



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Sergey Korpelainen

PROTOTYYPPIPAJAN
SUUNNITTELU

Tekniikka
2017

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Sergey Korpelainen
Opinnäytetyön nimi	Prototyypipajan suunnittelu
Vuosi	2017
Kieli	suomi
Sivumäärä	68 + 1 liitettä
Ohjaaja	Pertti Lindberg

Työn tarkoituksena oli tarkastella ja suunnitella Vaasan ammattikorkeakoululle prototyypipaja I-KT-N/V nuorille ja aikuisille opiskelijoille. Nuoret ja aikuiset insinööriopiskelijat toimivat samassa tilassa Vaasan opetus- ja tutkimuslaboratoriossa Thechnobotniassa. Pajassa saa esteettömästi suorittaa työt opetussuunnitelman mukaan, suorittaa projektitöitä ryhmässä tai itsenäisesti. Työn suorituksessa voi olla purku- ja kokoonpano työt, sekä niiden toteuttaminen, kehitysprojektien työt ja itsenäistä kehittämistä. Suunnittelussa oli tarpeen tutkia standardien vaatimuksia pajan suunnittelussa.

Työpajan suunnittelussa kuvataan niitä prosesseja, jotka käytetään suoraan standardien ja vaatimusten mukaan, kuten hyödyllinen alue, valaistus, eristys, sisäilmasto- ja lämpöolot, lisäksi valitaan sopivia huonekaluja ja välttämättömiä työkaluja, joita tarvitaan työn suoritukseen.

Tavoitteena oli suunnitella toimintaympäristö, joka on toimiva ja turvallinen, sekä mukautettavissa opiskelijoiden tarpeisiin.

ABSTRACT

Author	Sergey Korpelainen
Title	Design of a Workshop Prototype
Year	2017
Language	Finnish
Pages	68 + 1 Appendices
Name of Supervisor	Pertti Lindberg

The purpose of the thesis was to design a prototype for the workshop full-time and part-time mechanical engineering students at VAMK, University of Applied Sciences. The full-time and part-time students engineer share the same work space at Technobothnia Research Laboratory. At the workshop, it is possible to carry out work according to the curriculum, carry out project work in the group or alone. The projects can be for example dismantling and assembly work, as well as the implementation of these works, development projects and independent development. When designing the workshop, it was necessary to study the requirements of standards.

The processes that are used directly according to the standard and requirements are described in the thesis, such as a useful area, lighting, insulation, indoor and outdoor conditions, and selecting suitable furniture and the necessary tools required for work performance.

The aim was to design a working environment that is functional and safe and tailored to the students' needs.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	9
1.1	Technobothnian historia.....	9
1.2	Suunnittelun tarkoitus	10
2	TILOJEN KRITEERIT	11
2.1	Yleistä	11
2.2	Ihmisen perusmitat.....	11
2.3	Työtilojen mitat.....	13
2.4	Äänieristys	15
2.4.1	Määräykset	16
2.4.2	Huoneakustinen suunnittelu	17
2.5	Valaistus.....	21
2.5.1	Suunnittelun lähtökohtia	21
2.5.2	Määräyksiä ja ohjeita	22
2.5.3	Valaistusvoimakkuus	22
2.6	Sisäpinnat.....	23
2.6.1	Seinät, katto ja lattiapinnat.....	23
2.6.2	Lasipinnat.....	24
2.6.3	Pintamateriaalit ja väritys.....	24
2.7	Sisäilmasto- ja lämpöolot.....	25
2.7.1	Sisäilmasto	25
2.7.2	Ilmanvaihto	27
3	PAJAN SUUNNITTELU	29
3.1	Yleiset määräykset.....	29
3.2	Prototyypipaja ja sen käyttö.....	30
3.3	Huoneen kalusteet.....	30
3.3.1	Kirjoituspöytä.....	31
3.3.2	Työpöytä	33

3.3.3	Puristimet ja ruuvipenkit.....	35
3.3.4	Tuoli	36
3.3.5	Naulakko	37
3.3.6	Hyllyt ja kaapit.....	38
3.3.7	Tietotekniikkalaitteet.....	40
3.3.8	Mittausvälineet.....	42
3.3.9	Kone-laitteet.....	46
3.3.10	Työkalut	51
4	PAJAN LOPULLISIA ARVOJA.....	59
4.1	Pajan pinta-ala.....	59
4.2	Pajan äänieristys.....	60
4.3	Pajan valaistus.....	62
4.4	Sisäilmasto	63
4.5	Ilmanvaihto	64
4.6	Hinnasto	66
5	LOPPUSANAT	68
	LÄHTEET.....	69

KUVALUETTELO

Kuva 1. Technobotnia /1/.....	9
Kuva 2. Naisten ja miesten keskimääräiset mitat seisten /3/.....	12
Kuva 3. Naisten ja miesten keskimääräiset mitat istuen /3/.....	13
Kuva 4. Opetustilan kalusteiden mittoja ja tilantarpeita.....	14
Kuva 5. Opetustilan teoreettinen tilantarve.....	15
Kuva 6. Esimerkkejä absorptiosuhteita.....	20
Kuva 7. Lämpöolojen tavoitearvo.....	27
Kuva 8. Pöytäkonsepti /15/.....	32
Kuva 9. Työpöytä /15/.....	34
Kuva 10. Ruuvipenkki 200 mm.....	35
Kuva 11. Ergo - kangasverhoiltu tuoli /15/.....	36
Kuva 12. Naulakko /15/.....	37
Kuva 13. Treston teollisuushyllyjärjestelmäyhdistelmä /15/.....	38
Kuva 14. Teollisuuskaappiyhdistelmä /15/.....	39
Kuva 15. Pöytätietokone HP 460 /16/.....	41
Kuva 16. Näyttö Acer K222 21,5" /16/.....	42
Kuva 17. Rullamitta /17/.....	43
Kuva 18. Työntömitta /18/.....	44
Kuva 19. Mikrometrisarja /19/.....	45
Kuva 20. Sisämikrometrisarja /20/.....	45
Kuva 21. Kierrekampasarja /21/.....	46
Kuva 22. Penkkijyrsin X3-Super /22/.....	48
Kuva 23. Penkkihionakone /22/.....	50
Kuva 24. Boxo-työkaluvaunu /23/.....	52
Kuva 25. Hylsysarja 1/4".	53
Kuva 26. Hylsysarja 3/8".	54
Kuva 27. Hylsysarja 1/2".	54
Kuva 28. Pitkät hylsyt 3/8".	55
Kuva 29. Lyöntiruuvitaltat.....	55
Kuva 30. Kiintolenkkisarja 6-24 mm.....	56
Kuva 31. Pihtisarja.....	56

Kuva 32. Vasara/tuurnasarja.	57
Kuva 33. Kuusiokoloavaimet T-kahvalla.	57
Kuva 34. Torx-avaimet T-kahvalla.	58
Kuva 35. Lukkorengaspihdit.	58

TAULUKKOLUETTELO

Taulukko 1. Keskipituus ikäluokittain /3/.	11
Taulukko 2. Esimerkkejä eri äänien taajuuksista ja niiden aallonpituuksista.	17
Taulukko 3. Esimerkkejä eri äänien voimakkuuksista.	18
Taulukko 4. Jälkikaiunta-ajan T (s) vaatimukset ¹⁾ .	18
Taulukko 5. Suositeltavat valaistusvoimakkuudet.	23
Taulukko 6. Ilmanvaihto oppilaitoksella /14/.	27
Taulukko 7. Kirjoituspöytä, yhteenveto.	33
Taulukko 8. Työpöytä, yhteenveto.	34
Taulukko 9. Teollisuushyllyjärjestelmän osat.	38
Taulukko 10. Teollisuuskaappiyhdistelmän osat.	39
Taulukko 11. Tietokoneen tekniset tiedot.	41
Taulukko 12. Näytön tekniset tiedot.	42
Taulukko 13. Penkkijyrsimen teknisiä tietoja.	49
Taulukko 14. Penkkihiomakoneen teknisiä tietoja.	51
Taulukko 15. Huoneen vähimmäiskoko.	59
Taulukko 16. Jälkikaiunta-ajan T (s) vaatimukset /7/.	60
Taulukko 17. Esimerkkejä absorptiosuhteista /7/.	61
Taulukko 19. Suositeltavat valaistusvoimakkuudet /10/.	62
Taulukko 20. Lämpö- ja sisäilmastoarvot.	64
Taulukko 21. Ilmanvaihto /14/.	65
Taulukko 22. Hinnasto.	66

LIITELUETTELO

LIITE 1. Tarjouspyyntö ja vastatarjous.

1 JOHDANTO

1.1 Technobothnian historia

1857: kauppaneuvos August Alexander Levón perusti Vaasan Puuvillatehdas Osa-
keyhtiö- Wasa Bomulls Manufaktur Ab Vaasan Palosaarella. Ensimmäinen kutomo
vihittiin käyttöön 1869 ja kutomohalli laajennettiin 1896 ja 1940. 1930-
luvun lopulla tehdas työllisti 1400 työntekijää. 1963: Vaasan Puuvilla Oy fuusioitui Finlay-
son-Forssa Ab:n kanssa. 1980: Vaasan puuvillatehdan toiminta lakkasi keväällä
1980 fuusion seuraksena. Viimeisinä vuosina tehdas työllisti noin 300 henkilöä om-
pelulankatehtaalla. 1996: Vaasan puuvillatehtaan entiseen tyhjilleen jääneeseen ku-
tomohalliin valmistui Opetusministeriön ja Vaasan kaupungin tuella opetus- ja tut-
kimuslaboratorio Technobothnia.

Tämä valtava rakennusprojekti valittiin vuoden 1996 rakennuskohteeksi valtion
kiinteistölaitos ”Senaatti-kiinteistöt”/1/.



Kuva 1. Technobotnia /1/.

Technobothnia on rakennettu kulttuurihistoriallisia arvoja kunnioittaen ja samalla modernin tutkimusympäristön tarpeet täyttäen. Laboratorion vanhin osa on peräisin vuodelta 1892.

Opetus- ja tutkimuslaboratorio Technobothnia perustettiin vastaamaan lisääntyntä yhteistyötä Vaasan insinöörikoulutuksen ja seudun yritysten välillä. Laboratoriot sijaitsevat Vaasan Puuvilla Oy:n käytössä olleissa, historiallisissa tehdaskiinteistöissä, joiden kunnostus laboratoriotiloiksi valmistui syksyllä 1996. Technobothnialla on sekä insinööri- ja diplomi-insinöörikoulutuksen opetustiloja monipuolisine laitekantoineen ja huippututkimuksen laboratorioita.

Technobothnia on Vaasan ammattikorkeakoulun, Vaasan yliopiston ja Yrkeshögskola Novia:n yhteinen tilahanke. Technobothnian tiloissa insinööriopiskelijat tekevät laboratorioharjoituksia kaikissa teknillisissä opetusaiheissa. Isossa laboratoriotilassa, käsittäen noin 8000 neliötä, vallitsee luovuutta ja kehittämistä edistävä ilmapiiri. Erityisesti energia-alan tutkimusta Technobothniassa tehdään, Vaasa Energy Institutin (VEI) organisoimina hankkeina. Tutkimus- ja kehittämishankkeiden lisäksi, Technobothnia tarjoaa testi- mittaamis- ja koepalveluita sekä koulutusta alueen teollisuudelle ja elinkeinoelämälle.

Opetus- ja tutkimuslaboratorio Technobothnia on toiminut jo 19 vuotta ja yhdistänyt seudun yritykset ja insinööriopiskelijat /2/.

1.2 Suunnittelun tarkoitus

Prototyypipaja suunniteltiin Vaasan ammattikorkeakoulun Technobothnian alueella nuorille ja aikuisille opiskelijoille, I-KT-N/V. Se on uusi tilaa eli toimiva ja turvallinen työpaja. Tässä pajassa oppilaat voivat suorittaa projektitöitä ryhmässä tai itsenäisesti. Oletetaan, että pajassa oppilaat voivat esteettömästi suorittaa työt opetussuunnitelman mukaan. Tämä voi olla purku- ja kokoonpanotyöt ja niiden toteuttaminen, kehitysprojektien työt, uusien ratkaisujen etsiminen ja kehittäminen yksittäisten yritysten tarpeisiin sekä koulun opetusvälineiden kehittäminen ja parantaminen. Työtila suunniteltiin 24 henkilöä varten, jotka jakautuivat kuuteen ryhmään. Pajan käyttöaika on 8.00 – 16.00 ja vapaasti käytettävissä kello 16.00 – 22.00 ilman opettajan ohjausta, jolloin on otettava huomioon pajan suunnittelussa työturvallisuusvaatimukset ja opetustilanteet.

