

Opetuskäyttöön tarkoitettujen  
laboratoriokalusteiden  
laatuvaatimukset Euroopassa

LAHDEN  
AMMATTIKORKEAKOULU  
Tekniikan ala  
Materiaalitekniikka  
Puutekniikka  
Opinnäytetyö  
Kevät 2017  
Mikko Pitkänen

Lahden ammattikorkeakoulu  
Materiaalitekniikka

PITKÄNEN, MIKKO:

Opetuskäyttöön tarkoitettujen  
laboratoriokalusteiden  
laatuvaatimukset Euroopassa

Puutekniikan opinnäytetyö, 32 sivua

Kevät 2017

TIIVISTELMÄ

---

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä asiakasyritykselle selvitys opetuskäyttöisten laboratoriokalusteiden laatuvaatimuksista Euroopassa. Asiakasyritys on suomalainen, kansainvälisiltä markkinoilta kasvua hakeva laboratoriokalusteita ja julkisten tilojen kalusteita valmistava perheyrittäjä.

Opinnäytetyössä esitetään yleistä tietoa laboratorion työpisteistä ja kalusteista sekä laboratoriokalusteiden valmistuksessa käytettävistä materiaaleista ja niiden ominaisuuksista.

Laatuvaatimus-käsite on oleellinen osa tätä opinnäytetyötä. Laadunhallinnalla tarkoitetaan jollekin tuotteelle tai palvelulle asetettujen laatuvaatimusten täyttämistä. Opinnäytetyössä laboratoriokalusteiden laadunhallintaan liittyvät oleellisesti laboratoriokalusteisiin kantaa ottavat standardit.

Suunniteltaessa laboratoriokalusteita on huomioitava muun muassa käyttäjätarpeet, joustavuus, ergonomiaan liittyvät asiat, trendit ja tulevaisuuden tarpeet. Kierrätysmateriaalien käyttö on viime aikoina korostunut, ja sen merkitys kasvaa tulevaisuudessa entisestään. Opetuskäyttöisten laboratoriokalusteiden suunnittelussa on joitakin huomioitavia erityispiirteitä, kuten turvallisuus sekä tuotteen helppo- ja monikäyttöisyys. Turvallisuutta lisäävät esimerkiksi terävien kulmien ja reunojen välttäminen sekä lukittavat kaapit.

Opinnäytetyö toteutettiin pääasiassa kirjallisuuskatsauksena, käyttäen sekä systemaattista, että manuaalista tiedonhakua. Opinnäytetyötä varten haastateltiin sähköpostitse Lahden ammattikorkeakoulun laboratorioinsinööri Jyrki Metsoa.

Asiasanat: laboratoriokaluste, materiaali, laadunhallinta, laatuvaatimus, standardi, suunnittelu, turvallisuus, ergonomia

Lahti University of Applied Sciences  
Degree Programme in Materials Technology

PITKÄNEN, MIKKO:

Quality requirements for educational  
laboratory furniture in Europe

Bachelor's Thesis in Wood Technology, 32 pages

Spring 2017

ABSTRACT

---

The purpose of this thesis was to study the quality requirements for educational laboratory furniture in Europe. The thesis was made for a client. The client company is a Finnish family-owned company, which manufactures laboratory furniture and furniture for public spaces. The company has plans to grow internationally.

The thesis presents general information about laboratory workstations and furniture, as well as the materials used in the manufacturing of laboratory furniture. The properties of the different materials are also expressed.

The concept of quality requirement is an essential part of the thesis. Quality management means fulfilling the quality requirements set for a certain product or service. In the thesis, the standards for laboratory furniture are essentially related to the quality management of laboratory furniture.

When designing laboratory furniture, it is important to pay attention to for example user needs, flexibility, ergonomic issues, trends and future needs. The use of recycled materials has recently been emphasized and its significance will continue to grow in the future. Educational laboratory furniture has some special features to take into account, such as safety, as well as the versatility and easy use of the product. Security is increased for example by avoiding sharp corners and edges.

The thesis was mainly conducted as a literature review, using both systematic and manual information retrievals.

Key words: laboratory furniture, material, quality management, quality requirement, design, safety, ergonomics

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	ASIAKASYRITYS	2
3	YLEISTÄ LABORATORIOKALUSTEISTA JA NIIDEN MATERIAALEISTA	3
3.1	Pinnoitettu lastulevy	4
3.2	Polypropeeni	5
3.3	Ruostumaton teräs	5
3.4	Konstruktiviset keraamit	6
3.5	Puu-muovikomposiitti	7
4	LAADUNHALLINTA JA LAATUVAATIMUKSET	9
5	YLEISTÄ STANDARDEISTA	11
6	TARKOITUS JA TAVOITE	14
7	TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN	15
8	OPETUSKÄYTTÖÖN TARKOITETTUIJEN LABORATORIOKALUSTEIDEN LAATUVAATIMUKSET	16
8.1	SFS-EN 13150	16
8.1.1	Laboratoriopöytien suositellut mitat	16
8.1.2	Yleiset turvallisuusvaatimukset pääpiirteittäin	17
8.2	SFS-EN 14056	18
8.3	SFS-EN 14727	19
8.4	Laadunhallintaan liittyvät standardit lyhyesti	20
8.4.1	ISO 9001	20
8.4.2	ISO 14001	21
8.5	Oppilaitosten asettamat vaatimukset	21
8.6	Lainsäädäntö Suomessa	22
9	OPETUSKÄYTTÖÖN TARKOITETTUIJEN LABORATORIOKALUSTEIDEN SUUNNITTELU JA KEHITYS	23
9.1	Trendit ja tulevaisuuden tarpeet	24
9.2	Kierrätysmateriaalien käyttö	25
9.3	Ergonomia	26
10	YHTEENVETO JA POHDINTA	28



## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on perehtyä opetuskäyttöön tarkoitettujen laboratoriokalusteiden laatuvaatimukseen Euroopassa. Opetuskäyttöisiä laboratoriokalusteita käytetään esimerkiksi kouluissa ja tutkimuskeskuksissa. Laboratoriokalusteiden suunnittelussa tulee huomioida erilaiset niihin kantaa ottavat standardit, lainsäädäntö ja opetuskäyttöisten laboratoriokalusteiden valmistukseen käytettävät materiaalit. Lisäksi esimerkiksi Suomessa opetus- ja kulttuuriministeriö antaa omat suosituksensa opetuskäyttöisille kalusteille.

Opetuskäyttöisissä laboratoriokalusteissa tulee huomioida ennen kaikkea turvallisuus. Euroopan yhteisön direktiiveistä opetuskäyttöisiin laboratoriokalusteisiin liittyy esimerkiksi Atex-direktiivi, joka koskee räjähdysvaarallisia tiloja. Kestävät ja helppohoitoiset materiaalit ovat huomioitavia asioita. Viime vuosina opetuskäyttöön tarkoitettujen tilojen suunnittelussa on huomioitu yhä enemmän tilojen ja kalusteiden monikäyttöisyys, johon voidaan vaikuttaa esimerkiksi liikuteltavilla kalusteilla. Koulut ovat viime vuosina keskittyneet entistä enemmän kestävään kehitykseen (esimerkiksi kestävä kehityksen sertifiointi), johon kuuluvat muun muassa kestävät kalustehankinnat.

Laadunhallinta on yrityksen kilpailuvaltti, ja siihen kuuluu olennaisesti jatkuva tuotteiden laadun parantaminen. Laatuvaatimusten täyttäminen voi olla erilaisten standardien mukaista työskentelyä, odotusten tai tavoitteiden täyttöön panemista tai organisaation strategian noudattamista. Hyvin suunniteltu opetuskäyttöinen laboratoriotila mahdollistaa tutkivan työskentelyn (Anttalainen & Tulivuori 2011, 6).

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää laboratoriokalusteiden laatuvaatimuksia asiakasyritykselle, jota ei tässä opinnäytetyössä käsitellä nimellä kilpailullisten asioiden takia.

## 2 ASIAKASYRITYS

Asiakasyritys on suomalainen perheyritys, joka valmistaa laboratorioluokkeita sekä julkisten tilojen kalusteita. Yritys työllistää noin 40 henkeä, ja sen toimintaperiaatteena on tarjota asiakkailleen tuotteita, jotka se toimittaa niin sanotulla avaimet käteen -periaatteella valmiiksi asennettuina. Asiakasyrityksen valmistamien tuotteiden kotimaisuusaste on 90 – 95 %.

