

UNIVERZA V LJUBLJANI
NARAVOSLOVNOTEHNIŠKA FAKULTETA

DIPLOMSKO DELO

TOMAŽ STERGAR

LJUBLJANA 2015

UNIVERZA V LJUBLJANI
NARAVOSLOVNOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA TEKSTILSTVO, GRAFIKO IN OBLIKOVANJE

**PREUREDITEV PREIZKUŠEVALIŠČA Z UPOŠTEVANJEM
ERGONOMSKIH IN VARNOSTNIH NAČEL**

DIPLOMSKO DELO

TOMAŽ STERGAR

LJUBLJANA, september 2015

UNIVERSITY OF LJUBLJANA
FACULTY OF NATURAL SCIENCES AND ENGINEERING
DEPARTMENT OF TEXTILES, GRAPHIC ARTS AND DESIGN

**RENOVATION OF PHYSICAL LABORATORY
ACCORDING TO THE ERGONOMIC AND SAFETY
REGULATIONS**

DIPLOMA THESIS

Tomaž STERGAR

Ljubljana, september 2015

PODATKI O DIPLOMSKEM DELU

Število listov: 73

Število strani: 60

Število slik: 48

Število preglednic: 2

Število literaturnih virov: 14

Število prilog: 2

Študijski program: Visokošolski strokovni študijski program Tekstilna tehnika (VSS)

Komisija za zagovor diplomskega dela:

Predsednica: *prof. dr. Diana Gregor Svetec*

Član: *izr. prof. dr. Andrej Demšar*

Mentorica: *izr. prof. dr. Urška Stanković Elesini*

Ljubljana,

ZAHVALA

Za pomoč pri izdelavi diplomskega dela se najprej zahvaljujem mentorici izr. prof. dr. Urški Stanković Elesini za nesebično pomoč pri celotnem vodenju in podpori od začetnih idej, ki sem jih imel pa vse do končne izvedbe diplomskega dela. Hvala tudi predsednici komisije prof. dr. Diani Gregor Svetec in članu komisije izr. prof. dr. Andreju Demšarju za korektne pripombe. Posebna zahvala pa gre tudi kolegoma, Juretu Ahtiku in Mateju Pivarju, ki sta mi prijazno pomagala vsak s svojo verzijo izrisa 3D projekcije pri uresničitvi ideje, ki sem jo želel prikazati v diplomskem delu. Na koncu pa bi se zahvalil še kolegoma Klemnu Možini in Jani Rozman, ki sta me bila še pred izdelavo diplomskega dela večkrat pripravljena nadomestiti pri rednih obveznostih, ki sem jih imel v času študija.

IZVLEČEK

Pri urejanju raziskovalnega laboratorija je ključno upoštevanje varnostnih in ergonomskih načel. Zato mora vsak laboratorij imeti varnostne predpise o delu ter z njimi seznaniti vse, ki upravljajo obstoječo opremo in delajo z njo. Kot je razvidno iz izvedene analize, je obnova preizkuševališča nujna, saj le-to v marsičem ne ustreza zahtevam varnega dela. Poleg tega je treba delovna mesta urediti skladno z ergonomskimi načeli. Pri sami obnovi smo prostor oblikovali tako, da pri delu ne bi prihajalo do poškodb. Predstavili smo dve različici preureditve preizkuševališča. Prostor je oblikovan v minimalističnem slogu, tekoče, brez nepotrebnih ovir (dodatnih mizic, polic, omaric ipd.). Vsi deli pohištva so ravni, brez izbočenih ali temu podobnih delov. Razporeditev delovnih pultov omogoča prijetno počutje za delo. Z nekaterimi predlogi o barvnih kombinacijah in teksturah tal ter pohištva pa smo želeli vzpostaviti motivirajoče vzdušje. Za preoblikovanje preizkuševališča smo podali tudi okvirno stroškovno analizo.

Ključne besede: preizkuševališče, preureditev, ergonomija, varnostna načela.

ABSTRACT

It is very important to take into account the safety and ergonomic principles, when dealing with arrangements of research laboratory. That is why every laboratory must has safety rules and regulations about the work and has to inform all those, who deal and work with the existing equipment. It is clear from the carried out analysis that the renewal of the test rig is important, because in many respects it does not meet the requirements of safe working conditions. Beside this the work place has to be arranged in accordance with ergonomic principles. At the time of renewal we formed the work place in a way that there will be no chance of injury to be occurred at work. We introduced two ways of conversion of the test rig. The work place is formed in a minimalistic style, smooth running, without unnecessary barriers (additional tables, shelves, cabinets etc.). All parts of the furniture are smooth, no convex surface or parts similar to them. The arrangement of working desks allows pleasant work environment. With some of our proposals about color combinations, floor texture and furniture, we intended to make motivation atmosphere. We also gave an indicative cost analysis for the transformation of test rig.

Key words: research laboratory, conversion, ergonomics, safety principles.

KAZALO VSEBINE

IZVLEČEK	III
ABSTRACT	IV
KAZALO VSEBINE	V
SEZNAM SLIK	VII
SEZNAM PREGLEDNIC	IX
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	X
1 UVOD	1
2 TEORETIČNI DEL	3
2.1 VRSTE LABORATORIJEV IN VARNOSTNI PREDPISI	3
2.2 ERGONOMIJA	8
2.3 SPLOŠNE ZAHTEVE ZA PREIZKUŠEVALNE IN KALIBRACIJSKE LABORATORIJE	11
3 PRAKTIČNI DEL	13
3.1 UPORABLJENE METODE	13
3.2 ANALIZA OBSTOJEČEGA STANJA	14
3.2.1 <i>Tloris in opis obstoječega prostora</i>	15
3.2.2 <i>Delovni pulti in predelne omare</i>	17
3.2.3 <i>Obstoječa delovna sredstva – aparati in naprave</i>	19
3.2.3.1 Komore za kondicioniranje in shranjevanje	19
3.2.3.2 Aparat za razpočno trdnost	21
3.2.3.3 Aparat IGT za merjenje cepilne hitrosti papirjev	22
3.2.3.4 Aparat za določanje dolžinske mase bombažnih vlaken MICRONAIR DPM 60	23
3.2.3.5 Aparat za merjenje dolžinske mase vlaken VIBROSKOP S 150 ZWEIGLE	24
3.2.3.6 Aparat za merjenje zračne prepustnosti MESDAN	25
3.2.3.7 Aparat za merjenje hrapavosti BENTSTEN 3500	26
3.2.3.8 Aparat za merjenje sijaja GLOSSMETER ZGM 1022	27
3.2.3.9 Aparat za drgnjenje papirjev LABTHINK PARAM RT 01	28
3.2.3.10 Aparat za merjenje zavojev preje - torziometri	29
3.2.3.11 Aparat za previjanje oz. navijanje prej METEFFEM TYP FY 39	31
3.2.3.12 Aparat za določanje enakomernosti preje BRANCA IDEALAIR	32
3.2.3.13 Aparat za merjenje koeficienta toplotne prevodnosti	33
3.2.3.14 Aparat za določanje obstojnosti materialov na obrabo MARTINDALE M 235	34
3.2.3.15 Aparat za določanje obstojnosti materialov na obrabo ALBERTO BRANCA	35
3.2.3.17 Tehnici Železniki ET 1111 in METTLER AE 2000	36
3.2.3.18 Aparat za merjenje debeline Metrimpex	37
3.2.3.19 Aparat za merjenje sile nadaljnjega trganja ELMENDORF	38
3.2.3.20 Aparat za pregibno trdnost tekstilij	39
3.2.3.21 Aparat za pregibno trdnost papirja MIT	40
3.2.3.22 Elektronska dinamometra Instron 6022 in 5567	41
3.2.4 <i>Osvetlitev prostora</i>	42
3.2.5 <i>Tla</i>	43
3.3 PREDLOGI ZA PREUREDITEV PREIZKUŠEVALIŠČA	44
3.3.1 <i>Prikaz predlogov preureditve preizkuševališča</i>	44
3.3.1.1 Tlorisa in 3D prikaza predlaganih variant	44

3.3.1.2	Opis predlaganih dveh variant	48
3.3.1.2.1	Pohištvo	48
3.3.1.2.2	Električne vtičnice	49
3.3.1.2.3	Visokotlačna napeljava	50
3.3.1.2.4	Vodovodna napeljava	50
3.3.1.2.5	Osvetlitev	50
3.3.1.2.6	Tla	51
3.3.1.2.7	Strop	52
3.3.1.2.8	Barve	52
3.3.1.2.9	Kabinet za odgovorno osebo	53
3.3.1.2.10	Klimatiziran prostor	53
3.3.1.3	Stroškovna analiza prenove preizkuševališča	54
4	ZAKLJUČEK	56
	LITERATURA	57
	PRILOGA A	58
	PRILOGA B:	59

SEZNAM SLIK

Slika 1: Prikaz položaja delovnega območja rok v sedečem ali stoječem položaju (2)	9
Slika 2: Delovna višina pri delu sede glede na telesno višino (2)	11
Slika 3: Delovna višina pri delu stoje glede na telesno višino (2)	11
Slika 4: Prikaz obstoječega tlorisa preizkuševališča	15
Slika 5: Obstoječe stanje v preizkuševališču	16
Slika 6: Delovni pult med stebri	17
Slika 7: Veliki delovni pulti	17
Slika 8: Rezalni pult	18
Slika 9: Predelne omare	18
Slika 10: Kondicionirna komora	19
Slika 11: Komora za kondicioniranje – Instron	20
Slika 12: Komora za kondicioniranje, izdelana na Oddelku za tekstilstvo, grafiko in oblikovanje	20
Slika 13: Aparat za razpočno trdnost.	21
Slika 14: Aparat IGT za določanje cepilne hitrosti papirjev.	22
Slika 15: Aparat za določanje dolžinske mase bombažnih vlaken MICRONAIR DPM 60 s kalibrirno tehtnico za iztehto konstantne mase bombažnih vlaken.	23
Slika 16: Aparat za merjenje dolžinske mase vlaken.	24
Slika 17: Nov aparat za merjenje zračne prepustnosti	25
Slika 18: Aparat za merjenje hrapavosti BENTSTEN 3500	26
Slika 19: Aparat za merjenje sijaja GLOSSMETER ZGM 1022	27
Slika 20: Aparat za drgnjenje papirjev LABTHINK PARAM RT 01	28
Slika 21A: Torziometer VEB	29
Slika 21B: Torziometer ZWEIGLE KG	29
Slika 21C: Torziometer METEFEM	29
Slika 22: Aparat za previjanje oz. navijanje prej METEFFEM TYP FY 39	31
Slika 23: Aparat za določanje enakomernosti preje BRANCA IDEALAIR	32
Slika 24: Aparat za merjenje toplotne prevodnosti	33
Slika 25: Aparat za določanje obstojnosti materialov na obrabo MARTINDALE M 235	34
Slika 26: Aparat za določanje obstojnosti materialov na obrabo ALBERTO BRANCA	35
Slika 27: Tehnica ŽELEZNIKI ET 1111	36
Slika 28: Tehnica Mettler AE 2000	36
Slika 29: Aparat za merjenje debeline Metrimpex	37
Slika 30: Aparat za merjenje sile nadaljnjega trganja ELMENDORF	38
Slika 31: Aparat za merjenje pregibne trdnosti tekstilij	39
Slika 32: Aparat za merjenje pregibne trdnosti papirja MIT	40
Slika 33: Elektronski dinamometer Instron, model 6022	41
Slika 34: Elektronski dinamometer Instron, model 5567	41
Slika 35: Naravna osvetlitev	42