2 TILOJEN KRITEERIT

2.1 Yleistä

Ihmisen mittoja ja ulottumista käytetään kalusteiden, laitteiden, rakennuksien ja rakennelmien koon ja muodon suunnittelun sekä ergonomian perusteina. Ihmisen mitat noudattavat normaalijakaumaa, mikä merkitsee sitä, että useimpien ihmisten mitat ovat lähellä keskiarvoja. Fyysinen ympäristö pyritään suunnittelemaan niin, että tilat ja kalusteet ovat muodoltaan ja kooltaan suurimmalle osalle käyttäjistä sopivat. Ihmisen mitat ovat lähtökohtina heille tarkoitettuja tiloja ja kalusteita suunniteltaessa. Erityisesti tämä koskee istuin- ja työskentelytasojen, kalusteiden, hygieniatilojen kalusteiden, naulakoiden ja ikkunan alareunan korkeutta lattiasta /3/.

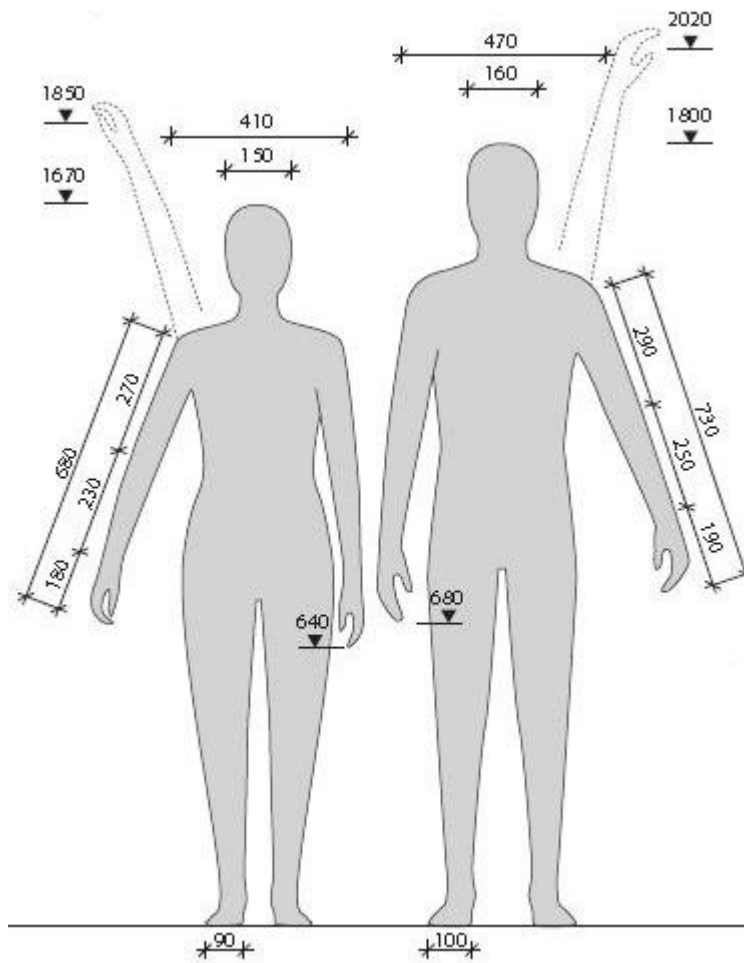
2.2 Ihmisen perusmitat

Naisten ja miesten keskimääräisiä pituusmittoja ja kehon osien mittoja esitetään kuvissa 2-3. Nuoret ovat vanhempia ikäluokkia pitempiä. Tämä pituusero on keskimäärin 1...2 cm kymmentä ikävuotta kohti. Vuodesta 1986 vuoteen 2014 aikuisien pituus naisilla on lisääntynyt 1,9 cm (167,5 cm) ja miehillä 1,8 cm (180,7 cm) ja murrosiän kasvupyrähdys ajoittuu varhaisemmaksi /3/.

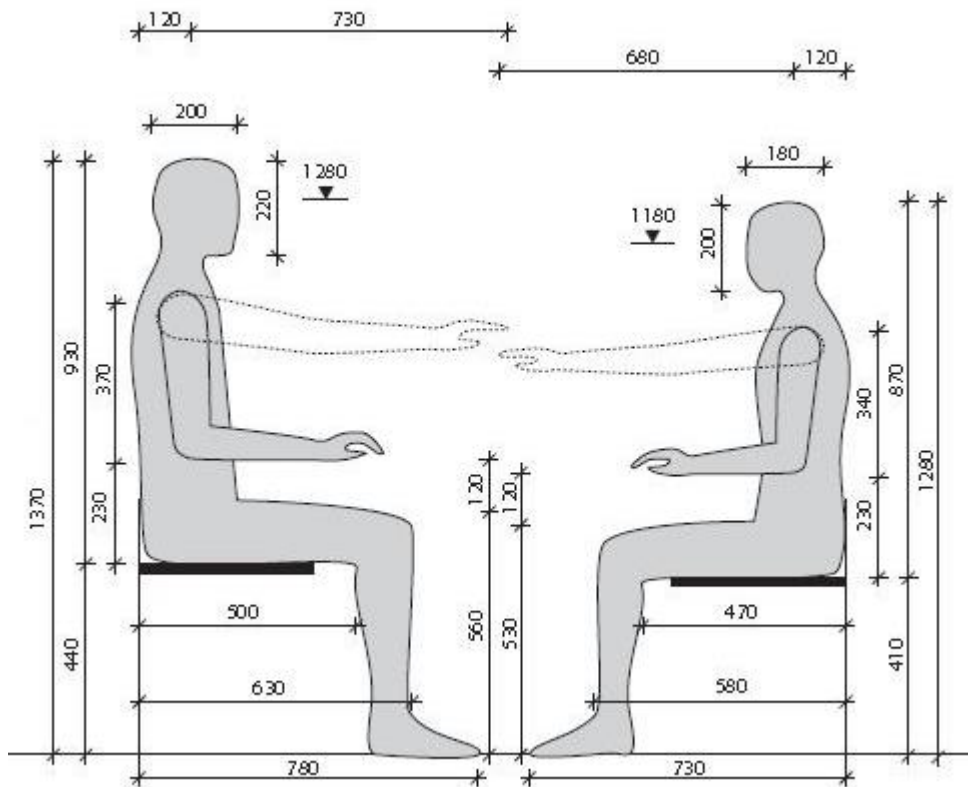
Keskipituudet perustuvat Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen (THL) väestötutkimuksiin, (**Taulukko 1.**).

Taulukko 1. Keskipituus ikäluokittain /3/.

ikäluokka(v)	Miehet	Naiset
	keskipituus	
20-29	181	167
30-39	180	167
40-49	178	165
50-59	177	164
60-69	175	161
70	172	158



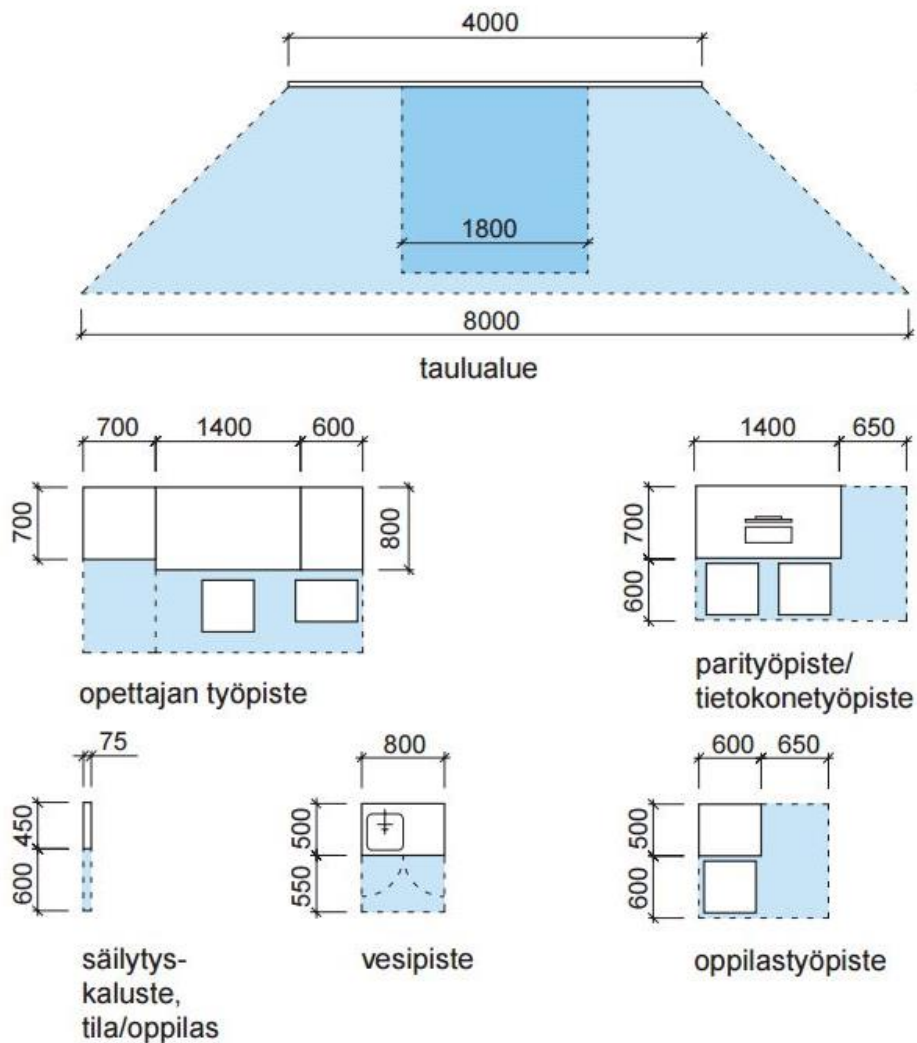
Kuva 2. Naisten ja miesten keskimääräiset mitat seisten /3/.



Kuva 3. Naisten ja miesten keskimääräiset mitat istuen /3/.

2.3 Työtilojen mitat

Tilojen tarve eli tilojen koko määritellään koulun opetussuunnitelman ja opetusryhmien koon sekä työsuojeluun liittyvien vaatimusten perusteella. Opetustila on osa oppilaan kotialuetta. Tilat mitoitetaan toiminnan ja ryhmäkoon ja tarvittavan varustuksen mukaan. Tilan muodon suunnittelussa tavoitteena on, että tila palvelee monipuolisesti toimintoja, tarjoaa mahdollisuuden erityyppisten työtapojen toteuttamiseen ja kannustaa käyttämään tilaa usealla eri tavalla /4/.



Kuva 4. Opetustilan kalusteiden mittoja ja tilantarpeita.

Kalusteiden ja niiden käytön tilantarvetta (Kuva 4). Työpajavarustukseen kuuluu normaalia enemmän ainekohtaisia säilytystiloja ja mahdollisesti muunneltavia ja helposti siirrettäviä kalusteita. Tilassa tulee olla vesipiste ja allas tulee suunnitella sellaiseksi, että siinä voidaan pestä esimerkiksi kädet työn jälkeen tai käyttää muihin tarkoituksiin /4/.

oppilas- määrä	oppilaspaikat käytävineen *	oppilaspaikat käytävineen	taulualue	säilytyska- lusteet + vesipiste käytävineen	opettajan työpiste av-laittei- neen	yhteensä	
	m ² /oppilas	m ² yhteensä	m ²	m ²	m ²	m ²	m ² /oppilas
10	1,38	13,75	12	1,64	4,32	31,71	3,17
12	1,38	16,50	12	1,84	4,32	34,66	2,89
16	1,38	22,00	12	2,14	4,32	40,46	2,53
20	1,38	27,50	12	2,44	4,32	46,26	2,31
25	1,38	34,38	12	2,84	4,32	53,54	2,14
30	1,38	41,25	12	3,24	4,32	60,81	2,03

Kuva 5. Opetustilan teoreettinen tilantarve.

Yhtä oppilaan työpistettä, pöytä + tuoli + tarvittavaa liikkumistilaa varten voidaan arvioida tarvittavan tilaa 1,38 m² (**Kuva 5.**). Valkokankaan ja taulun katsomiseen tarvitaan noin 2 metriä etäisyyttä. Tilantarve on tällöin neljän metrin taululla 12 m². Kuitenkin opetettavan ryhmän koko vaihtelee opetusmenetelmän mukaan. Opetustilojen mitoittamisessa tulisi ennakoida opettavien ryhmien todellinen koko tai varata koulun riittävästi erikokoisia tiloja. Tilan todellinen väljyys riippuu sen koon ja oppilasmäärän lisäksi myös kalustamisesta /5/.

2.4 Äänieristys

Ympäristöministeriö on rakennuslain nojalla antanut määräykset ja ohjeet rakenteellisesta äänieristyksestä ja meluntorjunnasta rakennuksessa Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa C1-1998, joka määrittää äänieristykselle, LVIS-laitteiden aiheuttamille äänitasoille ja huoneakustiikalle vähimmäistason. Rakentamismääräyskokoelman määräykset koskevat asuinhuoneistoja. Muita rakennustyyppejä varten rakentamismääräyskokoelmassa on lyhyitä ohjeita /6/.