Asiakasyrityksellä on vahva asema Suomen markkinoilla, ja se on viime vuosina kasvanut alansa ykköstoimijaksi. Yrityksen alustavan markkinaselvityksen mukaan sillä on kotimaassa 3 – 4 kilpailevaa laboratorioluokkeita valmistavaa yritystä. Kansainvälisillä markkinoilla suurimmat kilpailevat yritykset sijaitsevat Saksassa, Yhdysvalloissa, Puolassa sekä Kiinassa.

Suomen markkinatilanne tulee kuitenkin kiristymään, sillä ulkomaiset kilpailijat pyrkivät Suomen markkinoille muun muassa laajempien mallistojen sekä eri standardien avulla. Asiakasyritys hakee kasvua kansainvälisiltä markkinoilta keskittymällä uusien kansainvälisille markkinoille suunnattavien tuotteiden, ratkaisujen ja palveluiden kehittämiseen. Myös standardien mukaiset testaukset ja sertifikaatit vaativat huomiota.

### 3 YLEISTÄ LABORATORIOKALUSTEISTA JA NIIDEN MATERIAALEISTA

Laboratoriot voidaan jakaa niissä suoritettavan toiminnan määrittelemänä kolmeen eri ryhmään: palvelu- ja käyttölaboratoriot, tutkimus- ja tuotekehityslaboratoriot sekä opetus- ja kurssilaboratoriot (Laaksonen, Nevala, Pekkarinen, Rytönen, Sillanpää & Toivonen 2012, 7).

Laboratorioiden työpisteet koostuvat erilaisista kalusteista.

Laboratoriokalusteiksi luetaan erilaiset työ- ja laitepöydät, työtuolit, veto-, laminaari- ja suojakaapit, säilytyskalusteet sekä siirreltävät vaunut.

(Laaksonen ym. 2012, 45.)

Laboratorioiden kalustuksessa käytettävien työ- ja laitepöytien yhteydessä on yleensä työtehtävien edellyttämät vesi-, kaasu- ja sähköliitännät.

Työpöydät voidaan varustaa niiden alle asennettavilla pyörällisillä laatikostoilla tai kaapeilla, jotka helpottavat laboratorion järjestelyä.

Laitepöydät on hyvä olla varustettu pyörillä, jotta laitteiden huolto helpottuu laitteiden siirron osalta. (Pekkarinen 2006.)

Varsinkin työpöydän säädettävyys on tärkeää. Säädettävyys voidaan toteuttaa esimerkiksi sähköisellä säätömekanismilla, jonka avulla pöydän korkeutta voidaan säätää nappia painamalla. Myös säädettävät pöydänjalat ovat yksi vaihtoehto työpöydän korkeussäädettävyyden mahdollistamiseksi. (Laaksonen ym. 2012, 45.)

Laboratorioiden säilytyskalusteita tarvitaan työvälineiden, kemikaalien ja muiden tarvikkeiden säilytykseen. Erilaisia säilytyskalusteita ovat muun muassa hyllyt, kaapit ja laatikostot. Hyvän järjestyksen ylläpitäminen laboratoriossa edellyttää riittävää määrää erilaisia säilytystiloja. Yleinen säilytysjärjestely toteutetaan asentamalla pöytien yläpuolelle kaappeja ja alapuolelle erilaisia laatikostoja. Laboratorioissa käytettävät yläkaapit ovat yleensä varustettu lasiovella, jotta kaapin sisältö on helposti nähtävissä ilman, että kaapin ovea tarvitsee avata. Pöytien alapuolelle sijoitettavat laatikostot voivat olla pyörillä varustettuja, jolloin niitä voidaan helposti



siirrellä. Laatikostoista voidaan myös tehdä sivusuunnassa siirreltäviä asentamalla ne pöytätason alakiskoon. (Laaksonen ym. 2012, 54.)

Materiaalit ja niiden vaatimukset määräytyvät tuotteen käytön, valmistuksen ja markkinoinnin perusteella. Käytettävän materiaalin valinta tulee tehdä harkitusti, etenkin uuden tai uudistettavan tuotteen ollessa kyseessä. Materiaalin valinta on hyvä tehdä systemaattisesti. (Oulun yliopisto 2017.)

Opetuskäyttöisten laboratoriokalusteiden suunnittelussa ja valmistuksessa on otettava huomioon niissä käytettävien materiaalien laatuun ja käytännöllisyyteen liittyviä asioita. Mahdollisia materiaalivaihtoehtoja on hyvä vertailla, jotta kuhunkin käyttöympäristöön saadaan kehitettyä tuote, joka soveltuu sille suunniteltavaan käyttöön ja kestää käytön aiheuttamat rasitukset mahdollisimman pitkään. Tulee myös huomioida, mitä edellytyksiä ja rajoitteita eri materiaaleille on asetettu. Tärkeitä opetuskäyttöisten laboratoriokalusteiden valmistusmateriaaleihin liittyviä asioita ovat muun muassa puhdistettavuus, kosteudenkestävyys ja käytettävän materiaalin korkea laatu.

### 3.1 Pinnoitettu lastulevy

Laboratoriokalusteissa käytettävää kosteudenkestävää lastulevyä valmistetaan puulastuista ja melamiinivahvistetusta ureaformaldehydiliimasta. Valmistus tapahtuu laakapuristamalla. Lastulevyn pintakerroksissa käytetään sen keskikerrokseen verrattuna ohuempia puulastuja, minkä vuoksi sen pintakerrokset ovat keskikerrosta tiheämpiä ja tiiviimpiä. Lastulevyn tiheys on yleensä 650 – 750 kg/m<sup>3</sup>. Lastulevyllä ei ole sen valmistustavasta johtuen syynsuuntaa ja sen tason suuntainen eläminen on hyvin vähäistä. (Puuinfo 2017.)

Lastulevyn yhteensä seitsemän eri lujuusluokan ominaisuudet on määritetty eurooppalaista standardia EN 312 mukailten. Lujuusluokat on merkitty heikoimmasta lujimpaan tunnuksilla P1 – P7. Luokkien P3, P5 ja

P7 lastulevyt kuuluvat kosteusluokkaan 2, ja ne on luokiteltu vakiolehtinä paremmin kosteutta kestäviksi. (Rakennustieto 2007.)

Lastulevyä voidaan pinnoittaa monilla eri pinnoitemateriaaleilla, joista yleisimmin käytettäviä ovat liimattavat korkeapainelaminaatti ja puuviilu, sekä hartsikyllästetyt fenoli-, melamiini- ja paperikalvot. Pinnoitus tapahtuu kiinnittämällä pintamateriaali lastulevyyn lämmön ja paineen yhteisvaikutuksesta kuumapuristimessa. Pinnoitus tehdään yleensä lastulevyn molemmille puolille, jotta levyn käyrityksen mahdollisuus saadaan minimoitua. Lastulevyä pinnoittamalla levyille saadaan paremmat pintaominaisuudet ja halutun mukainen ulkonäkö, sekä lisää lujuutta ja jäykkyyttä. (Rakennustieto 2007.)

### 3.2 Polypropeeni

Haponkestävä polypropeeni soveltuu käytettäväksi muun muassa vetokaappien tai haponkestävyyttä vaativien laboratorion työskentelytasojen valmistusmateriaalina.

Polypropeeni (PP) on moneen käyttökohteeseen ja moniin käyttötarkoituksiin soveltuva polymeroinnilla valmistettava muovi. Ominaisuuksiltaan polypropeeni on hyvin lämpöä, kemiallisia aineita ja iskuja kestävä muovi. Materiaali on kevyttä, eikä se juuri ime nestettä. Sen tunnetuimpia käyttökohteita ovat kemikaalitankit, muoviset astiat sekä erilaiset kuidut ja kalvot. Polypropeeni on kiteistä muovimateriaalia, jolla on erittäin hyvä liuottimien, happojen ja emäksien vastustuskyky. Materiaalin sulamispiste on 160 °C, ja se on uudelleen sulatettavissa. Sulatettavuus mahdollistaa polypropeenin uusiokäytön. (Helsingin yliopisto 2017.)

### 3.3 Ruostumaton teräs

Ruostumatonta terästä eli rosteria valmistetaan lisäämällä rautaseokseen vähintään 10,5 % kromia ja enintään 1,2 % hiiltä. Vaativimmissa olosuhteissa kromia lisätään huomattavasti vähimmäismäärää enemmän. Myös muita seosaineita, kuten nikkeliä ja molybdeenia, käytetään

ruostumattoman teräksen seostuksessa. Kromin lisäämisen ansiosta kromi reagoi hapen kanssa muodostaen teräksen pintaan hyvin ohuen, valoa läpäisevän passiivikalvon, joka suojaa terästä korroosiolta. Passiivikalvosta käytetään myös nimitystä itsekorjautuva suojakalvo. Tärkeimpiä tähän asiayhteyteen liittyviä ruostumattoman teräksen ominaisuuksia ovat korroosionkestävyys, hygieenisuus, täydellinen kierrätettävyys sekä hyvä puhdistettavuus. (Euro Inox 2017.)