Slika 36: Stropna osvetlitev v prostoru (zdaj – ni enakomerno razporejena)	42
Slika 37: Tla – keramične ploščice dim. 10 cm x 10 cm (obstoječe stanje)	43
Slika 38: Varianta 1	45
Slika 39: Varianta 2	45
Slika 40: Varianta 1: 3D-prikaz pogleda A) z vhodne strani v prostor in B) proti izhodu	46
Slika 41: Varianta 2: 3D-prikaz pogleda A) z vhodne strani v prostor in B) proti izhodu	47
Slika 42: 3D-prikaz A) dvodelnih in B) tridelnih omar	48
Slika 43: Primer shranjevalnih predalov	49
Slika 44: Primer stola – Jurček	49
Slika 45: Primerna osvetlitev delovnega mesta	51
Slika 46: Primer ene od možnosti talnih ploščic za laboratorije (simbolično)	52
Slika 47: Strop Armstrong	52
Slika 48: Klimatiziran prostor v preizkuševališču (varianta 2)	54

SEZNAM PREGLEDNIC

Preglednica 1: Primer normativa za osvetljenost delovnega mesta (11)	8
Preglednica 2: Stroškovna analiza preureditve preizkuševališča	55

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

ZVZD-1 Zakon o varnosti in zdravju pri delu

1 UVOD

Že dalj časa je čutiti težnjo po obnovi preizkuševališča na Oddelku za tekstilstvo, grafiko in oblikovanje na Snežniški 5 v Ljubljani, ki potrebuje sodobnejši pristop pri izvajanju analiz, vaj, diplomskih nalog in drugem raziskovalnem delu. Zato smo se za namene tega diplomskega dela odločili posneti obstoječe stanje v preizkuševališču, ga analizirati ter na podlagi pridobljenih rezultatov oceniti in predlagati mogoče variante posodobitve preizkuševališča.

Preizkuševališče kot laboratorij obstaja že od leta 1961, ko je bila zgrajena nova stavba. V 54 letih je bilo v notranjosti izvedenih nekaj manjših posegov: večji nakup delovnih sredstev datira nekaj manj kot 30 let nazaj, v leto 1987; nekoliko pozneje, leta 2004, je sledil nakup univerzalnega dinamometra Instron 5567, vendar ta ne zadovoljuje raziskovalnih in študijskih potreb; sledila sta zamenjava stropnih luči in beljenje prostora, odstranjeni so bili pokvarjeni ali močno zastareli; nekoliko pozneje so bile zamenjane vtičnice na stenah in delovnih mizah; dodana je bila plinska napeljava, ki pa do danes še ni bila uporabljena; napeljava za visokotlačni sistem, ki je potrebna za delovanje nekaterih delovnih sredstev, je bila pred kratkim obnovljena oz. zamenjane so bile pripravnice za redukcijske ventile; zamenjana so bila tudi okna.

Od ustanovitve preizkuševališča pa vse do danes se uporabljajo delovna sredstva, kot so delovni pult, predelne omare in stoli, ki so skupaj s pohištvo zaradi starosti v nekaterih primerih že nevarni. Pri stolih se neredko zgodi, da se zlomijo leseni ali jekleni deli naslonjal. Predelne omare so nepraktične in neuporabne, saj ne ponujajo primerne prostora za shranjevanje, prav tako nobena od njih nima več steklenih ali lesenih drsnih vrat, saj je zaradi deformacije lesenih delov prišlo do močnega izkrivljenja posamičnih elementov. Podobno se dogaja tudi s predali v delovnih pultih, ki jih je težko ali skoraj nemogoče odpreti ali zapreti. Prostor tako barvno kot tudi svetlobno ni ustrezen, je monoton, vpad svetlobe pa neprimeren glede na razporeditev delovnih sredstev.

Namen diplomskega dela je glede na zgoraj omenjeno stanje in rezultate analize obstoječega stanja poiskati zadovoljive rešitve, s katerimi bi preizkuševališče dobilo ustrezno razporeditev delovnih sredstev in bi bilo tako primerno za izvajanje študijskega in

tudi raziskovalnega dela. Osnovni namen preizkuševališča tudi v novem predlaganem konceptu ostaja enak, spremenila pa bi se razporeditev delovnih sredstev ter uredil klimatiziran prostor, ki bi obsegal približno četrtno obstoječe površine. Klimatizacije v preizkuševališču trenutno ni, je pa nujno potrebna za izvajanje tistih preizkuševalnih metod, ki jih je treba izvajati v standardni atmosferi. V preizkuševališču bi uredili tudi manjši prostor za skrbnika preizkuševališča, tj. odgovorno osebo, ki skrbi za potek organizacije dela v laboratoriju in za vzdrževanje.

Teoretični del v diplomskem delu podaja opis pojmov o delovanju in varnosti v laboratorijih z omembo zakonov in standardov. V praktičnem delu je podana analiza obstoječega stanja, nato pa predlog novega stanja v dveh variantah z dodatnim opisom.

2 TEORETIČNI DEL

2.1 Vrste laboratorijev in varnostni predpisi

Laboratorije delimo na kemijske, mehanske in fizikalne.

Kemijski laboratoriji se ukvarjajo z raziskavami s področja biokemije, genetike, farmacije, medicine, veterine, zdravstva, analizne kemije itd.

Mehanski in fizikalni laboratoriji imajo sorodno dejavnost, saj vključujejo veliko področij v gradbeništvu, tekstilstvu, grafiki, visokih tehnologijah ipd. Mednje spadajo tudi dejavnosti, kot je npr. kalibracija za merilno tehniko, kjer se vzdržujejo nacionalni etaloni, ki so referenca za primerjavo testnih preizkušancev s predpisi, katerim mora ustrezati določen preizkušaneec. (1)

Vsak laboratorij mora ustrezati **varnostnim predpisom**. Imeti mora (1):

- ustrezne označbe prostora
 - označbe izhodov – smer rešitve,
 - pomembne telefonske številke,
 - oznake za nevarnosti,
 - laboratorijski red,
 - oznake za obvezno rabo varovalne opreme,
 - izobešen izvleček požarnega reda,
 - načrt evakuacije in
 - označena sredstva za gašenje;
- kontrolnik za laboratorij, ki vsebuje:
 - lokacije, opremljene s številko lokacije,
 - ime vodje laboratorija,
 - ime osebe, zadolžene za varnost, in
 - število oseb, zaposlenih stalno in občasno.

V kontrolniku laboratorija mora biti navedena tudi delovna oprema in vsa nevarna oprema, ki lahko škoduje zdravju uporabnika.

- označbe uporabe raznih snovi,

- popis izrednih dogodkov: S popisom izrednih dogodkov se zagotavlja varnost uporabnikov. Izredni dogodki so npr. nesreče, poškodbe ipd., zaradi katerih je nastala materialna škoda ali pa so se poškodovali ljudje, ki so bili neposredno prisotni pri delu v laboratoriju. Ti dogodki morajo biti zabeleženi, zato morajo zanje obstajati zapisniki, v katerih so navedeni vzroki in posledice nesreč, varnostni ukrepi, ki so bili izvedeni, da se kaj podobnega ne bi več dogajalo.

Del zagotavljanja varnosti so tudi **inšpekcijski pregledi**. Ti se opravljajo v sklopu rednih pregledov požarnovarnostnega inšpektorja, ki naredi zapisnik o požarni varnosti. Zapisnik mora vsebovati podatke o vrsti pregleda, mestu pregleda, datum, zaznamke pomanjkljivosti, ki se vpišejo tudi v kontrolnik za laboratorij. (1)

Laboratorij mora ustrezati **splošnim organizacijskim zahtevam**, kot so (1):

- naloge, pristojnosti in dolžnosti vseh, ki delujejo v laboratoriju,
- sistem obveščanja o nepravilnostih in nevarnih dogodkih,
- preizkusi usposobljenosti vseh za delo,
- medicinski pregledi zdravstvenega stanja osebja,
- periodični preizkusi opreme in delovnega okolja in
- ureditev ergonomskih zahtev.

Vzdrževanje laboratorija je pomemben del varnostnih predpisov, saj lahko zaradi pomanjkljivega vzdrževanja prihaja do nepotrebnih poškodb, zastojev ipd. Pri vzdrževanju laboratorijev je treba upoštevati naslednje zahteve (1):

- prehodi in izhodi morajo biti prosti,
- zaposleni morajo delovno opremo čistiti,
- električno inštalacijo morajo vzdrževati pristojne osebe in
- poskrbeti je treba za primerno razsvetljavo prostora.

Oprema v laboratorijih mora ustrezati naslednjim zahtevam (1):

- površine delovnih pultov morajo biti čiste, odporne proti kemikalijam in vodi ter odporne proti udarcem;

- delovni pulti morajo biti stabilni (to še zlasti velja za preizkuševališče, kjer so nameščeni aparati, ki potrebujejo stabilno podlago);
- laboratorij mora imeti tudi umivalnik s toplo in hladno vodo;
- razdalje med električno, plinsko in vodno napeljavo morajo ustrezati predpisom;
- prezračevanje mora biti urejeno (klimatska naprava).

Zahteve **varstva pri delu**, katerim morajo ustrezati laboratoriji, so zapisane v splošnih predpisih, navedenih v nadaljevanju (2):

- Splošna zakonska regulativa je podana v **Zakonu o varnosti in zdravju pri delu (ZVZD-1) (3)**: V 1. členu tega zakona so opisane splošne določbe delodajalca in delavcev v zvezi z ukrepi glede varnosti. Določeni so organi, ki so pristojni za varnost in zdravje. Minister za delo je pristojen za nadzor in izdajo ukrepov. Sam delodajalec pa mora v skladu z zakonodajo določiti ukrepe in pravilnike, ki se nanašajo na delovno mesto. Ta zakon in pripadajoči pravilniki so namenjeni preprečevanju poškodb na delovnem mestu. Vključuje tako rekoč vse delodajalce, ki morajo zagotoviti, da škodljivi vplivi ne presežejo dovoljenih mej.

