

KEMI-TORNION AMMATTIKORKEAKOULU

LABORATORIOIDEN TYÖTURVALLISUUS

Eino Silvennoinen

Teknologiaosaamisen johtamisen -koulutusohjelman opinnäytetyö
Kunnossapito

KEMI 2011

ALKUSANAT

Olen ollut Nokian tuotekehityksessä suunnittelijana 15 vuotta. Työtehtäviini on kuulunut tuotesuunnittelua, investointeja, laboratoriovastuuhenkilönä toimimista ja monia muita mielenkiintoisia työtehtäviä. Kävin vuonna 2007 esimiestyön peruskurssin Oulun yliopistolla ja sain siitä mielenkiintoa johtamiskoulutukseen. Tutkiessani vaihtoehtoja laajentaa osaamistani johtamispuolelle kiinnostuin teknologiaosaamisen koulutusohjelmasta. Koulutus antaa hyvän pohjan esimiestyöhön tai vastaaviin tehtäviin.

Kiitän Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun henkilökuntaa erittäin hyvin toteutetusta opetuksesta ja erityiskiitos aina niin energiselle TkL Timo Kaupille.

Kiitän lopputyöni valvojaa diplomi-insinööri Jaakko Ettoa.

Kiitän työni ohjaajaa diplomi-insinööri Pekka Hyttistä, esimiestäni ryhmäpäällikkö Tomi Moilasta ja kaikkia yksikköni henkilöitä, jotka ovat tukeneet tämän työn suorituksessa.

Lopuksi haluan kiittää perhettäni ja vanhempiani, joilta sain positiivista tukea koko työprosessin ajan.

Oulussa, 4.6.2011

Eino Silvennoinen

TIIVISTELMÄ

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu, Tekniikan yksikkö	
Koulutusohjelma	Teknologiaosaamisen johtaminen
Opinnäytetyön tekijä	Eino Silvennoinen
Opinnäytetyön nimi	Laboratorioiden työturvallisuus
Työn laji	Opinnäytetyö
päiväys	21.6.2011
sivumäärä	48 + 4 liitesivua
Opinnäytetyön ohjaaja	DI Jaakko Etto
Yritys	Nokia oy
Yrityksen yhteyshenkilö/valvoja	DI Pekka Hyttinen

Tämä opinnäytetyö tehtiin Nokia matkapuhelinyksikön RF-tuotekehitysryhmälle. Tavoitteena oli tutkia työturvallisuutta laboratorioissa laboratoriovastuuhenkilön näkökulmasta. Kehityskohde rajattiin Oulussa sijaitseviin kahteen erilliseen tutkimus- ja tuotekehitysryhmään.

Tutkimuksessa on esitelty laboratorioiden työturvallisuuden kannalta keskeisimmät lait ja määräykset. Opinnäytetyössä on selvitetty esimiesten, laboratoriovastuuhenkilöiden ja työntekijöiden vastuut laboratorioissa.

Tutkimus toteutettiin kahdessa osassa. Ensimmäisessä osassa lähetettiin laboratoriovastaville kyselylomake, jossa kysyttiin koulutukseen, työturvallisuuteen, varusteisiin ja tiloihin liittyviä kysymyksiä. Toinen osio toteutettiin haastatteluna, jossa täydennettiin vastauksia ja selvitettiin ymmärsivätkö laboratoriovastuuhenkilöt kysymykset oikein.

Tutkimustuloksena määritettiin ongelmat Nokian laboratorioiden työturvallisuudessa. Tuloksissa esitellään syyt ja korjaavat toimenpiteet. Merkittävimpänä tutkimustuloksena havaittiin laboratoriovastuuhenkilöiden tietämättömyys työturvallisuusvastuista. Syynä voitiin pitää esimiehen tietämättömyyttä laboratoriovastaavan oikeudellisista vastuista.

Asiasanat: laboratorio, työturvallisuus, lainsäädäntö.

ABSTRACT

Kemi-Tornion University of Applied Sciences, Technology	
Degree Programme	Technology Competence Management
Name	Eino Silvennoinen
Title	Occupational Safety of R&D Laboratories
Type of Study	Master's Thesis
Date	21 June 2011
Pages	48 + 4 appendixes
Instructor	Jaakko Etto, MSc
Company	Nokia
Contact Person/Supervisor from Company	Pekka Hyttinen, MSc

This thesis was commissioned by the RF product development group of Nokia's mobile phone unit. The objective was to study occupational safety in laboratories from the point of view of the persons responsible. The subject was limited to two separate research and product development units in Oulu.

The thesis introduces the key laws and regulations in terms of occupational safety in laboratories. It also lays out the laboratory responsibilities of supervisors, persons responsible for laboratories and employees.

The study was carried out in two parts. In the first part, persons responsible for laboratories were sent a questionnaire including questions about training, occupational safety, equipment and facilities. The second part consisted of interviews to supplement the answers and establish whether the persons responsible for laboratories understood the questions correctly.

The study resulted in the defining of occupational safety problems in Nokia laboratories. The results indicate the reasons and suggest corrective actions. The most significant finding of the study was the responsible persons' lack of knowledge about occupational safety responsibilities. The reason for this was found to be the supervisors' lack of knowledge about the legal responsibilities of the persons in charge of laboratories.

Keywords: laboratory, occupational safety, legislation.

SISÄLLYSLUETTELO

ALKUSANAT	I
TIIVISTELMÄ	II
ABSTRACT	III
SISÄLLYSLUETTELO	IV
KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET	V
1. JOHDANTO	1
2. LABORATORIOTYYPIÄ	2
2.1. Audiolaboratorio	2
2.2. EMC-laboratorio	4
2.3. Prototyypilaboratorio	6
2.4. Antennilaboratorio	8
2.5. Radiotaajuuslaboratorio	10
2.6. Kantataajuuslaboratorio	12
2.7. Muut laboratoriot	14
3. LABORATORIOIDEN VAATIMUKSET	15
3.1. Laboratorioihin liittyvät lait	15
3.1.1. Kemikaalilaki	15
3.1.2. Pelastuslaki	17
3.1.3. Sähköturvallisuuslaki	18
3.1.4. Työturvallisuuslaki	20
3.2. Laboratorioihin liittyvät määräykset	21
3.2.1. ESD-standardi	22
3.2.2. ISO-standardi	24
3.3. Pelastussuunnitelma	25
4. LABORATORIOIDEN TYÖTURVALLISUUDEN VASTUUKO	27
4.1. Ylimmän johdon vastuu	28
4.2. Linjaesimiehen vastuu	29
4.3. Esimiehen ja laboratoriovastuuhenkilön vastuu	29
4.4. Laboratoriohenkilöstön vastuu	30
5. SUORITETUT TUTKIMUKSET	32
5.1. Koulutus	32
5.2. Turvallisuus	33
5.3. Suojavarusteet	35
5.4. Juotospaikka	36
5.5. Paloturvallisuus	37
5.6. Kemikaalit	38
5.7. Tilat	39
6. TULOSTEN TARKASTELU	41
7. YHTEENVETO	43
8. LÄHDELUETTELO	44
9. LIITELUETTELO	47

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

BB	Baseband, kantataajuus
EMC	Elektro Magnetic Compatibility, elektromagneettinen yhteensopivuus
ENV/REL	Environment and reliability, ympäristö ja luotettavuus
ESD	Electrostatic Discharge, sähköstaattinen purkaus
IOP	Interoperability, yhteentoimivuus
RF	Radio Frequency, radiotaajuus

1. JOHDANTO

Tämän tutkimustyön aiheena on Nokian tuotekehityksen laboratorioiden työturvallisuuden tutkiminen Oulun yksiköissä. Alueella toimii kaksi itsenäistä organisaatiota, jotka tutkivat, testaavat ja kehittävät matkapuhelimia. Laboratorioiden tarkoituksena on tukea projekteja tuotekehitysvaiheessa omalla erikoisosaamisellaan. Laboratoriotilat voidaan jakaa työtätehtävien mukaan seuraavasti:

- audiolaboratorio
- EMC -laboratorio
- prototyypilaboratorio
- antennilaboratorio
- radiotaajuuslaboratorio
- elektroniikkalaboratorio
- muut laboratoriot.

Tämän opinnäytetyön kehittämiskohde on työturvallisuuden kartoittaminen laboratorioissa. Tutkimusmenetelmänä käytetään laboratoriovastaaville lähetettyä kyselylomaketta ja erikseen suoritettavaa haastattelua. Tutkimuksessa saatujen tulosten perusteella ehdotetaan korjaavia toimenpiteitä.

Laboratoriovastuuhenkilöt vastaavat laboratorioiden työturvallisuudesta ja tässä kehitystehtävässä rajaudutaan tutkimaan ainoastaan laboratoriovastuuhenkilöiden vastuita. Lisäksi lopputyön tarkoitus on olla käsikirjana esimiehille, linjaesimiehille ja laboratoriovastaaville. Työssä käsitellään organisaation vastuut laboratorioissa ja esitellään keskeiset lait sekä määräykset. Organisaatorakenteet, esimiehet ja laboratoriotilat vaihtuvat yrityksen rakenteellisten muutosten johdosta.

2. LABORATORIOTYYPIT

Matkapuhelimien testaus ja suunnittelu vaativat erilaisia testiympäristöjä. Tässä apuvälineenä käytetään laboratorioita, joiden tarkoitus on testata matkapuhelimia erilaisissa toimintaympäristöissä. Laboratoriot jaetaan testauksen mukaan pienempiin yksiköihin, mihin vaikuttavat viranomaisvaatimukset ja tilan soveltuvuus.

Tärkeimpiä laboratoriotilan suunnitteluun vaikuttavia tekijöitä ovat tarvittavat mittakammiot, mittalaitteet ja niiden hallintaan käytetyt apuvälineet. Toinen merkittävä laboratorioden tilasuunnitteluun vaikuttava tekijä on laboratoriossa työskentelevien henkilöiden lukumäärä. Tilojen yhteiskäyttöä rajoittavat viranomaismääräykset, mittalaitteet ja tilojen erilainen käyttötarkoitus.

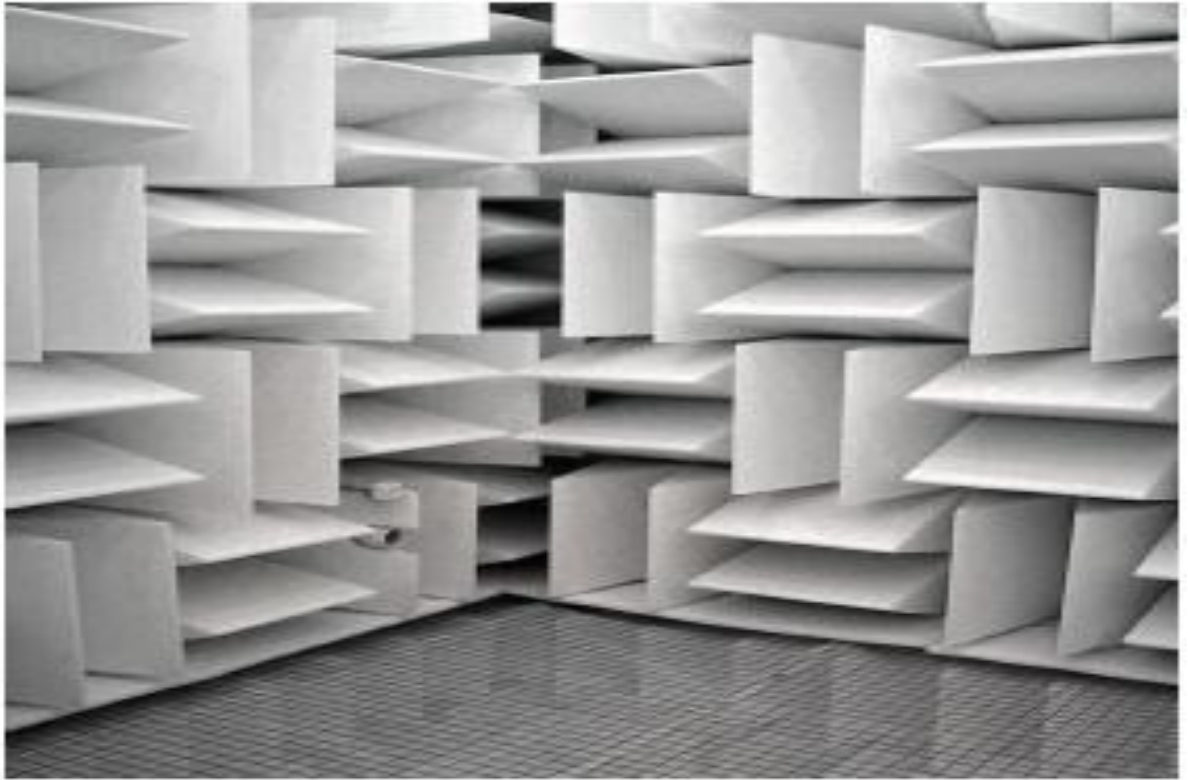
2.1. Audiolaboratorio

Audiolaboratorion tehtävänä on palvella matkapuhelimen äänenlaatuun liittyvissä mittauksissa. Laboratorion pääsääntöiset käyttäjät ovat yleensä saaneet elektroniikkasuunnittelijan koulutuksen ja erikoistuneet myöhemmin audiosuunnittelijoiksi. Suunnittelijan tärkein tehtävä on saada prototyyppi toimimaan äänenlaadun kannalta parhaalla mahdollisella tavalla ja tässä työssä tärkeässä roolissa on audiolaboratorio.