Ruostumattomat teräkset jaetaan neljään pääryhmään perustuen materiaalin mikrorakenteeseen:

Austeniittinen teräs: Seosaineina rauta, kromi ja nikkeli. Hiiltä on alle 0,1 %. Maailmanlaajuisesti se on eniten käytetyin ruostumaton teräs ja hyvin muovattavissa oleva ja luja teräs. Lisäksi austeniittinen teräs on epämagneettinen.

Ferriittinen teräs: Seosaineina rauta, kromi ja hiili, jonka määrä on alle 0,1 %. Matalahiilinen magneettinen teräs. Yksi halvimmista ruostumattomista teräksistä. Korroosionkestävyys on kohtalainen.

Martensiittinen teräs: Seosaineina rauta, kromi ja hiili, jonka määrä on yli 0,1 %. Magneettinen ja karkaistavissa oleva teräs. Teräksellä on erinomainen kulutuskestävyys. Hyvin huonosti hitsattavissa.

Duplex- eli ferriittisausteniittinen teräs: Seosaineina rauta, kromi ja nikkeli. Kyseessä on magneettinen teräs. Teräs on helposti hitsattavissa ja sillä on hyvin suuri lujuus. (Euro Inox 2017.)

### 3.4 Konstruktiiviset keraamit

Konstruktiiviset keraamit on jaettu kolmeen pääryhmään: piipohjaiset keraamit, oksidikeraamit ja muut keraamit. Esimerkki piipohjaisesta keraamista on piikarbidi, kun taas oksidikeraameja ovat muun muassa alumiinioksidi. Muihin keraameihin kuuluu esimerkiksi alumiininitridi. (Tampereen teknillinen yliopisto 2005.)

Konstruktivisten keraamien tiheys on yleensä suurempi kuin tavallisten muovien, mutta pienempi kuin yleisempien metallien. Tiheyteen liittyen täytyy kuitenkin huomioida, että teoreettinen keraamin tiheys ei ole sama kuin sen tiheys käytännössä. Tämä johtuu siitä, että konstruktiokeraamit ovat normaalisti huokoisia noin 0,1 - 15 til-%. Huokoisuus johtuu konstruktiokeraamien valmistustavasta, joka toteutetaan jauheesta tai pulverista puristamalla. (Tampereen teknillinen yliopisto 2005.)

Konstruktivisten keraamien sulamispiste on korkeampi kuin esimerkiksi metallien tai muovien. Keraamin sulamispiste on riippuvainen sen kemiallisesta sidostyypistä. Yksivalenssisten keraamien sulamispiste on paljon alhaisempi kuin useammasta kemiallisesta sidoksesta koostuvien konstruktivisten keraamien. (Tampereen teknillinen yliopisto 2005.)

### 3.5 Puu-muovikomposiitti

Puu-muovikomposiitti on kerta- tai kestopuun ja puun yhdistelmä. Puuaineksen osuus puu-muovikomposiitista on komposiitin valmistajasta riippuen 30-60 %. Komposiitin puuaineksen on yleensä puun jalostuksesta sivutuotteena syntyneitä sahanjauhoa tai -purua, mutta myös esimerkiksi pellettejä tai metsähaketta on mahdollista käyttää. Myös komposiitin muovimateriaali voi olla useimmiten kierrätettävää muovia, pois lukien jotkin vaativat sovelluskohteet, jotka vaativat yleensä kertamuovien käyttöä. Kierrätettävien raaka-aineidensa ansiosta puu-muovikomposiitit ovat ekologisia materiaaleja.

Puun ja muovin lisäksi puu-muovikomposiitit sisältävät pieniä määriä muita aineita, joilla vaikutetaan esimerkiksi komposiitin ominaisuuksiin ja sen valmistusprosessiin. Näitä lisäaineita ovat esimerkiksi komposiitin pinnanlaatua parantavat voiteluaineet sekä erilaiset väri- ja vaahdotusaineet.

Puu-muovikomposiitti on materiaalina kevyttä, mutta silti hyvin lujaa. Komposiitissa yhdistyvät puun ja muovin parhaimmat ominaisuudet. Se kestää hyvin kosteutta ja kemikaaleja, joten se soveltuu vaativiinkin

käyttöympäristöihin, ja kestää hyvin kulutusta. Komposiitin sovelluskohteita ovat muun muassa rakennus- ja huonekaluteollisuus, joissa sitä käytetään tavallisen puumateriaalin korvikkeena. (LUT Lappeenranta University of Technology 2017.)

#### 4 LAADUNHALLINTA JA LAATUVAATIMUKSET

Laadunhallinnalla tarkoitetaan jollekin tuotteelle tai palvelulle asetettujen laatuvaatimusten täyttämistä, laadun ylläpitoa sekä hallintaa.

Laadunhallinnan kokonaisvaltainen toteuttaminen mahdollistaa jatkuvan ja merkittävän tuotteiden sekä palveluiden laadun parantamisen ja kehittämisen. Laadunhallinnan avulla eri organisaatiot kykenevät myös esimerkiksi lisäämään markkinaosuuttaan, tehokkuuttaan sekä asiakaspalvelunsa tasoa. Laadunhallinnan tuomien taloudellisten etujen lisäksi sillä on positiivista vaikutusta myös muun muassa joustavuuden lisääntymiseen, organisaation työntekijöiden ja asiakkaiden tyytyväisyyteen ja heidän odotuksien ylittämiseen, sekä virheiden ja varastointimäärien vähentämiseen. (Logistiikan maailma 2017.)

Organisaatioiden ohjaus ja suuntaus laadunhallinnan toteuttamiseen toteutetaan laadunhallintajärjestelmän avulla. Laadunhallintajärjestelmä pyrkii muun muassa mahdollisimman hyvään asiakastyytyväisyyteen, uusien menetelmien kehittämiseen sekä tuotteiden, prosessien ja palvelujen laadun turvaamiseen. Laadunhallintajärjestelmä koostuu laatukäsikirjasta, laatutiedoista sekä kirjallisista ohjeista. Tunnetuimmat kaikenkokoisille, kaikille toimialoille ja organisaatorakenteille sopivat laadunhallintajärjestelmät ovat maailmanlaajuinen laadunhallintajärjestelmän perusteet sisältävä ISO 9000 -standardi sekä Euroopassa laajasti käytetty erinomaisuuden itsearviointimalli EFQM. Lisäksi laadunhallintajärjestelmät ISO 9001 ja ISO 9004 esittävät täytettävät vaatimukset sekä opastuksen ja tarkistuslistan siihen, miten organisaatiolle voidaan mahdollistaa jatkuva menestys. (Logistiikan maailma 2017.)

Laadunhallintajärjestelmällä pyritään myös jatkuvaan parantamiseen, jota pidetään hyvin keskeisenä osana kasvavan ja tulosta tekevän organisaation toimintaa. Jatkuvalle parantamiselle pyritään muun muassa ylläpitämään suorituskykyä ja organisaation toimintakykyä, kehittämään uusia mahdollisuuksia kannustamalla innovointiin sekä kykyä

reagoida mahdollisiin, sekä sisäisten, että ulkoisten olosuhteiden muutoksiin. (SFS ry. 2017a.)

Laatuvaatimuksilla tarkoitetaan laatukriteereille asetettuja tavoitetasoja. Laatuvaatimukseen liittyy laadunhallinta, jossa on huomioitava erikoissanasto, esimerkiksi ammattisanaston tavoitetaso. Lisäksi on huomioitava toteutustaso ja yleisesti hyväksyttävä raja sille, mitkä asiat sisältyvät laatuvaatimus-käsitteeseen. Laatuvaatimus perustuu esimerkiksi yhteisesti sovittuihin asioihin, erilaisiin sopimuksiin, tai se voi olla organisaation omia tavoitteita. Laatuvaatimukset kertovat, mitä tulee yleisesti edellyttää tai välttämättä vaatia odotusten ja tavoitteiden osalta. (Jyväskylän yliopisto 2017.)

## 5 YLEISTÄ STANDARDEISTA

Standardisoinnilla laaditaan yhteisiä toimintatapoja. Standardisoinnin avulla ollaan kykeneviä lisäämään muun muassa tuotteiden ja järjestelmien yhteensopivuutta ja turvallisuutta sekä suojelemaan kuluttajaa ja ympäristöä. Lisäksi standardisoinnilla helpotetaan kotimaista ja kansainvälistä kauppaa. Standardit on luotu helpottamaan viranomaisten, elinkeinoelämän ja kuluttajien päivittäistä elämää. Ne ovat kenen tahansa hankittavissa ja käytettävissä ja niiden hyödyntäminen on maksutonta. Standardien hankinta on kuitenkin maksullista standardisointityön rahoittamiseksi. (SFS ry. 2017c.)