Poleg ZVZD je za preizkuševališče smiselna uporaba naslednjih predpisov:

- **Pravilnik o varnosti in zdravju pri uporabi delovne opreme (4)**: Pravilnik vsebuje kar nekaj bistvenih elementov in obveznosti delodajalca in delavca, ki poskrbita, da je oprema brezhibna in varna za delo, še posebno če se taka oprema predeluje ali pa se ji spreminja funkcionalnost. Delovna oprema mora imeti priložena navodila za varno delo, imeti mora dostop do tehnične dokumentacije, namestitev mora biti varna, da pri delu ali premikanju ni nevarnosti poškodb za izvajalca. Zagotavljati mora, da je oprema, priklopljena na različne napeljave, kot so plin, voda, elektrika, visokotlačni sistem ipd., varno montirana. Kjer se uporabljajo visoke temperature, mora biti oprema ustrezno zavarovana in označena, da se preprečijo poškodbe. Enako velja tudi za delovno opremo, ki povzroča tresljaje. Oprema mora biti v tem primeru nameščena tako, da se tresenje čim bolj eliminira z oblaganjem, podlago ali drugimi sredstvi.
- **Pravilnik o osebni varovalni opremi, ki jo delavci uporabljajo pri delu (5)** Med *varovalno opremo* spadajo npr. halja, očala, rokavice in podobno, skratka vse, kar

lahko delavca varuje pred nevarnostmi. V preizkuševališču je varovalna oprema omejena predvsem na delovne halje.

- **Pravilnik o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih.** (6) Pravilnik določa, da mora delodajalec ob projektiranju delovnega mesta oz. prostorov poskrbeti, da so le-ti dimenzionirani in oblikovani tako, da je delo varno. To z drugimi besedami pomeni:
 - upoštevanje varnih prehodov skozi prostor med posameznimi delovnimi mesti, kjer se nahaja merilna in druga delovna oprema;
 - stabilnost in trdnost delovnih miz, na katerih se nahaja oprema;
 - namestitev elektroinštalacij tako, da neposredno ne ogrožajo delavcev oz. ne pomenijo tveganja požarov ali poškodb;
 - da mora prostor vsebovati naprave za javljanje požara;
 - dobro označene in prehodne evakuacijske poti;
 - dostopnost opreme za gašenje požara;
 - naravno ali umetno prezračevanje; delodajalec mora zagotoviti, da se prezračevalne naprave redno čistijo in redno vzdržujejo (to velja predvsem za klimatske naprave); to je delno povezano tudi s samo temperaturo in vlago v delovnem okolju; pravilnik predpisuje, da relativna vlaga v prostoru ne sme biti nižja od 30 odstotkov, medtem ko je priporočljiva okoli 65-odstotna; temperatura mora biti okoli 21 °C, ne sme pa biti nižja od 19 °C;
 - ustrezno osvetlitev prostora; to pomeni, da mora biti zagotovljena naravna svetloba; če naravne svetlobe ni, mora delodajalec zagotoviti dodatno osvetlitev samega delovnega mesta;
 - primernost izbire negorljivih materialov za tla, stene in strop.
- Za preizkuševališče sta zanimiva tudi **vpliva iz okolja, tj. vibracije in hrup**, katerih mejne vrednosti podajata **Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu (7)** in **Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti vibracijam pri delu (8)**. V fizikalnih in mehanskih laboratorijih so pogost problem vibracije in hrup, še zlasti če je merilna tehnika glasna oz. pri poizkusih povzroča določene moteče zvoke in tresljaje. Ti lahko nastajajo periodično, enakomerno ali v intervalih, kar je za izvajalca meritev

lahko zelo moteče, če je dolgo prisoten na takem delovnem mestu. V preizkuševališču je občasno prisoten neprijeten hrup nekaterih aparatov in visokotlačne zračne napeljave, na katero so vezani nekateri aparati, ki delujejo s pomočjo komprimiranega zraka. Oba zgoraj navedena pravilnika podajata nekatere mejne vrednosti hrupa/vibracij ter določata ukrepe za njuno odpravo ali zmanjšanje, mejne vrednosti, dovoljena odstopanja, omejitve izpostavljenosti in zdravstveni nadzor.

- **Toplotno delovno okolje** je okolje, v katerem se delavec dobro počuti ne glede na zunanje temperature. Dolžnost delodajalca je, da po pravilniku o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih (6) zagotovi delovne razmere, ki ustrezajo biološkim potrebam delavca in ki so prilagojene fizičnim obremenitvam in naravi dela. Izjema so lahko le tista delovna mesta, kjer je narava dela taka, da se ni mogoče izogniti temperaturnim ekstremom. Parametre toplotnega okolja (okoljska temperatura v delovnem prostoru, gibanje zraka, temperatura sevanja določene opreme ali aparatov itd.) merimo z različnimi napravami, kot so npr. Assmannov psihometer za določanje relativne vlažnosti zraka, anemometer za merjenje gibanja zraka v prostoru, globusni termometer, s katerim merimo temperaturo sevanja, itd. Poleg omenjenih parametrov sta v prostoru pomembna tudi fizična aktivnost posameznika in uporaba oblačila, v katero je oblečen. Najprimernejši ukrep za ugodno delovno temperaturo je vsekakor dotok svežega zraka, ki ga dobimo s prezračevanjem oz. ustrezno klimatsko napravo. (2, 10)
- Poleg hrupa, vibracij in mikroklima na delavca v določenem okolju vplivajo tudi **osvetlitev**, **škodljivi plini** (9), **pare in prah**. Razen osvetlitve ni drugih negativnih vplivov na uporabnike preizkuševališča. Osvetlitev pripomore k dobremu počutju med delom, tudi v preizkuševališču. V laboratoriju, kjer se izvajajo analize, ki zahtevajo natančnost merjenja in kontrole nad preizkušanci, sta zelo pomembna vrsta svetlobe (naravna, umetna) in način osvetlitve (difuzna ali usmerjena svetloba). Pri pravilni osvetlitvi je pomembno upoštevati osvetljenost objekta, kontrast in način osvetlitve. Normativi za pravilno osvetlitev delovnega mesta so podani v preglednici 1. Splošno priporočilo je, da svetloba pada pod kotom, večjim od 30°, od leve strani zgoraj. Glede na izkušnje ocenjujemo, da bi za preizkuševališče bila primerna tako difuzna kot tudi direktna osvetlitev.

Preglednica 1: Primer normativa za osvetljenost delovnega mesta (11)

ZAHTEVE (primeri)	Dnevna razsvetljava [lx]	Umetna razsvetljava	
		Žarnica z žarilno nitko [lx]	Fluorescenčna žarnica [lx]
Zelo majhne (skladišča, veže)	30	-	-
Majhne (stopnišča, kopalnice)	50	-	-
Srednje (delavnice za nezahtevno delo)	80	150	300
Velike (kontrola kakovosti)	150	300	600
Zelo velike (knjižnice, fina dela)	300	600	1.000
Izredno velike (zelo natančna dela)*	-	> 1.000	> 1.000

* Za zelo natančna dela imamo še dodatno osvetljenost delovnega mesta.

Z upoštevanjem navedenih predpisov in priporočil glede delovnega okolja se v laboratorijih zagotovi nemoteno izvajanje dela, predvsem pa človeku prijazno delovno okolje.

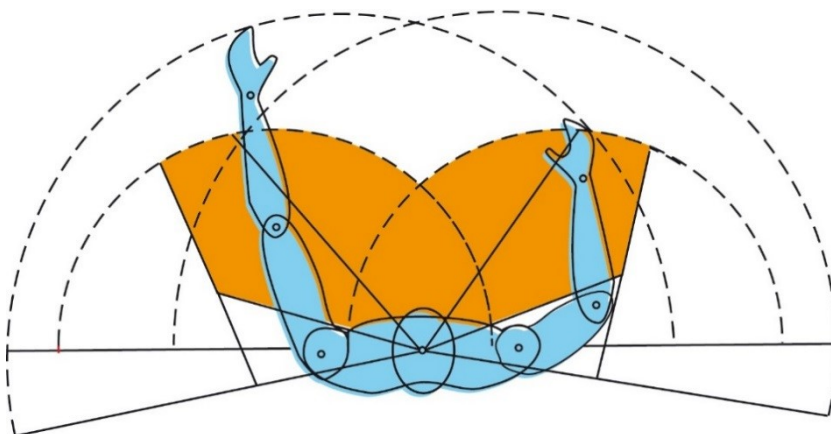
2.2 Ergonomija

Ergonomija je veda, ki se ukvarja s prilagoditvijo delovnega okolja uporabniku. Uporablja se na vseh področjih. Ukvarja se z načrtovanjem interakcije med uporabnikom in opremo ter prilagoditvijo delovnega mesta uporabniku. Je veda, ki temelji na teoriji, načelih, podatkih in metodah oblikovanja delovnega okolja za čim boljše počutje ljudi. Namen ergonomije je doseči dva cilja: zagotavljanje zdravja ljudi in povečanje produktivnosti. Za dobro oblikovano delovno mesto v ergonomskem pomenu je treba poznati več področij, kot npr. fiziologijo, industrijsko oblikovanje, psihologijo itd. (2)

Področje ergonomije zajema **antropometrijo**, to je oblikovanje delovnega mesta glede na človekove mere in vrste gibov, ki jih izvajalec opravlja v stoječem, sedečem ali kombiniranem položaju. Prvi del oblikovanja, pri katerem merimo telesne mere delavca, imenujemo **statična antropometrija**. Drugi del oblikovanja, ko statično antropometrijo dopolnimo s podatki gibanja delavca pri delu in zavzemanjem novih položajev, pa imenujemo **dinamična antropometrija**. Dinamična antropometrija je bistveno zahtevnejša

od statične, saj je treba upoštevati gibanje delavca v določenem delovnem prostoru. Pri tem upoštevamo tri gibalna območja (2):

- **Gibalno območje glave** (premik glave v levo ali desno naj bi bil od 50 do 52°, pri pogledu navzgor (navzdol) največ 45° (40°).
- **Gibalno območje rok:** Funkcionalne prijemalne površine določimo s krožnim lokom okoli vzdolžne osi telesa posamično za desno in levo roko. Delavec se lahko nagne za 15° levo ali desno, če ti gibi niso prepogosti (vklop ali izklop stroja ipd.), sicer naj bodo predmeti v dosegu rok brez nagiba trupa. Deli telesa morajo biti predvsem pri dolgotrajnih ali pogosto ponavljajočih se telesnih položajih v **optimalnih medsebojnih kotih**, zato naj bosta med delom **nadlakti prislonjeni ob telo**. Izjema so fina dela, kjer je delovna višina višja, ergonomsko neugodna pa je zato tudi lega nadlakti, ki sta od telesa odmaknjeni. V tem primeru se priporočajo gibljive opore za roke.



