 mm tai L/500 ¹⁾
Paksuus (b)	±10 mm ²⁾	±8 mm ³⁾	±5 mm
Sivun käyryys	seinä (a)	±15 mm	±10 mm
	ovi ja ikkuna (a ₁)	±8 mm	±5 mm
Aukon korkeus ja leveys (h, l)	-5...+15 mm	-5...+15 mm	-5...+15 mm
Aukon korkeus lattiapinnasta (e)	±20 mm	±15 mm	±10 mm
Aukon kulmien sijaintien ero e ₁ -e ₂	15 mm	10 mm	10 mm
Seinän käyristymä ⁴⁾ (d)			
tai poikkeama pystysuorasta (p)	L/200	L/300	L/400
Sivusijainti (S)	±20 mm	±15 mm	±10 mm
Sivusijainti ylä- tai alapuolisesta seinästä (s)	±15 mm	±10 mm	±5 mm
Vapaa väli (V)	±20 mm	±15 mm	±10 mm
Yläreunan korkeusasema vaakarakenteisiin liityttäessä (K)	±15 mm	±10 mm	±5 mm

Taulukko 2. Pilarien mittatarkkuusvaatimukset (Rakennustöiden laatu 2009, 82)

	Normaaliluokka	Erikoisluokka
Pituus (L)	±15 mm	±10 mm
Poikkileikkaus	±10 mm ²⁾	±5 mm
Käyryys	±10 mm tai H/750 ¹⁾	±5 mm tai H/1000 ¹⁾
Poikkileikkauksen kulmapoik- keama tai kiertymä	±5 mm tai b/20	±5 mm tai b/10
Pään kulmapoikkeama ³⁾⁴⁾	±5 mm	±3 mm
Pinnan käyryys ja aaltoilu	by 40	by 40
Sivusijainti, korkeusasema, vapaa väli	±15 mm	±15 mm
Poikkeama pystysuorasta	±15 mm tai L/750 ¹⁾	±10 mm tai L/1000 ¹⁾

Taulukko 3. Paikallavalettujen perustusten mittatarkkuusvaatimukset (Rakennustöiden laatu 2009, 90)

Päämitat, pituus ja leveys (L, b)	±30 mm
Yläpinnan korkeusasema (K)	±20 mm
Sivusijainti (S)	±30 mm

Taulukko 4. Teräsrakenteiden mittatarkkuusvaatimukset (Rakennustöiden laatu 2009, 112)

Kiinnityslevyjen, pilarikenkien ja reikien mittatoleranssit (by 47, taul. 4.2.4.7)

mittauksen kohde	toleranssit, mm
Kiinnityslevyt ja vastaavat	
• sivusijainti vaakatasossa	±15
• sijainti kohtisuorassa tasoa vastaan	±5
Pilarikengät ja vastaavat	
• sivusijainti vaakatasossa	±10
• korkeusasema	±5
• kierretartuntojen keskinäinen väli	±2
• kiertymä	±5
Harjatankotartunnat	±10
Reiät betonirakenteessa	±20

Taulukko 5. Tiilimuurausten mittatarkkuusvaatimukset (Rakennustöiden laatu 2009, 138)

Pilarien ja seinien suurimmat sallitut poikkeamat (RunkoRYL 2000, taul. 411:T2)

ulottuvuudet ja sijainti	suurin sallittu poikkeama, mm		
	luokka 1	luokka 2	luokka 3
Pilarin poikkileikkauksen mitat	±3	±8	±12
Seinän paksuus	±3	±8	±12
Käyryys	±0,2 %	±0,3 %	±0,4 %
Kaltevuus	±0,2 %	±0,3 %	±0,5 %
Kaltevuus enintään	12	18	30
Kaltevuus muihin rakennusosiin rajoituessaan	±0,1 %	±0,15 %	±0,25 %
Sivusijainti	±5	±8	±8
Etäisyydet viereisiin rakennusosiin	±5	±8	±12

Taulukko 6. Seinien aukot muuraustyön mittatarkkuusvaatimukset (Rakennustöiden laatu 2009, 138)

Seinien aukot (RunkoRYL 2000, taulukko 411:T3)

Ulottuvuudet ja sijainti	suurin sallittu poikkeama, mm		
	luokka 1	luokka 2	luokka 3
Seinän aukkojen mitat	±3	±5	±8
Sivusijainti	±5	±8	±12

Taulukko 7. Puurakenteisten seinien mittatarkkuus (Rakennustöiden 2009, 156)

Puurakenteisten seinien asennustarkkuudet (RunkoRYL 2000, taulukko 511:T7)

ulottuvuus ja sijainti	suurin sallittu poikkeama		
	luokka 1	luokka 2	luokka 3
Sivusijainti perussuorasta	±3 mm	±5 mm	±10 mm
Runkotolppien väli	±3 mm	±5 mm	±10 mm
Ikkuna- ja oviaukkojen koko	±3 mm	±5 mm	±10 mm
Ikkuna- ja oviaukkojen sijainti	±3 mm	±5 mm	±10 mm
Vapaa väli (vastakkaiset seinät)	±3 mm	±5 mm	±10 mm
Seinärunгон suoruus*	±1,5 ‰	±1,5 ‰	±1,5 ‰
Seinärunгон poikkeama pystysuorasta			
• korkeus enintään 3 m	±5 mm	±5 mm	±5 mm
• korkeus yli 3 m	±8 mm	±8 mm	±8 mm

* = 1,5 ‰ mittauspituudesta, kun mittauspituus on vähintään 2 m.