Standardit ovat kirjallisia, standardoinnista huolehtivan viranomaisen tai järjestön hyväksymiä ohjemuotoisia julkaisuja, joista ilmenee, miten jokin tietty asia tulee tehdä. Ne ovat yhteisiä menettelytapoja toistuvan toiminnan harjoittamiseksi. Standardit voivat olla joko kansallisia tai kansainvälisiä. Standardit luokitellaan suosituksiksi, mutta niiden käyttöä saatetaan edellyttää viranomaisten toimesta. Standardeja laativia organisaatioita ovat muun muassa SFS (standardi on vahvistettu Suomessa), EN (eurooppalainen standardi) ja ISO (kansainvälinen standardi). Standardin tunnuksessa oleva yksi tai useampi kirjainyhdistelmä kertoo, missä järjestöissä kyseinen standardi on vahvistettu (taulukko 2). (SFS ry. 2017d.)

TAULUKKO 1. SFS-OPAS 4:n (2016) mukaan standardit koostuvat:



Standardin osa	Sisältö
<p><u>Alustavat osat</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Kertovat muun muassa tietoja standardin taustoista ja sen mahdollisista esikuvista</li> <li>– Kertovat kuinka standardit liittyvät muihin standardeihin tai asiakirjoihin</li> <li>– Standardin hyväksymiseen liittyviä tietoja</li> <li>– SFS-tunnus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Kansilehti</li> <li>– Sisällys</li> <li>– Esipuhe</li> <li>– Johdanto</li> </ul>
<p><u>Velvoittava, tekniset osat</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Vaatimukset kyettävä erottamaan vapaaehtoisista kohdista</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Vaatimukset</li> <li>– Termit ja määritelmät (valinnainen kohta)</li> <li>– Lyhenteet ja tunnukset</li> <li>– Näytteenotto</li> <li>– Testausmenetelmät</li> <li>– Luokittelu ja nimikkeet</li> <li>– Merkintä ja pakkaaminen</li> <li>– Velvoittavat liitteet</li> </ul>
<p><u>Velvoittava, yleiset osat</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Soveltamisala</li> <li>– Viittaukset</li> <li>– Asiakirjan nimi</li> <li>– Painosnumero</li> <li>– Otsikko</li> <li>– Soveltamisala</li> <li>– Viittaukset</li> </ul>
<p><u>Opastava osa</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Oleelliset muutokset edelliseen painokseen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Opastavat liitteet</li> <li>– Opastavat tiedot ja kirjallisuus</li> </ul>

TAULUKKO 2. Eri järjestöjen standardien tunnuksia (SFS ry. 2017b.)

<b>Standardin tunnus</b>	<b>Maa</b>	<b>Standardisoimisjärjestö</b>
ANSI	USA	American National Standards Institute
AS	Australia	Standards Australia (SAA)
ASTM	USA	American Society for Testing and Materials
BS	Iso-Britannia	British Standards Institution (BSI)
DIN	Saksa	DIN Deutsches Institut für Normung
DS	Tanska	Dansk Standard
GOST R	Venäjä	Committee of the Russian Federation for Standardization, Metrology and Certification
JIS	Japani	Japanese Industrial Standards Committee (JISC)
NF	Ranska	Association française de Normalisation (AFNOR)
NS	Norja	Standard Norge
SFS	Suomi	Suomen Standardisoimisliitto SFS
SS tai SIS	Ruotsi	SIS – Standardiseringen i Sverige
VDE	Saksa	Verband Deutscher Elektrotechniker
VDI	Saksa	Verband Deutscher Ingenieure
ÖNORM	Itävalta	Österreichisches Normungsinstitut (ON)

## 6 TARKOITUS JA TAVOITE

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää opetuskäyttöön tarkoitettujen laboratoriokalusteiden laatuvaatimuksia Euroopassa. Työ tehdään kotimaiselle laboratoriokalusteita valmistavalle yritykselle, joka hakee kasvua kansainvälisiltä markkinoilta.

Tavoitteena on selvittää, mitä sisäisiä suunnitteluun ja tuotekehitykseen liittyviä laatuvaatimuksia Euroopan alueella on opetuskäyttöön tarkoitetuille laboratoriokalusteille. Tavoitteena on myös tutkia laboratoriokalusteisiin kantaa ottavia standardeja, ja selvittää mahdollisia opetuskäyttöön tarkoitetuille laboratoriokalusteille asetettuja lainsäädännöllisiä ja oppilaitosten asettamia vaatimuksia.

## 7 TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN

Opinnäytetyö toteutettiin sekä systemaattisella, että manuaalisella tiedonhauulla. Erilaisia vaatimuksia ja suosituksia etsittiin Suomen lainsäädännöstä ja opetus- ja kulttuuriministeriöiden suosituksista. Opinnäytetyötä varten haastateltiin sähköpostitse Lahden ammattikorkeakoulun laboratorioinsinööri Jyrki Metsoa.

Tutkimusta varten lähdettiin hakemaan laboratoriokalusteisiin liittyviä standardeja Suomen standardisoimisliitto SFS Ry:n standardikirjastosta, johon Lahden ammattikorkeakoululta löytyy lisenssisopimus. Yhteensä laboratoriokalusteisiin kantaa ottavia eurooppalaisia standardeja löydettiin kolme kappaletta, joista jokainen otettiin opinnäytetyön sisältöön mukaan. Näiden lisäksi työssä käsitellään kahta merkittävää laadunhallintaan liittyvää standardia.

## 8 OPETUSKÄYTTÖÖN TARKOITETTUIEN LABORATORIOKALUSTEIDEN LAATUVAATIMUKSET

Asiakasyrityksen kaavaileman Euroopan markkinoille suunnattavan laboratoriomalliston suunnittelussa on otettava huomioon riittävän laadullisen tason saavuttaminen. Kilpailukykyisen malliston kehittäminen vaatii muun muassa standardiselvityksiä ja standardien mukaisia testauksia, sekä mahdollisten lainsäädännöllisten asioiden huomioonottoa tai opetussuunnitelmien asettamien tavoitteiden täyttämistä.

Seuraavat standardit koskevat laboratoriokalusteiden laatuvaatimuksia. Kyseiset standardit eivät ole pakollisia, mutta niiden avulla kilpailijoiden joukosta erottuminen on helpompaa, ja siten tuotteiden valmistus ja testaus niiden mukaisesti on suositeltavaa (Metso 2017).

### 8.1 SFS-EN 13150

Otsikko: Workbenches for laboratories. Dimensions, safety requirements and test methods

Otsikko suomeksi: Laboratoriokäyttöisten työpöytien mitat, turvallisuusvaatimukset ja testimenetelmät (oma suomennos)

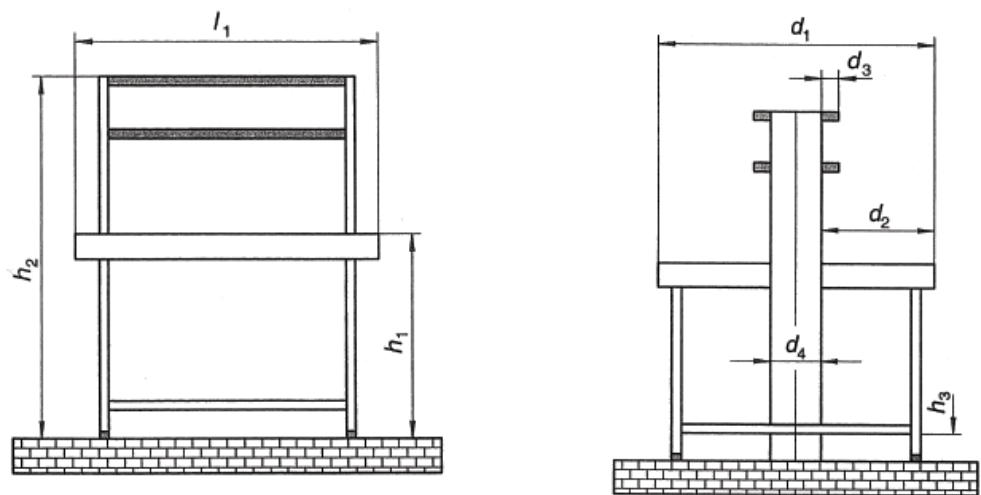
Standardin sisältö lyhyesti: Eurooppalainen standardi kattaa muun muassa opetuskäyttöön suunniteltujen työpöytien, liikuteltavien työpöytien ja työpöytähyllysten turvallisuusvaatimukset, testausmenetelmät ja mitat. Standardi ei sisällä paloturvallisuuteen liittyviä vaatimuksia tai testausmenetelmiä. (SFS-EN 13150, 2001, 2.)