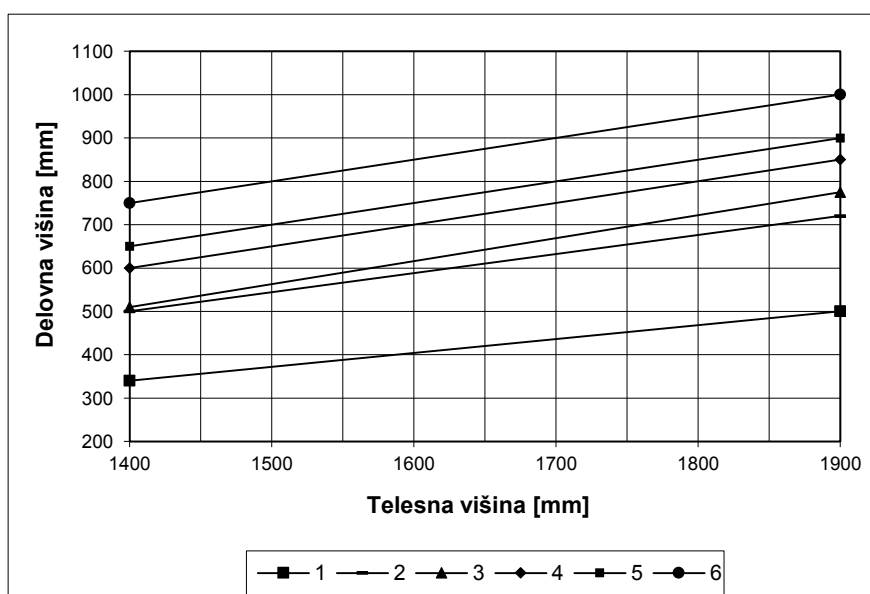
Slika 1: Prikaz položaja delovnega območja rok v sedečem ali stoječem položaju (2)

- **Gibalno območje nog:** Pomembno je predvsem tedaj, ko delavec uporablja stopalke ali nožna stikala. Pri nožnih stikalih mora biti dvig noge najmanjši (nožna stikala, na katera delavec pritiska z višine navzdol) oz. se mora peta dotikati tal, če delavec pritiska na stopalko s prsti.

Delavec lahko na delovnem mestu sedi ali stoji, lahko pa tudi leži, kleči ali je sklonjen. Odvisno od delovne naloge in obremenjenosti delavca pri delu se odločimo za ustrezen **delovni položaj**:

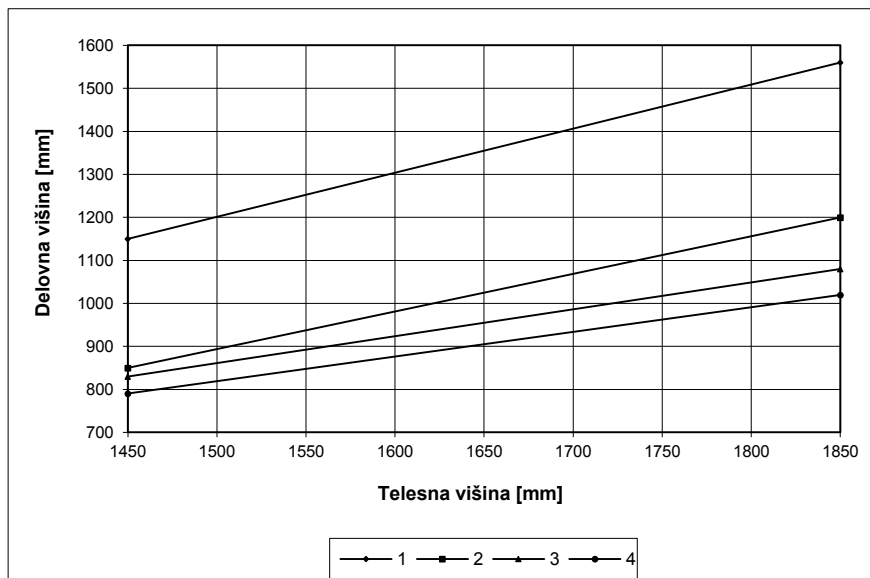
- na delovnih mestih, kjer delavec opravlja dolge gibe telesa ali rok ali kjer deluje z veliko silo, naj delavec delo opravlja stoje,
- na delovnih mestih, kjer delavec opravlja natančna dela in potrebuje "mirno roko", pa delavec delo opravlja sede. (2)

Poraba energije je največja v sklonjenem položaju (60–80 %), nekoliko manjša v klečečem položaju (30–40 %), stoječem položaju (8–10 %) in najmanjša v sedečem položaju (3–5 %). S fiziološkega vidika je bolje, da delavec pri delu sedi, saj je obremenjenost manjša kot pri delu stoje, kjer nabiranje krvi v nogah moti krvni obtok in povzroči krčne žile. Seveda pa tudi dolgotrajno sedenje ni priporočljivo, saj pride do zastajanja krvnega obtoka in težav pri prebavi. Delavec naj torej, če se le da, opravlja delo izmenjaje – stoje in sede – kombinirano delovno mesto. To je še posebej zaželeno tam, kjer je za delo potrebna določena pazljivost. Z izmenjevanjem položaja delavec ohranja pazljivost. Za opis delovnega mesta pri sedečem položaju si pomagamo s štirimi dimenzijami (slika 2): delovno višino, višino sedeža, delovnim območjem rok in delovnim območjem nog. (2) Za opis delovnega mesta pri stoječem položaju si pomagamo s tremi dimenzijami (slika 3), in sicer delovno višino, delovnim območjem rok in delovnim območjem nog.



Slika 2: Delovna višina pri delu sede glede na telesno višino (2)

(1 – sedežna višina, 2 - prostor za noge pod mizo, 3 – zmerno težko telesno delo, 4 – lahko telesno delo, 5 – natančno delo, 6 – zelo natančno delo)



Slika 3: Delovna višina pri delu stoje glede na telesno višino (2)

(1 – informacijske in komandne naprave, 2 - lahko telesno delo, 3 – zmerno težko telesno delo, 4 – težko delo)

2.3 Splošne zahteve za preizkuševalne in kalibracijske laboratorije

Mednarodni standard SIST EN ISO/IEC 17025 (12) vključuje splošne zahteve usposobljenosti laboratorijev za izvajanje preizkusov in kalibriranja merilnih instrumentov. To vključuje uporabo standardiziranih in nestandardiziranih metod. Uporaben je za razvoj kakovosti administrativnih in tehničnih sistemov. Laboratorij, ki deluje na podlagi tega standarda, ustreza zahtevam ISO 9001 (13) tedaj, ko gre za kombinacijo standardnih in nestandardnih metod oz. ISO 9002 (14), ko gre za uporabo le standardnih metod. Skladno z omenjenim standardom mora laboratorij:

- upoštevati zahteve za vodenje, sistem kakovosti, obvladovanje dokumentov, pregledovanje zahtev in ponudb skupaj s strankami;
- nabavljati materialna sredstva za nemoteno vodenje procesa;
- sodelovati s strankami;
- izvajati nadzor nad preizkušanjem;
- izvajati korektivne in preventivne ukrepe;

- analizirati vzroke napak;
- voditi tehnične zapise o vsem dogajanju v laboratoriju;
- izvajati notranje presoje, da ugotovi ustreznost dela v laboratoriju;
- ugotavljati tehnične zahteve za pravilnost in zanesljivost preizkusov;
- za osebje, ki izvaja teste, mora vodstvo zagotoviti vso ustrezno opremo, strokovno izobraževanje, izpopolnjevanje itd.;
- ustrezati tako varnostnim zahtevam glede opreme, prehodov, primerne svetlobe, klime, barv itd. Splošen ambient oz. interjer je vsekakor lahko vzrok, da se človek, ki dela v takem okolju, dobro počuti in s tem pripomore k boljšim rezultatom dela in kakovosti opravljenega dela. Zato je naš primarni cilj urediti in ga prostorsko oblikovati tako, da bo prijeten za vsakogar, ki bo deloval v tem prostoru.

Vse našteje dejavnike bomo v nadaljevanju poizkušali v čim večji meri upoštevati tudi pri oblikovanju preizkuševališča.

3 PRAKTIČNI DEL

Preizkuševališče na Oddelku za tekstilstvo, grafiko in oblikovanje je prostor, namenjen izobraževanju študentov grafičnega, tekstilnega in oblikovalskega področja. Med študijem omenjenih smeri se študenti podrobno seznaniijo z metodami preizkušanja, ki so namenjene ugotavljanju skladnosti s standardi in predpisi. Seznaniijo pa se tudi s samimi materiali, s katerimi se pozneje srečajo pri svojem delu, z izvajanjem analiz, vaj, diplomskih nalog in drugega raziskovalnega dela. Namen diplomskega dela je v preizkuševališču nakazati prostorske rešitve, ki so skladne z ergonomskimi in varnostnimi načeli.

Praktični del diplomskega dela je razdeljen v dva dela. Prvi del je namenjen analizi obstoječega stanja, v drugem delu pa so podane rešitve o preureditvi preizkuševališča.

3.1 Uporabljene metode

Analiza **obstoječega stanja** zajema:

- **florisni izris** obstoječega stanja, izdelan v ArchiCad - ver.18 (Graphisoft);
- **opis merilnih naprav/aparatov ter ergonomski in tehnični vidik** dela na napravah/aparatih;
- **oceno gibalnega udobja po Corlettu**. V sklopu te analize smo izvajalcem meritev na razporejenih in označenih delovnih mestih razdelili obrazec Ocene gibalnega neugodja po Corlettu (priloga A), na katerem so označeni predeli na telesu in lokacija na telesu, kjer so čutili neudobje ali celo bolečino glede na stopnjo njene intenzitete. Lokacijo oz. stopnjo bolečine ali neugodja so razvrstili po intenziteti. Tako smo dobili oceno o neugodnih položajih na delovnih mestih ter se na podlagi teh ugotovitev odločili o morebitnih izboljšavah na delovnih mestih. Rezultate analize Corlett smo podali opisno pri posameznih merilnih aparatih.
- **oceno toplotnega udobja**. Temperaturno okolje je pomemben dejavnik za ugodno delo v prostoru. Določimo ga lahko z oceno toplotnega udobja, ki jo izvedemo s pomočjo obrazca (priloga B), v katerem so v kvadrantih, ki pomenijo posamezne dele preizkuševališča, navedena delovna mesta. Izvajalci meritev med preskušanjem v ustrezne kvadrante, v katerih izvajajo delo, vpišejo oceno toplotnega ugodja s sedemstopenjsko toplotno lestvico: od (-3) mrzlo do (+3)

vročje. Analiza je sicer subjektivna, vendar pa lahko z dobljenimi rezultati vseeno ugotovimo topla in hladna območja v prostoru. V analizo so bili vključeni študenti in nekateri zaposleni. Rezultati toplotne analize so podani v poglavju 2.3.1.