Laboratorio on jaettu kahteen osaan, mittauskammioon ja yleiseen laboratoriotilaan, josta käsin hallitaan kammion automaattimittalaitteita. Yleisessä tilassa suoritetaan myös käsimittauksia ja tehdään teknisiä muutoksia mitattaviin prototyypeihin. /22/

Audiokammion tulee olla akustinen tila, jota kutsutaan monesti myös kaiuttomaksi huoneeksi. Kammion sisäpuolelle on asennettu vaimennusmateriaali, jonka tarkoituksena on saavuttaa mahdollisimman hyvä akustinen mittaympäristö audiomittauksille. Seuraavassa kuvassa on esitetty audiolaboratorion mittauskammion vaimennusmateriaali (Kuva 1). La-

boratorion tilan käyttötarve on viidestä neliömetristä aina kuuteenkymmeneen neliömetriin, riippuen laboratoriossa mitattavista suureista. /22/



Kuva 1. Audiolaboratorion mittauskammion vaimennusmateriaali /2/

Tärkeimmät laboratoriossa mitattavat suureet ovat särö, signaali-kohinasuhde, pohjakohinan taso ja kaiku. Mittaustuloksia verrataan vaatimusmäärittelyssä annettuihin arvoihin. Mittalaitteina laboratoriossa on muun muassa signaaligeneraattori, audioanalysaattori, vahvistin ja tietokone raportointia varten. Mittalaitteet on koottu mittalaitetelineisiin eli räkkeihin, jotka mahdollistavat laitteiden kokoamisen päällekkäin tilan säästämiseksi ja paremman keskitetyn laitehallinnan. /22/

Mittalaitteille on suoritettava kalibrointi vuosittain mittausepätarkeyden poistamiseksi. Kalibroinnit tehdään mittalaitteille keskitetysti valmistajan ilmoittaman kalibrointiohjeen mukaisesti. Yleisen audiotilan vaatimukset tulee täytyä ESD:n osalta lattiamateriaaleissa, työtasoissa ja työkaluissa. Kammion hallintaohjelma vaatii käyttökoulutuksen oikeiden mittatulosten aikaansaamiseksi.

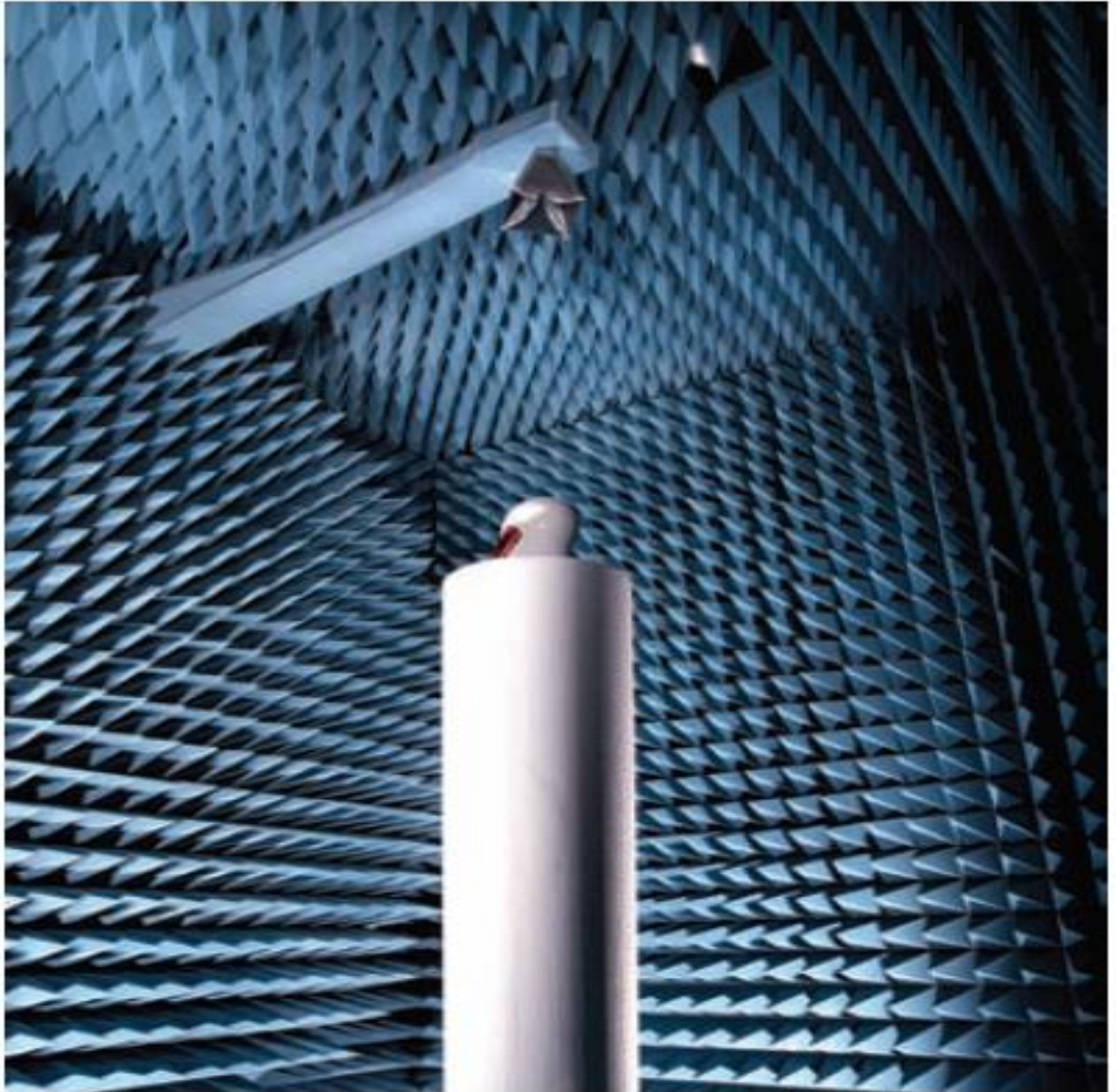
2.2. EMC-laboratorio

EMC-laboratorion tarkoitus on palvella projekteja yhteensopivuusmittauksissa. EMC tarkoittaa laitteen kykyä toimia normaalisti huolimatta käyttöympäristön elektromagneettisesta säteilystä, sekä kykyä olla häiritsemättä ympäröiviä laitteita. Tilan pääsääntöiset käyttäjät ovat saaneet pohjakoulutuksen esimerkiksi tietoliikenneinsinööriksi ja erikoistuneet myöhemmin EMC-suunnittelijoiksi. Laboratorion tärkein tehtävä on auttaa suunnittelijaa saavuttamaan matkapuhelimelle asetetut vaatimukset EMC:n kannalta.

Laboratoriotila on jaettu häiriösuojakammioon, yleiseen tilaan ja mittalaittehuoneeseen. Häiriösuojakammiossa suoritetaan vaatimusmäärittelyn mukaisia mittauksia. Yleisessä tilassa tehdään prototyypeille teknisiä muutoksia. Mittalaittehuoneesta ohjataan häiriösuojakammion mittausjärjestelmää. Tilojen vaatimukset tulevat ISO17025 standardista, jossa on määritelty vaatimukset prosesseille, raporteille ja kulkuoikeuksille. /17/

Mittaukskammioiden tehdään emissio- ja immunitettimittauksia. Emissiomittausten tarkoituksena on selvittää puhelimen säteilevän tehon vaikutusta ympäristöön. Immunitettimittauksissa seurataan miten puhelin sietää ulkopuolista häiriötä. Yhtenä osana immunitettimittauksissa on ESD, jossa prototyyppiä testataan erilaisilla staattisten sähkövarauksien purkauksilla. Mittauksissa käytettävä standardi on ETS 301489-1 mobiililaitteiden standardi. /17/

Kammioiden sertifiointi on suoritettava vuosittain ulkopuolisella tarkistajalla. Hyväksytty sertifiointi takaa laboratorion mittaustulosten olevan vaatimusten mukaisia ja vertailukelpoisia muiden sertifioidujen laboratorioden tuloksiin. Osana sertifiointeja kammion tulee täyttää laatuvaatimukset sisäilman kosteuden ja lämpötilan suhteen. Seuraavassa kuvassa on esitetty EMC-mittakammio (Kuva 2). Mitattava matkapuhelin on asetettu pään viereen korokkeelle ja mittaus suoritetaan ylhäällä olevan antennin kautta. /17/



Kuva 2. EMC-mittakammio /2/

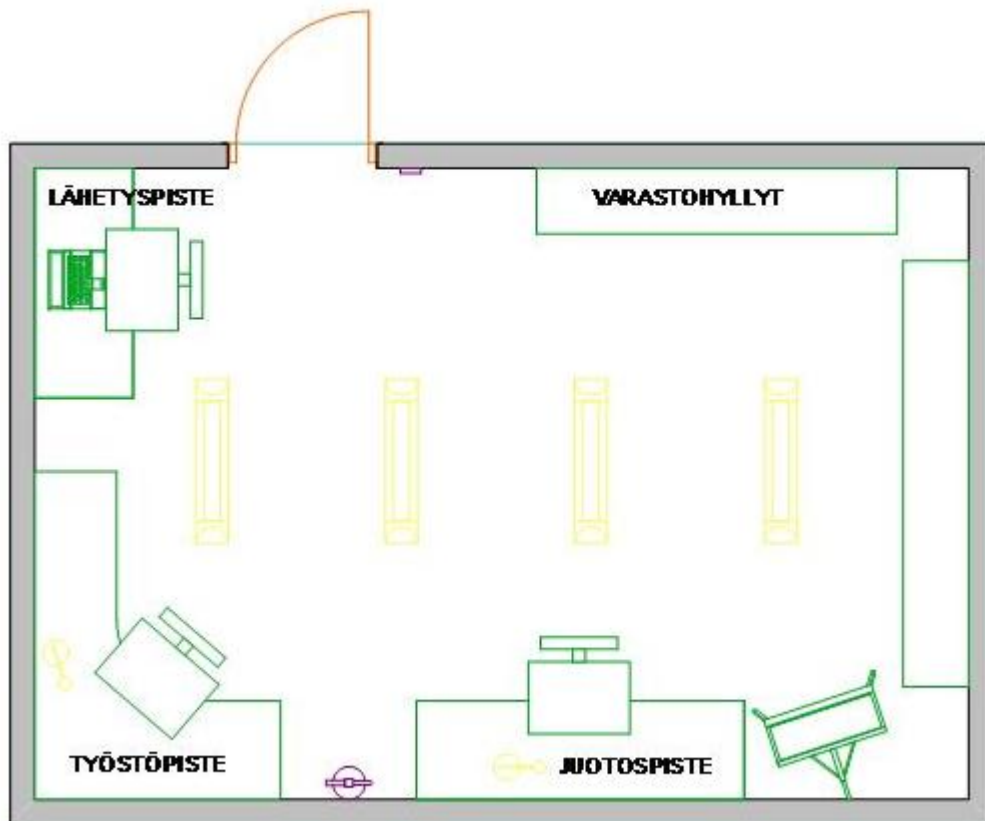
Laboratorioiden kulkuoikeudet on rajattu ainoastaan sertifioituille mittaajille. Laboratorio-
vastaava voi myöntää projektista tuleville henkilöille päiväoikeuksia, mutta tämä ei oikeuta
käyttämään laitteistoa. Laboratorion rakennusvaihetta koskevia vaatimuksia ovat lattiapin-
ta-alojen suoruus ja tilan alkusammutus. Tilassa ei saa käyttää erillisiä käsisammuttimia,
eikä automaattisammutusjärjestelmää. Mittakammiossa tapahtuva tulipalo sammutetaan
tukahduttamalla. Tilassa oleva happi imetään poistoputkeen, luukut suljetaan ja tulipalo
sammuu.

2.3. Prototyypilaboratorio

Protolaboratorion tarkoitus on palvella projekteja prototyyppien säilytykseen ja hallintaan liittyvissä asioissa. Laboratorion työntekijän ei tarvitse olla tuotekehitysinsinööri, sillä työnkuva ei sisällä matkapuhelimen suunnittelua. Prototyyppien valmistuserien määrä voi olla tuhansia kappaleita. Hallinta ilman selkeää järjestelmää olisi mahdotonta ja tässä työssä auttaa protolaboratorio.