Standardin SFS 5907 tarkoituksena on tukea suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden työtä täydentämällä Suomen rakentamismääräyskokoelmassa annettuja määräyksiä ja ohjeita. Standardissa annetaan ohjeita erilaisissa rakennustyypeissä tavoiteltavasta äänieristyksestä, äänitasoista ja huoneakustiikasta. Tavoitteet on määritelty

teknisinä lukuarvoina, joiden perusteella suunnittelijat voivat valita esimerkiksi rakennukseen sopivat rakennetyypit. Rakennukset on jaettu akustisiin luokkiin A, B, C ja D, joista luokka A on vaativin ja luokka D lievin. Akustinen luokka C vastaa uusien rakennusten vähimmäisvaatimuksia niiltä osin kuin vaatimuksia on määriteltä Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa C1-1998, ”Äänieristys ja meluntorjunta rakennuksessa”. Rakennuksen ulkopuolisen äänilähteen aiheuttamat melutasot luokassa C vastaavat, toimistoja lukuun ottamatta, valtioneuvoston päätöksen 993/1992 ohjearvoja /6/.

2.4.1 Määräykset

Äänitaso L_{pA} (dB) on A-taajuuspainoitettu äänenpainetaso. Ihmiskorvan herkkyys vaihtelee äänen eri taajuuksilla. Se on herkin keskitaajuuksilla ja heikoin pienillä ja suurilla taajuuksilla. Äänenpainetason mittauksissa tämä otetaan huomioon käyttämällä erilaisia taajuuspainotuksia. A-taajuuspainoituksessa etenkin pienitaajuisien äänten vaikutusta on vähennetty suhteessa keskitaajuisiin ääniin. Puhekielessä A-painoitetusta äänitasosta käytetään usein myös nimitystä melutaso /7/.

Desibeli (dB) on tason ja tasoeron yksikkö, jossa tehojen ja tehoon verrannollisten suureiden suhteesta on otettu kymmenlogaritmi ja tämä on kerrottu luvulla 10 /7/.

Taajuus (Hz) Taajuusalue, jonka ihmiskorva tunnistaa on 20...20 000 Hz (äänen korkeus). Tärkein taajuusalue ihmisen kuulon kannalta on 100...4 000 Hz. Alle 20 Hz:n taajuudet tunnetaan tärinänä, jos ne ovat riittävän voimakkaita. Ääneneristysluvut, jälkikaiunta-ajat, absorptiosuhteet, äänitasot jne. ovat taajuudesta riippuvia suureita. Tilan akustisia ominaisuuksia tarkastellaan yleensä noin 125...4 000 Hz oktaavikaistan keskitaajuuksilla /7/.

Äänen aallonpituus voidaan laskea jakamalla äänennopeus (340 m/s ilmassa) sen taajuudella. Esimerkiksi 100 Hz:n ääniaalto on noin 3,4 metrin mittainen (**Taulukko 2.**).

Taulukko 2. Esimerkkejä eri äänien taajuuksista ja niiden aallonpituuksista.

Hertsi, Hz	Äänen taajuus esimerkiksi	Aallonpituus
20	kuuloalueen alaraja	17 m
100	miehen puheäänen perustaajuus	3,4 m
200	naisen puheäänen perustaajuus	1,7 m
500	keskitaajuus	68 cm
4000	puheäänen konsonantit	17 cm
8000	musiikin diskanttialue	4 cm
20000	heinäsirkan sirtyys	1,7 mm

Äänen kulku. Tyhjässä huoneessa ääni kulkee sekä suoraan äänilähteestä että heijastuen huoneen katto-, seinä- ja lattiapinnoista saavuttaen eriaikaisesti kuulijan. Suurin osa äänistä on erilaisia heijastuksia. Kuultava ääni on suorien ja heijastuvien äänien sekoitus. Heijastukset, jotka saapuvat oikea-aikaisesti kuulijalle, parantavat myös äänen kuuluvuutta /7/.

Absorptio on energiahäviöiden aiheuttama ääniaallon vaimeneminen sen edetessä väliaineessa tai heijastuessa rajapinnasta /7/.

Absorptioala A (m²) on pinnan ala kerrottuna sen absorptiosuhteella /7/.

Absorptiosuhde on pinnan absorboiman ja siihen kohdistuvan äänitehon suhde. Absorptiosuhde riippuu äänen taajuudesta ja on välillä 0 ja 1,0. Kun absorptiosuhde $\alpha = 1,0$ on kaikki äänienergia absorboitunut /7/.

2.4.2 Huoneakustinen suunnittelu

Hyvä huoneakustiikka perustuu absorboivien, ääntä heijastavien ja hajoittavien pintojen ominaisuuksien yhdistämiseen ja näiden pintojen oikeaan sijoitukseen tilassa /7/. Esimerkkejä eri äänien voimakkuuksista ja tyypillisiä tiloja ja niiden jälkikaiunta-aikoja on esitetty taulukoissa 3-4.

Taulukko 3. Esimerkkejä eri äänien voimakkuuksista.

Äänitaso dB	Äänilähde esimerkiksi	Oleskeluaika enintään
0	kuulokynnys	
20-25	makuuhuoneiden taustamelu yöllä	
30-40	ilmastoinnin taustamelu	
60-70	puheääni huoneessa	
70-80	voimakas puheääni, liikenne	8 tuntia
85-90	moottoripyörä	2...4 tuntia
90-110	disko tai rock-konsertti	2 tuntia...1 minuutti
110-130	kipukynnys	oleskelua ei suositella

Taulukko 4. Jälkikaiunta-ajan T (s) vaatimukset¹⁾.

Tila ²⁾	Luokat A ja B	Luokka C
Luokkahuone	0,5...0,8	0,6...0,8
Opetustila, jolla on monikäyttövaatimus esimerkiksi ryhmätyöhuoneena, auditoriot,	0,6...0,8	0,6...0,9
Teknisten käsitöiden tila, puu- ja metallityötila	≤ 0,5	< 0,9
Liikuntatila, korkeus alle 5 m	< 1,1	< 1,5
Musiikkiluokka ³⁾	0,8...0,9	< 1,0
Liikuntatila, korkeus yli 5 m	< 1,3	< 1,9
Opettajainhuone, toimistohuoneet	< 0,6	< 0,6
Käytävätilat, porrashuoneet	< 0,9	< 1,3
1) Jälkikaiunta-ajan raja-arvot on esitetty pisimpinä sallittuina aikoina oktaavikaistoilla 250, 500, 1000, 2000, 4000 Hz. Taajuudella 125 Hz		
2) Tilat kalustettu kiintokalustein. Oppilaita tai opetusvälineitä ei ole huoneessa.		
3) Musiikkiluokan, suurten ryhmäopetustilojen ja auditorioiden akustinen suunnittelu on suositeltavaa tilan toimivuuden saavuttamiseksi.		

Työpajoissa ja vastaavissa työtiloissa vaimennuksen tärkein ominaisuus on melun-
torjunta. Vaimennusmateriaaleilla tulisi olla hyvät vaimennusominaisuudet mata-
lilla ja keskikorkeilla taajuuksilla sekä absorptiosuhteen tulisi olla mahdollisimman
suuri. Yleiseksi vaimennusverhouksen määräksi suositellaan noin 80-100 % lattia-
pinta-alan määrästä. Absorption suunnittelu perustuu vaadittavan äänitason ja jäl-
kikaiunta-ajan saavuttamiseen. Absorptiolla lyhennetään jälkikaiunta-aikaa ja vai-
kutetaan ääniolosuhteisiin esimerkiksi puheen ymmärrettävyyden ja kuultavuuden
sekä tarvittavan äänen voimakkuuden kannalta /7/.

Absorptioala on tilan kaikkien pintojen yhdessä muodostama vaimennuspinta-ala muutettuna vastaamaan täydellisesti ääntä vaimentavan pinnan alaan /7/.

Esimerkiksi akustiikkalevy, jonka pinta-ala on 20 m² ja jonka

Absorptiosuhde on 0,92, absorptioala on $20 \times 0,92 = 18,4 \text{ m}^2$ (*Sab*)

Absorptiosuhde heijastumatta jääneen ja pinnalle osuneen äänienergian suhde, vaihtelee 0...1 välillä. Eri rakenteiden, verhouksien, kalusteiden ja tekstiilien absorptiosuhteita esitetään kuvassa 6.

Vaimennusverhouksen pinta-ala on laskettavissa, kun tiedetään absorptiosuhde ja jälkikaiunta-aika.

Esimerkki

Opetustila, 50 m², jonka keskikorkeus on 3 metriä, tilavuus on 150 m³.

RakMK C1:n ohjeen ja Standardin SFS 5907 luokan A/B/C teknisten käsitöiden, puu- ja metallityötilojen mukainen jälkikaiunta-aika on 0,6...0,9 sekuntia /8/.

Huonetilan jälkikaiunta-aika T(s) mitoitetaan yleisimmin niin sanotulla Sabinen kaavalla:

$$T = 0,161 * V/A, \text{ jossa } T = \text{huonetilan jälkikaiunta-aika (s)} \quad (1)$$

$$A = 0,161 * V/T \quad 0,161 = \text{vakio}$$

$$V = \text{huonetilavuus (m}^3\text{)}$$

$$A = \text{huoneen absorptioala (m}^2\text{)}$$

Huoneen absorptioala (A) on

$$A = \frac{0,161 \times 150 \text{ m}^3}{0,6 \dots 0,9 \text{ sekuntia}} = 40 \dots 26,6 \text{ m}^2 \text{ (Sab)}$$

Vaimennusverhouksen pinta-ala saadaan, kun valitaan verhoustarvike ja katsotaan sen absorptiosuhde.

- valitaan mineraalivilla 50 mm paksuna
- valitaan absorptiosuhde luettelosta 500 Hz ja sitä suuremmille taajuuksille esiintyvä suhde 50 mm mineraalivillalla 0,92 kuvassa 6.
- oletetaan, että muut pinnat ovat kovia ja lähes ääntä vaimentamattomia.

(2)

$$\frac{26,6 \dots 40 \text{ m}^2 (Sab)}{0,92} = \text{noin } 28,9 \dots 43,5 \text{ m}^2 \text{ mineraalivillaa}$$

Jos materiaalin absorptiosuhde on 0,7 se imee siihen kohdistuvasta äänestä 70 % ja 30 % heijastuu takaisin huoneeseen. Mitä suurempi on verhouksen absorptiosuhde, sitä pienempi pinta-ala tarvitaan huoneen tavoitellun absorptioalan aikaansaamiseksi. Jos toisen verhouksen absorptiosuhde on 90% ja toisen 45 %, jälkimmäistä tarvitaan kaksinkertainen pinta-ala samaan tulokseen pyrittäessä /7/.

Aine tai rakenne	125 Hz matalat äänet	250 Hz	500 Hz keskitaaj uus	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz korkeat äänet
Puhtaaksimuurattu tiiliseinä	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05
Rapattu ja tapetoitu tiiliseinä	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05
Seinälaatoitus	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03
Linoleum-matto betonin päällä	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04
Puulattia vasojen päällä	0,15	0,11	0,1	0,07	0,06	0,07
Nukkamatto (10 mm) betonin päällä	0,09	0,08	0,21	0,26	0,27	0,37
Mineraalivilla kiinni taustassa 20 mm	0,05	0,1	0,32	0,55	0,85	0,92
Mineraalivilla kiinni taustassa 50 mm	0,3	0,52	0,92	0,96	0,96	0,96
Puutuoli	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04
Vuodevaatteet	0,7	0,3	0,47	0,75	0,7	0,6
Puuvillaverhot	0,07	0,31	0,49	0,81	0,66	0,54

Kuva 6. Esimerkkejä absorptiosuhteita.

2.5 Valaistus

2.5.1 Suunnittelun lähtökohtia

Valo on olennainen tekijä tilan tunnelman määrittelijänä ja sillä on merkittävä vaikutus viihtyvyyteen ja vireyteen. Valon laatu vaikuttaa silmien rasittumiseen, väsymiseen ja stressiin. Se vaikuttaa myös värien oikeanlaiseen havaitsemiseen. Tilat, joissa työskennellään ja oleskellaan on suunniteltava sellaisiksi, että yleisvalaistuksessa voidaan hyödyntää päivänvaloa. Keinovalaistuksella korvataan pimeinä vuoden- ja vuorokauden aikoina luonnonvaloa. Sen suunnan, voimakkuuden, valon värin sekä värinoton tulee olla mahdollisimman paljon päivänvalon mukaista /9/.

Valaistuksen tulee täyttää valaistustekniset vaatimukset turmelematta kuitenkaan tilavaikutusta. Tunnelmatiloissa esteettiset näkökohdat ovat etusijalla /10/.

Tilasuunnittelun kannalta ovat merkittäviä

- keinovalon ja päivänvalon
- valon ja värien
- valaistuksen ja tilan suhde.

Valaistuksen suunnittelun lähtökohtana ovat

- tilan käyttötarkoitus
- näkötehtävän asettamat vaatimukset
- näköaistin suorituskyky
- turvallisuus, viihtyisyys ja taloudellisuus
- muunneltavuus
- rakennustaiteelliset, valaistus-, AV-, lämpö- ja ilmanvaihtotekniset sekä akustiset näkökohdat.