#### 8.1.1 Laboratoriopöytien suositellut mitat

Seuraavassa esitetyt asiat ovat havaittavissa kuviosta 1.

- Suositeltu työpöydän työskentelykorkeus  $h_1$  on istuessa 720 mm ja seistessä 900 mm.

- $\geq 600$  mm syvän laboratoriopöydän reagenssikaapin yläreunan maksimikorkeus on 1750 mm ( $h_2$ ).
- Mikäli pöydässä on alatukia, tulee  $h_3$ -mitan olla minimissään 150 mm.
- Vapaan työskentelytilan ( $d_2$ ) tulee olla 600 – 900 mm.
- Asennuskaistan leveys ( $d_4$ ) on oltava 50 – 400 mm.
- Työskentelytason yläpuolisten reagenssikaappien  $d_3$ -mitta tulee olla maksimissaan 150 mm.
- Laboratoriopöydän kokonaissyvyydessä  $d_1$  on otettava huomioon vaadittava työskentelytila.
- Pöydän leveys ( $l_1$ ) tulee olla saatavissa 300 mm:n jaolla. Suositeltu leveysmitta on 600 mm ja 1800 mm väliltä. (SFS-EN 13150, 2001, 4-6.)



KUVIO 1. Laboratoriopöytä kuvattuna edestä ja sivulta (SFS-EN 13150, 2001)

### 8.1.2 Yleiset turvallisuusvaatimukset pääpiirteittäin

Laboratoriopöydät tulee valmistaa sellaisiksi, että voidaan minimoida normaaleissa työskentelyolosuhteissa tapahtuvat tapaturmat. Työpöydän komponenteissa tai osissa, joihin työskentelijä on kontaktissa normaalissa työskentelyssä, ei saa olla teräviä kulmia tai reunoja.

Laboratoriopöydät tulee valmistaa materiaaleista, jotka kestävät niille suunnitellun käytön aiheuttamat mekaaniset, kemialliset ja lämpötilan rasitukset.

Pöydässä olevien avonaisten rakojen tulee aina olla joko pienempiä kuin 8 mm, tai suurempia kuin 25 mm. Mikäli rakenteessa esiintyy 8 – 25 mm:n kokoisia aukkoja tai putkimaisten osien päitä, tulee ne sulkea esimerkiksi tulpilla.

Nestemäisten aineiden säilytykseen ja käsittelyyn suunnitellut työtasot tulee varustaa reunoilla, jotka estävät nesteen valumisen lattialle. Reunojen retentiokapasiteetti tulee olla minimissään 5 litraa per m<sup>2</sup>.

Työtaso ja kaikki liitokset tulee valmistaa materiaaleista, jotka eivät halkeile, kerrytä likaa tai muita vieraita aineita, eivätkä sido itseensä nestettä. Käyttökohteen tai -tarkoituksen niin vaatiessa, tulee haitallisten taudinaiheuttajien kasvua pinnoilla ehkäistä. (SFS-EN 13150, 2001, 8.)

## 8.2 SFS-EN 14056

Otsikko: Laboratory furniture. Recommendations for design and installation

Otsikko suomeksi: Laboratoriokalusteet. Suunnittelu- ja asennussuositukset

Standardin sisältö lyhyesti: Eurooppalainen standardi sisältää suosituksia laboratoriopöytien ja säilytyskalusteiden suunnittelulle ja asennukselle. Suositukset ovat tarkoitettu kaikille tuotteen suunnitteluun, valmistukseen tai asentamiseen osallistuville osapuolille. (SFS-EN 14056, 2003, 4.)

Standardin EN 14056 mukaan ennen laboratoriokalusteiden asennusta kalusteet tulee varastoida turvallisessa paikassa, jossa niiden vaurioitumisen mahdollisuus on minimoitu. Asennettavien laboratoriokalusteiden tulee noudattaa standardia EN 13150. Laboratoriokalusteiden valmistajan ja asentajan on kommunikoitava

keskenään kalusteiden asennuspaikalle kuljetukseen liittyvistä rajoitteista, kuten ovien, porraskäytävien tai hissien mitoista. Nämä asiat on otettava huomioon jo laboratorikalusteiden suunnitteluvaiheessa. Kalusteita ei pidä asentaa, mikäli ilman lämpötila tai kosteustaso varaston ja asennuspaikan välillä on merkittävästi toisistaan poikkeava. Mikäli kalusteet ovat liikuteltavia, tulee niiden pyörät varustaa lukitusmekanismilla. (SFS-EN 14056, 2003, 4-5.)

### 8.3 SFS-EN 14727

Otsikko: Laboratory furniture. Storage units for laboratories. Requirements and test methods

Otsikko suomeksi: Laboratoriokalusteet. Laboratorioiden säilytyskalusteet. Vaatimukset ja testausmenetelmät

Sisältö lyhyesti: EN 14727 on Eurooppalainen standardi, joka määrittää laboratorioissa käytettävien säilytyskalusteiden vaatimukset ja vaadittavat testaukset. Standardin sisältämät vaatimukset liittyvät kalusteen lujuuteen, kestävyuteen ja turvallisuuteen. (SFS-EN 14727, 2006, 5.)

Standardin EN 14727 mukaan testattavat laboratorioiden säilytyskalusteet tulee ennen niiden testausta koota kalusteen valmistajan ohjeistuksen mukaisesti. Mahdolliset kiinnikkeet tulee myös varmuus kiristää ennen kalusteen testausta. Mikäli kaluste voidaan koota tai asentaa usealla eri tavalla, tulee testaukset suorittaa esimerkiksi lujuuden kannalta ennalta-arvioituna epäsuotuisimmalle kokoamisvaihtoehdolle. Ennen testausta säilytyskaluste tulee säilyttää vähintään viikon ajan sisätiloissa. Mikäli testausympäristön lämpötila poikkeaa 15 – 25 °C väliltä, tulee tämä ilmoittaa testiraportissa. (SFS-EN 14727, 2006, 6.)

Säilytyskalusteiden osissa tai komponenteissa, jotka ovat normaalikäytössä kontaktissa laboratoriotyöskentelijän kanssa, ei saa olla esimerkiksi naarmuja aiheuttavia teräviä kulmia tai reunoja. Kalusteessa ei saa myöskään olla avonaisia putkimaisia osia. Esimerkiksi sormien puristuksiin joutumisen ehkäisemiseksi, tulee liikkuvien osien välisten



etäisyyksien olla joko vähemmän kuin 8 mm, tai enemmän kuin 25 mm missä tahansa liikkuvan osan asennossa. Jaloille kohdistuvan puristumisvaaran ehkäisemiseksi, tulee liikuteltavien säilytyskalusteiden osien olla vähintään 100 mm etäisyydellä lattiasta. Lisäksi vähintään kaksi liikuteltavien säilytyskalusteiden pyöristä tulee olla lukittavia.

Kaikkien lastauskapasiteetiltaan yli 10 kg säilytyskalusteiden lisäosien, kuten vedettävien säilytyslaatikoiden kiskoilta irtoaminen tulee estää varmistimilla. Mikä tahansa kooltaan  $\geq 0,1 \text{ m}^2$  säilytyskalusteen lasinen osa, jonka pienin dimensio on  $\geq 200 \text{ mm}$ , tai se asennetaan yli 900 mm korkeuteen lattiapinnasta, ei saa rikkoontua standardin EN 14072:2003 mukaisissa testauksissa. Standardi SFS-EN 14072:2003 käsittelee lasin käyttöä kalusteissa. (SFS-EN 14727, 2006, 8.)

#### 8.4 Laadunhallintaan liittyvät standardit lyhyesti

Merkittävimpiä laadunhallintaan liittyviä standardeja ovat muun muassa kansainväliset ISO 9001 ja ISO 14001-standardit, joiden avulla organisaatiota voidaan johtaa laadukkaasti.