Protolaboratoriotila voidaan jakaa kahteen osaan. Isoimman osan vie varastotila, jossa säilytetään projektien tuotteita. Yleinen tila on varattu työskentelytilaksi, jossa paketoidaan tuotteita, otetaan lähetyksiä vastaan ja tehdään prototyypeille teknisiä muutoksia, kuten komponenttien vaihtoja. Tilassa tarvitaan kirjauksia varten tietokoneita ja viivakoodinlukijoita, sekä pakkaustarvikkeita ja työvälineitä. /21/

Prototyypilaboratorioita kutsutaan Nokialla monesti lyhyemmin protopajoiksi. Nimen merkityksen ymmärtää paremmin tarkasteltaessa työtehtäviä. Protopajan tarkoituksena on hallinnoida matkapuhelimien, lisälaitteiden ja tuotekehityksen työkalujen jakelua. Laboratoriosta voi noutaa tietyn valmistuserän matkapuhelimia tutkimuksiin. Prototyypistä kirjataan sarjanumero ja käyttäjän tiedot ylös laiterekisteriin tuotetta noudettaessa. Tehtaalla valmistetut koe-erät kulkevat aina laboratorion kautta. Laiterekisterillä on kaksi tarkoitusta, hallinnoida laitteita ja estää väärinkäytökset yrityksen sisällä. Seuraavassa kuvassa on esitetty protolaboratorion viitteellinen pohjakuva (Kuva 3). /21/



Kuva 3. Prototyypilaboratorion pohjakuva

Seuraavassa kuvassa on esitetty prototyypilaboratorion kolmiulotteinen kuva sisältäpäin (Kuva 4). Tilassa on esitelty varastohyllyt, jossa säilytetään matkapuhelimia ja niiden tarvikkeita. Oikealla sijaitsevalla pöydällä tehdään tarvittavia teknisiä muutoksia. Valaistus tiloissa on toteutettu loisteputkivalaisimilla.



Kuva 4. Prototyypilaboratorion 3D-sisäkuva

Vaatimuksena laboratoriolle on riittävä lukittava tila prototyyppien säilytyksen kannalta ja tarvittavat laitteistot laiterekisterin hallintaan, sekä lähetysten kirjaukseen tarvittavat tietokoneet. Laboratoriossa liikkuu päivittäin lähetyksiä, tuotteita ja projektityöntekijöitä, mikä tuo omat vaatimuksensa kulkuoikeuksille. Laboratoriotilaan on kulkuoikeudet ainoastaan protolaboratorion työntekijöillä. Kulkuoikeuksien rajaamisella saavutetaan tuoteturvallisuusvaatimukset mahdollisten tietovuotojen ehkäisemiseksi.

2.4. Antennilaboratorio

Antennilaboratorion tehtävänä on palvella projekteja antennisuunnitteluun liittyvissä asioissa. Antennisuunnittelijan tehtävään soveltuva koulutus voi olla esimerkiksi tietoliikenneinsinööri, joka myöhemmin on erikoistunut antennisuunnittelijaksi. Suunnittelijan tär-

kein tehtävä on saada matkapuhelimen antennit toimimaan parhaalla mahdollisella tavalla normaalissa toimintaympäristössä ja tässä työssä auttaa antennilaboratorio. /1/

Antennilaboratorio voidaan jakaa kahteen osaan. Isoimman osan laboratoriotilasta vie antennikammiot ja niitä ohjaavat automaatiojärjestelmät. Antennikammion tulee olla häiriöltä suojattu radiokaiuton tila, johon on lisätty antennimittauksiin tarvittavat lisälaitteet. Näitä ovat mittausantenni, liikkuvat antenniosat, standardin mukaiset muoviset ihmisen pään ja käden mallit. Seuraavassa kuvassa on esitetty antennimittausjärjestelmä, jolla voidaan testata antennin säteilykuvio (Kuva 5). /1/



Kuva 5. Antennimittausjärjestelmä /2/

Antennisuunnittelijan työtehtäviä ovat muun muassa suunnittelu, testaus ja raportointi. Käsien tehtävissä mittauksissa yleisin mittalaite on piirianalysointilaite, jolla mitataan heijastusvaimennusta ja impedanssia. Mittalaitekammiossa tehtäviä mittauksia ovat hyötysuhde, antennivahvistus, säteilykuvio ja polarisaatio. Mittausten tarkoituksena on varmistaa riittävän hyvä antenni loppukäyttäjän kannalta. Lisäksi tulee täyttää viranomais- ja operaattori-vaatimukset, jotka vaihtelevat alueittain. /1/

Laboratorion yleisissä tiloissa vaatimuksena on ESD-suojattu materiaali lattioissa, työtasoissa ja työkaluissa. ESD-materiaalien tarkoituksena on estää prototyyppien vaurioituminen sähköpurkaukselta. Antennikammion vaatimuksena on riittävän suuri vaimennus mitattavan prototyypin ja ulkopuolisten häiriöiden välille. Tyypillinen vaimennus kammiolle on luokkaa 100 dB. Eristysvaimennus mitataan valmistajan toimesta rakennusvaiheessa ja siitä annetaan kirjallinen mittaraportti.

2.5. Radiotaajuuslaboratorio

Laboratorion tarkoitus on palvella radiotaajuussuunnittelua tuotekehityksessä. Tehtävään soveltuva koulutus on esimerkiksi sähkötekniikan alalta valmistunut tietoliikenneinsinööri, joka on suuntautunut koulussa radioteknologioihin. Radiotaajuusjärjestelmät ovat laajentuneet viime vuosikymmenen aikana monella uudella radioteknologialla. Uudet teknologiat ovat tuoneet uusia vaatimuksia tuotteille ja suunnittelijoille, tässä työssä auttaa radiotaajuuslaboratorio.

Laboratoriotila voidaan jakaa kahteen osaan. Noin puolet tilasta vie häiriösuojakammio, mittaajajärjestelmä ja hallintaan käytetty ohjausjärjestelmä. Mittausjärjestelmät voivat sijaita myös kammion sisällä, koska järjestelmän aiheuttamalla häiriöllä ei ole merkittävää vaikutusta mittaustuloksiin. Yleisessä tilassa suoritetaan käsimittauksia ja tehdään tarvittavia teknisiä muutoksia prototyypille. Seuraavassa kuvassa on esitetty häiriösuojakammio, jossa voidaan suorittaa vaatimusmäärittelyn mukaisia mittauksia (Kuva 6). /24/



Kuva 6. Häiriösuojakammio ja mittalaitteet /3/

Tärkeimpiä laboratoriossa mitattavia asioita ovat matkapuhelimen lähettimen ja vastaanotimen suorituskyky, sekä laitteen sisäisten osien yhteensopivuus. Radiotaajuussuunnittelijan tärkeimpiä työtehtäviä ovat suunnittelu, testaus ja raportointi. Lisäksi suunnittelija on vastuussa tuotannontestauksen ja -korjauksen suunnittelusta. Seuraavassa kuvassa on esitetty CMW-500 radiotaajuusanalysointilaitteita, jota käytetään muun muassa automaatiojärjestelmissä (Kuva 7). /24/



Kuva 7. Rohde&Schwarz CMW-500 radiotaajuusanalysointilaitteisto /26/

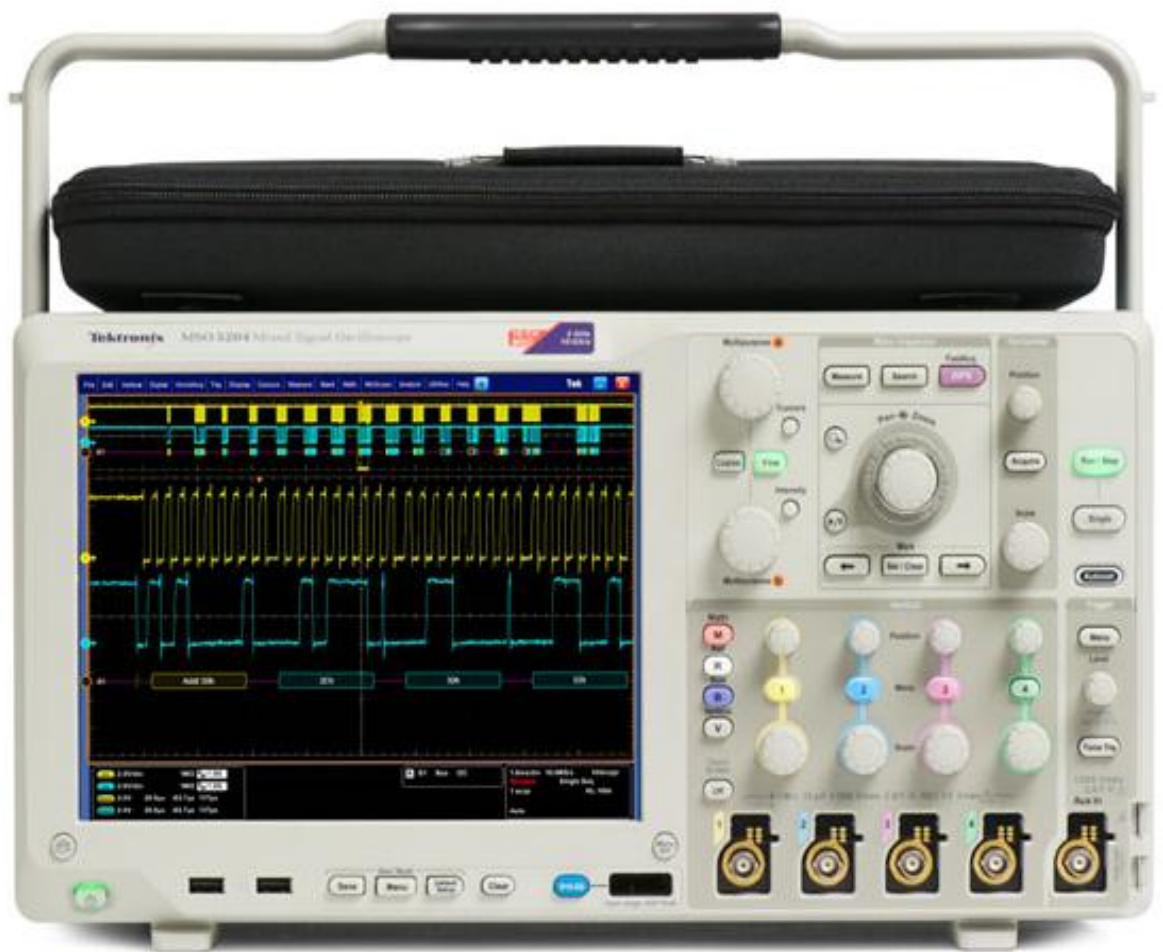
Häiriösuojakammion eristysvaimennuksen vaatimukset tulee täyttyä vaatimusmäärittelyn mukaisissa mittauksissa. Yleisten tilojen tulee täyttää ESD-vaatimukset lattiamateriaalien, työtasojen ja työkalujen osalta. Laboratoriossa on myös juotospiste, joka aiheuttaa vaatimuksia kärynpoiston, alkusammutuksen ja silmähuuhtelun suhteen.

2.6. Kantataajuuslaboratorio

Kantataajuuslaboratorion tarkoitus on palvella yksikön tuoteprojekteja elektroniikkasuunnittelussa. Tehtävään soveltuva koulutus on esimerkiksi sähkötekniikan alalta valmistunut elektroniikkainsinööri. Suunnittelijan tärkein tehtävä on saada matkapuhelimen elektroniikka toimimaan viranomais- ja operaattorivaatimusten mukaisesti. /31/

Laboratoriotiloiksi tarvitaan kaksi erillistä tilaa, yleis- ja röntgenhuone. Yleisessä tilassa suoritetaan käsimitauksia, tehdään teknisiä muutoksia prototyypille ja vaihdetaan komponentteja. Röntgenhuoneessa läpivalaistaan piirilevyjä mahdollisten juotosvirheiden ja piirilevyjen tuotantovaiheessa tapahtuneiden virheiden analysoimiseksi. /31/

Tärkeimpiä tehtäviä suunnittelijalla ovat mittaaminen, vianhaku ja raportointi. Laboratoriossa tehtäviä testejä ovat muun muassa signaalien nousuajat, signaalien ajoitukset ja signaalitasot. Mitattavia suureita verrataan vaatimusmäärittelyyn. Seuraavassa kuvassa on esitetty laboratoriossa käytetty oskilloskooppi, jota käytetään käsimittauksissa. (Kuva 8).
/31/



Kuva 8. Tektronix 5204 oskilloskooppi /28/

Yleisen tilan vaatimukset tulee täytyä ESD:n osalta lattiamateriaaleissa, työtasoissa ja työkaluissa. Juotosaseman ja juotospisteen tulee täyttää työturvallisuusvaatimukset kärynpoiston, alkusammutuksen ja silmähuuhtelupisteen osalta. Yleisen tilan komponenttien säilytykseen käytetyn kuivakaapin tulee täyttää sille asetetut vaatimukset kosteuden ja

lämpötilan suhteen. Kosteuden ylittäessä yli 10 % ongelmaksi tulee komponenttien halkeaminen juotosvaiheessa.