Predlog **novega stanja** zajema:

- **tlorisne izrise** predlaganih variant prostorske preureditve, izdelane v ArchiCad - ver.18 (Graphisoft);
- **3D izrise** predlaganih variant, izdelane v ArchiCad - ver.18 (Graphisoft) in Blender 2.73;
- **opise** posameznih elementov (pohištvo, pregradne stene, tla itd.),
- **predloge** električne napeljave, vodovodne napeljave, interneta itd.

3.2 Analiza obstoječega stanja

Analiza obstoječega stanja je bila izvedena celostno, glede na celoten delovni prostor - preizkuševališče in posamično za delovna mesta (opis delovnih sredstev in pripomočkov, delovne razmere, vplivi iz okolja, ergonomija itd.). Pri tem je treba dodati naslednje:

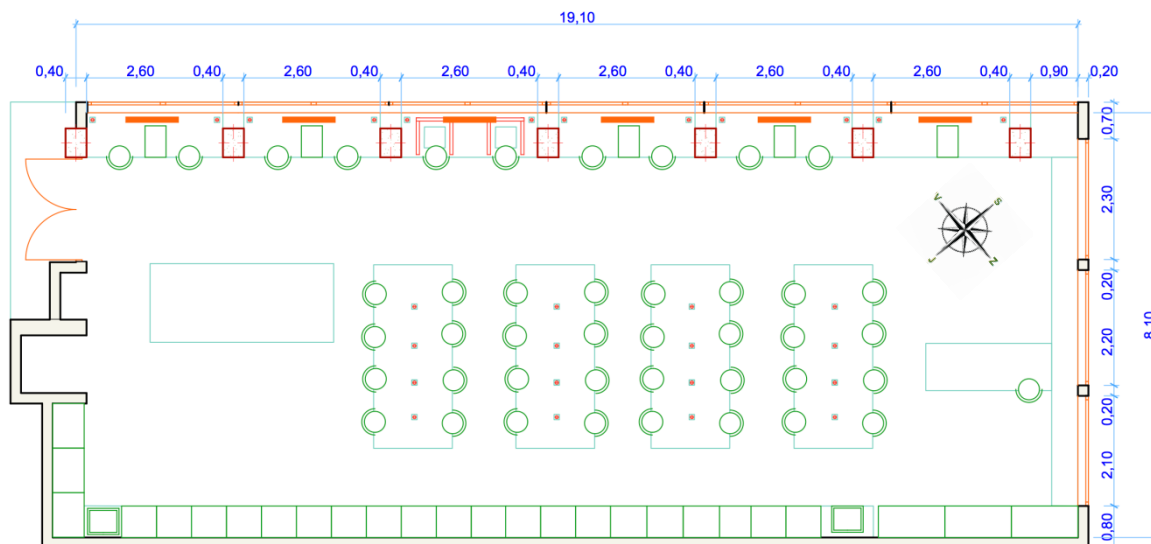
- V preizkuševališču delajo študenti, zunanji izvajalci in zaposleni na Oddelku za tekstilstvo, ki jih je iz varnostnih razlogov treba nadzorovati ter predhodno obvestiti o naravi dela in nevarnostih pri delu. Temu problemu se do zdaj ni namenjala pozornost, zato ga bo treba urediti v okviru prenove.
- V preizkuševališču ni splošnih navodil za delo. Aparati in naprave so sicer opremljeni z nalepkami za nevarnosti, ki uporabnikom grozijo pri delu z dotičnim aparatom: npr. oznake za nevarnost opeklin, nevarnost električnega šoka ali mehanska nevarnost, kot so stiski in podobno. Podrobna navodila najdemo v splošnih pravilnikih o varnosti pri delu v laboratoriju.
- Nekatere merilne naprave bi bilo treba odstraniti, nekatere pa zamenjati z novimi oz. jih po potrebi dopolniti. V času izdelave diplomskega dela so bili nekateri stari aparati zamenjani z novimi, kar bo razvidno v nadaljevanju.

V nadaljevanju so pri posamičnem opisu delovnih mest in delovnih sredstev predlagane ustrezne rešitve ali izboljšave tako v ergonomskem kot tudi v tehničnem pogledu.

3.2.1 Tloris in opis obstoječega prostora

Na (sliki 4) je prikazan tloris obstoječega stanja preizkuševališča.

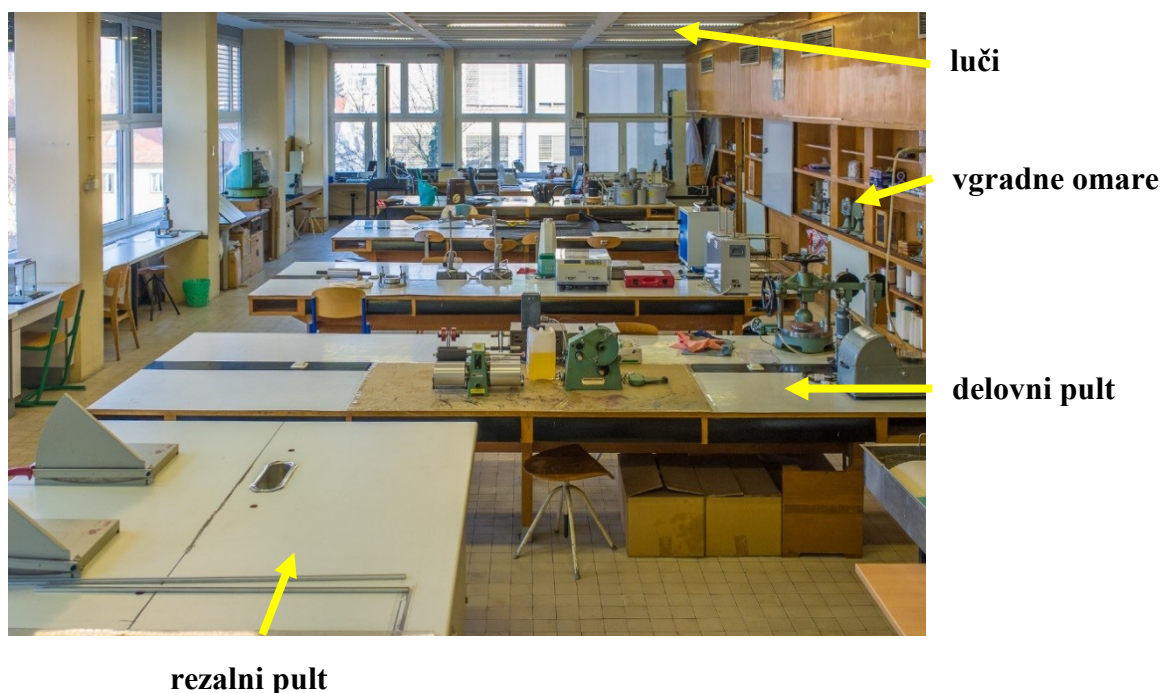
ARCHICAD EDUCATION VERSION
GRAPHISOFT



Slika 4: Prikaz obstoječega tlorisa preizkuševališča

Iz tlorisa s podanimi glavnimi dimenzijami (slika 4) in posnetkov (slika 5) v nadaljevanju je razvidno, da je preizkuševališče sestavljeno iz naslednjih osnovnih elementov:

- Območje rezalnega pulta pri vhodu in štirih delovnih pultov, ki stojijo prečno na prostor. Vsak pult ima na vsaki strani po štiri stole.
- Po vsej dolžini so na notranjem delu nasproti oken razporejene predelne omare, na nasprotni strani pri oknih pa so med nosilnimi stebri umeščeni delovni pulti s po dvema stoloma.
- Na severozahodnem delu preizkuševališča so nameščene police in pisalna miza, ki je postavljena pravokotno na police in okna.
- Po vsej dolžini in na severozahodnem delu so razporejena velika okna, s čimer je zagotovljena naravna svetloba za tista dela, pri katerih ni potrebna velika natančnost. V nasprotnem primeru zahtevajo delovna mesta dodatno osvetlitev.



Slika 5: Obstoječe stanje v preizkuševališču

Klimatizacija prostora: Prostor ima napeljan klimatizacijski sistem, ki pa zaradi dotrajanosti in starosti že nekaj let ne deluje več. *Analiza toplotnega okolja* med uporabniki preizkuševališča je pokazala, da je v prostoru predvsem v poletnih mesecih precej toplo. Visoke ocene (med +1 in +3), ki označujejo (pre)toplo delovno okolje, so bile postavljene za delovna mesta ob oknih, kjer je še posebej toplo, nekoliko nižje (od 0 do +1) pa v notranjosti prostora. Ker klimatizacije v prostoru ni, temperatura v poletnih mesecih

po navadi preseže dovoljene vrednosti, prav tako relativna vlažnost, zato se preizkušanja v takšnem prostoru ne izvajajo po predpisanih standardih, rezultati pa so temu primerno neustrezni ter neskladni z rezultati, ki jih dobimo s preizkušanjem v zimskih mesecih. Medtem ko so so določena odstopanja v rezultatih pri študentskih vajah zanemarljiva, pa to ne velja pri raziskavah, ki se izvajajo za tuje naročnike ali raziskave. Ker se morajo nekatera preskušanja izvajati v klimatiziranem okolju v standardni atmosferi, bi bilo dovolj, da bi bil v preizkuševališču zaprt klimatiziran prostor, v katerem bi se izvajala samo določena preizkušanja.