##### 8.4.1 ISO 9001

Kansainvälinen ISO 9001-standardi sisältää organisaatioille asetettuja laadunhallintajärjestelmän vaatimuksia, joiden mukaisesti hyväksyttävän laatujärjestelmän tulee toimia. Standardin vaatimukset sopivat sovellettaviksi jokaiselle organisaatiolle toimialasta tai koosta riippumatta. Toimivan laatujärjestelmän avulla organisaatio kykenee parantamaan suorituskykyään ja kykenee luomaan vakaan pohjan jatkuvan parantamisen toteuttamiseksi. Muita ISO 9001 -standardiin perustuvan laadunhallintajärjestelmän toteuttamisen hyötyjä ovat muun muassa johdonmukainen toimiminen, asiakastyytyvyyden lisääminen sekä riskien ja mahdollisuuksien käsittely. Standardi sisältää sekä vaatimuksia, että suosituksia.

Standardi ISO 9001 pyrkii liittämään prosessimaisen toimintamallin osaksi laadunhallintajärjestelmää, ja sen kehitystä sekä käyttöönottoa. Prosessimaisella toimintamallilla pyritään tehostamaan laadunhallintajärjestelmän vaikuttavuutta. Toimintamallin mukainen prosessien yhteen liittäminen ja laatujärjestelmän toiminnan ymmärtäminen parantavat organisaation tehokkuutta ja johtavat haluttujen tulosten saavuttamiseen. Prosessimaista toimintamallia hyödyntäen organisaatio on kykenevä ohjaamaan järjestelmän eri prosessien suhteita ja riippuvuuksia. (SFS-EN ISO 9001, 2015, 5.)

#### 8.4.2 ISO 14001

Kansainvälinen ISO 14001-standardi ottaa kantaa ympäristöjärjestelmää koskeviin vaatimuksiin. Standardin asettamia vaatimuksia noudattamalla organisaatio on kykenevä tehostamaan sitoutumistaan ympäristöasioihin ja nostamaan omaa ympäristösuojelun tasoaan. Ympäristövastuiden hallitseminen tukee kestäväää kehitystä. Standardin vaatimukset sopivat sovellettaviksi jokaiselle organisaatiolle toimialasta tai koosta riippumatta.

Standardin avulla organisaatiot voivat saavuttaa tuloksia, jotka tuottavat arvoa oman organisaation ja sidosryhmien lisäksi myös ympäristölle. Ympäristöjärjestelmältä vaaditaan vähintään ympäristönsuojelun tason parantamista, sitovien velvoitteiden täyttämistä ja organisaation asettamien ympäristötavoitteiden saavuttamista. (SFS-EN ISO 14001, 8.)

#### 8.5 Oppilaitosten asettamat vaatimukset

Hankittaessa opetuskäyttöön tarkoitettuja kalusteita, on tuotteen turvallisuus yksi kalusteiden hankintaperusteista. Suunniteltaessa kiinteiden oppilaskäytössä olevien kalusteiden mitoituksia ja asennuskorkeuksia, tulee ottaa huomioon, että tuotteen käyttäjät ovat erikokoisia. Tuotteiden yksityiskohtia suunniteltaessa tulee ottaa huomioon niiden soveltuvuus lasten ja nuorten käyttöön. Kalusteiden pitää kestää käyttäjien oman painon lisäksi muun muassa niissä tapahtuva mahdollinen roikkuminen. Lisäksi kiinteiden kalusteiden kiinnitysten riittävä kestävyys

tulee olla tuotteen suunnittelijan varmistama. (Opetus- ja kulttuuriministeriö 2015.)

On myös huomioitava, että kalusteet eivät saa aiheuttaa törmäysvaaraa, eikä niissä saa olla esimerkiksi vaaraa aiheuttavia teräviä kulmia.

Mahdollisten sähkökäyttöisten kalusteiden, kuten korkeussäädettävien pöytien sähköjohdotus, on suunniteltava turvallisuutta ajatellen siten, että esimerkiksi kompastumisvaara voidaan minimoida. Opetuskäyttöön suunniteltujen säilytyskalusteiden ovien tulisi olla vähintään osittain läpinäkyviä. (Opetus- ja kulttuuriministeriö 2015.)

## 8.6 Lainsäädäntö Suomessa

Yleisesti kaikkien huonekalujen pitää täyttää kuluttajaturvallisuuslainsäädännön yleiset turvallisuusvaatimukset. Tällä tarkoitetaan sitä, että ne eivät saa aiheuttaa terveydelle vaaraa tai aiheuttaa uhkaa omaisuudelle. Turvallisuuteen liittyen oleellimmat asiat liittyvät rakenteiden kestävyuteen, mitoitukseen, tasapainoon, paloturvallisuuteen. Myös valmistuksessa käytetyt materiaalit ja lisäaineet tulee huomioida. Kokoamis- ja käyttöohjeet ovat myös oleellinen osa kalusteiden turvallisuutta. Elinkeinonharjoittajalla on aina vastuu siitä, että valmistetut, markkinoidut ja myydyt tuotteet ovat turvallisia. (TUKES 2015.)

Lainsäädäntö ottaa kantaa myös työturvallisuuslain (738/2002) 24 § työpisteen ergonomiaan, työasentoihin ja työliikkeisiin.

*Työpisteen rakenteet ja käytettävät työvälineet on valittava, mitoitettava ja sijoitettava työn luonne ja työntekijän edellytykset huomioon ottaen ergonomisesti asianmukaisella tavalla. Niiden tulee mahdollisuuksien mukaan olla siten säädettävissä ja järjestettävissä sekä käyttöominaisuuksiltaan sellaisia, että työ voidaan tehdä aiheuttamatta työntekijän terveydelle haitallista tai vaarallista kuormitusta.*

Lisäksi työturvallisuuslaki sanoo, että:

*on otettava huomioon, että työntekijällä on riittävästi tilaa työn tekemiseen ja mahdollisuus vaihdella työasentoa.*

## 9 OPETUSKÄYTTÖÖN TARKOITETTUIEN LABORATORIOKALUSTEIDEN SUUNNITTELU JA KEHITYS

Käyttäjätarpeet tulisi huomioida heti, kun laboratorioskusteiden suunnittelu aloitetaan. Käyttäjävaatimuksia pohdittaessa tulisi huomioida säilytystarpeet, laskutilan tarve, työskentelyasennot, huolto ja siivous ja muu toimintaa helpottava suunnittelu, kuten esimerkiksi tilan säästäminen. (Laaksonen ym. 2012, 19–20.)

Suunnittelussa tulisi huomioida muunneltavuus ja joustavuus. Joustavat asennuskaistat, liikuteltavat kalustemoduulit ja sähköisesti säädettävät työpisteet helpottavat muunneltavuutta. Pöytien varustaminen pyörillä helpottaa huoltotoimenpiteitä ja tehokasta järjestelyä. (Laaksonen ym. 2012, 20–23.)

Opetuskäyttöisessä laboratoriossa on tärkeää, että se muuntuu vaivattomasti kaikenkokoisille opiskelijaryhmille. Opetuskalusteita suunniteltaessa on huomioitava myös helposti korkeussäädettävät työtasot, säädettävät työtuolit, siirreltävät laatikostot ja riittävä pöytätila käsien tukemiselle. Lasiovelliset kaapit tai avohyllyt helpottavat työskentelyä. Kemikaaleille tulee olla niille soveltuva kemikaalikaappi. (Laaksonen ym. 2012, 33–37.)

Opetuskäyttöisen laboratorioskusteen turvallisuutta lisäävät pyöristetyt kulmat tai työtason reunassa oleva pehmuste. Veto- tai laminaarikaapin suunnittelussa tulisi myös huomioida tarvittavat turvallisuutta lisäävät pehmusteet tai vaihtoehtoisesti suunnitella tuotteita, joissa ei ole teräviä kulmia. Veto- tai laminaarikaapissa tulisi myös olla viisto etulasi. (Laaksonen ym. 2012, 95–99.)

Opetustilojen laboratorioskusteet on suunniteltava siten, että pintamateriaalit kestävät kosteutta ja ovat sähköä johtamattomia. Niiden tulee kestää myös erilaisia happoja ja kemikaaleja, sekä maa-aineisten käsittelyä. Opetustilojen laboratorioskusteiden tulee olla helppohoitoisia. Huollettavuus ja korjattavuus ovat tärkeitä, samoin kuin kalusteiden

pitkäikäisyys. Kalusteissa tulee ottaa huomioon myös kierrätettävyys. (Anttalainen & Tulivuori 2011, 24.)

Kalusteiden tulisi olla yhteensopivia ja niiden tulee täyttää opetuksen vaatimat edellytykset. Kalusteiden siirtelystä aiheutuvaa kolinaa tulisi välttää jo suunnitteluvaiheessa. (Anttalainen & Tulivuori 2011, 24.)