2.7. Muut laboratoriot

Tuotekehityksen tärkeimpiä tehtäviä ovat tuotetestaus, laadunvarmistus ja tuotteen oikea-aikainen markkinoilletulo. Matkapuhelimen tulee täyttää sille asetetut viranomaisvaatimukset, kuluttajan asettamat vaatimukset, materiaalien laatuvaatimukset, muotoiluvaatimukset ja operaattorivaatimukset. Vaatimusten testaus ja varmentaminen vaativat erilaisia testiympäristöjä ja tässä työssä auttavat testauslaboratoriot. Laboratorioiden tarkoitus on palvella projekteja kaikissa testaukseen liittyvissä asioissa.

Laitteen tuotannontestauksesta ja laadunvarmistuksesta vastaa tuotannontestauslaboratorio. Laboratoriotila koostuu tuotannontestauslaitteistosta, jolla viritetään matkapuhelin, asennetaan käyttöohjelmisto ja testataan tuotteen toimivuus. Suunnittelijoiden vastuulla on matkapuhelimen tuotannontestaus eri matkapuhelintehtailta samanlaisessa testiympäristössä. /18/

Prototyypin sisäisten häiriöiden mittauksista vastaa IOP-laboratorio. Mittaus suoritetaan säteilevänä mittauksena eli yhteys on muodostettu antennien avulla mitattavan ja mittaavan laitteen välille. Säteilevä mittaus vaatii häiriösuojakammion, jonka tarkoitus on suodattaa pois ulkopuoliset signaalit (katso Kuva 6). Testien tarkoituksena on selvittää kuinka eri toiminnallisuudet, kuten kamera, näyttö, näppäimistö ja muistit toimivat yhdessä. Mittatulosten tarkoitus on antaa suunnittelijoille informaatiota prototyypin eri osien yhteensopivuudesta. /25/

Tuotteen kestävyyttä ja luotettavuutta testataan omassa ENV/REL-laboratoriossa. Laboratorion tarkoituksena on testata prototyypin mekaanista kestävyyttä ja luotettavuutta ja auttaa löytämään parhaat tekniset ratkaisut. Laboratorion testauslaitteiden toimintavaatimuksena on paineilma, jota käytetään testereiden ohjaukseen. Testilaitteiston paino ja koko asettavat vaatimuksia oviaukkojen koolle ja hissien kantavuusrajoille. /17/

3. LABORATORIOIDEN VAATIMUKSET

Lakien ja standardien tarkoitus on luoda työpaikoille turvalliset työolosuhteet ja yhdenmukaiset käytännöt. Niiden tarkoitus on suojata niin työntekijän, kuin työnantajan etuja työpaikalla ja pyrkiä yhdenmukaistamaan käytäntöjä yritysten välillä.

Lakien noudattaminen yhteiskunnassa on pakollista, kun taas standardien noudattaminen on vapaaehtoista. Liiketoiminnan kannalta molempien käyttöönotto on järkevää, koska molemmat tukevat toisiaan ja siten yritystä.

3.1. Laboratorioihin liittyvät lait

Työssä tutkitaan ainoastaan Suomen lainsäädäntöä laboratorioiden työturvallisuuden kannalta. Suomessa lainsäädäntöä tulkitaan oikeudessa, kuten se on kirjoitettu. Monesti puhutaan germaanis-skandinaavisesta tulkinnasta.

Työnantaja kartoittaa työpaikan työturvallisuuden riskin arvioinnilla. Riskin arviointi perustuu työpaikan toimintaohjelmaan, josta vastaa työsuojelun toimikunta. Riskien arvioinnin tarkoitus on vaara- ja kuormitustekijöiden tunnistaminen ja arviointi. Turvallisuusanalyysillä on tarkoitus löytää vaaratekijät työpaikalla lakeja ja määräyksiä noudattaen. /30/

3.1.1. Kemikaalilaki

Lain tarkoituksena on torjua ja ennalta ehkäistä kemikaalien aiheuttamia terveys- ja ympäristöhaittoja. Kemikaalilain tarkoitus on lisäksi ehkäistä palo- ja räjähdysvaaroja. Laki koskee kemikaalien valmistusta, jakelua, pakkaamista, myyntiä, varastointia, käyttämistä ja hallussapitoa. /5/

Kemikaalilain valvonta kuuluu kahden ministeriön alaisuuteen. Ympäristöministeriö valvoo kemikaalien ympäristöhaittoihin liittyviä asioita. Sosiaali- ja terveysministeriö valvoo kemikaalien terveyshaittoja, sekä palo- ja räjähdysvaaroja. Lain noudattaminen, valvonta ja ohjaus kuuluvat turvallisuus- ja kemikaalivirastolle. Kunnan kemikaaliviranomainen on kunnanhallitus, jos sitä ei ole erikseen siirretty lautakunnan vastuulle. /5/

Päällys- ja tiedonantovelvollisuuden mukaan valmistajan tai muun toiminnanharjoittajan on huolehdittava siitä, että päällys, jossa kemikaali luovutetaan, kestää ja on turvallinen. Päällyksessä täytyy olla turvallisuuden ja tunnistamisen kannalta riittävät tiedot, varoitusmerkit ja käyttöohjeet. /5/

Kemikaaliasetuksen 3§:ssä ryhmitellään kemikaalit seuraavasti:

- räjähtävät kemikaalit
- hapettavat kemikaalit
- erittäin helposti syttyvät kemikaalit
- syttyvät kemikaalit
- myrkylliset kemikaalit
- haitalliset kemikaalit
- syövyttävät kemikaalit
- ärsyttävät kemikaalit
- ympäristölle vaaralliset kemikaalit
- syöpää aiheuttavat kemikaalit.

Valmistajan ja maahantuojan on ennen kemikaalin luovuttamista markkinoille luokiteltava kemikaalit yllä olevan ryhmittelyn mukaan ja merkittävät ne asianmukaisin merkinnöin. Päällyste on suunniteltava siten, että sen sisältö ei pääse vuotamaan. Sulkimen ja päällysteen materiaalien tulee olla sellaisia, että ne eivät aiheuta haitallisia yhdisteitä sisällön kanssa. Vaarallisen kemikaalin pakkauksen muoto ei saa olla lähellä elintarvikepakkausten muotoja tai muun vastaavan, joka voisi harhauttaa kuluttajaa luulemaan pakkauksen sisältävän elintarvikkeita. /4/

Kemikaalipakkauksen päällysteeseen pitää merkitä seuraavat asiat:

- kaupp nimi tai muu nimitys
- toiminnanharjoittajan nimi, osoite ja puhelinnumero
- valmisteessa olevat vaaralliset aineet
- varoitusmerkit
- vaaraa osoittavat standardilausekkeet
- turvallisuustoimenpiteet
- aineen EY-numero
- valmisteen sisällyksen määrä
- muut oleelliset merkinnät.

3.1.2. Pelastuslaki

Lain tarkoituksena on ehkäistä tulipaloja ja onnettomuuksia, kuitenkin muita lakeja rikkomatta. Lain tarkoitus on säätää pelastustoiminnasta ja väestönsuojelusta. Pelastustoiminnalla tarkoitetaan ihmisen ja omaisuuden suojaamista, pelastamista, vahinkojen rajoittamista ja onnettomuuksien rajaamista. Väestönsuojelulla suojataan ihmisiä ja omaisuutta poikkeusoloissa. Pelastustoimintaan kuuluu hätäilmoitusten vastaanotto, avun hälyttäminen, väestön varoittaminen, onnettomuuksien torjuminen, suojaaminen, tulipalojen sammuttaminen, vahinkojen torjuminen ja muut tukitoiminnot. /8/

Pelastustoimen johtaminen ja valvominen kuuluu sisäasiainministeriön ja aluehallintoviraston tehtäviin. Varsinaisesta pelastustoiminnasta vastaavat kunnat, joiden toiminta-alueet on määritellyt valtio. Kuntien tehtävänä on pitää yllä valmiutta pelastustoiminnasta, huolehtia henkilöstön kouluttamisesta ja ylläpitää väestönsuojeluun liittyviä tehtäviä. /8/

Rakennuksen yleinen paloturvallisuus asettaa vaatimuksia rakennuksen omistajalle ja käyttäjälle. Tulipalojen ennaltaehkäisemiseksi rakennukset tulee pitää kunnossa siten, että syttymisen ja leviämisen vaaraa on vähäinen. Rakennuksen omistajan tai haltijan tulee huolehtia viranomaisten määräämät tai vaaditut sammutus- ja pelastuskalustot, paloilmalaitteet ja hälytyslaitteet. Lisäksi tulee huolehtia onnettomuuden vaaraa ennaltaehkäisevät lait-

teet, poistumistieopasteet ja turvamerkinntät sekä väestönsuojien varusteet. Seuraavassa kuvassa on esitetty poistumistieopaste, jonka tulee löytyä kulkuaukkojen yläpuolelta (Kuva 9). Rakennuksen omistajan tai haltijan tulee huolehtia myös ilmanvaihtokanavien ja -laitteistojen kunnosta ja huollosta. /8/



Kuva 9. Poistumistieopaste /22/

Rakennuksien uloskäytävistä säädetään pelastuslain 32§:ssä, jonka mukaan omistajan tai haltijan on huolehdittava uloskäytävistä ja kulkureiteistä. Rakennuksen kaikkien uloskäytävien ja kulkureittien tulee olla kulkukelpoisia ja esteettömiä. Merkinntät ja valaistus tulee toteuttaa asetusten ja määräysten mukaan. Kiinteistön omistajan tai haltijan on huolehdittava hälytysajoneuvoille tarkoitettujen pelastusteiden kunnosta ja esteettömyydestä, sekä asianmukaisesta merkinntästä. /8/

3.1.3. Sähköturvallisuuslaki

Sähköturvallisuuslain tarkoitus on pitää sähkölaitteiden käyttö turvallisena, sekä estää sähkömagneettisten häiriöiden haitallinen vaikutus. Lain tarkoituksena on myös turvata sähkölaitteen käyttäjän asema vahingonkorvaustilanteessa. Tätä lakia sovelletaan lisäksi viestintäverkkoihin, telepäätelaitteisiin ja radiolaitteisiin siltä osin, kun ne aiheuttavat vaaraa hengelle, terveydelle ja omaisuudelle. /10/

Sähköturvallisuuslain seuranta kuuluu työ- ja elinkeinoministeriölle. Sähkötöiden valvonnasta ja hyväksynnästä vastaa sähköturvallisuusviranomainen, joka on turvallisuus- ja kemikaalivirasto. /6/

Suomessa sähkölaitteen toiselle luovuttavan tai kauppaa harjoittavan on kyettävä osoittamaan laitteen täyttävän sille asetetut vaatimukset. Sähkölaitteiden sähkömagneettinen yhteensopivuus tulee tarkistuttaa joko yhteisien standardien mukaan tai vaatimustenmukaisuuden arvioinnilla. Valmistajan on laadittava tekniset asiakirjat, joista voidaan todeta laitteen täyttävän sähkömagneettisen yhteensopivuuden määräykset. Vaatimustenmukaisuuden täyttäviin laitteisiin on kiinnitettävä CE-merkki. Seuraavassa kuvassa on esitetty standardoitu CE-merkki (Kuva 10). /10/



Kuva 10. Standardoitu CE-merkki /29/

CE-merkintä mahdollistaa tuotteen vapaan liikkumisen Euroopan talousalueella. Merkintä on valmistajan vakuutus siitä, että tuote täyttää turvallisuus, terveys, ympäristö ja kuluttajasuojaa koskevat vaatimukset. Tuotteiden vapaa liikkuminen Euroopan talousalueella on yksi EU:n keskeisimmistä tavoitteista. Seuraavat tuoteryhmät täyttävät nämä periaatteen:

- henkilösuojaimet
- hissit
- huviveneet
- kaasulaitteet

- koneet
- lelut
- mittauslaitteet
- kuumavesikattilat
- terveydenhuollon laitteet ja tarvikkeet
- painelaitteet
- pienjännitelaitteet
- rakennustuotteet
- räjähdysvaarallisten tilojen laitteet
- radio- ja päätelaitteet.