3.2.2 Delovni pulti in predelne omare

Dimenzije **delovnih pultov med stebri** (slika 6) so 50 cm x 260 cm, niso v višini okenske police ter vsebujejo prazen neizkoriščen del med samim pultom in okensko polico v širini 23 cm. To pomeni neracionalno izrabo delovne površine. Sedanja višina omenjenih pultov je 73 cm, predvidena višina po obnovi bi bila v višini okenske police, in sicer 77 cm, ter bi bila še vedno ergonomsko ustrezna. Na nekaterih mestih med stebri so postavljene samostojne mize drugačnih dimenzij, ki so bile dodane pozneje. Vtičnice za elektriko so nameščene v zidovih med stebri pod pulti, kar onemogoča ugodno priklapljanje aparatov na električni tok. Optimalna namestitev vtičnic bi bila na pultu, v zadnjem delu proti oknu na levi in desni strani in poravnana z delovno površino. Takšna namestitev vtičnic omogoča hitrejši dostop in izklop v primeru nevarnosti.



Slika 6: Delovni pult med stebri



Slika 7: Veliki delovni pulti

Veliki delovni pulti (slika 7) so večjih dimenzij, in sicer 147 cm x 420 cm. Delovna višina pultov je 76 cm. Vsi veliki delovni pulti imajo ergonomsko neugodno nameščene predale, ki segajo prenizko, zato uporabnike motijo pri sedenju.

Rezalni pult (slika 8) ima naslednje dimenzije: $d \times š \times v = 360 \text{ cm} \times 160 \text{ cm} \times 90 \text{ cm}$. Ker se ob rezalnem pultu dela stoje, je temu ustrezna tudi delovna višina. Na rezalnem pultu so nameščeni trije rezalniki, od tega en večji za rezanje do formata A2, medtem ko sta druga dva namenjena rezanju manjših formatov A4. Na enem delu tega pulta je položena posebna prozorna podlaga za rezanje papirja. Pult je opremljen tudi z ravnili in drugimi pripomočki, ki so potrebni za rezanje različnih vrst papirja.

Ergonomski vidik: Delovna višina in površina povsem ustrezata namenu, zato kakšne posebne izboljšave niso potrebne. **Tehnični vidik:** Pokrpati bi bilo treba luknje v osrednjem delu pulta, ker motijo pri premikih in obdelavi večjih papirnatih pol. Druga rešitev je izdelava novega pulta pri obnovi celotnega laboratorija. Za razrez večjih pol papirja bi bilo smiselno izdelati poseben nastavek, ki bi se uporabljal kot držalo, na katero bi namestili rolo s papirjem in bi jo med razrezom tudi sproti odvijali.



Slika 8: Rezalni pult



Slika 9: Predelne omare

Predelne omare (slika 10) so razporejene po vsej dolžini laboratorija, to je na dolžini 19 m. Glede na njihovo obliko so povsem neizkoriščene. V teh omarah so nameščene razne torzijske tehtnice, pribor za merilne instrumente, nekateri starejši aparati ali njihovi deli ter nekaj papirja, navitki in podobno.

3.2.3 Obstoječa delovna sredstva – aparati in naprave

3.2.3.1 Komore za kondicioniranje in shranjevanje

V neposredni bližini rezalnega pulta je nameščena **komora za kondicioniranje**. Komora (slika 10) je namenjena kondicioniranju vzorcev v ustreznih razmerah.



Izdelovalec: IZR Škofja Loka

Leto izdelave: 2004

Tip: EPZ

Serijska št. 6043

Slika 10: Kondicionirna komora

Ergonomski vidik: Komora zahteva delo v stoječem položaju. Komandna plošča kondicionirnega dela komore ustreza načinu dela in delovnim razmeram. V ospredju ima komandno ploščo, ki je ustrezno pregledna. **Tehnični vidik:** Ustreznejša bi bila komora manjših dimenzij, saj obstoječa zavzema precejšen del prostora, njeno prestavljanje pa je oteženo zaradi velike teže.

Shranjevalni del komore (sliki 11 in 12) mora dobro tesniti in biti izoliran. Modela komore, ki sta prikazana na slikah 11 in 12, se uporabljata kot dopolnilo kondicionirni komori. Ti dve komori imata naslednje dimenzije: dimenzije komore na sliki 11 so $g \times š \times v = 80 \text{ cm} \times 90 \text{ cm} \times 110 \text{ cm}$, dimenzije komore na sliki 12 pa $g \times š \times v = 60 \text{ cm} \times 40 \text{ cm} \times 85 \text{ cm}$. Instronova komora na sliki 12 lahko deluje tudi samostojno, z lastno nastavitvijo temperature segrevanja do 250°C oz. hlajenja, pri čemer potrebuje dodatno opremo, kot je na primer jeklenka s tekočim dušikom, s katero lahko ustvarjamo nizke temperature pri testiranju.

Ergonomski vidik: Pri komorah je pomembna višina, pri kateri vlagamo vzorce v notranjost. Glede na to, da to po navadi naredimo v stoječem stanju, bi morale biti komore na takšni višini, da je vlaganje preprosto in neovirano. Tako je tudi v našem primeru.

Tehnični vidik: Zelo dobrodošla bi bila ureditev nekaterih cevnih adapterjev za lažjo kombinacijo preklapljanja omenjenih komor na osnovno kondicionirno komoro (slika 10), kar bi pripomoglo k hitrejši in lažji menjavi.



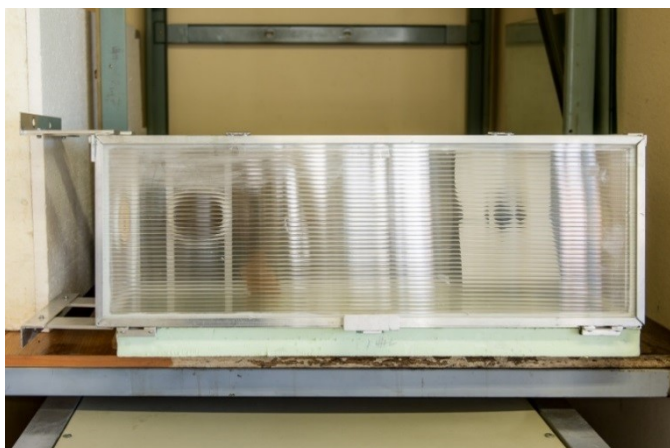
Izdelovalec: INSTRON

Leto izdelave: 2004

Tip: 3119-409-22

Serijska št. -

Slika 11: Komora za kondicioniranje – Instron



Izdelovalec: ODDELEK ZA
TEKSTILSTVO, GRAFIKO IN
OBLIKOVANJE

Leto izdelave: 2004

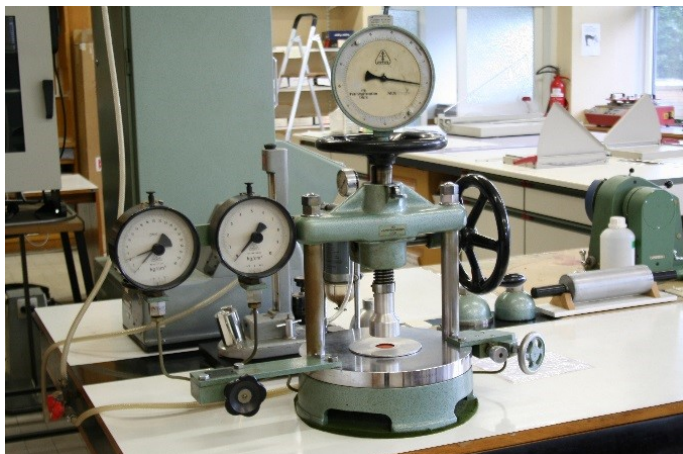
Tip: -

Serijska št. -

Slika 12: Komora za kondicioniranje, izdelana na Oddelku za tekstilstvo, grafiko in oblikovanje

3.2.3.2 Aparat za razpočno trdnost

Na aparatu (slika 13) se preizkušajo tekstilni in grafične materiale. Meri se sila razpočenja oz. specifičen tlak v trenutku razpočenja ter višina ob razpočenju.



Proizvajalec: VEB

ERKSTOFFPRUFMASCHINEN

Leto izdelave: ni podatka

Tip: ni podatka

Serijska št.: ni podatka

Slika 13: Aparat za razpočno trdnost.

Ergonomski vidik: delo na tem aparatu poteka v nekoliko neugodnem stoječem položaju. Aparat ima dva vrteča se kolesa s katerima si izvajalec pomaga vpenjati preizkušanece. Vrtenje teh koles je precej naporno, kar ob velikem številu meritev pomeni precejšnjo obremenitev za ramenske sklepe in zapestje. Na samem aparatu bi težko izvedli kakšno posebno izboljšavo v ergonomskem smislu, saj konstrukcija aparata ne omogoča izvedbo sprememb. **Tehnični vidik:** Naprava sama ne omogoča natančnejšega merjenja, saj je zaključek meritve zelo odvisen od izvajalca samega, torej od hitrosti reakcije posameznika na zapiranje ventila dovedenega komprimiranega zraka. Morda bi v tem primeru bila mogoča namestitve avtomatskega zapirala za dovod zraka in blokade kazalcev. Na ta način bi se po opravljeni meritvi ob razpočenju kazalca za tlak in vzbočeno višino avtomatsko ustavila.

V času izdelave diplomskega dela je prišlo do okvare merilnika vzbočene višine. Zaradi tega razloga in ostalih navedenih smo začeli razmišljati o nakupu novega aparata.

3.2.3.3 Aparat IGT za merjenje cepilne hitrosti papirjev

Na IGT aparatu (slika 14) se izvajajo meritve cepilne hitrosti papirjev, kar pomeni da na podlagi priloženih tabel ugotavljamo zmožnost hitrosti tiskanja določenega grafičnega materiala ter navzemanja tiskarske barve (oleofilnost, oleofobnost).



Proizvajalec: IGT

Leto izdelave : ni podatka

Typ: 1406 S 1251

Serijska št.: ni podatka

Slika 14: Aparat IGT za določanje cepilne hitrosti papirjev.

Ergonomski vidik: delo na tem aparatu poteka v stoječem položaju, zaradi česar se ob dolgotrajnejših merjenjih pojavljajo bolečine v vratu, ramenih in križnem predelu. Glede na omenjeno bi bilo smotrno aparat postaviti na nekoliko višjo delovno površino z možnostjo sedenja na kombiniranem stolu. Pri oceni po Corlettu je bila dodana opomba, da je aparat nekoliko hrupnejši, kar je motilo uporabnike aparata. **Tehnični vidik:** Obstajajo digitalizirane izvedbe aparata, pri katerih je doziranje barve na valje kontrolirano. Ostale funkcije se opravljajo enako. Ta rešitev bi bila ugodna predvsem z vidika racionalizacije postopka dela in hitrejšega pristopa, saj ni potrebna dozirna injekcija, niti neposreden stik in upravljanje z barvo.