Valaistuksen tulee yleensä olla sellainen, että mahdollisimman helposti pystytään näkemään selvästi, nopeasti ja varmasti. Näkeminen ja kontrastiherkkyys paranevat valaistuksen voimakkuuden ja luminanssin kasvaessa, kuitenkin vain niin kauan kuin se on ratkaisevaa yksityiskohtien näkyvyydelle /10/.

Näkemiseen vaikuttavat lisäksi

- valaistuksen tasaisuus
- häikäisemättömyys
- valon tulosuunta
- havaittavien yksityiskohtien suuruus
- kontrastit
- värierot
- näkemiseen käytettävissä oleva aika
- valaistun tilan psykologinen vaikutus ihmisen suorituskykyyn.

2.5.2 Määräyksiä ja ohjeita

Valaistuksen suunnittelussa tulee ottaa huomioon sähköturvallisuusmääräykset:

- käyttöolojen vaarallisuus
- asennustilojen laji ja käyttötarkoitus
- kotelointiluokat ja suojaetäisyydet.

Turvavalaistuksesta on annettu ohjeita standardissa *SFS 1838 Turvavalaistus. Valaistussovellukset*.

Suomen rakentamismääräyskokoelman osa *E1 Rakenteellinen paloturvallisuus* määrää poistumisteiden valaistuksesta:

- Uloskäytävät, sisäiset käytävät ja kulkutiet tulee varustaa riittävällä sähkövalaistuksella.
- Majoitushuoneistojen ja kokoontumishuoneistojen uloskäytävät, sisäiset kulkutiet ja tarvittaessa muutkin tilat tulee yleensä varustaa turva- ja merkivalaistuksella.
- Muidenkin huoneistojen uloskäytävät, sisäiset käytävät, kulkutiet ja tarvittaessa muutkin tilat tulee varustaa turva- tai merkkivalaistuksella tai molemmilla, mikäli poistuminen muutoin saattaa olla vaikeata /11/.

2.5.3 Valaistusvoimakkuus

Valaistusvoimakkuus (lx) on tarkasteltavan pisteen ympärillä olevalle, äärettömän pienelle pinnalle saapuvan valovirran suhde pinnan alaan. Valaistusvoimakkuutta

käytetään pinnalle saapuvan valon mittaamiseen. Tarvittavan valaistusvoimakkuuden suuruus riippuu ensisijaisesti katselutehtävän vaikeusasteesta. Suomen Valoteknillisen seuran suositusten mukaisia valaistusvoimakkuuksia eräille katselutehtäville (**Taulukko 5.**) /10/.

Taulukko 5. Suositeltavat valaistusvoimakkuudet.

Valaistusvoimakkuus lx	Valaistava tila tai tehtävä esimerkkejä
Yleisvalaistus työtiloissa; voidaan käyttää myös yhdistettyä yleis- ja paikallisvalaistusta	
200...300...500	yksinkertaiset näkötehtävät, kuten karkea kone- ja penkkityö, helppo toimistotyö, luokkahuoneet nuorille oppilaille
300...500...750	kohtuullista tarkkuutta vaativat näkötehtävät, kuten parturit ja kampaamot, itsepalvelumyymälät, luokkahuoneet täysikasvuksille oppilaille
500...750...1000	tarkkuutta vaativat näkötehtävät, kuten pienten osien kokoonpanotyö, tavallinen toimistotyö, valvomot
750...1000...1500	suurta tarkkuutta vaativat näkötehtävät, kuten vaativa toimistotyö, värintarkastus

2.6 Sisäpinnat

2.6.1 Seinät, katto ja lattiapinnat

Sisäpintojen rakennustarvikkeiden valinnassa tulee tarkastella seinä-, lattia- ja kattopintoja kokonaisuuksina. Huomiota kiinnitetään mahdollisiin haitallisiin päästöihin sekä tavallisessa käyttölämpötilassa että kuumentumisen ja palon aikana, RakMK E1. Korjausrakentamisessa pintakerroksia uusittaessa valitaan nykyisten, kyseiselle tilalle asetettujen pintakerrosvaatimusten mukaisia tarvikkeita kuitenkin siten, ettei loukata rakennuksen arkkitehtuuria ja kulttuuriarvoja. Seinäpintoja käytetään opasteiden, taideteosten ja erilaisten laitteiden ja varusteiden kiinnittämiseen.

Lattiapinnan tulee olla riittävän tasainen ja valmistettu tilan käyttötarkoitukseen soveltuvasta materiaalista niin, että liukastumis- tai kompastumisriskiä ei ole. Lattian päällysteiden tulee olla kulutusta kestäviä ja helposti puhtaana pidettäviä. Vastaanottotiloissa voidaan tarvita päätelaitteiden käytön takia antistaattinen lattianpäällyste. Jos lattiapinnaksi valitaan pehmeä materiaali, kuten puu, voidaan eniten käytettävät kulkuväylät suojata tai päällystää eri materiaalilla /11/.

2.6.2 Lasipinnat

Aulatiloiissa on usein suuria ja korkeita lasipintoja, ikkunoita ja lasikattoja. Päivänvalon pääsy aulatiloihin suunnitellaan niin, että häikäisyä ei synny. Suora auringonvalo silmien korkeudella tulee olla hallittavissa kaihtimilla, rakenteilla tai kasveilla. Talvisin suuret lasipinnat aiheuttavat vetoa ja kylmäsaiteilyä. Laseiksi suositellaan lämpötekniisiltä ominaisuuksiltaan hyviä lasirakenteita tai sähköllä lämpiäviä lasseja. Muina vuodenaikoina saattaa suurten lasipintojen kautta tulevasta auringonvalosta aiheutua suuria lämpökuormia. Suojaaminen ulkopuolisella aurinkosuojauksella liialta auringonpaisteelta ja lämmöltä rakennuksen etelä- ja länsiseinustalla, etenkin kevättalvella, saattaa olla tarpeen. Rakennuksen harkitulla suuntauksella ja ikkunoiden sijoituksella vähennetään suojaustarvetta /11/.

2.6.3 Pintamateriaalit ja värit

Oikeilla väri- ja materiaalivalinnoilla voidaan lisätä tilojen viihtyisyyttä, kestävyyttä, puhdistettavuutta, henkilöturvallisuutta sekä esteettömyyttä. Erityisryhmien, kuten liikkumisesteisten ja näkövammaisten, tarpeet määräävät mm. ovien leveydet ja aukeamissuunnat. Kulkuväylän pintamateriaalia vaihtamalla voidaan opastaa näkövammaisia. Varsinaiset kulkuväylät voidaan erottaa odotus- tai oleskelutiloista lattiapinnan väri-, tummuus- ja/tai materiaalierojen avulla ja siten helpottaa suunnistautumista. Eri pintojen kitkan tulee kuitenkin olla mahdollisimman samanlainen liukastumisen ja kompastumisen välttämiseksi.

Lattiamateriaalit eivät saa olla kiiltäviä eivätkä kosteina tai märkänäkin liukkaita. Kiiltäviä ja paljon valoa heijastavia seinäpintoja vältetään törmäämisvaaran takia.

Kun halutaan käyttää voimakkaita värejä tai kontrasteja, tulee samalla pyrkiä tukemaan tilan rakennetta ja arkkitehtuuria.

Rakennusosat, rakenteet, kalusteet, opasteet ja muut yksityiskohdat saadaan erottumaan toisistaan ja taustastaan tummuuseroilla. Kontrasti mustavalkoiseen asteikkoon sovellettuna saisi olla enintään 50 %. Kontrasteja ei kuitenkaan pidä käyttää niin, että ne antavat tasaisella pinnalla vaikutelman tasoerosta tai esimerkiksi niin, että kulkuväylän poikki kulkee voimakkaita raitoja, jotka voidaan mieltää porraskelmiksi. Tultaessa aulatilaan ulkoa ja sen läpi kuljettaessa tulee välttää voimakkaita valon värilämpötilan muutoksia. Kun tilaa korostetaan värein ja materiaalein, valoindexi valitaan ja valaistus suunnitellaan niin, että ne tukevat värejä ja materiaaleja sekä toimivat niiden kanssa /11/.

2.7 Sisäilmasto- ja lämpöolot

2.7.1 Sisäilmasto

Sisäilmasto vaikuttaa ihmisten terveyteen ja viihtyvyyteen. Hyvä sisäilmasto on suunnittelun, rakentamisen ja kiinteistönpidon keskeinen tavoite. Huoneessa vallitsevien olosuhteiden, sisäilmaston, kunnollinen laatu on erittäin tärkeää, sillä ihmiset oleskelevat suurimman osan, yli 90 %, ajasta sisällä kodeissa, työpaikoilla, kouluissa, harraste- ja kokoontumistiloissa ym.

Hyvä sisäilmasto lisää toimistotyöpaikan työtehokkuutta vähentämällä selvästi sairauksien ja ärsytysoireiden määrää sekä parantamalla viihtyvyyttä ja työsuorituksia työtiloissa.

Sisäilmaston laatuun vaikuttavat monet tekijät; rakennus, lämmitys-, ilmanvaihto- ja ilmastointilaitteet, käytetyt materiaalit ja rakennustöiden suorittaminen sekä rakennuksen käyttö ja kunnossapito. Hyvän sisäilmaston saavuttaminen edellyttää huolellisuutta ja osaamista ja erilaisten sisäilmastotekijöiden huomioonottamista rakennus- ja LVI-suunnittelun, rakentamisen ja käytön kaikissa vaiheissa.

Huono sisäilma tai sisäympäristön olosuhteet voivat aiheuttaa oireilua ja jopa sairastumista. Sisäilmaan liittyvät terveydelliset ongelmat ja oireilut ovat tavallisia. Syynä voi olla riittämätön ilmanvaihto tai kemikaalien, kosteusvaurioiden ja homekasvun aiheuttama sisäilman laadun huononeminen /12/.

Sisäilmastoluokitus on kolmitasoinen: laatuluokat S1, S2 ja S3.

S1: Yksilöllinen sisäilmasto Tilan sisäilman laatu on erittäin hyvä eikä tiloissa ole havaittavia hajuja. Sisäilmaan yhteydessä olevissa tiloissa tai rakenteissa ei ole ilman laatua heikentäviä vaurioita tai epäpuhtauslähteitä. Lämpöolot ovat viihtyisät eikä vetoa tai ylikuumenemista esiinny. Tilan käyttäjä pystyy yksilöllisesti hallitsemaan lämpöoloja. Tiloissa on niiden käyttötarkoituksen mukaiset erittäin hyvät ääniolosuhteet ja hyviä valaistusolosuhteita tukemassa yksilöllisesti säädettävä valaistus.

S2: Hyvä sisäilmasto Tilan sisäilman laatu on hyvä eikä tiloissa ole häiritseviä hajuja. Sisäilmaan yhteydessä olevissa tiloissa tai rakenteissa ei ole ilman laatua heikentäviä vaurioita tai epäpuhtauslähteitä. Lämpöolot ovat hyvät. Vetoa ei yleensä esiinny, mutta ylikuumeneminen on mahdollista kesäpäivinä. Tiloissa on niiden käyttötarkoituksen mukaiset hyvät ääni- ja valaistusolosuhteet.

S3: Tyydyttävä sisäilmasto Tilan sisäilman laatu ja lämpöolot sekä valaistus- ja ääniolosuhteet täyttävät rakentamismääräysten vähimmäisvaatimukset.

Tarvittaessa jonkin suureen arvo voidaan määritellä tapauskohtaisesti /13/.

Eri suureiden lämpöolojen tavoitearvo- ja suunnitteluarvot voidaan valita eri laatuluokista (**Kuva 7.**).

		Yksikkö	Sisäilmastoluokka		
			Enimmäisarvot		
			S1	S2	S3
Huonelämpötila	Talvi	°C	(21...22)	20...22	20...23
	Kesä	°C	(23...24)	23...26	22...27 (35)
Huonelämpötilan tilapäinen poikkeama asetusravosta		°C	±0,5	±1	±2
Lämpötilaero pystysuunnassa		°C	2	3	4
Lattian pintalämpötila		°C	19...29	19...29	17...31
Ilman nopeus	Talvi (20 °C)	m/s	0,13	0,16	0,19
	Talvi (21 °C)	m/s	0,14	0,17	0,20
Ilman suhteellinen kosteus	Talvi	%	25...45	–	–

Kuva 7. Lämpöolojen tavoitearvo.

2.7.2 Ilmanvaihto

Ilmanvaihto tarkoittaa sisäilmassa olevien epäpuhtauksien poistamista poistoilman mukana ja huoneilman vaihtamista (**Taulukko 6.**). Ilmanvaihdolla vaikutetaan lähinnä sisäilman puhtauteen ilmanvaihtolaittein ja muilla teknisillä keinoilla. Ilmanvaihto voi perustua joko puhaltimien käyttöön (koneellinen ilmanvaihto) tai painovoimaan, tuuleen ja lämpötilaeroihin (luonnollinen ilmanvaihto), joskus myös niiden yhdistämiseen (hybridi-ilmanvaihto) /12/.