3.1.4. Työturvallisuuslaki

Työturvallisuuslain tarkoituksena on parantaa työympäristöä ja työolosuhteita. Lailla pyritään myös ehkäisemään työtapaturmia, ammattitauteja ja muita työympäristöstä johtuvia terveyteen liittyviä haittoja. Lakia sovelletaan työsopimuksen perusteella tehtävään työhön. Työnantaja on velvollinen noudattamaan lakia myös silloin, jos sen palveluksessa on toisen osapuolen työvoimaa, niin sanottua vuokratyövoimaa. /11/

Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriö vastaa lain täytäntöönpanosta ja valvonnasta. Työsuojeluviranomaiset valvovat lain noudattamista työpaikoilla. Työpaikoilla vastuu kuuluu työsuojelupäällikölle ja työturvallisuutta valvovalle työsuojeluvaltuutetuille. /11/

Työnantajan velvollisuus on huolehtia työntekijöiden turvallisuudesta ja terveydestä työssä. Työnantajan velvollisuus on tarkkailla työympäristöä, -tiloja ja -tapoja. Työnantajalla on oltava turvallisuuden ja terveyden edistämiseksi työsuojelun toimintaohjelma, joka kattaa kehittämistarpeet. /11/

Työntekijän on noudatettava työssään työnantajan määräyksiä ja ohjeita. Työntekijä on velvollinen huolehtimaan omasta ja muiden turvallisuudesta työpaikalla. Työntekijän tulee myös välttää työpaikalla tapahtuvaa häirintää tai muuta epäasiallista kohtelua, jotta siitä ei

aiheudu terveydelle turhaa haittaa tai vaaraa. Laitteiden vioista tai puutteista on työntekijä velvollinen ilmoittamaan työnantajalle tai työsuojeluvaltuutetulle välittömästi niistä havaittuaan. /11/

Työolosuhteiden niin edellyttäessä työnantajan on hankittava tarpeelliset hälytys-, paloturvallisuus, hengenpelastus- ja pelastautumisvälineet. Työturvallisuuslain 47§:n mukaan työnantaja on velvollinen järjestämään työpaikalle työsuojeluhenkilöitä. Työsuojeluhenkilöitä voidaan nimetä ensiapuun, palontorjuntaan ja pelastustoimintaan. Työnantaja on velvollinen huolehtimaan selvästi merkittäviin kohtiin riittävän määrän ensiapu-, alkusammutus- ja muita apuvälineitä. /11/

Työnantajan velvollisuus on huolehtia työpaikalle henkilösuojaimet työolosuhteiden niin vaatiessa. Ennen suojainten hankintaa kuuluu työnantajan kartoittaa suojausominaisuuksien määrittely, jotta suojaimet täyttävät niille asetetut vaatimukset. Työntekijä on velvollinen huolehtimaan ja ohjeiden mukaan käyttämään työnantajan hänelle antamia henkilösuojaimia ja muita varusteita. /14/

Laboratorioissa käytetään seuraavia suojaimia:

- tulppasuojaimet
- kupusuojaimet
- sangalliset suojalasit
- kasvosuojaimet
- suojakäsineet tai kintaat
- antistaattiset kengät tai saappaat.

3.2. Laboratorioihin liittyvät määräykset

Kaikkia laboratorioita koskevia standardeja ovat ESD- ja ISO-standardit. Standardien tarkoituksena on luoda tietylle asialle yhtenäinen käytäntö eri valtioiden välille tai valtion sisälle. ISO-standardit ovat kansainvälisen järjestön vahvistamia normeja. Kansallinen standardi on jäsenjärjestön vahvistama normi, esimerkiksi Suomessa käytetty SFS. Viralli-

set versiot ovat maksullisia julkaisuja ja ne voi tilata joko kirjallisena tai sähköisenä versiona. /25/

3.2.1. ESD-standardi

ESD tarkoittaa staattista sähkövarausta, joka syntyy ihmisen, koneen tai muun esineen liikkeestä. Staattinen sähkövaraus purkautuu johtumalla tai kipinäpurkauksena ilmateitse. Sähkövarauksen purkaus aiheuttaa ongelmia muun muassa puolijohdekomponenteissa ja räjähdysherkissä kemikaaleissa. ESD on normaalista elämisestä syntyvää energiaa, jolta voidaan suojautua maadoittamalla.

Staattisen sähkön purkauksesta on tehty elektroniikkateollisuudelle standardi, joka on SFS-käsikirja 661. Standardia valvoo ja päivittää Suomen standardoimisliitto, joka myös kouluttaa suojaustoimenpiteiden merkitystä yritysten työntekijöille. /10/

Elektroniikkateollisuuden tuotantolaitoksissa on virallisia staattisen sähkön suoja-alueita (EPA). Suoja-alueella suoritetaan vuosittainen tarkastus, jossa ulkopuolinen sertifioija käy läpi standardin mukaiset asiat. Tuotekehityksessä pyritään käyttämään samoja suojausmenetelmiä kuin tuotannossa, mutta tiloissa ei tarvitse suorittaa sertifiointeja. Seuraavassa kuvassa on esitetty ESD-suojatun alueen kyltti (Kuva 11), jota käytetään elektroniikkateollisuudessa tuotantoalueiden kulkuovissa. Kyltin tarkoituksena on varoittaa henkilöä siirtymisestä sertifioidulle alueelle ja samalla huomauttaa staattiselta sähköltä suojautumiselta asianmukaisilla varusteilla. /27/



Kuva 11. ESD-suojattu alue, jossa tulee käyttää suojavarusteita /2/

Henkilömaadoitus on ratkaiseva osa-alue, joka tulee ottaa huomioon, kun käsitellään ESD-herkkiä laitteita. Sähköstaattinen varaus kertyy henkilöön vartalon liikkeen aiheuttamana. Henkilön suojaaminen tulee toteuttaa niin, että henkilö kytketään sähköisesti maahan, jolloin sähkövaraus purkautuu hallitusti. Henkilön suojaamiseen käytettyjä suojavarusteita ovat:

- suojaranneke
- antistaattiset käsineet
- ESD-takit
- ilman ionisoijat
- antistaattiset päähineet
- antistaattiset jalkineet.

Työskentelyalueen tulee täyttää sille asetetut vaatimukset lattiamateriaalien, työskentelypintojen ja muiden apuvälineiden osalta. Lattiamateriaalin tulee olla johtavaa materiaalia, joka on maadoitettu suojamaahan. Työskentelypintojen tulee olla liitetty potentiaalitasausliitännällä suoraan suojamaahan. Laitteen potentiaalitasausliitännän tulee vastata kansallisia sähköturvallisuusmääräyksiä ja kytkettäessä tulee varmistua liittämisestä suojamaahan, eikä sähköjärjestelmän jännitteeseen osaan. Työtuolien pitää täyttää resistanssivaatimukset johtavuuden osalta. Työtuolin tarkoituksena on johtaa sähkövaraus lattiamateriaalin kautta

suojavaan. Seuraavassa kuvassa on esitetty työpiste (Kuva 12), joka täyttää ESD-vaatimukset. /26/



Kuva 12. ESD-työpiste, joka täyttää sille asetetut vaatimukset /2/

3.2.2. ISO-standardi

Kansainväliset standardit sisältävät ohjeita ja määrittelyjä miten laatua, ympäristöä, työterveyttä ja turvallisuutta hallitaan. Standardien tavoitteena on helpottaa yritysten kansainvälistä kauppaa. Yritys voi itse päättää mitä standardeja se ottaa päivittäiseen käyttöön.

Toimintajärjestelmää koskevat standardit ovat ISO 9001, ISO 14001 ja OHSAS 18001. ISO sertifikaatteja yrityksille myöntävät sertifiointialan yritykset, jotka ovat saaneet akkreditoinnin. SFS ei toimi kansainvälisenä sertifiointielimenä, vaan sen tarkoitus on valvoa kansallisia sertifikaatteja. Sertifiointi antaa yritykselle oikeuden käyttää tuotteissa, julkaisuissa ja mainoksissa ISO-standardin merkkiä. /20/

ISO 9001 on laadunhallintajärjestelmä, jossa määritellään prosessit ja laatu koko organisaation toimintajärjestelmälle. Standardia sovelletaan niihin organisaation prosesseihin, jotka vaikuttavat laatuun. Se korostaa jatkuvan parantamisen ja asiakastyytyvyyden merkitystä. Oikein hyödynnettynä toimintajärjestelmän jatkuvalla parantamisella voidaan varmistaa yrityksen kehitys ja kilpailukyky. Standardin vaatimukset täyttävällä järjestelmällä voidaan myös helpommin osoittaa yrityksen sidosryhmille laadunhallintamenettelyiden riittävyys. /20/

ISO 14001 on ympäristöasioiden kansainvälinen hallintajärjestelmä. Standardin tarkoituksena on tarjota työkaluja ja tekniikoita ympäristönäkökohtien hallintaan ja ympäristösuojelun tason parantamiseen. Ympäristöasioiden standardeja hyödyntämällä organisaatio voi saavuttaa huomattavaa liiketaloudellista etua. Näin standardi edistää kestävästä kehitystä, sekä ympäristöön liittyvien, että taloudellisten tavoitteiden suhteen. /20/

OHSAS 18001 on kansainvälinen standardi, joka sisältää vaatimukset työterveys- ja työturvallisuusjohtamisjärjestelmälle, joiden avulla organisaatio voi tunnistaa ja hallita tavanomaiseen toimintaan ja poikkeustilanteisiin liittyvät merkitykselliset vaaratekijät ja voi tehostaa toimintaansa. Työterveys- ja työturvallisuusjohtamisjärjestelmien avulla organisaatio voi täyttää nykyisen työturvallisuuslain asettamat vaatimukset. Työtyytyväisyyskysely on yksi ennaltaehkäisevä työturvallisuustekijä. Sertifikaatin edellyttämiä asiakirjoja ovat esimerkiksi pelastus- ja toimintasuunnitelmat. /20/

3.3. Pelastussuunnitelma

Työturvallisuus on ennaltaehkäisevää toimintaa, jossa otetaan järjestelmällisesti huomioon työntekijään kohdistuvat mahdolliset vaaratekijät. Pelastussuunnitelman laativat työsuojelupäällikkö ja työsuojeluvaltuutetut. Työsuojelupäällikkö on työnantajan edustaja ja työsuojeluvaltuutetut ovat työntekijöiden edustajia työsuojeluun liittyvissä asioissa työpaikalla. Pelastussuunnitelma on yksi osa pelastuslain vaatimuksia esimerkiksi yrityksille ja taloyhtiöille. /12/

Pelastusviranomaisen tarkastaa pelastussuunnitelman palotarkastusten yhteydessä. Pelastussuunnitelmaan tulee kirjata ainakin seuraavat asiat:

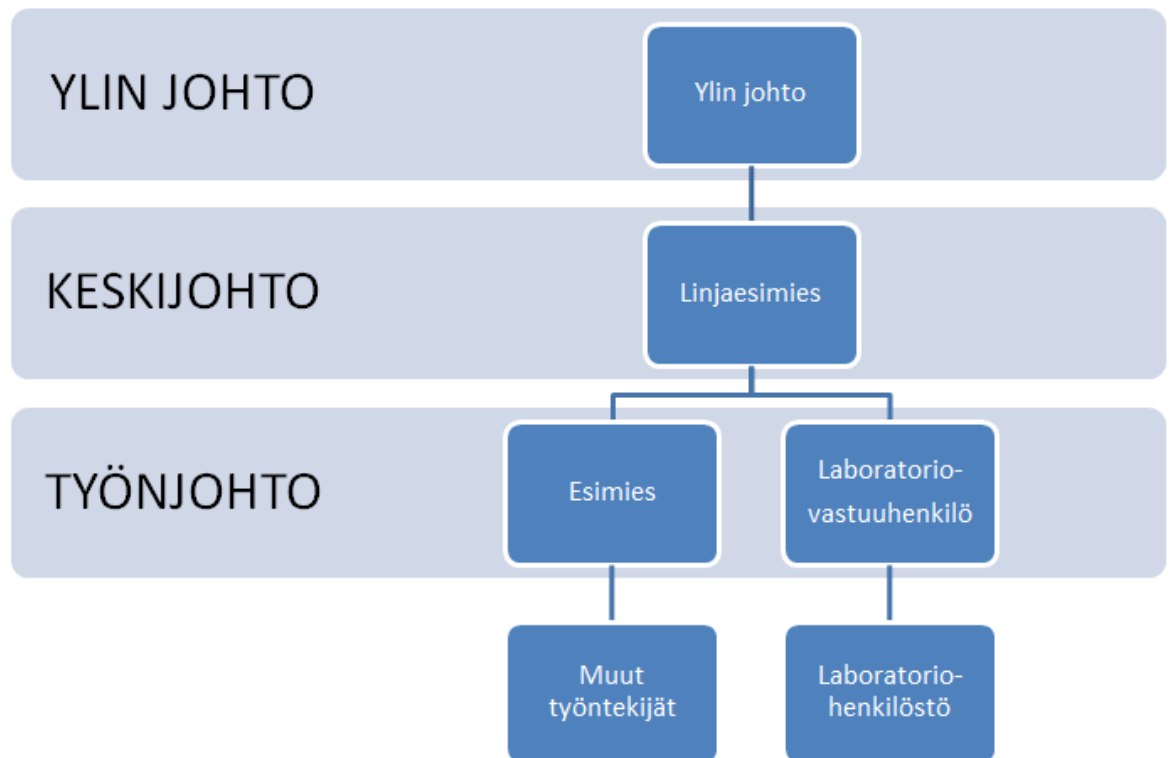
- perustiedot kiinteistöstä
- yhteyshenkilöiden tiedot
- turvallisuushenkilöiden tiedot
- mahdolliset vaaratilanteet ja niiden ehkäiseminen
- sammuttimet ja poistumisjärjestelyt
- väestönsuojelu
- henkilöstön turvallisuuskoulutus
- häiriötilanteet
- toimintaohjeet tulipalossa tai hätäilmoituksessa
- pohjapiirros kokonaiskuvan kartoittamiseksi.