3.2.3.4 Aparat za določanje dolžinske mase bombažnih vlaken MICRONAIR DPM 60

Aparat s pripadajočo tehtnico (slika 15) se uporablja za določanje dolžinske mase bombažnih vlaken.



Proizvajalec: SHEFFIELD

Leto izdelave: 1950

Tip: DPM 60

Serijska številka: 1229

Slika 15: Aparat za določanje dolžinske mase bombažnih vlaken MICRONAIR DPM 60 s kalibrirno tehtnico za iztehto konstantne mase bombažnih vlaken.

Ergonomski vidik: Delo na tem aparatu poteka v stoječem položaju. Odčitavanje je zaradi nizkega položaja aparata oteženo. Poleg tega je aparat postavljen nasprotno od okna, zaradi česar pogosto prihaja do bleščanja. Delovna višina je neustrezna, saj se je pri merjenju potrebno sklanjati. Tak položaj telesa je neugoden za izvajalca meritev. Predlaga se višja delovna površina ter premik aparata v bolj ugoden predel laboratorija. Ročico za odpiranje in zapiranje dovoda zraka bi nadomestili z enostavnejšim ventilom, predvsem pa z ventilom, ki se lažje odpira, da bi delo potekalo enostavneje. **Tehnični vidik:** Tudi ta aparat bi bilo potrebno posodobiti v tehničnem smislu, čeravno obstajajo podobni modeli še danes. Lahko bi predlagali nekaj tehničnih izboljšav kot je zamenjava ventilov, digitalno odčitavanje, kontrolirani dovod zraka itd.

3.2.3.5 Aparat za merjenje dolžinske mase vlaken VIBROSKOP S 150 ZWEIGLE

Aparat (slika 16) se uporablja za določitev dolžinske mase vlaken.



Proizvajalec: ZWEIGLE KG

Leto izdelave: 1974

Tip: S 150

Serijska številka: 127

Slika 16: Aparat za merjenje dolžinske mase vlaken.

Ergonomski vidik: Delo poteka v sedečem položaju. Ob dolgotrajnejšem merjenju in opazovanju vlaken skozi posebno steklo prihaja do velike obremenitve vida, poleg tega pa so opazne bolečine v vratnem predelu hrbtenice. Predlagano je, da naj bi se vpenjalni del za vlakna postavil v višino oči. S tem bi izboljšali držo izvajalca meritve, ergonomski položaj pa bi bil ugodnejši. **Tehnični vidik:** Izboljšave so potrebne na optičnem delu aparata, kjer se opazujejo vlakna skozi stekleno okence. Priporočljivo bi bilo tudi vpeljati digitalizirano skalo za odčitavanje meritev.

3.2.3.6 Aparat za merjenje zračne prepustnosti MESDAN

Aparat (slika 17) se uporablja za merjenje zračne prepustnosti tekstilnih izdelkov.



Proizvajalec: MESDAN

Leto izdelave: 2014

Tip: 3240B

Serijska številka: 4116

Slika 17: Nov aparat za merjenje zračne prepustnosti

Ergonomski vidik: Delo poteka v stoječem položaju. Pri analizi gibalnega neugodja po Corlettu je bilo ugotovljeno, da delo na tem aparatu povzroča bolečine v nogah zaradi stoječega položaja, manjše bolečine pa so bile zaznane tudi v vratu in ramenih. Glede na oceno, bi bilo treba aparat namestiti na nekoliko nižjo delovno površino, poleg katere bi lahko dodali kombiniran stol z regulacijo višine. **Tehnični vidik:** Ker je aparat nov, popolnoma ustreza tehničnim standardom, ima možnost zajema podatkov na računalnik, je preprost za uporabnika. Predlagani sta zamenjava ročice za regulacijo tlaka z okroglim gumbom, predvsem zaradi lažjega rokovanja, in zamenjava položaja prikazovalnika funkcij za boljši pregled stanja med meritvami. Sedanji vertikalni položaj ne omogoča enostavnega pogleda, razen tedaj, ko je pogled na prikazovalnik usmerjen pravokotno nanj, kar pri dolgotrajnejšem delu povzroča bolečine v križu zaradi neugodnega položaja telesa. Priporočljiv bi bil prikazovalnik pod kotom 45 stopinj, s čimer bi ohranili ugoden položaj telesa med meritvami.

3.2.3.7 Aparat za merjenje hrapavosti BENTSTEN 3500

Na aparatu Bentsen (slika 18) se izvajajo meritve hrapavosti površin grafičnih izdelkov oz. papirjev in meritve poroznosti.



Proizvajalec: PTI ZEHNTNER

Leto izdelave: 2004

Tip: 33502.L000

Serijska številka: 53.012

Slika 18: Aparat za merjenje hrapavosti BENTSTEN 3500

Ergonomski vidik: Delo na aparatu poteka v sedečem položaju. Med preskušanjem se pri izvajalcu pojavijo bolečine v vratu, ramenih in križu, sicer pa sama izvedba meritev za izvajalca ne pomeni posebnih obremenitev, kot je bilo ugotovljeno z analizo po Corlettu. Sam aparat ne povzroča hrupa, delo z njim je preprosto. **Tehnični vidik:** Aparat je novejšega datuma, tehnično ustrezno izpopolnjen. Po konstrukciji je manjših dimenzij, zato ga je mogoče premakniti, če je potrebno. Ne povzroča težav niti z ergonomskega niti s tehničnega vidika.

3.2.3.8 Aparat za merjenje sijaja GLOSSMETER ZGM 1022

Z aparatom Glossmeter (slika 19) se meri sijaj papirja po principu odbite svetlobe od površine.



Proizvajalec: PTI ZEHNTNER

Leto izdelave: 2004

Tip: 40760.Z275

Serijska številka: 391022997

Slika 19: Aparat za merjenje sijaja GLOSSMETER ZGM 1022

Ergonomski vidik: Naprava omogoča delo v sedečem in stoječem položaju. Aparat je prilagodljiv in ne povzroča neudobnih gibov ali položajev, ki bi uporabniku škodovali.

Tehnični vidik: Aparat je novejšega datuma, tehnično ustrezno izpopolnjen. Po konstrukciji je manjših dimenzij, je premakljiv.

3.2.3.9 Aparat za drgnjenje papirjev LABTHINK PARAM RT 01

Aparat (slika 20) je namenjen oceni obstojnosti na drgnjenje papirnatih ali drugih površin. Ocenjuje se odtis na površini, tj. interakcija med barvilom in površino materiala. Na spektrofotometru pa se preverja kakovost odtisa v primerjavi z neobdelano površino.



Proizvajalec: LABTHINK
PARAM RT 01

Leto izdelave: 2010

Tip: RT 01

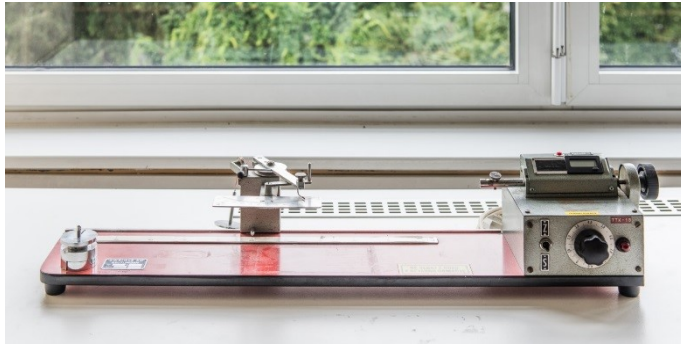
Serijska številka: 1028

Slika 20: Aparat za drgnjenje papirjev LABTHINK PARAM RT 01

Ergonomski vidik: Naprava omogoča delo v sedečem in stoječem položaju. Z vidika ergonomije je aparat prilagodljiv, zato ne zahteva neudobnih gibov ali položajev, ki bi škodovali izvajalcu meritev. **Tehnični vidik:** Aparat je novejšega datuma, tehnično ustrezno izpopolnjen. Po konstrukciji je manjših dimenzij, zato ga je po potrebi mogoče tudi premakniti na drugo delovno mesto.

3.2.3.10 Aparat za merjenje zavojev preje - torziometri

V preizkuševališču so na voljo trije modeli torziometrov (slike 21 A, 21 B in 21 C) z enako funkcijo - določitev enojnih ali dvojnih zavojev prej.



Slika 21A: Torziometer VEB

Proizvajalec: VEB;
Tip: DM 172
Leto izdelave: 1967
Serijska številka: -



Slika 22B: Torziometer ZWEIGLE KG

Proizvajalec: ZWEIGLE KG
Leto izdelave: 1970
Tip: 310
Serijska številka: 898



Slika 23C: Torziometer METEFEM

Proizvajalec: METEFEM
Leto izdelave: 1987
Tip: FY 167 B
Serijska številka: 8604061

Ergonomski vidik: Na vseh treh torziometrih se delo izvaja v sedečem položaju, vendar pa je delovna višina previsoka. Po dolgotrajnem merjenju so opazne bolečine mišic nadlakti in ramenskih mišic, zato se izvajalci meritev večkrat odločijo za stoječi položaj. Glede na omenjeno bi bilo bolje, da bi bil aparat postavljen na nižji delovni mizi. **Tehnični vidik:** V

preteklosti je bila izvedena izboljšava, mehanski števcí obratov so bili zamenjani z digitalnimi. Naslednja izboljšava, ki je predlagana, je vgradnja povečevalnega stekla za opazovanje preje med odvijanjem. Večjih razlik v primerjavi s sodobnejšimi aparati ni, saj ostaja osnovni koncept enak. V nasprotju z našimi aparati je novejšé mogoče priključiti na računalnik, kar omogoča sprotno obdelavo rezultatov.

3.2.3.11 Aparat za previjanje oz. navijanje prej METEFFEM TYP FY 39

Glavni element aparata Metefem (slika 22) je vitel v obsegu enega metra, na katerega se navija preja.



Proizvajalec: METEFFEM

Leto izdelave: 1987

Tip: FY 39

Serijska številka: 8617-055

Slika 24: Aparat za previjanje oz. navijanje prej METEFFEM TYP FY 39

Ergonomski vidik: Delo poteka v stoječem položaju. Sam aparat nima varovalnega pokrova, zato lahko vrteči se vitel zagrabi roke ali oblačilo. Zaradi vrtečega se vitla bi bilo nujno, da se vrteči se vitel zaščiti z ustreznim pokrovom. **Tehnični vidik:** Treba bi bilo izboljšati kontrolo nastavitev vrtljajev, zaželen pa bi bil tudi izboljšan mehanizem za snemanje navite preje, saj dosedanji ne dopušča lažjega snemanja trdno navite preje.