Sisäilman epäpuhtauksien raja-arvojen käyttö ilmanvaihdon mitoitusperusteena on epävarmaa ja vaikeaa. Ilmanvaihdon suunnittelu ja mitoitus perustuvat yleensä arvioihin odotettavissa olevasta tilanteesta. Ilmanvaihdon ulkoilmavirrat mitoitetaan yleensä huoneen pinta-alan tai siellä oleskelevien ihmisten lukumäärän mukaan. Pinta-alaan pohjautuvat ulkoilmavirran mitoitusarvot vaihtelevat 1...6 dm³/s/m². Henkilöä kohden määritetyt ulkoilmavirrat vaihtelevat 6...16 dm³/s henkilö /12/.

Taulukko 6. Ilmanvaihto oppilaitoksella /14/.

Tila käyttötarkoitus	Ulkoilma- virta dm ³ /s/hlö	Ulkoilma- virta dm ³ /s/m ²	Poistoil- mavirta dm ³ /s/m ²	Äänitaso LA,eq,T/L A,max dB	Ilman nopeus	Huom!

					talvi/kesä m/s	
Opetustilat	6	3		33/38*	0,2/0,3	#4, *C1 ohje
Käytävät/Aulat		4		38/43		#2
Liikuntasali:						
– liikuntasalikäyttö		2		38/43	0,3	#3
– juhlasalikäyttö		4		38/38	0,25	#3
Luentosali	8	6		33/38	0,2/0,3	#4
Ryhmyötila	8	4		33/38	0,2/0,3	#4
Ruokala	6	5		33/38	0,25	
Varastot			0,35			#S
#1 Hygieniatilojen poistoilmavirrat kts. taulukko 11 Hygieniatilat.						
#2 Kiinteiden työpisteiden ilmannonpeuden ohjearvot kuten toimistohuoneessa.						
#3 Sisäilmasto ja ilmanvaihto mitoitetaan vaativimman käytön mukaisesti, oltava ohjattavissa tarpeen mukaan eri käyttötilanteisiin.						
#4 Tilan ilmanvaihto on oltava ohjattavissa tarpeen mukaan.						
#S Voi käyttää siirtoilmaa						
*C1 Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa C1-1998						

3 PAJAN SUUNNITTELU

3.1 Yleiset määräykset

Yksi ammattikorkeakoulujen periaatteista on antaa opiskelijoille tilaa käytännöllistä työtä varten työpajoilla. Koulussa järjestetyt tekniset työpajat ovat rakenteellisia yksiköitä ja ne jaetaan koulutuksen linjan mukaan. Ammattikorkeakoulun toinen tehtävä on toteuttaa opiskelijoiden ammatillista toimintaa. Töiden suorittaminen koulutuksen työpajoissa muodostaa opiskelijoiden ammattitaitoa, joka toteutuu työpaikkojen ja koulutusohjelmien vaatimusten mukaisesti.

Opiskelijat saavat näin alkuperustaitoja ja ammattitaitoa ryhmätyössä. Monimutkaisen työn suorittaminen vaatii koneiden, työkalujen, apulaitteiden tyypillistä ammattimaista käyttämistä. Opiskelijat oppivat käyttämään omia taitojaan työn organisoinnissa työpaikalla, tottuvat tuotannon kulttuuriin, oppivat käyttämään harjoitusaikaansa tehokkaasti sekä noudattamaan teollisuuden ja teknologian turvallisuusvaatimuksia.

Työharjoitus on itsenäinen osa opetuksen yhteydessä, jolla on omat erityiset teoriaharjoitusten päämäärät, tavoitteet, sisällöt, menetelmät, muodot ja keinot. Teollisen koulutuksen prosessi perustuu teoriaan ja käytäntöön.

Opiskelijat tarvitsevat tilaa teorian luomiseksi, harjoittelutöiden ryhmässä suorittamiseksi ja raporttien valmistamiseksi, joissa voi yhdistää kaikki tarpeet. Erilaisien laitteiden ja opintomallien sekä teknisten mallien valmistumiseen opiskelijat tarvitsevat asianmukaisia laitteita ja välineitä sekä paikan niiden järjestämiseksi. Tätä varten luodaan työtila tai työpaja. Tehtävänä on järjestää työpaja standardien mukaisesti. On selvää, että työpajojen järjestäminen koulussa vaatii erilaisen lähestymistavan laitteiden ja välineiden valinnassa sekä niiden sijoittamisessa.

3.2 Prototyypipaja ja sen käyttö

Prototyypipaja suunniteltiin ammattikorkeakoulun nuorille ja aikuisille opiskelijoille, I-KT-N/V. Tässä pajassa oppilaat voivat suorittaa projektitöitä, joko ryhmässä tai itsenäisesti. Oletetaan, että pajassa oppilaat voivat esteettömästi suorittaa työt opetussuunnitelman mukaan. Tämä voi olla purku- ja kokoonpanotyöt ja niiden toteuttaminen, kehitysprojektien työt, uusien ratkaisujen etsiminen ja kehittäminen yksittäisten yritysten tarpeisiin sekä koulun opetusvälineiden kehittäminen ja parantaminen. Työtila suunniteltiin 24 henkilöä varten, jotka jakautuivat kuuteen ryhmään. Pajan käyttöaika on 8.00 – 16.00 ja vapaasti käytettävissä kello 16.00 – 22.00 ilman opettajan ohjausta, jolloin on otettava huomioon pajan suunnittelussa työturvallisuusvaatimukset ja opetustilanteet. Tavoitteena on suunnitella toimintaympäristö, joka on toimiva ja turvallinen, sekä mukautettavissa opiskelijoiden tarpeisiin.

3.3 Huoneen kalusteet

Tarvittavat huonekalut työalueella määritetään työpajan toiminnallisten ominaisuuksien mukaisesti. Kalusteiden ja laitteiden valitsemisessa otetaan huomioon säännöt tilojen paikallisten normien mukaisesti, pajan tila on oltava riittävän tilava, jotta työskentely ei häirtäisi muita opiskelijoita.

Tavoitteena on luoda kestävä ja riittävästi varusteltu huone, jota voitaisiin muuntaa rakennuksen elinkaaren aikana. Ei välttämättä kopioida koulutuksien tiloja. Jos on mahdollista, työpajat voisi erottaa toisistaan, jotta se edistäisi mukavuutta huoneen käyttäjille. Työn toiminnallisuuteen on välttämätöntä valita sopiva huonekalujen tyyli, jotta luodaan mukava ja persoonallinen koulutus. Laitteiden ja työkalujen hankinnassa tulee muistaa tasapainoinen suunnitelmallisuus:

- Ensimmäisenä tulee hankkia laitteita ja välineitä, joiden tarve on suurin.
- Tulee hankkia pakollisten työkalujen kokonaismäärä työpajassa työskentelevien opiskelijoiden erikoistuminen huomioon ottaen.

- Pitää ottaa huomioon opiskelijoiden erikoistuminen suunnittelussa ja teknisten laitteiden valinnassa ja niiden käyttäminen työssä teknisissä laboratorioissa tai työpajoissa.

Työpajan varustamisessa tulisi olla riittävä määrä kaappeja ja hyllyjä työkalujen ja muiden tavaroiden säilyttämistä varten. Kaapit ja laatikot voidaan kiinnittää pysyvästi tai jättää siirrettäväksi. Kalusteiden tulee olla riittävän tukevia ja helposti siirrettäviä. Jos pöydän jalat on varustettu pyörillä, niiden on oltava riittävän tukevat ja ne täytyy voida kiinnittää jarrujen avulla. Pöydän jalat tulisi olla säädettävissä korkeussuunnassa, jolla kompensoidaan lattian epätasaisuutta.

3.3.1 Kirjoituspöytä

Ryhmätyön dokumentoimiseen oppilaat tarvitsevat kirjoituspöydät, tuolit ja tietokoneet. Ryhmien lukumäärä on 6, opiskelijoiden kokonaismäärä on 24 henkilöä. Kun tämä otetaan huomioon, että yksi ryhmä on 4 ihmistä, pitää valita pöytä jonka pituus on maksimaalisen pitkä, jotta kaikki ryhmän jäsenet voisivat istua samassa pöydässä. Monesta yrityksestä, jotka tarjoavat työtarvikkeet, valittiin yksi, Treston Oy.

Treston kuuluu maailman johtaviin teollisuuskalusteiden ja -työpisteiden toimittajiin. Työpisteiden suunnittelu ja toteutus lähtee aina liikkeelle työn tekijästä. Lopputuloksessa Treston huomioi läheisesti ergonomianäkökohdat sekä työn toiminnallisuus ja tehokkuus.

Yritykseltä voi ostaa suurempi tarvittava määrä huonekaluja ja saada alennuksen suuren tilauksen tarjouspyynnöstä. Kuvassa 8 on Trestonin pöytäkonsepti. Tämä konsepti tarjoaa pöytätasot ja työpöytärungot, joista saa kasata itselle sopivan tuotteen. Sama konsepti tarjoaa myös pöytätasot eri materiaalista.



Kuva 8. Pöytäkonsepti /15/.

Laminaattitaso-69

- pinta vaaleanharmaata, pilkullista laminaattia
- reunalistat muovia
- tason paksuus 25 mm.

ESD – taso

ESD (Electrostatic discharge) eli staattisen sähkön purkaus. ESD- suojaavan pinnan on tarkoitus suojata sähköstaattiselta jännitykseltä.

- pinta vaaleanharmaata laminaattia
- harmaat reunalistat
- tason paksuus 25 mm
- kiinnitetään puuruuveilla
- puolijohtava (ESD).

Konseptista oli valittu kirjoituspöytä, pöytätason pituus 2000 mm, syvyys 750 mm ESD pinnoitettu ja pöydän vakio korkeus 670 – 1120 mm (**Taulukko 7.**).

Taulukko 7. Kirjoituspöytä, yhteenveto.

Työpöytärungon mitat L x S mm	Koodi	Kpl määrä
ESD laminaatti ja ESD sydän	TT20075-ESD	1
2000x750	10049034	1
Vakio pöydän korkeus	670 – 1120 mm	

3.3.2 Työpöytä

Seuraavassa vaiheessa pitää suunnitella työpöytä, johon on liitetty ruuvipenkki (**Kuva 9.**). Tällä pöydällä opiskelijat voivat viimeistellä omat projektinsa. Ruuvipenkki turvaa jäykkien osien asennuksen, monia vaikeuksia käsittelyssä välttäen. Työpöydän hankinnassa on otettava huomioon kuorma pöydällä, metallirunkojen vahvuus ja mahdollisuus osittaiseen tai täydelliseen kiinnitykseen lattian pinnalle.



Kuva 9. Työpöytä /15/.

Tämän työpöydän taso on suojattu 1,5 mm paksulla metallisella levyllä, kestävä kuormitus pöydälle on 500 kg. ja vakio korkeus 700-1000 mm. Työpöytä on tukeva käytettäväksi kemikaalien kanssa tai raskaassa teollisuudessa. Pöydän tasolle sitten pitää kiinnittää ruuvipenkki. Osien luettelo (**Taulukko 8.**).

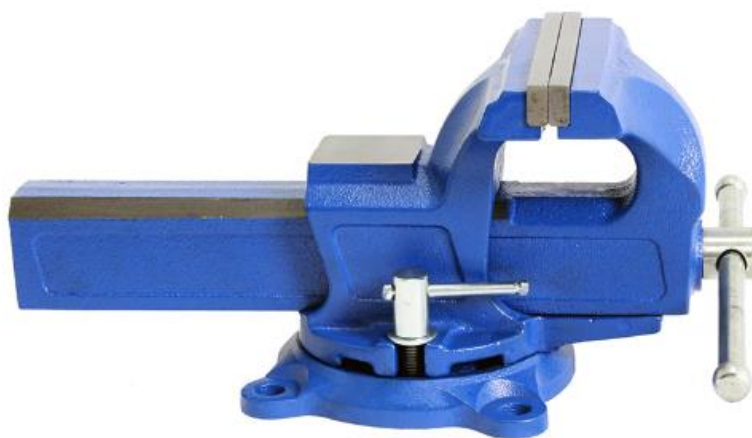
Taulukko 8. Työpöytä, yhteenveto.

Osien nimike	Koodi ESD	Kpl määrä
Terästaso 1.5 mm	836721-74	1
1500x750	2pcs.836664-49	1
Kiinnityskehikko	860375-49	1

Säätöputki 1359	860024-49	3
Reikätausta 1003 Blue	861514-07	2

3.3.3 Puristimet ja ruuvipenkit

Puristimet ja ruuvipenkit ovat meille kaikille tuttuja välineitä kouluajoilta. Ruuvipenkki on yksinkertainen työkalu, jonka avulla muilla työkaluilla käsiteltävän esineen saa pysymään paikallaan halutussa asennossa (**Kuva 10.**). Tavallisesti ruuvipuristin kiinnitetään pulteilla, esimerkiksi työpöytään, jotta sen käyttö olisi vakaata. Ruuvipenkit, jäykkä ja tukeva runko on valettu hienojakoisesta valuraudasta. Leuat, kahva ja kiristysruuvi ovat terästä.



Kuva 10. Ruuvipenkki 200 mm.