4. LABORATORIoidEN TYÖTURVALLISUUDEN VASTUJAKO

Työsuojelurikkomukset ja -rikkokset ovat perinteisesti luonteeltaan tehtävien huolimaton hoitamista, laiminlyöntiä tai piittaamattomuutta. Hyvin harvoissa tapauksissa vastuuta on rikottu tietoisesti lakia vastaan. Työelämän vastuita ratkotaan viimekädessä tuomioistuimessa, jonne asia etenee yleensä työsuojeluviranomaisen kautta.

Organisaatio määrittää toimintavelvollisuuden henkilölle, joka joutuu rikkomuksesta vastuuseen. Näin ollen kaikki työntekijät eivät joudu vastuuseen työsuojelurikkomuksista vaan vastuu on erikseen määritellyillä henkilöillä. Työturvallisuuslaki määrittelee työsuojelun aineellisen sisällön ja siitä poiketessa kysymyksessä on lain rikkominen. /16/

Vastuu jakautuu toimintarakenteeltaan linjaorganisaatioon ja sen mukaisiin vastuisiin, sekä ylimpään johtoon. Nämä työnjaot näkyvät tehtävissä ja siten myös vastuissa. Organisaatiomalli ja toimivaltasuhteet määrittelevät yksilöllisen tehtävänkuvan. Yksilöllisen tehtävänkuvan määrittelyllä rajataan vastuuhenkilön vastuualue ja mitä hänen tehtäviin kuuluu. Seuraavassa kuvassa on esitetty laboratoriotilojen vastuujako ja organisaatio (Kuva 13). /16/



Kuva 13. Organisaatio ja laboratoriotilojen vastuujako

4.1. Ylimmän johdon vastuu

Ylimmän johdon työnkuvaan kuuluu yrityksen strategian luominen, organisaation rakentaminen ja omistajien etujen ajaminen. Ylimmän johdon tehtävä on jalkauttaa toimintasuunnitelma työntekijätasolle, että jokainen työntekijä ymmärtää yrityksen päämäärän. Johdon tärkeimpiä tehtäviä on rahavirtojen seuraaminen mahdollisten muutosten sattuessa ja niihin nopea reagointi. Ylin johto luo yritykselle sen kasvot, mitä arvoja ja periaatteita se tahtoo noudattaa. Tästä tulee yrityksen julkisuuskuva ja markkina-arvo.

Organisaation ylin johto vastaa seuraavista työturvallisuuteen vaikuttavista tekijöistä:

- investoinnit
- organisaation luominen ja toiminta edellytysten järjestäminen
- rahoitusjärjestelyt
- esimiesten valinta ja henkilöstön hankinnan yleiset periaatteet

- tehtävien ja toiminnan oikeasuhtainen toteuttaminen ja järjestely.

4.2. Linjaesimiehen vastuu

Linjaesimiehen työnkuvaan kuuluu muun muassa budjetointi, resursointi, tilasuunnittelu ja informointi ylemmälle johdolle. Mittalaitteinvestoinnit ovat osa budjettia, joka on linjaesimiehen vastuulla. Muita tärkeitä budjetteja ovat palkkakulut ja muut tiloista tai hankinnoista aiheutuvat investoinnit. Informointi ylemmälle johdolle tarkoittaa esitystä investoinneista, resursseista, tarpeista ja muista yleisistä asioista, jotka ovat juuri sillä hetkellä työn kannalta tärkeitä.

Oikeuskäytännön mukaan linjaesimiehen vastuuseen kuuluu seuraavia tehtäviä:

- henkilöstön rekrytointi
- investointien valmistelu
- organisaation turvallisuustoiminnan valvonta
- kuluvien laitteiden ja välineiden kunnossapidon järjestäminen
- turvallisuusohjeiden valmistelu.

4.3. Esimiehen ja laboratoriovastuuhenkilön vastuu

Esimiehen työnkuvaan kuuluu muun muassa ryhmän työtehtävien resursointi, työntekijöiden rekrytointi, hankintojen hyväksymiset, työntekijöiden päivittäiset asiat ja osallistuminen yhteisiin kokouksiin. Laboratoriovastuuhenkilön työnkuvaan kuuluu seuraavia asioita: kulkuoikeuksien myöntäminen laboratorioon, laboratoriovälineiden hankinnat, työsuojelovelvoitteet ja muut tuotekehitykseen liittyvät tehtävät. Laboratoriovastuuhenkilön nimeää tehtävään ryhmän esimies.

Tiimin johtaminen luokitellaan rikosoikeudellisesta näkökohdasta omatoimiseksi johtamiseksi. Tällöin tiimin yksittäinen jäsen ei voi joutua työturvallisuusvastuuseen. Laboratorio-

vastuuhenkilö on työnantajan edustaja laboratoriossa ja siten rikosoikeudellisessa vastuussa oikeuskäytännön mukaan.

Esimiehen tai laboratoriovastuuhenkilön tietämättömyys ei ole rikosoikeudellisesti peruste syyttämättä jättämiseksi. Työsuojeluvastuu alkaa heti tehtävään nimeämisestä alkaen.

Esimies ja laboratoriovastuuhenkilö vastaavat monesta käytäntöön liittyvästä työsuojelu- tehtävästä laboratorioissa. Oikeuskäytännön näkökohdasta vastuut ovat:

- työnopastus tarvittaessa
- laitteiden ja työvälineiden kunnan tarkastukset
- suojavälineiden käytön valvonta
- turvallisuusvarusteiden hankinta
- työn oikean ja turvallisen suorituksen valvonta
- työmenetelmien kehittäminen.

4.4. Laboratoriohenkilöstön vastuu

Laboratoriohenkilöstön työnkuvaan kuuluu muun muassa suunnittelu, testaus ja mekaani- set muutokset. Matkapuhelimen suunnittelu käsittää esimerkiksi piirilevyn, puhelimen muotoilun, mekaniikan ja kestävyuden suunnittelua. Laboratoriohenkilöt suorittavat tekni- siä muutoksia matkapuhelimille muun muassa juottamalla, työstämällä ja komponentteja vaihtamalla. Kappaleessa kaksi on esitetty tarkemmin laboratoriot ja niiden tehtävät.

Laboratoriohenkilöstö vastaa rajoitetusti työpaikan työturvallisuudesta. Työntekijä voi huolimattomuutensa vuoksi tulla rangaistuksi rikoslain mukaan lähinnä muille työntekijöil- le aiheutuneista vahingoista. Työntekijän huolimattomuus saattaa vaikuttaa hänelle tuleviin korvauksiin niitä alentava tekijänä. Laboratoriohenkilöstö koostuu tiimiorganisaatiosta ja tällöin yksittäiset tiimin jäsenet eivät voi joutua työturvallisuusvastuuseen. Laboratio- henkilön on tarvittaessa pelastettava työntekijä tulipalon tai sairaskohtauksen tapahtuessa. Nämä vaatimukset perustuvat pelastuslakiin ja työturvallisuuslakiin, joissa määritellään vastuut työntekijöille. Laboratoriohenkilöstön vastuut ovat:

- vahingon minimointi
- työnantajan ohjeiden noudattaminen
- turvallisuusohjeiden noudattaminen
- työlaitteiden ja suojavaarusteiden turvallinen käyttö
- tarvittaessa muiden henkilöiden pelastaminen.

5. SUORITETUT TUTKIMUKSET

Laboratoriotutkimukset suoritettiin kahdessa erillisessä tutkimus- ja tuotekehitysyksikössä. Tutkimuksesta rajattiin pois ohjelmistokehitys ja siihen liittyvät testauslaboratoriot. Tutkimuksessa tarkasteltiin laboratorioden työturvallisuutta käytännön tasolla. Tutkimus rajattiin koskemaan ainoastaan laboratorioden vastuuhenkilöitä, jotka vastaavat muun muassa laboratorioden työturvallisuudesta.

Kyselylomake lähetettiin kuudelletoista laboratoriovastuuhenkilölle ja määräaikaan mennessä vastauksia saatiin kaksitoista kappaletta. Kyselyyn vastanneiden määrä oli näin 75 prosenttia kaikista kyselyyn osallistuneista. Kyselyn kohtiin vastattiin kyllä, ei tai N/A (en tiedä).

Tutkimus toteutettiin kahdessa erillisessä osassa. Ensimmäisessä osassa lähetettiin kyselylomake (liite 1), jossa kysyttiin koulutukseen, turvallisuuteen, varusteisiin ja tiloihin liittyviä kysymyksiä. Toinen osa toteutettiin haastatteluna jokaiselle kyselyyn vastanneelle laboratoriovastuuhenkilölle erikseen. Haastattelun tarkoituksena oli täydentää vastauksia ja kartoittaa ymmärsivätkö laboratoriovastuuhenkilöt kysymykset oikein.

5.1. Koulutus

Koulutukseen liittyvissä kysymyksissä tutkittiin, miten laboratoriovastuuhenkilöt olivat suorittaneet laissa määritellyt koulutuksia (katso kohta 3.1). Tutkimuksessa kysyttiin myös tarvetta lisäkoulutukseen ja erillisen haastattelun aikana selvitettiin mihin lisäkoulutusta tarvittaisiin. Haastattelussa haluttiin selvittää myös kuinka moni oli tietoinen omista työturvallisuusvastuista (katso kohta 4). Seuraavassa taulukossa on esitelty kyselylomakkeen koulutuksiin liittyvät vastaukset prosentteina kyselyyn vastanneista (Taulukko 1).

Taulukko 1. Koulutus

Koulutus	Kyllä	Ei	N/A
Oletko suorittanut kemikaalikoulutuksen?	16 %	84 %	-
Oletko suorittanut alkusammutuskoulutuksen?	42 %	58 %	-
Oletko suorittanut hätäensiapukoulutuksen?	34 %	66 %	-
Tarvitsetko lisää koulutusta johonkin?	58 %	34 %	8 %

Tutkimustuloksista on havaittavissa, että yli puolella kyselyyn osallistuneista oli puutteita koulutuksissa. Tutkimuksesta ei voitu selvittää, miksi laboratoriovastuuhenkilöt eivät olleet suorittaneet koulutuksia. Merkittävin haastattelussa esille tullut seikka oli se, että kukaan laboratoriovastuuhenkilöistä ei tiennyt omasta työturvallisuusvastuustaan.

Haastattelun perusteella kiinnostusta oli erityisesti hätäensiapu- ja työturvallisuuskoulutuksiin. Laboratoriovastuuhenkilöt ihmettelivät miksi heille ei ollut kerrottu oikeudellisista vastuista tehtävän nimeämisen yhteydessä. Syynä voidaan pitää joko esimiehen tietämättömyyttä tai unohtamista. Haastattelun perusteella kuitenkin kukaan ei tiennyt oikeudellisesta vastuusta, joten unohtaminen on epätodennäköinen syy. Todellinen syy haastattelun perusteella näyttäisi olevan tietämättömyys laboratoriovastuuhenkilön vastuista.

5.2. Turvallisuus

Turvallisuuskysymyksillä pyrittiin selvittämään, kuinka hyvin laboratoriovastuuhenkilöt olivat perillä sähkö-, palo- ja kemikaaliturvallisuuteen (katso kohta 3.1) liittyvistä kysymyksistä. Tutkimuksessa selvitettiin laboratorio-ohjeiden ja vastaavuusvaatimusten saataavuus ja sijainti. Haastattelun yhteydessä tutkittiin myös CE-merkinnät mittalaitteista ja pienkoneista. Seuraavassa taulukossa on esitelty kyselylomakkeen turvallisuuteen liittyvät vastaukset prosentteina kyselyyn vastanneista (Taulukko 2).

Taulukko 2. Turvallisuus

Turvallisuus	Kyllä	Ei	N/A
Ovatko kaikki mittalaitteet CE-merkittyjä?	100 %	-	-
Ovatko laboratorio-ohjeet saatavilla?	76 %	16 %	8 %
Ovatko vastaavuusvaatimukset saatavilla?	84 %	16 %	-
Onko tilassa käsisammutin?	92 %	8 %	-
Onko tilassa silmänhuuhteluvälineitä?	92 %	8 %	-
Onko tilassa ensiaputarvikkeita?	66 %	34 %	-
Onko tilassa turvapuhelinta?	24 %	76 %	-
Onko tilassa suojapeitteitä?	66 %	34 %	-

Tutkimustuloksista on havaittavissa mittalaitteiden ja pienkoneiden täyttävän CE-vaatimukset kaikkien tutkittujen laboratorioiden osalta. Laboratorio-ohjeissa ja vastaavuusvaatimuksissa oli puutteita muutamassa laboratoriossa. Tämä johtui laboratoriovastuhenkilön puutteellisesta tietämyksestä ja koulutuksesta. Tuloksista on myös havaittavissa puutteita ensiaputarvikkeissa, joita ei ollut saatavilla laboratorioissa tai sen läheisyydessä. Turvapuhelin oli käytössä ainoastaan neljäsosalla laboratorioita, mikä selittyy häiriösuojakammioiden määrällä (katso kappale 5.7).