Säilytystilojen, joissa säilytetään kemikaaleja, tulee olla lukittavia ja niissä tulee olla ilmastointimahdollisuus. Myös säteilylähteille on oltava oma lukittava säilytystila tai -kaappi. Kemikaalikaappi on valmistettava palamattomasta materiaalista. Osa aineista, kuten myrkylliset (T) ja erittäin myrkylliset aineet (T+) vaativat erillisen lukitun ja ulkoilmaan tuuletetun myrkykaapin. Säilytystilojen hyllykorkeuden tulee olla turvallinen vaaratilanteiden välttämiseksi. Säädetävät hyllyt parantavat turvallisuutta. (Anttalainen & Tulivuori 2011, 26–27.)

### 9.1 Trendit ja tulevaisuuden tarpeet

Tulevaisuudessa erilaiset oppimisympäristöt tulevat laajentumaan ja yleisesti muodollinen koulutus ja informaalin oppiminen tulevat yhdistymään enemmän. On todennäköistä, että tulevaisuudessa opetustiloissa on monia opetusryhmiä ja opettajia. Monitoimiset opetustilat, jotka muuntautuvat helposti eri oppimisprosesseihin, ovat myös tulevaisuutta. (Kuuskorpi 2012, 5.) Kuuskorven (2012) väitöskirjan mukaan tämän hetken kalusteratkaisut opetustiloissa eivät tue tulevaisuuden oppimis- ja opetusprosesseja.

Vaikka sulautuva oppimisympäristö on käsitteenä vielä melko tuore, se on kuitenkin suunta, johon oppimisympäristöjä ollaan kehittämässä. Sulautuvaa oppimisympäristöä suunniteltaessa tulisikin huomioida muun muassa opetustilojen välineiden ja laitteiden arviointia. (Kuuskorpi 2012, 67.) Kun pohditaan laadukkaita kalusteratkaisuja, tulee huomioida myös muuttuva koulutus- ja tietoyhteiskunta. Tulevaisuudessa odotukset kalusteratkaisujen monipuolistumisesta lisääntyvät, ja kalusteiden liikuttelu- ja ryhmittelymahdollisuus ovat tärkeässä asemassa pohdittaessa

muunneltavuutta. (Kuuskorpi 2012,149–150). Kalusteiden siirtelymahdollisuus koetaan yhdeksi tärkeimmäksi tekijäksi. Huomionarvoista on kuitenkin se, että oppilaan valvonta ja turvallisuus eivät vaarannu. (Kuuskorpi 2012,153).

Passiiviseksi opetustilaksi kutsutaan luokkatilaa, jossa pysyvät kalusteratkaisut korostuvat. Tänä päivänä koetaan tarpeelliseksi siirtyä kohti dynaamisia opetustiloja, jotka joustavat kalusteratkaisut mahdollistavat. (Kuuskorpi 2012, 151.)

Kestävään kehitykseen kiinnitetään tänä päivänä yhä enemmän huomiota. Yritysten materiaaliratkaisut voivat parantaa sekä kilpailukykyä, että tuottavuutta. Ympäristöimagoa pidetään tärkeänä. Esimerkiksi ISO 14006 standardi sisältää ohjeita ympäristömyönteisen tuotesuunnittelun soveltamiseen. (Motiva 2015.) Lisäksi ISO on julkaissut vuonna 2002 ohjeen siitä (ISO 14062), miten ympäristöasiat pitäisi ottaa huomioon tuotesuunnittelussa (Ympäristöhallinto 2013).

## 9.2 Kierrätysmateriaalien käyttö

Arraksen (2015, 137) väitöskirjan mukaan on todennäköistä, että kierrätys ja kierrätysmateriaalin uudelleenvalmistus tarjoavat yritykselle useita erilaisia liiketoimintamahdollisuuksia. Kierrätysliiketoiminnan taloudellisiin edellytyksiin vaikuttavat muun muassa lainsäädännön kehittyminen ja globalisaatio. Taloudellinen taantuma vaikuttaa eri tavoin yritysten jättemateriaalien hyödyntämiseen; se voi joko lisätä, tai vähentää sen käyttöä. Neitseellisten raaka-aineiden hintojen nousu sekä jättemateriaalien kysynnän kasvu vaikuttavat usein jättemateriaalien arvon nousuun. Yritysten kierrätysmateriaalien käyttö vaatii innovatiivisuutta, ja se on usein vaativampaa verrattuna neitseelliseen raaka-aineeseen. (Arras 2015, 146.) Resurssitehokkuutta on mahdollista parantaa jätteiden hyödyntämiselle sekä kierrättämisellä. Jätteiden hyödyntäminen voi luoda liiketoimintamahdollisuuksia sekä uusia työpaikkoja. Kierrätys on yrityksille mahdollisuus sekä taloudellisesti että ekologisesti. Ekologisuutta

arvioidessa tulee kuitenkin huomioida jättemateriaalien kuljetuksesta aiheutuvat ympäristövaikutukset. (Arras 2015, 149.)

Yritysten käyttämien materiaalien elinkaarta ohjataan ympäristönsuojelulailla (4.2.200/86) sekä jätelailla (646/2011).

### 9.3 Ergonomia

Kalusteet tulisi suunnitella niin, että opiskelijat oppivat alusta alkaen ergonomiseen työskentelyyn (Laaksonen ym. 2012, 33).

Laboratoriokalustus tulee suunnitella soveltuvaksi kyseisellä työpisteellä tehtävään työhön ja sen pitää toimia sekä oikea- että vasenkätisen työntekijän käytössä. Mikäli samalla työpisteellä työskentelee useampia henkilöitä, olisi työpisteen oltava vähintään korkeussäädettävä.

Kalusteiden suunnittelussa tulee myös ottaa huomioon laboratoriotyön vaihtelevuus ja työtehtävän määrittelemä työskentelyasento. Seisoma- ja istumatyöpisteiden sekä säilytyskalusteiden suunnittelulla on omat vaatimuksensa. (Laaksonen ym. 2012, 45.)

Seisomatyöpisteillä on tärkeää, että työntekijä kykenee työskentelemään selkä suorana. Sopiva työskentelykorkeus mahdollistaa työskentelyn hartiat rentoina. Seisomatyöpisteiden jalkatilojen tulee olla esteettömiä eli jalkatiloissa ei saa olla esimerkiksi työpisteen tukirakenteita tai säätömekanismia. Seisovan työntekijän selän ja jalkojen kuormitusta on mahdollista vähentää joustavalla matolla tai erilaisilla seisomatuilla. (Laaksonen ym. 2012, 49.)

Istumatyöpisteillä tehdään pääasiassa tarkkuutta vaativia töitä. Hyvä istumatyöpiste mahdollistaa työskentelyn luonnollisessa asennossa hartiat rentoina, kyynärpäät lähellä vartaloa ja jalat tukevasti lattialla. Työtuolin valinta vaikuttaa merkittävästi istumatyöpisteen toimivuuteen. Työtuolissa olisi hyvä olla vähintään säätävä istuinkorkeus ja -kaltevuus sekä selkänoja, joka on säädettävissä joka suuntaan. Istumatyö edellyttää riittävää vapaata jalkatilaa työskentelytason alla, joten jalkatilassa ei saa

olla jalkojen liikuttelua estäviä esteitä, kuten pöydänjalvoja. (Laaksonen ym. 2012, 52.)



## 10 YHTEENVETO JA POHDINTA

Laboratoriokalusteiden laatuvaatimukset koostuvat useammasta osasta. Tärkeimpiä laatuvaatimuksia ovat standardit, jotka eivät kuitenkaan ole varsinaisesti vaatimuksia, vaan suosituksia. Laboratoriokalusteille on melko vähän varsinaisia vaatimuksia, mutta lainsäädäntö ohjaa toimintaa kuitenkin jonkin verran. Opetuskäyttöisten laboratoriokalusteiden suunnittelussa tulee huomioida käyttäjälähtöisyys. Käyttäjälähtöisyys huomioidaan muun muassa helppohoitoisuudella, turvallisuudella sekä muunneltavuudella. Opetuskäyttöisten laboratoriokalusteiden tulisi olla erikokoisille käyttäjille suunniteltuja, koska niitä käyttävät sekä lapset, että aikuiset. Ergonomia huomioidaan esimerkiksi korkeussäädettävyydellä.

Opinnäytetyöhön oli vaikea löytää yhtenäisiä säädöksiä koskien opetuskäyttöisiä laboratoriokalusteita. Standardien käyttö laboratoriokalusteiden käyttämisessä on suositeltavaa, mutta ei pakollista. Standardien käyttäminen voi kuitenkin lisätä luotettavuuden ja turvallisuuden tunnetta. Tiedonhakuja tehdessä törmäsi usein siihen, että opetuskäyttöisten laboratoriokalusteiden kohdalla painotettiin eniten turvallisuutta. Myös esimerkiksi Suomen laki käsitteli laboratoriokalusteiden kohdalla eniten turvallisuutta, kuten asianmukaisia säilytysratkaisuja erilaisille kemikaaleille ja helposti syttyville aineille. Lisäksi erikokoisten käyttäjien huomioiminen korostui.