- leukojen leveys 200 mm
- leukojen avauma 190 mm
- kääntyvä jalusta
- rungossa taonta taso
- paino 19,1 kg.

3.3.4 Tuoli

Samalta yritykseltä valittiin Ergo - kangasverhoiltu tuoli (**Kuva 11**). Treston - työtuolit ovat turvallisia, koska ne täyttävät DIN 68877 -standardin vaatimukset. Tuoli sopii erityisen hyvin työhön, jossa tarvitaan hyvää näkötehokkuutta ja tarkkoja käsien liikkeitä, sekä fyysisesti vaihtelevaan työhön, jossa ei istuta jatkuvasti. Eteenpäin kallistuva istuin on tarpeen tarkassa työssä, ja normaalikokoinen selkänoja mahdollistaa ylävartalon liikkeitä, kääntämisen ja taivuttamisen. Sopii esimerkiksi kevyeen kokoonpanotyöhön, korjaamoihin, pakkausalueille, tuotantoon, tarkkuustyöhön sekä moniin muihin työtehtäviin ja -ympäristöihin.



Kuva 11. Ergo - kangasverhoiltu tuoli /15/.

Kangasverhoiltua tuolia suositellaan käytettäväksi puhtaissa työympäristöissä. Pehmeä pinta takaa maksimaalisen mukavuuden. Kuormittamattomana jarruttavat kaksoispyörät. Tuolin ominaisuuksia:

- selkänojan korkeussäätö
- istuimen kallistussäätö
- istuimen syvyyssäätö
- istuimen korkeussäätö.

Ergo - tuoli on oikea valinta, kun haluat hyvän ja tukevan tuolin, joka sopii useimpiin tehtäviin ja toimintoihin teollisissa ja teknisissä työympäristöissä.

3.3.5 Naulakko

Pajassa on oltava naulakko, jotta oppilaat voivat kylmän sään aikana poistaa ulkovaatteet tai vaihtaa omat vaatteet likaantuneen työvaatteen tilalle. Pukeutuminen hyvin vastaa työturvallisuuteen. Naulakko (**Kuva12.**) on myös Trestonin konsepti.



Kuva 12. Naulakko /15/.

3.3.6 Hyllyt ja kaapit

Hyllyjen ja kaappien paikka määrätään samalla tavalla. Kaapit ja hyllyt voivat sijoittua seinää pitkin tai pajan muihin kohtiin. Niissä voidaan säilyttää työkaluja, arvokkaat laitteet, omien projektien osat, varaosat, suojatarvikkeet, puhtaat rätit, puhdistusaineet tai muita tavaroita, jotka eivät ole usein käytössä. Teollisuuskaappi ja teollisuushyllyn tuotteet valittiin Treston Oy sivustoilta (**Kuvat 13-14.**)



Kuva 13. Treston teollisuushyllyjärjestelmäyhdistelmä /15/.

Taulukko 9. Teollisuushyllyjärjestelmän osat.

Nimike	Mitat	Tuotekoodi	Määrä
Kaappi	1000/400/2000	C 344 07 000	1 kpl
Päätykehikko	400/2000	830 895-35	2 kpl
Taso/kannattimet		852 231-35	14 kpl

Vinotukiristikko	1000	852 176-35	2 kpl
Reikälevy	983 x 500	852 145-07	2 kpl



Kuva 14. Teollisuuskaappiyhdistelmä /15/.

Taulukko 10. Teollisuuskaappiyhdistelmän osat.

Nimike	Mitat	Tuotekoodi	Määrä
Kaapin runko	800/425/1600	C 307 07 000	1 kpl
Teräshylly	800	854 345-35	2 kpl

Laatikkolista	M750	859 151-35	4 kpl
Poimintalaatikko		1015-5	21 kpl
Poimintalaatikko		1525-5	5 kpl

3.3.7 Tietotekniikkalaitteet

Työpajassa on oltava tietokoneita. Opiskelijoille annetaan mahdollisuus osoittaa itsenäisyyttä ja luovaa lähestymistapaa projektien suunnittelussa ja niiden dokumentoinnissa sekä käyttää tietokonetta, saada ja käsitellä tietoa Internetistä. Tietokoneet auttavat opetuksen yhteydessä järjestämisessä, ohjelmoinnissa, suunnittelussa, tietokonemallinnuksessa ja muissa sovellusten toiminnoissa. Kaikki projektin toiminta keskittyy opiskelijalle, yleistä kykyä löytää tietoja eri lähteistä. Tietokoneita ja atk-laitemalleja on erittäin paljon nykyään. Tietoteknisten laitteiden valinnassa täytyy tietää tehtävien luokka, jotka suoritetaan tietokoneilla. Useimmat ohjelmat, jotka ovat työpajan käytettävissä, ovat Word, Excel, CAM-CAD- ohjelmat ja erilaiset simulaattorit. Usein nämä ohjelmat käyttävät paljon keskusmuistia, vaativat paljon kiintolevyn kapasiteettia ja on oikein antaa tietokoneiden valinta IT-ammattilaisille. Tietokoneen ja näytön esimerkit (**Kuvat 15 – 16.**) ja näiden tekniset tiedot (**Taulukot 11 – 12.**). Hankitaan tietokoneita 7 kappaletta, yksi kappale opettajan pöydälle ja muut 6 kappaletta opiskelijoille.



Kuva 15. Pöytätietokone HP 460 /16/.

Taulukko 11. Tietokoneen tekniset tiedot.

Proessori	Intel Core i3
Nopeus (GHz)	3,20
Keskusmuisti (GB)	8,00
Väylänopeus (MHz)	2 133
Tallennustila (GB)	1 TB (1000 GB)
Näytönohjain	Intel HD Graphics 530
Käyttöjärjestelmäversio	Windows 10 Home
Optinen asema (tietokone)	CD/DVD
Näppäimistö	Langallinen
Hiiri	Langallinen



Kuva 16. Näyttö Acer K222 21,5" /16/.

Taulukko 12. Näytön tekniset tiedot.

Näyttö (toiminnot)	LED-taustavalo
Koko (tuuma)	21.5
Standardi	Full HD (1080p)
Vasteaika (ms)	5
Liitännät	VGA (D-Sub), DVI
Mukana kaapelit	VGA-kaapeli

3.3.8 Mittausvälineet

Työharjoittelun aikana työpajassa, opiskelijat tuottavat osia ja kokoonpanoja omia prototyyppensä varten. Suorittaessaan omia projektejaan laitteiden purkamisesta,

huomataan niiden muoto ja osien rakenne kuten pituus, halkaisija, leveys, korkeus, eli tarvitaan mittauslaitteita. Budjetin säästämisen kannalta ei ole suurta tarvetta hankkia kalliita työkaluja. Mittaustyökaluiksi ensisijainen tarve tulee olemaan rullamittojen, työntömittojen, mikrometriä ja myös kierrekampon hankinnassa. Tarkempaa tai erityistä mittausta varten työkaluja voidaan ostaa, jos tulee tarvetta sen hankkimiseen.

Rullamitta

Rullamitan mittaamisen nauha pitäisi olla kova, mittausalue on oltava selvästi luettavissa, kankaan pituus tulee olla 3 metriä (**Kuva 17.**). Käyttöalue on suurkappaleiden, osien ja tarvikkeiden mittaaminen. Rullamitan tulee vastata standardin vaatimuksiin. Rullamitat hankitaan yksi kappale joka ryhmälle, eli 6 kappaletta mittoja 24 henkilölle.



Kuva 17. Rullamitta /17/.

Työntömitta

Työntömitan, mittausalueen pituus voi vaihdella välillä 0 mm - 200 mm, työntömitan malli (**Kuva 18.**). Sillä mitataan tuotteiden ja osien ulkoiset ja sisäiset koot.

Tarkempaa mittausta varten on parempi hankkia sähköisiä työntömittoja, se parantaa nopeutta ja tarkkuutta pintojen mittauksessa. Digitaalisella työntömitalla vedenkestävyysluokka on IP-67. Mittaustarkkuus on $\pm 0,02$ mm. Hankitaan niitä 6 kappaletta, yksi kappale/ryhmä.



Kuva 18. Työntömitta /18/.

Ulkopinnan mikrometri

Ulkopinnan mikrometrin käyttöalue on tarkkuusmittaus akselien ulkopinnan halkaisijaan, kiilojen leveyteen, ja muita mittauksia varten missä mikrometri sopii mittaukseen. On suositeltava, että hankitaan mikrometrisarja, jossa mitta-alue on 0 – 100 mm. Mikrometriä ei käytetä usein työssä, mutta se on olennainen työkalu koon mittaamiseen. Mittaustarkkuus on $\pm 0,001$ mm. Digitaalisella mikrometrillä vedenkestävyysluokka on IP-67. Neljä kappaletta sisältävä laatikkosarja mikrometriä riittää koko ryhmälle. Ulkopinnan mikrometrin esimerkki kuvassa 19.



Kuva 19. Mikrometrisarja /19/.

Sisäpinnan mikrometri

Sisäpinnan mikrometrin käyttöalue on tarkkuusmittaus reiän sisäpinnan halkaisijaan. On suositeltava, että hankitaan mikrometrisarja, jossa mittausalue on 20 – 100 mm. Mikrometriä ei käytetä usein työssä, mutta se on olennainen työkalu koon mittaamiseen. Mittaustarkkuus on $\pm 0,003$ mm. Digitaalisella mikrometrillä vedenkestävyysluokka on IP-67. Neljä kappaletta sisältävä laatikkosarja mikrometriä riittää koko ryhmälle. Sisäpinnan mikrometrin esimerkki kuvassa 20.



Kuva 20. Sisämikrometrisarja /20/.

Kierrekampa

Kierrekamman käyttöalue on määritellä kierteen nimelliskokoa ja kierteen nousua. Kamman sarja 60° metrisen kierteen mittausta varten ja kamman sarja 55° tuumaisen kierteen eli määritellään nousu yhdelle tuumalle (**Kuva 21.**). Kuusi kappaletta sarjaa, yksi kappale ryhmälle.



Kuva 21. Kierrekampasarja /21/.

3.3.9 Kone-laitteet

Pääsääntöisesti hankitaan vain laitteita ja tarvikkeita, joiden tarve on suurin. Tässä tapauksessa minä luulen, että pajassa on oltava penkkijyrsin ja penkkihiomakone. Nämä laitteet voivat auttaa opiskelijoita heidän projektin toteutuksessa. Oma valintani on penkkijyrsin ja penkkihiomakone, jotka tarjoa Kestool Oy. Penkkijyrsin on pieni ja monipuolinen, näppärä jyrsinkone. Penkkijyrsimellä jyrsitään, kappaleen pinnat, joille tarvitse tarkalla toleranssilla (yleistoleranssit), porata reikä, valmistaa sisäkierteitystä ja paljon muita töitä, johon tämä kone sopii. Penkkijyrsimellä on mahdollisuus kääntää pää, mitä antaa enemmän mahdollisuutta tehdä tarkempaa työtä yhdellä asennuksella. Kone voidaan ottaa käyttöön ilman opettajan valvontaa,

kun ennen piti saada suostumus opettajalta. Toinen kone tai penkkihiomakone voidaan ottaa käytännön, kun teroitetaan poranteriä ja muita työkaluja tai hiotaan levyjä sopivan kokoisiksi. Koneet ja niiden teknisiä tietoja (**Kuvat 22-23.**) ja (**Taulukot 11-12.**).

Penkkijyrsin X3-Super mahdollisuudet ja tekniset tiedot.

- Koneessa on nopeudet variaattorilla.
- Poraus ja syöttösyvyys digitalinäytöllä.
- Karan kierrosluku digitaalinäytöllä.
- Kierretoiminto painonappipalautuksella.
- Hienosyöttötoiminto, joka antaa tuntuman syöttösyvyyteen.
- Jyrsinpää kääntyy 90°, jossa asennossa voidaan suorittaa vaakajyrsintää.
- Poraistukka 16 mm.



Kuva 22. Penkkijyrsin X3-Super /22/.

Lisävarusteet:

- jalusta
- pöydän syöttö X-akselille
- pöytä vaakajyrsintään.

Taulukko 13. Penkkijyrsimen teknisiä tietoja.

Porausteho	25mm	Pöydän koko	550x160mm
Kierrosteho	12mm	T-urat	12mm
Varsijyrsinteho	16mm	Pöydän liike X	400mm
Otsajyrsinteho	50mm	Pöydän liike Y	145mm
Karanliike	70mm	Pöydän liike Z	300mm
Karankartio	MK3	Moottori	1kW/230V
Kierrosluku-alue	100-1750rpm	Paino	165kg



Kuva 23. Penkkihiomakone /22/.

Penkkihiomakone mahdollisuudet ja tekniset tiedot.

- Tehokas ja korkeatasoinen valurautakonstruktio.
- Tasopainotetut hiomalikat.
- Aseteltavat vasteet.
- Valmiit ulosotot imurille.
- Suojäläpät muovista.

Taulukko 14. Penkkihiomakoneen teknisiä tietoja.