Puuttuvat ensiaputarvikkeet tulee asentaa laboratorioihin tai niiden läheisyyteen. Laboratorio-ohjeet ja vaatimustenmukaisuuden todistukset pitää sijoittaa laboratorioihin, joista ne selkeästi puuttuvat.

5.3. Suojavarusteet

Kyselylomakkeella haluttiin selvittää, kuinka hyvin laboratorioissa noudatettiin työturvallisuuslaissa ja -asetuksessa (katso kohta 3.1.4) annettuja määräyksiä. Kyselyssä selvitettiin myös kärynpoistolle annettujen vaatimusten täyttyminen laboratorioissa. Haastattelun yhteydessä tutkittiin silmä- ja kuulosuojaimien CE-merkinnät, millä voitiin osoittaa suojavarusteiden täyttävän niille asetetut työturvallisuusvaatimukset. Seuraavassa taulukossa on esitelty suojavarusteisiin liittyvien kysymysten vastaukset prosentteina kyselyyn vastanneista (Taulukko 3).

Taulukko 3. Suojavarusteet

Suojavarusteet	Kyllä	Ei	N/A
Onko tilassa kuulosuojaimia?	56 %	44 %	-
Onko tilassa silmäsuojaimia?	72 %	28 %	-
Onko tilassa kärynpoisto?	100 %	-	-
Onko tilassa käsisuojaimia?	50 %	50 %	-
Ovatko varusteet helposti saatavilla?	92 %	8 %	-

Suojaimien osalta tutkimustulokset osoittavat puutteita osassa laboratorioita. Suurimmat puutteet on havaittavissa käsisuojaimien osalta työpisteillä, joissa suoritetaan teknisiä muutoksia matkapuhelimille. Kuulosuojaimet puuttuivat melkein puolelta tutkituista laboratorioista. Kuulosuojaimet ovat työturvallisuuslain mukaan pakollinen suojavaruste, jos työpisteellä käytetään pienkoneita. Tutkimustulosten perusteella on havaittavissa suojavarusteiden helppo saatavuus työpisteillä.

Tutkimustulokset osoittavat puutteita kuulo-, silmä- ja käsisuojaimien osalta. Näiden hankinta on laboratoriovastuuhenkilöiden velvollisuus. Kun kaikki tarvittavat suojavarusteet

ovat asianmukaisesti saatavilla, niin huolimattomuudesta aiheutuneen vahingon sattuessa työsuojeluvastuu on laboratoriohenkilöstöllä.

5.4. Juotospaikka

Juotospaikoista haluttiin selvittää, kuinka hyvin juotospaikat täyttivät sähköturvallisuuslain (katso kohta 3.1.3) ja ESD-standardin (katso kohta 3.2.1) asettamat vaatimukset. Haastattelun yhteydessä tutkittiin kuinka monessa laboratoriossa oli juotospaikka. Paloturvallisuuslain asettamat vaatimukset (katso kohta 3.1.2) tarkastettiin juotoskolveista, jotka voivat aiheuttaa palovaaran. Kyselyn ja haastattelun aikana tutkittiin lattiamateriaalien ja työtasojen ESD-vaatimusten täytyminen. Seuraavassa taulukossa on esitelty juotospaikkaa koskevat vastaukset prosentteina kyselyyn vastanneista (Taulukko 4).

Taulukko 4. Juotospaikka

Juotospaikka	Kyllä	Ei	N/A
Onko tilassa juotospaikka? (Jos ei, loppuihin ei tarvitse vastata)	92 %	8 %	-
Onko lattia ESD-materiaalia?	100 %	-	-
Onko juotospöytä maadoitettu oikein suoja- maahan?	24 %	60 %	16 %
Käsitelläänkö juotospisteellä piirilevyjä?	84 %	16 %	-
Onko muut sähkölaitteet suojamaadoitettu?	84 %	8 %	8 %
Täyttyykö juotospaikan ESD-vaatimus?	52 %	24 %	24 %
Ovatko juotoskolvit itse sammuvia tai löytyykö pöydästä ajastettava sähkönsyöttö?	100 %	-	-

Tutkimustuloksista on havaittavissa juotospaikan lattiamateriaalien täyttävän niille asetetut ESD-vaatimukset. Merkillepantavaa on myös se, että laboratorioiden juotospaikkojen palo-

turvallisuus on erinomaisella tasolla. Laboratoriovastuuhenkilöistä noin neljäsosa ei tiennyt täyttivätkö heidän juotospisteensä kaikki määräykset.

Suurimpia puutteita on havaittavissa työpöytien suojamaadoituksissa. Haastattelun aikana puutteeksi huomattiin, että suojamaata ei ollut kytketty maapotentiaaliin. Syyksi paljastuivat haastattelussa raha ja välinpitämättömyys. Yhden suojamaan asennus maksaa noin saman verran kuin yksi matkapuhelimen prototyyppi. Tällä perusteella suojamaan asennus olisi kannattavaa niille työpisteille, joissa käsitellään piirilevyjä.

5.5. Paloturvallisuus

Tutkimuksessa haluttiin selvittää miten laboratoriovastaavat olivat huolehtineet laboratorioden paloturvallisuudesta (katso kohta 3.1.2) ja miten näkyville turvallisuuskyltit oli asennettu. Haastattelussa kysyttiin ilmanvaihtojärjestelmien toimivuus ja viimeinen huoltoajankohta. Laboratorioista ja niiden läheisyydestä tarkastettiin poistumistiekyltit ja uloskäytävien sekä kulkureittien esteettömyys. Seuraavassa taulukossa on esitetty paloturvallisuuden liittyvät vastaukset prosentteina kaikista vastanneista (Taulukko 5).

Taulukko 5. Paloturvallisuus

Paloturvallisuus	Kyllä	Ei	N/A
Löytyykö tilasta palovaroitin?	92 %	-	8 %
Onko tilassa automaattinen sammutusjärjestelmä?	68 %	16 %	16 %
Onko tilassa erillinen ilmanvaihtojärjestelmä?	100 %	-	-
Löytyvätkö tilasta poistumistiekyltit?	40 %	60 %	-

Paloturvallisuus on laboratorioissa hoidettu onnistuneesti ja laboratoriovastaavat olivat huomioineet asiat hyvin. Laboratorioista puuttuvien automaattisammutusjärjestelmien syyinä olivat rakennusaikaiset määräykset (katso kohta 2.2). Merkittävin tutkimuksessa havaittu puute oli poistumistiekylteissä, joita ei ollut asennettu tai ne oli jostain syystä poistettu kokonaan.

Palovahingon sattuessa huone täytyy savusta muutaman minuutin aikana ja silloin näkyväisyys voi olla vain muutaman metrin. Tutussakin laboratoriossa savu voi aiheuttaa sen, että poistumistien suunnasta ei ole enää täysin varma ja silloin apuna toimii poistumistiekyltti. Poistumistiekyltit tulee välittömästi asentaa kaikkien laboratorioiden poistumisteiden yläpuolelle, sillä yksikin opasteen takia tapahtuva työtapaturma on liikaa.

5.6. Kemikaalit

Tutkimuksella haluttiin selvittää, käytettiinkö laboratorioissa kemikaaleja (katso kohta 3.1.1). Kemikaaleista selvitettiin olivatko ne tyypiltään piensuihkeita eli ponnekaasupulloja. Tutkimuksessa tarkastettiin vastaavuusvaatimusten saatavuus sekä niiden sijainti. Käyttöohjeista tutkittiin vaarallisten aineiden koostumus ja turvallisuusohjeiden selkeys vahinkojen varalle. Seuraavassa taulukossa on esitetty kemikaaleihin liittyvät vastaukset prosentteina kaikista vastanneista (Taulukko 6).

Taulukko 6. Kemikaalit

Kemikaalit	Kyllä	Ei	N/A
Käytetäänkö tilassa kemikaaleja? (jos ei, loppuihin ei tarvitse vastata)	68 %	24 %	8 %
Onko kemikaaleille erikseen suojakaappia?	-	100 %	-
Ovatko kemikaalien vastaavuusvaatimukset työpisteellä asianmukaisesti taltioituna?	66 %	34 %	-
Oletko hankkinut käytössä olevat kemikaalit itse?	44 %	56 %	-

Tulosten mukaan laboratorioissa on käytössä vain piensuihkeita, eikä yhdessäkään käytetä suuria kemikaalierä. Osalla tutkimukseen vastanneista ovat vastaavuusvaatimukset verkkolevyllä taltioituna, jolloin ne eivät ole käytettävissä hätätilanteen sattuessa. Suurin osa ei ollut hankkinut kemikaaleja itse, vaan ne oli ostanut aiempi laboratoriovastaava tai erillinen hankintahenkilö. Ongelmana tilanteessa on se, että kemikaalit saattavat olla vanhentuneita tai kemikaaleista puuttuvat vastaavuusvaatimustodistukset.

Suurimpana puutteena tutkimuksessa olivat verkkolevyllä taltioidut vastaavuusvaatimustodistukset. Tämä aiheuttaa turhaa viivettä tilanteessa, jolloin turvallisuusohjeet pitäisi saada esille mahdollisimman nopeasti vahinkojen pienentämiseksi. Vastaavuusvaatimukset tulee olla kansioituna työpisteellä, josta ne ovat helposti saatavilla jokaisen työntekijän käyttöön. Muiden hankkimista kemikaaleista tulee tarkistaa vastaavuusvaatimukset ja päiväykset, jolloin varmistutaan niille asetettujen vaatimusten täyttyminen.

5.7. Tilat

Laboratoriotiloista tarkistettiin työturvallisuuslain (katso kohta 3.1.4) ja pelastussuunnitelman (katso kohta 3.3) asettamat vaatimukset. Tutkimuksessa haluttiin kartoittaa kuinka

moneen laboratorioon oli asennettu erillinen häiriösuojakammio. Häiriösuojakammio asettaa työturvallisuusvaatimuksia turvapuhelimen ja ovikammen osalta, ja nämä tarkastettiin haastattelun yhteydessä. Tutkimuksessa haluttiin selvittää oliko tila laboratoriovastuuhenkilön mielestä riittävän iso ja turvallinen vahinkojen varalle. Kyselyllä haluttiin selvittää milloin laboratorioiden kulkuoikeudet oli viimeksi tarkistettu. Seuraavassa taulukossa on esitelty tiloihin liittyvät vastaukset prosentteina kaikista vastanneista (Taulukko 7).

Taulukko 7. Tilat

Tilat	Kyllä	Ei	N/A
Löytyykö tilasta häiriösuojakammioita?	32 %	60 %	8 %
Onko tilassa laitteita, jotka vaativat erillisen koulutuksen?	40 %	60 %	-
Onko tila mielestäsi riittävän iso ja turvallinen, jos vahinko sattuu?	76 %	24 %	-
Tiedätkö kaikki tilaa käyttävät henkilöt, eli oletko tarkastanut tilan kulkuoikeudet lähiaikoina?	60 %	32 %	8 %

Tutkimustuloksista on havaittavissa, että häiriösuojakammio on asennettu kolmasosaan laboratorioista. Tämä tuo omat vaatimukset työturvallisuuden ja tilasuunnittelun kannalta. Merkittävin havainto on se, että kaikilla laboratoriovastuuhenkilöillä ei ollut tiedossa kaikki laboratoriota käyttävät henkilöt. Työtapaturman sattuessa laboratoriovastuuhenkilö on oikeudellisessa vastuussa kaikista henkilöistä, joita tilassa käy.

Laboratorioista tulee kartoittaa syyt, miksi tila ei ole riittävä tai turvallinen vahingon sattuessa. Laboratoriovastuuhenkilöiden tulee tarkistaa kulkuoikeudet puolen vuoden välein, jolloin kulkuoikeuslistat pysyvät ajan tasalla. Kulkuoikeuksia ei tule myöntää jokaiselle niitä pyytävälle, vaan pysyvät kulkuoikeudet myönnetään vain laboratoriota aktiivisesti käyttäville henkilöille. Satunnaisesti tilassa vieraileville henkilöille tulee olla varattuna päiväkohtaisia avaimia.

6. TULOSTEN TARKASTELU

Tutkimustulokset painottuvat laboratoriovastuuhenkilön vastuisiin, mikä kannattaa huomioida lukijana tuloksia tulkitessa. Haastattelun osalta tulokset ovat täydentäviä, koska haluttiin varmistua, että laboratoriovastuuhenkilöt ymmärsivät kysymykset oikein.

Tarkastellaan asiaa laboratoriovastuuhenkilön näkökulmasta. Työtaturmien ja lakien noudattaminen on myös laboratoriovastuuhenkilön vastuulla, mutta tutkimustulosten perusteella kukaan vastanneista ei ollut tietoinen omista vastuistaan. Jos oletetaan työtaturman tapahtuvan laboratoriossa ja laboratoriovastuuhenkilö joutuu siitä oikeuteen, miten hyvin henkilö olisi voinut ehkäistä tilanteen etukäteen? Oikeudessa tietämättömyys ei ole peruste syyttämättä jättämiselle. Laboratoriovastuuhenkilön näkökulmasta esimiesten ja työsuojeluhenkilöiden tulee selventää vastuut ja ottaa mukaan työturvallisuuskokouksiin. Työsuojeluvastuut ja niistä tiedottaminen hoituisivat parhaiten joko työsuojeluvaltuutettujen tai oman yhteyshenkilön kautta. Tällöin yhteyshenkilö tiedottaisi muita muuttuvista säännöksistä ja valvoisi muidenkin oikeudellisia etuja.