Taulukko 8. Pilarirungon asennusvaatimukset (Rakennuslaatu 2009, 156)

Pilarirungon asennustarkkuudet (RunkoRYL 2000, taulukko 511:T10)

ulottuvuus ja sijainti	suurin sallittu poikkeama		
	luokka 1	luokka 2	luokka 3
Sivusijainti perussuorasta	±6 mm	±12 mm	±20 mm
Vapaaväli	±6 mm	±12 mm	±20 mm
Pilarin yläpään jai tukipintojen korkeusasema	±4 mm	±8 mm	±12 mm
Suoruus**	±1,5 ‰	±1,5 ‰	±1,5 ‰
Poikkeama pystysuorasta			
• korkeus enintään 6 m	±3 mm	±5 mm	±8 mm
• korkeus yli 6 m	±4 mm	±8 mm	±12 mm

** = 1,5 ‰ mittauspituudesta, kun mittauspituus on vähintään 2 m.

Mittauksen ja aineiston käsittelyn jälkeen mittauksen suorittava taho toimittaa aineiston ennaltasovitulla tavalla tilaajalle.

POHDINTA

Koska tämän opinnäytetyön tekijä ei itse suorita laserkeilausta kohteena oleviin tiloihin, antaa tämä haastetta opinnäytetyön tekemiseen. Mikäli alkuperäinen suunnitelma opinnäytetyön tekemisestä ryhmätyönä laserkeilaussuunnitelmaan, olisi opinnäytetyön kirjallisen raportin tekeminen ollut helpompaa ja tieto tekemisestä yksityiskohtaisempaa. Tällöin olisi ollut opinnäytetyöraportista saanut paljon yksityiskohtaisemman siksi, koska varsinaista suunnitelmaa olisi saanut tarkennettua jo tehdyn laserkeilauksen pohjalta. Tämä tietenkin vain siinä tapauksessa, että laserkeilaussuunnitelmaa ennen laserkeilausta ei olisi tarvinnut hyväksyttää opettajalla.

Jos olisi ollut tiedossa laserkeilauksen suorittaja ja tämän käytössä olevat kojeet ja ohjelmistot, laserkeilaussuunnitelmasta olisi saanut huomattavasti kattavamman, varsinkin käytettävien laitteiden ja ohjelmistojen osalta. Lisäksi useita laserkeilaukseen liittyviä seikkoja ja huomioitavia asioita on jäänyt huomioimatta opinnäytetyön tekijän vähäisen laserkeilauskokemuksen vuoksi.

Lisäksi aihe laitto ajattelemaan opiskelussa tarvittavan käytännön työn harjoittelun tarvetta. Esimerkiksi erilaisia takymetrimittaus harjoituksia olisi saanut olla enemmän, tällöin erilaisten asioiden mainitseminen ja huomioon ottaminen laserkeilaussuunnitelmaa tehdessä olisi ollut helpompaa. Mutta harjoitusten lisäämiseen koulutukseen on haastavaa, tai jopa mahdotonta, johtuen ryhmien isosta koosta, tarvittavien laitteiden saatavuudesta ja monimuoto-opiskelussa varsinkin, lähijaksojen määrästä, ja niille sijoitettavien kurssien määrästä.

Tutkimuksellisesti tässä opinnäytetyössä ei tullut esiin mitään uutta, mutta teki jälleen opinnäytetyön tekeminen toi paljon tietoa laserkeilauksesta.

LÄHTEET

Ahonen, P. 2015. Laserkeilaus, laserkeilausmittauksen suorittaminen ja pistepilven käsittelyohjelmien vertailu. Saimaan ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Evira 2018 Viitattu 28.3.2018. <https://www.evira.fi/elintarvikkeet/valmistus-ja-myynti>.

Joala, V. 2006 viitattu 28.1.2018 Laserkeilauksen perusteita ja mittauksen suunnittelu. Leica Oy. <https://docs.google.com/file/d/0B3MfAq->

Karppinen, T. 2017. Rakennus- ja erikoismittausten luentomateriaali. Rakennustöiden laatu 2009. Lapin ammattikorkeakoulu.

Neopoint 2018 Viitattu 4.4.2018 <http://www.neopoint.fi/fi/laserkeilaus>

Niemelä, H. Meri-Lapin ympäristöterveysvalvonta. Terveysvalvojan Hanna Niemelä haastattelu 28.3.2018.

Tamk 2018 ProGigiOUs. Viitattu 4.4.2018 <http://prodigious.tamk.fi/laserkeilaus-ja-tietomallinnus-korjaushankkeissa/>

Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Lähtötilanteen mallinnus. Viitattu 24.4.2018 https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_2_lahtotilanne