Jalusta	PM190	PM324E	
Mitat	295x280x830	Moottori	0.30kW/230V
Pöydän mitat	295x220	Kierrosluku	2850rpm
Paino	13kg	Mitat	480x300x290
		Hiomalaikka	200x25x20
		Paino	21kg

3.3.10 Työkalut

Työkalut ovat olennainen osa kaikissa työpajoissa. Mikä vain työprosessi ilman niitä ei liikkuu eteenpäin. Työkaluja voivat olla leikkaavat työkalut sarjaporat, kierretapit, kierrepakat ja näitä varten pidikkeet. Lisäksi tulee hankkia eri muotoisia viilararjoja, kolmio, neliö, pyöreä, puolipyöreä ja lattaviiloja. Myös kasisahat, lenkkiavaimet, vasarat ja monet muut työkalut, mutta työkalujen pitää olla valittuna opilaiden spesifikaation mukaisesti, ei tarvitse heti hankkia kalliita työkaluja.

On välttämätöntä hankkia suojavälineet käsineet, suojalasit, kuulosuojaimet ja hengityssuojaimet.

Tässä tehtiin oma valinta, työkaluvaunu työkalusarjalla BOXO. Laadukas Boxo-työkaluvaunu 189-osaisella työkalulajitelmalla ammattikäyttöön. Seitsemän lukittavaa kuulalaakeroitua vetolaatikkoo (**Kuvat 24-35.**). Laatikon lukittava kahva estää niiden avautumisen vahingossa. Leveät pyörät tekevät liikuttelusta kevyttä ja vakaata epätasaisellakin lattialla. Laajennettavissa vaunuun sopivilla lisätyökalumoduuleilla.

Työkaluvaunu ja 189-osainen työkalulajitelma:

- Seitsemän lukittavaa kuulalaakeroitua vetolaatikkaa ovat kevyet käsitellä.
- Laatikon lukittava kahva estää niiden avautumisen vahingossa.
- Tukeva kaksoisseinärakenne.
- 125 x 50 mm nylonpyörät.
- Paino 70 kg.
- Mitat 681x450x1000 mm.
- Laatikoiden korkeudet 5 kpl 75 mm ja 2 kpl 154 mm.
- Vaunuun saatavissa lisäosina mm. yläokerikko ja aerosolihylly.



Kuva 24. Boxo-työkaluvaunu /23/.



Kuva 25. Hylsysarja 1/4”.

- Räikkäävain 1/4"
- Ruuvitalttaväännin 1/4"
- T-väännin 1/4"
- Jatkovarret 50, 100, 150 mm
- Nivel 1/4"
- Lyhyet hylsyt 4, 4.5, 5.5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 mm
- Pitkät hylsyt 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 mm
- Ruuvitalttahylsyt
 - suora ura 4, 4.5, 5.5, 6 mm
 - risti ura PH0, PH1, PH2, PH3
 - risti ura PZ0, PZ1, PZ2, PZ3
 - torx T10, T15, T20, T25, T27, T30, T40
- Kuusiokolohylsyt 3, 4, 5, 6, 7 mm
- Kuusiokoloavainsarja L-malli 1.5, 2, 2.5, 3, 4, 5, 6, 8, 10 mm



Kuva 26. Hylsysarja 3/8".

- Räikkävain 3/8"
- T-väännin 3/8"
- Jatkovarret 75, 150, 250 mm
- Nivel 3/8"
- Hylsyavaimet 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 24 mm
- Sytytystulppahylsyt 16 ja 21 mm



Kuva 27. Hylsysarja 1/2".

- Räikkävain 1/2"
- Ruuvitalttäväännin 1/2"
- T-väännin 1/2"
- Jatkovarret 125, 250 mm
- Nivel 1/2"

- Sovitin 1/2"-3/8"
- Jatkomagneettipidin
- Ruuvauskärjenpidin
- Hylsyavaimet 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 26, 27, 28, 30, 32 mm
- Sytytystulppahylsyt 16 ja 21 mm



Kuva 28. Pitkät hylsyt 3/8".

Hylsyjen koot 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24 mm



Kuva 29. Lyöntiruuvitaltat.

Suoratalttaura

- 5 x 100 mm
- 6 x 100 mm

- 8 x 150 mm
- 9 x 200 mm

Ristitalttaura

- PH1 x 100 mm
- PH2 x 100 mm
- PH3 x 150 mm



Kuva 30. Kiintolenkkisarja 6-24 mm.

Sisältää koot 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 24 mm



Kuva 31. Pihtisarja.

- Siirtoleukapihti 250 mm

- Sivuleikkurit 160 mm
- Linjapihti 180 mm
- Kärkipihti 200 mm



Kuva 32. Vasara/tuurnasarja.

- Muovivasara
- Harjapäävasara
- Sokkatuurnat 4, 5, 6 mm
- Kartiotuurna 4 mm



Kuva 33. Kuusiokoloavaimet T-kahvalla.

Sisältää koot 2, 2.5, 3, 4, 5, 6, 8, 10 mm



Kuva 34. Torx-avaimet T-kahvalla.

Sisältää koot T10, T15, T20, T25, T27, T30, T40, T45, T50



Kuva 35. Lukkorengaspihdit.

- Sisäpuoliset suorilla kärjillä
- Sisäpuoliset taivutetuilla kärjillä
- Ulkopuoliset suorilla kärjillä
- Ulkopuoliset taivutetuilla kärjillä

4 PAJAN LOPULLISIA ARVOJA

4.1 Pajan pinta-ala

Kohdassa 2.3 työtilojen mitat, kuvassa 5 esitetty teoreettisen opetustilan mitat yhdelle opiskelijalle oli 2,14 m² ja huoneen pinta-ala 25 henkilölle oli 53,5 m². Uusi arvo tilan pinta-alalle laskettiin lisäämällä huonekalujen ja niiden oma arvo ja läpikulku. Seuraavat tekijät, jotka vaikuttavat pinta-alan määrittämiseen esitetään taulukossa 15. Nämä ovat huonekalut, vapaa läpikulkutila ja ylimääräinen tila epätavallisia laitteita varten, jotka voi ottaa käyttöön tulevaisuudessa.

Taulukko 15. Huoneen vähimmäiskoko.

	Kappaleiden määrä / kpl	Huonekalujen ja laitteiden mitat / m ²	Läpikulku mitat / m ²	Huonekalujen ja läpikulku mitat / m ²
Opettajan työpiste	1	1,5	2,1	3,6
Oppilaiden työpiste	6	9	12,5	21,5
Vesipiste	1	0,4	0,45	0,85
Valokangas				12
Työpöytä	6	6,8	13,2	20
Kaappi / hylly	1	1,2	2,4	3,6
Kaappi / varasto	1	0,35	0,65	1
Työkaluvaunu Boxo	1	0,45	1,6	12,3
Penkkijyrsin	1	0,64	3,16	3,8
Hiomakone	1	0,1	2	2,1
Ylitila				20
Naulakko		0,7	1,6	2,3
	Yhteensä:			103,05 m ²

4.2 Pajan äänieristys

Vaimennusverhouksen pinta-ala on laskettavissa, kun tiedetään absorptiosuhde ja jälkikaiunta-aika.

laskelma

Opetustila, 103 m², jonka keskikorkeus on 3 metriä, tilavuus on 309 m³.

RakMK C1:n ohjeen ja Standardin SFS 5907 luokan A/B/C teknisten käsitöiden, puu- ja metallityötilojen mukainen jälkikaiunta-aika on 0,6...0,9 sekuntia /8/.

Valittiin taulukosta 16 vaatimusten SFS 5907 mukaan jälkikaiunta-aika 0,9 sekuntia.

Taulukko 16. Jälkikaiunta-ajan T (s) vaatimukset /7/.

Tila ²⁾	Luokat A ja B	Luokka C
Luokkahuone	0,5...0,8	0,6...0,8
Teknisten käsitöiden tila, puu- ja metallityötila	≤ 0,5	< 0,9
Musiikkiluokka ³⁾	0,8...0,9	< 1,0
Käytävätilat, porrashuoneet	< 0,9	< 1,3
1) Jälkikaiunta-ajan raja-arvot on esitetty pisimpinä sallittuina aikoina oktaavikaistoilla 250, 500, 1000, 2000, 4000 Hz. Taajuudella 125 Hz		
2) Tilat kalustettu kiintokalustein. Oppilaita tai opetusvälineitä ei ole huoneessa.		
3) Musiikkiluokan, suurten ryhmäopetustilojen ja auditorioiden akustinen suunnittelu on suositeltavaa tilan toimivuuden saavuttamiseksi.		

Sabinen kaavan avulla laskettiin huoneen absorptioala (A)

$$T = 0,161 * V/A, \text{ jossa } T = \text{huonetilan jälkikaiunta-aika (s)} \quad (1)$$

$$A = 0,161 * V/T \quad 0,161 = \text{vakio}$$

$$V = \text{huonetilavuus (m}^3\text{)}$$

$$A = \text{huoneen absorptioala (m}^2\text{)}$$

Huoneen absorptioala (A) on

$$A = \frac{0,161 \times 309 \text{ m}^3}{0,9 \text{ sekuntia}} = 55,3 \text{ m}^2 (Sab)$$

Vaimennusverhouksen pinta-ala saatiin, kun valittiin verhoustarvike ja katsottiin sen absorptiosuhde taulukosta 17.

- valittiin mineraalivilla 50 mm paksuna
- valittiin absorptiosuhde luettelosta 500 Hz ja sitä suuremmille taajuuksille esiintyvä suhde 50 mm mineraalivillalla 0,92 taulukosta 17.
- oletettiin, että muut pinnat ovat kovia ja lähes ääntä vaimentamattomia.

Taulukko 17. Esimerkkejä absorptiosuhteista /7/.

Aine tai rakenne	125 Hz matalat äännet	250 Hz	500 Hz keskitaaj uus	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz korkeat äännet
Puhtaaksimuurattu tiiliseinä	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05
Rapattu ja tapetoitu tiiliseinä	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05
Seinälaatoitus	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03
Linoleum-matto betonin päällä	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04
Puulattia vasojen päällä	0,15	0,11	0,1	0,07	0,06	0,07
Nukkamatto (10 mm) betonin päällä	0,09	0,08	0,21	0,26	0,27	0,37
Mineraalivilla kiinni taustassa 20 mm	0,05	0,1	0,32	0,55	0,85	0,92
Mineraalivilla kiinni taustassa 50 mm	0,3	0,52	0,92	0,96	0,96	0,96
Puutuoli	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04

Vaimennusverhouksen pinta-ala on

(2)

$$\frac{55,3 \text{ m}^2 (Sab)}{0,92} = \text{noin } 60,1 \text{ m}^2 \text{ mineraalivillaa}$$

4.3 Pajan valaistus

Standardissa RT 96-10939 on sanottu, valo on olennainen tekijä tilan tunnelman määrittelijänä ja sillä on merkittävä vaikutus viihtyvyyteen ja vireyteen. Valon laatu vaikuttaa silmien rasittumiseen, väsymiseen ja stressiin. Se vaikuttaa myös värien oikeanlaiseen havaitsemiseen /4/.

Valaistusvoimakkuus (lx) on tarkasteltavan pisteen ympärillä olevalle, äärettömän pienelle pinnalle saapuvan valovirran suhde pinnan alaan. Valaistusvoimakkuutta käytetään pinnalle saapuvan valon mittaamiseen. Tarvittavan valaistusvoimakkuuden suuruus riippuu ensisijaisesti katselutehtävän vaikeusasteesta. Valaistusvoimakkuusarvot annetaan erikseen työkohteen tai työskentelyalueen valaistukselle ja erikseen yleisvalaistukselle. Työkohteen tai työskentelyalueen valaistusvoimakkuudella tarkoitetaan näissä kohteissa tai näillä alueilla vallitsevaa keskimääräistä valaistusvoimakkuutta /10/.

Taulukko 19 esittää valaistusvoimakkuuden Lx ja esimerkkejä valaistavasta tilasta ja tehtävistä tiloissa.

Taulukko 18. Suositeltavat valaistusvoimakkuudet /10/.

Valaistusvoimakkuus lx	Valaistava tila tai tehtävä esimerkkejä
Yleisvalaistus työtiloissa; voidaan käyttää myös yhdistettyä yleis- ja paikallisvalaistusta	
200...300...500	yksinkertaiset näkötehtävät, kuten karkea kone- ja penkkityö, helppo toimistotyö, luokkahuoneet nuorille oppilaille
300...500...750	kohtuullista tarkkuutta vaativat näkötehtävät, kuten parturit ja kampaamot, itsepalvelumyymälät, luokkahuoneet täysikasvuisille oppilaille
500...750...1000	tarkkuutta vaativat näkötehtävät, kuten pienten osien kokoonpanotyö, tavallinen toimistotyö, valvomot

750...1000...1500	suurta tarkkuutta vaativat näkötehtävät, kuten vaativa toimistotyö, värintarkastus
-------------------	--

Yleisvalaistuksena työtiloissa voidaan käyttää myös yhdistettyä yleis- ja paikallisvalaistusta, esim. yksinkertaiset näkötehtävät, kuten karkea kone- ja penkkityö, helppo toimistotyö ja luokkahuoneet nuorille oppilaille. Kohtuullista tarkkuutta vaativat näkötehtävät, luokkahuoneet täysikasvaisille oppilaille. Valaistusvoimakkuus tällaisissa tiloissa valittiin 200 - 750 luksia (Lx).