Laboratorioiden puutteita tarkasteltiin työturvallisuuden näkökulmasta. Tuloksista voitiin päätellä työturvallisuuden olevan laboratoriossa hyvällä tasolla. Tutkimuksessa esille tulleet työturvallisuuspuutteet johtuivat laboratoriovastuuhenkilön tietämättömyydestä. Tutkimustulokset osoittavat työturvallisuuspuutteiden olevan sellaisia, jotka eivät häiritse arkipäivästä työskentelyä. Työturvallisuuspuutteet eivät ole yksin laboratoriovastuuhenkilön vastuulla, vaan vastuu kuuluu myös esimiehille ja työntekijöille.

Työtaturmia Nokialla Oulussa on sattunut pääsääntöisesti työmatkaliikenteessä. Suurimpana ryhmänä ovat polkupyörällä kaatumiset tai kävellen liukastumiset talvella. Työtaturmia tapahtuu myös virkistystilaisuuksissa, joista monet olisivat ehkäistävistä. Laboratoriossa tapahtuvia työtaturmia on sattunut yksi vuonna 2010 ja tämä johtui pöydän säädön yhteydessä tapahtuvasta käden venähdyksestä. /18/

Tarkastellaan asiaa Nokialla Oulussa tapahtuvien työtaturmien kautta. Laboratoriossa tapahtuvat työtaturmat ovat harvinaisia vuoden 2010 tilastoa katsottaessa. Oulun tuote-

kehityksessä on sattunut yksi tapaturma, jota ei olisi voitu estää työturvallisuustoimilla. Laboratorioissa tapahtuvat työtapaturmat ovat tilastojen mukaan hyvällä tasolla ja tämä tukee tutkimuksesta saatuja tuloksia.

Tulosten yhteenvetona voidaan pitää laboratorioden työturvallisuuden olevan hyvällä tasolla. Parantamalla laboratoriovastuuhenkilöiden ja esimiesten tietämystä voidaan edistää laboratorioden työturvallisuuden tasoa. Tähän tarvitaan yhteistyötä työntekijöiltä, laboratoriovastuuhenkilöltä, esimiehiltä ja työsuojaushenkilöiltä.

7. YHTEENVETO

Tässä kehitystehtävässä tutkittiin Nokian laboratorioiden työturvallisuuden nykytilannetta ja mahdollisesti tarvittavia kehittämistarpeita. Tutkimus rajattiin kahteen tuotekehitysyksikköön, jotka sijaitsevat Oulussa. Tutkimuksen päätavoite oli tutkia työturvallisuutta laboratoriovastaavien kannalta.

Kehitystehtävän aihe oli hyvin mielenkiintoinen, koska aikaisempaa tutkimusta Nokian tuotekehityksen työturvallisuudesta ei ollut. Tutkimuksen rajaaminen ja järkevien toteutus-
tapojen löytäminen oli tutkimuksen kannalta tärkeää.

Tutkimuksen tuloksena havaittiin pieniä puutteita työturvallisuudessa ja tämä vahvistaa tutkimuksen rajaamisen onnistuneen hyvin. Tutkimustuloksista on nähtävissä puutteet työturvallisuuden kannalta. Kehitystehtävän osalta saavutettiin ne tavoitteet, jotka sille oli suunnitteluvaiheessa aseteltu.

Kehitystehtävän aikana oppimani työturvallisuusvaatimukset tulevat auttamaan jatkossa omassa työssäni. Tämä madaltaa samalla kynnystä siirtyä esimiestehtäviin. Kehitystehtävä tulee auttamaan tulevaisuudessa esimiehiä ja laboratoriovastaavia, kun laboratorioissa suunnitellaan muutoksia. Tällöin tämä lopputyö antaa apua työturvallisuuteen liittyvissä kysymyksissä.

Työturvallisuus on koko työyhteisöä koskeva asia ja tämä toimiikin hyvin Nokialla. Laboratoriovastaavan kannalta tämä tarkoittaa lakien ja asetusten jatkuvaa seuranta. Tämä on mahdollista, kunhan siihen annetaan riittävät valmiudet ja otetaan mukaan vaikuttamaan työturvallisuusasioihin.

8. LÄHDELUETTELO

- /1/ Autti, Marko, Antennisuunnittelijan haastattelu, Nokia Oy, Oulu, 15.2.2011.
- /2/ ARMEKA, ESD-suojavarusteet, [WWW-dokumentti], [<http://www.armeka.fi/>] 28.4.2011.
- /3/ ETS Lindgren, Suojakammiot, [WWW-dokumentti], [<http://www.ets-lindgren.com/>] 28.3.2011.
- /4/ Finlex, Asetus vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä ja varastoinnista, [WWW-dokumentti], [<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/>] 21.2.2011.
- /5/ Finlex, Kemikaaliasetus 12.7.1993/675, [WWW-dokumentti], [<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/>] 21.2.2011.
- /6/ Finlex, Kemikaalilaki 14.8.1989/744, [WWW-dokumentti], [<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/>] 21.2.2011.
- /7/ Finlex, Laki sähköturvallisuuslain muuttamisesta, [WWW-dokumentti], [<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/>] 21.2.2011.
- /8/ Finlex, Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta 3.6.2005/390, [WWW-dokumentti], [<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/>] 21.2.2011.
- /9/ Finlex, Pelastuslaki 13.6.2003/468, [WWW-dokumentti], [<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/>] 21.2.2011.
- /10/ Finlex, Standardisoimislaki 6.3.1942/197, [WWW-dokumentti], [<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/>] 21.2.2011.

- /11/ Finlex, Sähköturvallisuuslaki 14.6.1996/410, [WWW-dokumentti],
[<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/>] 21.2.2011.
- /12/ Finlex, Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738, [WWW-dokumentti],
[<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/>] 21.2.2011.
- /13/ Finlex, Valtioneuvoston asetus pelastustoimesta 4.9.2003/787, [WWW-dokumentti],
[<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/>] 21.2.2011.
- /14/ Finlex, Valtioneuvoston asetus sähkölaitteiden ja -laitteistojen sähkömagneettisesta yhteensopivuudesta 27.12.2007/1466, [WWW-dokumentti],
[<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/>] 21.2.2011.
- /15/ Finlex, Valtioneuvoston päätös henkilösuojainten valinnasta ja käytöstä työssä 22.12.1993/1407, [WWW-dokumentti], [<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/>] 21.2.2011.
- /16/ Kanerva, Reino, Työ turvalliseksi, 1. painos, Edita, 2008.
- /17/ Kangastalo, Rauno, EMC-suunnittelijan haastattelu, Nokia Oy, Oulu, 14.2.2011.
- /18/ Kela, Sakari, Työsuojeluvaltuutettu, Nokia Oy, Oulu, 11.3.2011.
- /19/ Kuoksa, Arto, Tuotannon testaus Suunnittelijan haastattelu, Nokia Oy, Oulu, 17.2.2011.
- /20/ Moisio, Jussi, Johtamisstandardit, 1. painos, Digipaino, 2008.
- /21/ Mourujärvi, Ari, Protovastaavan haastattelu, Nokia Oy, Oulu, 16.2.2011.
- /22/ Piirainen, Antti, Audiosuunnittelijan haastattelu, Nokia Oy, Oulu, 16.2.2011.

/23/ Prestopsh, turvavarusteet, [WWW-dokumentti], [<http://www.prestopsh/>] 28.4.2011.

/24/ Rautio, Teemu-Topias, RF-suunnittelijan haastattelu, Nokia Oy, Oulu, 15.2.2011.

/25/ Riekkinen, Lauri, IOP-mittaajan haastattelu, Nokia Oy, Oulu, 14.2.2011.

/26/ Rohde&Schwarz, Mittalaitteet, [WWW-dokumentti], [www2.rohde-schwarz.com/product/] 28.3.2011.

/27/ SFS 661 ESD – Staattisen sähkön hallinta elektroniikkateollisuudessa, 1. painos, Suomen Standardisoimisliitto, 2010.

/28/ Tektronix, Oskilloskoopit, [WWW-dokumentti], [<http://www.tek.com/products/oscilloscopes/>] 28.3.2011.

/29/ Tukes, turvallisuuskeskus, [WWW-dokumentti], [<http://www.tukes.fi/>] 28.4.2011.

/30/ Työsuojeluhallinto, Riskienarviointi, [WWW-dokumentti], [<http://tyosuojelu.fi/riskienarviointi>] 21.6.2011.

/31/ Ukkola, Timo, Elektroniikkasuunnittelijan haastattelu, Nokia Oy, Oulu, 17.2.2011.

9. LIITELUETTELO

Liite 1 Kyselylomake

Opinnäytetyön kyselylomake

Eino Silvennoinen

Laboratoriotyyppi

Sijainti:

Vastaavan nimi:

Olen opiskelemassa Kemi-Tornion AMK:ssa ylempää jatkotutkintoa. Olen tekemässä lopputyötä erilaisista Laboratorioista. Tutkin työssäni erilaisten laboratoriotilojen vastuita lain ja määräysten näkökulmasta. Voit auttaa minua vastaamalla seuraaviin kysymyksiin ja näin saan tutkimukseni vietyä eteenpäin. Palauta kyselylomake takaisin mahdollisimman nopeasti. Tulen myös kiertämään laboratoriotilat viikolla 11, jolloin soittelen teille laboratoriotilaan sisäänkäsyä varten.

Laboratoriotyyppin kohdalle voi laittaa esim. BB, RF, EMC, Antenni, Protopaja, Audio, IOP jne. Sijaintiin laita laboratorion numero esim. F104 ele.

Kysymyksiin voit vastata seuraavasti: tupla klikkaat Kyllä, Ei tai N/A (ei tietoa) päällä ja valitset checked ja painat OK. Tämä luo rastin valitun vaihtoehdon kohdalle.

No	Koulutus	Kyllä	Ei	N/A
1	Oletko suorittanut kemikaalikoulutuksen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Oletko suorittanut alkusammutuskoulutuksen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Oletko suorittanut hätäensiapukoulutuksen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Tarvitsetko lisää koulutusta johonkin?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

No	Turvallisuus	Kyllä	Ei	N/A
1	Ovatko kaikki mittalaitteet CE – merkittyjä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Onko laboratorio-ohjeet saatavilla?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Onko vastaavuusvaatimukset saatavilla?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Onko tilassa käsisammutin?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Onko tilassa silmähuuhtelu välineet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Onko tilassa ensiaputarvikkeet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Onko tilassa turvapuhelinta?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	Onko tilassa suojapeitteitä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

No	Suojavarusteet	Kyllä	Ei	N/A
1	Onko tilassa kuulosuojaimia?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Onko tilassa silmäsuojaimia?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Onko tilassa kärynpoisto?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Onko tilassa käsisuojaimia?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Ovatko suojavarusteet helposti saatavilla?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

No	Juotospaikka	Kyllä	Ei	N/A
1	Onko tilassa juotospaikka? (Jos ei, loppuihin ei tarvitse vastata.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Onko lattia ESD-Materiaalia?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Onko juotospöytä maadoitettu oikein suojamaahan?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Käsittelläänkö juotospisteellä piirilevyjä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Onko muut sähkölaitteet suojamaadoitettu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Täyttääkö juotospaikka ESD-Vaatimukset?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Ovatko juotoskolvit itse sammuvia tai löytyykö pöydästä ajastettava sähkönsyöttö?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

No	Paloturvallisuus	Kyllä	Ei	N/A
1	Löytyykö tilasta palovaroitin?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Onko tilassa automaattinen sammutusjärjestelmä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Onko tilassa erillinen ilmanvaihtojärjestelmä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Löytyvätkö tilasta poistumistiekyltit? Yleensä vihreällä pohjalla mies kävelemässä nuolen suuntaan	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

No	Kemikaalit	Kyllä	Ei	N/A
1	Käytättekö tilassa kemikaaleja? (Jos ei, loppuihin ei tarvitse vastata.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Onko kemikaaleille erikseen suojakaappia?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Onko kemikaalien vastaavuusvaatimukset työpisteellä asianmukaisesti taltioituna?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Oletko hankkinut käytössä olevat kemikaalit itse?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

No	Tilat	Kyllä	Ei	N/A
1	Löytyykö tilasta häiriönsuojakoppia? ns. suojatila radiotaa- juuksia vastaan.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Onko tilassa laitteita, jotka vaativat erillisen koulutuksen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Onko tila mielestäsi riittävän iso ja turvallinen, jos vahinko sattuu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Tiedätkö kaikki tilaa käyttävät henkilöt, eli oletko tarkistanut tilan kulkuoikeudet lähiaikoina?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Kiitos vastauksesta!

**Muista myös lähettää se minulle takaisin mahdollisim-
man pian.**