Opinnäytetyöhön pyrittiin saamaan lisää syvyyttä haastattelemalla Lahden ammattikorkeakoulun laboratorioinsinööri Jyrki Metsoa. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tekeminen osoittautui melko hankalaksi, koska aihetta ei ole juurikaan tutkittu. Opetuskäyttöisille laboratoriokalusteille ei olla suoraan määritelty spesifejä laatuvaatimuksia, vaan laatuvaatimukset täytyi koota eri tietolähteistä. Työ toteutettiin siis pääasiassa manuaalisella tiedonhaualla, joka voi heikentää opinnäytetyön luotettavuutta. Jatkotutkimusaiheena voisi olla erilaisten laboratoriokalusteiden materiaalien vertailu, tai laadullisen tutkimuksen tekeminen laboratoriokalusteiden käyttökokemuksista opetuskäytössä.

## LÄHTEET

### Kirjalliset lähteet

Anttalainen, H. & Tulivuori, J. 2011. Luonnontieteiden opetustilat, työturvallisuus ja välineet. Opetushallitus.

Arras, N. 2015. Toisen jäte on toisen raaka-aine – Kierrätys ja uudelleentekeminen taloudellisesti ja ekologisesti kestävässä liiketoimintamahdollisuutena. Väitöskirja. Turun kauppakorkeakoulu. Turku: Suomen yliopistopaino Oy.

Kuuskorpi, M. 2012. Tulevaisuuden fyysinen oppimisympäristö, käyttäjälähtöinen muunneltava ja joustava opetustila. Väitöskirja. Turun yliopisto, kasvatustieteiden laitos, kasvatustieteiden tiedekunta. Turku: Pallosalama Oy.

Laaksonen, M.-L., Nevala, N., Pekkarinen, N., Rytönen, E., Sillanpää, J. & Toivonen, R. 2012. Ergonominen laboratorio. Helsinki: Printservice Oy.

SFS-EN 13150, 2001. Workbenches for laboratories. Dimensions, safety requirements and test methods. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

SFS-EN 14056, 2003. Laboratory furniture. Recommendations for design and installation. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

SFS-EN 14727, 2006. Laboratory furniture. Storage units for laboratories. Requirements and test methods. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

SFS-OPAS 4, 2016. Kansallisen SFS-standardin laadinta ja rakenne. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. 8. painos. Helsinki.

Työturvallisuuslaki 738/2002. Saatavissa:

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>

### Elektroniset lähteet

Euro Inox 2017. Mikä on ruostumaton teräs? [viitattu 12.4.2017].

Saatavissa: [http://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/Euro\\_Inox/What\\_is\\_Stainless\\_Steel\\_FI.pdf](http://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/Euro_Inox/What_is_Stainless_Steel_FI.pdf)

Helsingin yliopisto 2017. Liian taipuisa muovi [viitattu 30.3.2017].

Saatavissa:

[http://www.kemianluokka.fi/files/uudet/Liian\\_taipuisa\\_muovi\\_opettaja.pdf](http://www.kemianluokka.fi/files/uudet/Liian_taipuisa_muovi_opettaja.pdf)

Jyväskylän yliopisto 2017. Laatusanastoa [viitattu 11.1.2017]. Saatavissa:

<https://www.jyu.fi/yliopistopalvelut/laatu/ohjaus/laatusanastoa>

Logistiikan maailma 2017. Laadunhallinta, laatujohtaminen ja -järjestelmät [viitattu 26.3.2017]. Saatavissa:

[http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Laadunhallinta,\\_laatujohtaminen\\_ja\\_-\\_j%C3%A4rjestelm%C3%A4t](http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Laadunhallinta,_laatujohtaminen_ja_-_j%C3%A4rjestelm%C3%A4t)

LUT Lappeenranta University of Technology 2017. Puu-muovikomposiitit

[viitattu 14.4.2017]. Saatavissa: <http://telwood.eu/Puumuovikomposiitit.pdf>

Motiva 2016. Materiaalitehokkuus. [viitattu 15.1.2017]. Saatavissa:

<http://www.motiva.fi/toimialueet/materiaalitehokkuus>

Opetus- ja kulttuuriministeriö 2015. Oppilaitosrakennusten turvallisuus.

Opetus- ja kulttuuriministeriön työryhmämuistioita ja selvityksiä [viitattu 19.1.2017]. Saatavissa:

<http://www.minedu.fi/export/sites/default/OPM/Julkaisut/2015/liitteet/tr02.pdf?lang=fi>

Oulun yliopisto 2016. Luento materiaalinvalinnasta [viitattu 14.4.2017].

Saatavissa:

[https://noppa.oulu.fi/noppa/kurssi/465102a/materiaali/465102A\\_luento\\_materiaalinvalinnasta.pdf](https://noppa.oulu.fi/noppa/kurssi/465102a/materiaali/465102A_luento_materiaalinvalinnasta.pdf)

Pekkarinen, A. 2006. Suunnitellaan yhdessä toimiva laboratorio [viitattu

16.1.2017]. Saatavissa:

[http://partner.ttl.fi/fi/ergonomia/ergonomia\\_eri\\_aloille/laboratoriotyo/laborat](http://partner.ttl.fi/fi/ergonomia/ergonomia_eri_aloille/laboratoriotyo/laborat)

[oriosuunnittelu/Documents/Suunnitellaan\\_yhdessa\\_toimiva\\_laboratorio\\_A\\_nalyysi\\_2\\_2006\[1\].pdf](#)

Puuinfo 2017. Lastulevy [viitattu 29.3.2017]. Saatavissa:

<http://www.puuinfo.fi/puutieto/levytuotteet/lastulevy>

Rakennustieto 2007. R-37294, puu- ja kuitulevyt, lastulevyt [viitattu 29.3.2017]. Saatavissa:

[http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/info/kysymyksia-ja-vastauksia/chipboard\\_rt-kortti\\_fi.pdf](http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/info/kysymyksia-ja-vastauksia/chipboard_rt-kortti_fi.pdf)

SFS ry 2017a. Laadunhallinnan periaatteet [viitattu 26.3.2017].

Saatavissa:

[http://www.sfs.fi/julkaisut\\_ja\\_palvelut/tuotteet\\_valokeilassa/iso\\_9000\\_laadunhallinta/laadunhallinnan\\_periaatteet](http://www.sfs.fi/julkaisut_ja_palvelut/tuotteet_valokeilassa/iso_9000_laadunhallinta/laadunhallinnan_periaatteet)

SFS ry 2017b. Lyhenteet [viitattu 11.1.2017]. Saatavissa:

<http://www.sfs.fi/lyhenteet>

SFS ry 2017c. Standardi tutuksi [viitattu 10.1.2017]. Saatavissa:

[http://www.sfs.fi/julkaisut\\_ja\\_palvelut/standardi\\_tutuksi](http://www.sfs.fi/julkaisut_ja_palvelut/standardi_tutuksi)

SFS ry 2017d. Usein kysyttyä [viitattu 10.1.2017]. Saatavissa:

[http://www.sfs.fi/julkaisut\\_ja\\_palvelut/usein\\_kysyttya](http://www.sfs.fi/julkaisut_ja_palvelut/usein_kysyttya)

Tampereen teknillinen yliopisto 2005. Konstruktiiviset keraamit [viitattu 14.4.2017]. Saatavissa: [http://www.ims.tut.fi/vmv/2005/vmv\\_4\\_3\\_2.php](http://www.ims.tut.fi/vmv/2005/vmv_4_3_2.php)

Tukes 2015. Kuluttajaturvallisuus, huonekalut. [viitattu 21.4.2017].

Saatavissa:

<http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Kuluttajaturvallisuus/Kulutustavarat/Tavaroiden-turvallisuusvaatimuksia/Huonekalut/>

Ympäristönhallinnan yhteinen verkkopalvelu 2013. Tuotesuunnittelu ja tuotteet [viitattu 14.1.2017]. Saatavissa: [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus\\_ja\\_tuotanto/Tuotesuunnittelu\\_ja\\_tuotteet](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ja_tuotanto/Tuotesuunnittelu_ja_tuotteet)

Muut lähteet

Metso, J. 2017. Laboratorioinsinööri. Lahden ammattikorkeakoulu.  
Sähköpostihaastattelu 28.3.2017.