4.4 Sisäilmasto

Kohdassa rakennusten sisäilmaston suunnittelu LVI 05-10417 oli osoitettu, että sisäilmasto vaikuttaa ihmisten terveyteen ja viihtyvyyteen. Hyvä sisäilmasto on suunnittelun, rakentamisen ja kiinteistönpidon keskeinen tavoite.

Huono sisäilma tai sisäympäristön olosuhteet voivat aiheuttaa oireilua ja jopa sairastumista. Sisäilmaan liittyvät terveydelliset ongelmat ja oireilut ovat tavallisia. Syynä voi olla riittämätön ilmanvaihto tai kemikaalien, kosteusvaurioiden ja homekasvun aiheuttama sisäilman laadun huononeminen, sisäilmastoluokitus on kolmitasoinen: laatuluokat S1, S2 ja S3 /13/.

Eri suureiden tavoite- ja suunnitteluarvot voidaan valita eri laatuluokista (Taulukko 20).

Taulukko 19. Lämpö- ja sisäilmastoarvot.

		Yksikkö	Sisäilmastoluokka		
			Enimmäisarvot		
			S1	S2	S3
Huonelämpötila	Talvi	°C	(21...22)	20...22	20...23
	Kesä	°C	(23...24)	23...26	22...27 (35)
Huonelämpötilan tilapäinen poikkeama asetusravosta		°C	±0,5	±1	±2
Lämpötilaero pystysuunnassa		°C	2	3	4
Lattian pintalämpötila		°C	19...29	19...29	17...31
Ilman nopeus	Talvi (20 °C)	m/s	0,13	0,16	0,19
	Talvi (21 °C)	m/s	0,14	0,17	0,20
Ilman suhteellinen kosteus	Talvi	%	25...45	–	–

Luokat S1 ja S2 vaatimusten mukaisesti eivät sovi kunnolla luotuun tilaan. Siten työtilalle määritetään lämpö- ja sisäilmastoarvot taulukosta 16 luokka S3, sen takia, että tilan sisäilman laatu ja lämpöolot sekä valaistus- ja ääniolosuhteet täyttävät rakentamismääräysten vähimmäisvaatimukset. Pajan lämpöarvo kesän aikana on 22-27 astetta ja talven aikana vastaavasti 20-23 astetta.

4.5 Ilmanvaihto

Ilmanvaihto tarkoittaa sisäilmassa olevien epäpuhtauksien poistamista poistoilman mukana ja huoneilman vaihtamista (**Taulukko 21.**). Ilmanvaihdolla vaikutetaan lähinnä sisäilman puhtauteen ilmanvaihtolaittein ja muilla teknisillä keinoilla. Ilmanvaihto voi perustua joko puhaltimien käyttöön (koneellinen ilmanvaihto) tai painovoimaan, tuuleen ja lämpötilaeroihin (luonnollinen ilmanvaihto), joskus myös niiden yhdistämiseen (hybridi-ilmanvaihto) /12/.

Sisäilman epäpuhtauksien raja-arvojen käyttö ilmanvaihdon mitoitusperusteena on epävarmaa ja vaikeaa. Ilmanvaihdon suunnittelu ja mitoitus perustuvat yleensä arvioihin odotettavissa olevasta tilanteesta. Ilmanvaihdon ulkoilmavirrat mitoitetaan yleensä huoneen pinta-alan tai siellä oleskelevien ihmisten lukumäärän mukaan. Pinta-alaan pohjautuvat ulkoilmavirran mitoitusarvot vaihtelevat 1...6 dm³/s/m².

Henkilöä kohden määritetyt ulkoilmavirrat vaihtelevat 6...16 dm³/s henkilö /12/. Taulukossa 21 esitetty käyttöjen tilojen vain pieni osa kuten opetustila, luentosali ryhmätyötila, varasto.

Taulukko 20. Ilmanvaihto /14/.

Tila käyttötarkoitus	Ulkoilma- virta dm ³ /s/hlö	Ulkoilma- virta dm ³ /s/m ²	Poistoil- mavirta dm ³ /s/m ²	Äänitaso LA,eq,T/L A,max dB	Ilman nopeus talvi/kesä m/s	Huom!
Opetustilat	6	3		33/38*	0,2/0,3	#4, *C1 ohje
Luentosali	8	6		33/38	0,2/0,3	#4
Ryhmätyötila	8	4		33/38	0,2/0,3	#4
#4 Tilan ilmanvaihto on oltava ohjattavissa tarpeen mukaan.						
#S Voi käyttää siirtoilmaa						
*C1 Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa C1-1998						

Taulukon tietojen perusteella pystyin laskemaan ryhmätyötilan ulkoilmavirta dm³/s/henkilö ja dm³/s/ m². Otettiin huomioon, että tilan pinta-ala on 103 m².

Ulkoilmavirta dm³/s/henkilö on

27 henkilö * 8 dm³ = 216 dm³/s/ ulkoilmavirta 27 henkilölle

Ulkoilmavirta dm³/s/ m² on

4 dm³ * 103 m² = 412 dm³/s/ ryhmätilalle 103 m²

4.6 Hinnasto

Hinnastoluettelossa (**Taulukko 22.**) on lueteltu kaikki tarvikkeet, jotka täytyy hankkia ennen kaikkea pajan suunnitteluun. Luettelossa on huonekaluja, työlaitteita, mittalaitteita, tietotekniikkalaitteita. Kaikki nämä muodostavat pajan työympäristön.

Taulukko 21. Hinnasto.

Nimike	Kpl määrä	Hinta/1kpl €	€
Kirjoituspöytä	7	580	4060
Työpöytä	6	1070,64	6423,84
Ruuvipenkki	6	85	510
Ergo-tuoli	25	199	4975
Kaappi C 307 07 102	1	745,76	745,76
Hylly C 340 07 109	1	1075,68	1075,68
Työlaitteet			
Penkkijyrsinkone X3-Super	1	2307	2307
Jalusta (lisävaruste) X3-10114A	1	328	328
Pöydän syöttö X-akselille (lisävaruste) X3-10141	1	336	336
Pöytä vaakajyrsintään (lisävaruste) X3-10150	1	171	171
Penkkihiomakone PM 324E	1	339	339
Jalusta PM190	1	89	89

Työkaluvaunu Boxo 285-7071-12		1049,9	6299,4
Mittalaitteet			
Mikrometrisarja 3 kpl 20-50 mm	1	1329	1329
Mikrometrisarja 3 kpl 50-100 mm	1	1625	1625
Mikrometri 0-25 mm	1	143	143
Mikrometri 25-50 mm	1	195	195
Mikrometri 50-75 mm	1	236	236
Mikrometri 75-100 mm	1	267	267
Työntömitta 200 mm	6	178	1068
Kierrekampa 0,25-6 mm	6	12	72
Rullamitta 3 m	6	25,9	155,4
Tietotekniikkalaitteet			
Tietokone HD 460	7	444	3108
Näyttö Acer K222 21.5"	7	114	798
		Yhteensä €	36656,08

5 LOPPUSANAT

Olen yrittänyt luoda hyvän työpajan prototyypin. Välttämättömiä vaatimuksia tutkiessani määrittelin työtilan tietyn tarkoituksen ja työn tavoitteet työpajassa. Valitsin koneet, tarvittavat välineet ja työkalut.

Uskon, että koko työni ei ole mennyt hukkaan ja voi olla, että se toteutuu realistiseksi projektiksi. Ehkä tämä työ tulee hyväksi esimerkiksi suorittaa samankaltaisia töitä tulevaisuudessa.

LÄHTEET

- /1/ Technobothnia. Viitattu 25.04.2016. <http://www.technobothnia.fi/valkommen-fi-fi/technobothnia-rakennuksen-historia/>
- /2/ Technobothnia. Viitattu 25.04.2016. <http://www.technobothnia.fi/valkommen-fi-fi/>
- /3/ Rakennustieto. RT 09-11137. Ihmisen mitat ja ulottuminen. 2014. s.1-2
- /4/ Rakennustieto. RT 96-10939. Koulurakennus, tilasuunnittelu. 2008. s. 6-8
- /5/ Nuikkinen K. Terveellinen ja turvallinen koulurakennus. Helsinki. Opetushallitus, 2005. s. 89-91
- /6/ SFS 5907. Rakennusten akustinen luokitus. 2006. s. 2
- /7/ Rakennustieto. RT 07-10881. Huoneakustiikka. 2006. s. 1-8
- /8/ Suomen standardisoimisliitto. SFS 5907. Rakennusten akustinen luokitus. 2006. s. 14
- /9/ Rakennustieto. RT 96-10939 Koulurakennus, tilasuunnittelu. 2008. s. 5
- /10/ Rakennustieto. RT 75-10569. Sisätilojen sähkövalaistus. 1995. s. 2
- /11/ Rakennustieto. RT 91-10788. Sisäänkäyntitilat, julkiset rakennukset. 2003. s. 12
- /12/ Rakennustieto. LVI 05-10417 Rakennusten sisäilmaston suunnitteluperusteet. 2007. s. 2-14
- /13/ Rakennustieto. RT 07-10946 Sisäilmastoluokitus. 2008. s. 4
- /14/ Suomen rakentamismääräyskokoelma. RT RakMK-21503. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. 2012. s. 15
- /15/ Tresto Oy. Viitattu 17.10.2016. <http://3d.tresto.com/?duid=TrestoFIN>
- /16/ Gigantti.fi. Viitattu 23.04.017. <https://www.gigantti.fi/>

/17/ Konetarvike.fi. Viitattu 23.04.2017. <https://www.konetarvike.fi/rullamitat-alle-10m/4358-rullamitta-3m-1-luokka-kumipinta-hultafors>

/18/ Netkonttori.fi. Viitattu 23.04.2017. <http://www.netkonttori.fi/kampanjatuotteet/11856460/0-300mm-500-mallit-ip-67>

/19/ Netkonttori.fi. Viitattu 23.04.2017. <http://www.netkonttori.fi/kampanjatuotteet/11856496/ilman-tiedostoliitanta>

/20/ Netkonttori.fi. Viitattu 23.04.2017. <http://www.netkonttori.fi/kampanjatuotteet/11856513/mekaaniset-368-mikrometrisarjat>

/21/ Konetarvike.fi. Viitattu 23.04.2017. <https://www.konetarvike.fi/kierrekamat-ja-vaelysmitat/4495-kierrekampa-025-6mm>

/22/ Kestool Oy. Viitattu 17.11.2016. <http://np.netpublicator.com/netpublication/n58879572>

/23/ Tooloutlet.fi. Viitattu 27.11.2016. <http://www.tooloutlet.fi/fi/Tuotteet/K%C3%A4sity%C3%B6kalut/Ty%C3%B6kalusarjat/289>

LIITE 1.

Tarjouspyyntö ja vastatarjous.

TRESTON

GROUP

TARJOUS

Pvm: 22.11.2016
Tarjousnumero: VAMK22.11.16

Viite: _____ Myyjä: Jouko Hakala
 Asiakas: _____ Kohde: _____
 Nimi: VAMK
 Yhteyshenkilö: Sergey Korpelainen
 Katuosoite: _____
 Postitoimipalvelus: _____
 sähköposti: sergey.korpelainen@gmail.com

Maksuehto: 21 pv netto
 Toimitusehto: DAP
 Toimitusaika: sopimuksen mukaan
 Voimassaolo: 1 kk

HUOM:

	Tuotekoodi	Tuotekuvaus	Kpl	kpl	Alennus	yhteensä
1	C30707102	Kaappi 80/160 yhdistelmä 2 sininen	1	746,76	15,00 %	633,90
2	C34007109	Säilytysjärjestelmä 100/40/200 yhdistelmä 9, sininen	1	1075,68	15,00 %	914,33
3	C13041313	Workshop-korjaamotyöpiste, terästaso 1500x750	1	1070,64	15,00 %	910,04
4	C30B	Ergo 30 sininen	1	199,00	15,00 %	169,15
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
			Rahti			65,00
			Pientoimitusissä 22€ laskutetaan aina alle 260€ (alv0%) tilauksilta			
			Lavat (8€/kpl) veloitetaan toteutuneen pakkaustavan mukaisesti			
YHTEENSÄ						2692,42

Alv 0%. Hintoihin lisätään toimitusheillä voimassa oleva arvonnävero
 Hintas. Alv 24% 3338,60

Muilla osin noudatamme Treston Groupin yleisiä myyntiehtoja.

Treston Oy
 Sorakatu 1
 20730 TURKU
 FINLAND

Treston Oy
 PL 33 (Sohlberginkatu 10)
 40351 JYVÄSKYLÄ
 FINLAND

Puh. +358 10 4469 11
 Fax +358 10 4469 290
 sales@treston.com
 www.treston.fi