3.2.3.12 Aparat za določanje enakomernosti preje BRANCA IDEALAIR

Na tem aparatu (slika 23) se s pomočjo priloženih etalonov določajo enakomernost prej, čistoča, nopki, odebelitve, tanka mesta itd.



Proizvajalec: BRANCA
IDEALAIR

Leto izdelave: ni podatka

Tip: C1 M C4

Serijska številka: ni podatka

Slika 25: Aparat za določanje enakomernosti preje BRANCA IDEALAIR

Ergonomski vidik: Delo na aparatu se opravlja stoje. Zaradi vrteče se plošče in drugih vrtečih se delov je pri delu z aparatom potrebna velika pazljivost. Le-ti namreč niso zaščiteni, kar bi bilo zaželeno. Poleg tega je miza, na kateri stoji aparat, precej nizka, zato je delo na aparatu obremenjujoče. **Tehnični vidik:** Aparat bi bilo treba opremiti s povečevalnim steklom za boljše ocenjevanje preje, potrebna pa bi bila še dodatna izboljšava na vodilih za prejo, saj je sedanji mehanizem precej zapleten.

3.2.3.13 Aparat za merjenje koeficienta toplotne prevodnosti

Aparat (slika 24) je namenjen določanju toplotne prevodnosti tekstilnih in drugih materialov, katerih debelina je manjša od 4 mm. Debelina steklene plošče (reference) je 4 mm s konstantno toplotno prevodnostjo $1,0319 \text{ W/mK}$. Določanje toplotne prevodnosti temelji na relativni metodi določanja koeficienta prevodnosti na podlagi primerjave s steklom.

Aparat je starejšega datuma. Sestavljen je iz treh delov: univerzalnega merilnega instrumenta ALMEMO 2590, dveh termostatov z nastavljivo temperaturo in merilnim delom, opremljenim z bakrenima ploščama, stekleno ploščo in vzorcem, kateremu merimo toplotno prevodnost.



Proizvajalec: ni podatka
Leto izdelave: ni podatka
Tip: ni podatka
Serijska številka: ni podatka

Slika 26: Aparat za merjenje toplotne prevodnosti

Ergonomski vidik: Delo na aparatu se izvaja v stoječem in sedečem položaju. Večjih obremenitev pri delu na izvajalca ni. Pri delu je potrebna večja pazljivost, saj se v termostatih voda močno segreje (odvisno od delovnih razmer), zato obstaja nevarnost opeklin. **Tehnični vidik:** Slabost aparata so nepregledni in ne dovolj natančni regulatorji temperature na termostatih. Pred kratkim je bil aparat posodobljen z ustreznim merilnikom temperature, ki deluje na principu direktnega merjenja s pomočjo termočlenov NiCr. Drobljena pluta, namenjena izolaciji, je bila zamenjana s posebno peno za izolacijo toplotovodnih cevi. V prihodnosti bi bilo treba oba termostata zamenjati z digitalnimi nastavitvami, vsaj eden od njiju pa bi moral biti kriostat, tj. imeti bi moral dodatni del za hlajenje (obstoječi sistem se hladi z vodo iz vodovoda, ki jo je v poletnih mesecih težko ohladiti pod $30\text{ }^{\circ}\text{C}$). Dela na aparatu ni treba izvajati v standardni atmosferi.

3.2.3.14 Aparat za določanje obstojnosti materialov na obrabo MARTINDALE M 235

Aparat (slika 25) je namenjen preizkušanju tekstilnih in nekaterih drugih materialov na obrabo, pri čemer se merijo parametri, kot so površinska masa, obrabljenost površine, nastanek pilinga, sprememba debeline ipd.



Proizvajalec: SDL

Leto izdelave: 1999

Tip: M235/4

Serijska številka: 500233

Slika 27: Aparat za določanje obstojnosti materialov na obrabo MARTINDALE M 235

Ergonomski vidik: Delo na aparatu poteka izključno v stoječem položaju. Delovna višina ustreza načinu preskušanja. Digitalni števec, gumbi in drugi deli aparata so ustrezno razvrščeni, omogočajo hitro zasledovanje in odčitavanje rezultatov ter preprosto rokovanje.

Tehnični vidik: Praksa je pokazala, da nastane težava pri vpenjanju debelejših ploskih tekstilij, saj gumica z utorom ne zadošča za dovolj velik pritisk, s pomočjo katerega bi preizkušanec ostal v svojem položaju, zato večkrat izpade iz nastavka. Predlagana je izdelava dodatnih štirih nastavkov s posebnimi vpenjali v obliki pritrdilnih spojk, pri čemer bi morala biti masa teh enaka masi obstoječih nosilcev (skladno s standardom).

3.2.3.15 Aparat za določanje obstojnosti materialov na obrabo ALBERTO BRANCA

Aparat **ALBERTO BRANCA** (slika 26) ima nekoliko drugačen princip delovanja kot aparat Martindale, a isti namen, tj. preizkušanje tekstilnih in nekaterih drugih materialov na obrabo, pri čemer se merijo parametri, kot so površinska masa, obrabljenost površine, nastanek pilinga, sprememba debeline ipd.



Proizvajalec: ALBERTO
BRANCA

Leto izdelave: 1961

Tip: ni podatka

Serijska številka: 1027-6

Slika 28: Aparat za določanje obstojnosti materialov na obrabo ALBERTO BRANCA

Ergonomski vidik: Delo na aparatu poteka v stoječem položaju. Delovna višina je ustrezna. Odčitavanje podatkov z aparata je preprosto. Nezahtevno je tudi vpenjanje vzorcev, vendar pa je pri tem vseeno treba paziti na element zapiranja, kjer si lahko preskuševalec pripre prste. **Tehnični vidik:** V preteklosti sta bili na aparatu izvedeni dve izboljšavi: zamenjan števec obratov (sicer mehanski, ki bi ga v prihodnosti lahko nadomestili z digitalnim) in zamenjane prižeme za vzdolžno testiranje abrazije. Enako kot pri predhodnem aparatu bi bilo treba urediti prižeme.

3.2.3.17 Tehtnici Železniki ET 1111 in METTLER AE 2000

Tehtnici (sliki 27 in 28) sta postavljeni na tehtalnem pultu. Tehtnica Železniki ET 1111 ima merilno območje med 120 in 1200 g, tehtnica Mettler AE 2000 pa od 0,05 g do 200 g.



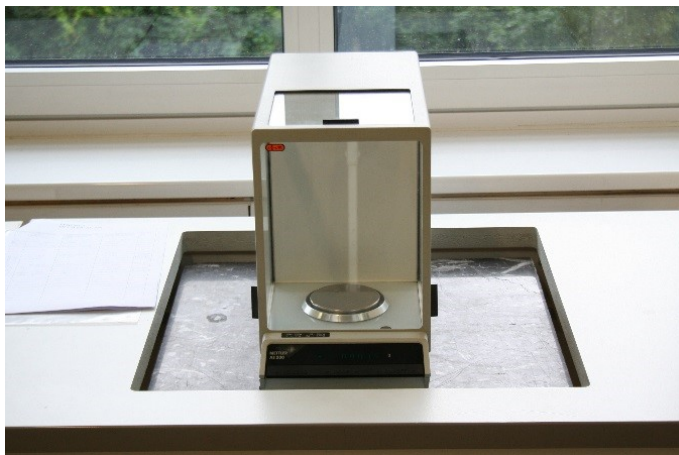
Proizvajalec: Tehtnica d.o.o.
Železniki

Leto izdelave: 1989

Tip: ET 1111

Serijska številka: 1629

Slika 29: Tehtnica ŽELEZNIKI ET 1111



Proizvajalec: METTLER

Leto izdelave: 1989

Tip: ni podatka

Serijska številka: AE 200

Slika 30: Tehtnica Mettler AE 2000

Ergonomski vidik: Položaji tehtnic in delovno okolje povsem ustrezajo namenu. Tehtnica Mettler je na posebnem podstavku, ki preprečuje vpliv vibriranja mize na tehtanje.

Tehnični vidik: Tehtnici sta v aktivnem in delujočem stanju, zato niso potrebne nikakršne spremembe.

3.2.3.18 Aparat za merjenje debeline Metrimpex

Aparat (slika 29) je namenjen merjenju debeline različnih materialov. Ker je debelina pri nekaterih materialih odvisna od vsebnosti vlage, bi bilo priporočljivo ta aparat namestiti v prostor s standardizirano klimo.



Proizvajalec: METRIMPEX

Leto izdelave: ni podatka

Tip: 6-12-1/B

Serijska številka: ni podatka

Slika 31: Aparat za merjenje debeline Metrimpex

Ergonomski vidik: Po navadi delo poteka v sedečem položaju in ne povzroča posebnih težav ali nevarnosti za uporabnika. **Tehnični vidik:** Obstoječi aparat ima nameščeno digitalno merilno urico z natančnostjo 0,001 mm. Potrebna bi bila manjša predelava dvižnega mehanizma za merilne nastavke, saj sedanji sistem ne omogoča natančnega dviganja in spuščanja nastavka. Zaradi omenjenega je rokovanje z nastavkom preveč subjektivno, prepuščeno občutku samega izvajalca, kar vpliva na pravilnost meritev. Zato bi bila smiselna zamenjava aparata z avtomatskim, ki izniči subjektivni vpliv pri merjenju debeline. Vsekakor pa je to povezano s finančnimi stroški. Aparatu so bili v zadnjem času dodani tudi drugi merni nastavki za kombinacijo več vrst pritiska, saj različni standardi za merjenje debeline zahtevajo specifične pritiske za posamične materiale.

3.2.3.19 Aparat za merjenje sile nadaljnega trganja ELMENDORF

Aparat (slika 30) je namenjen merjenju sile nadaljnega trganja tkanin.



Proizvajalec: MAKERS HENRY
BAER

Leto izdelave: ni podatka

Tip: 647

Serijska številka: ni podatka

Slika 32: Aparat za merjenje sile nadaljnega trganja ELMENDORF

Ergonomski vidik: Merjenje na aparatu se izvaja v sedečem položaju. Položaj aparata in delovna višina ustrezata namenu. Pri delu obstaja nevarnost poškodb z nihalom, ki med samim postopkom merjenja močno zaniha. Dodatnih zaščitnih pokrovov aparat nima.

Tehnični vidik: Aparat je zastarel in ne omogoča natančnih meritev. Predlagana je nadomestitev z novim modelom, digitalnim in popolnoma avtomatiziranim. Obstaja kar nekaj modelov, ki imajo dodatno možnost računalniške obdelave podatkov. V času izdelave diplomskega dela so se začele aktivnosti glede nakupa novega.

3.2.3.20 Aparat za pregibno trdnost tekstilij

Aparat za pregibno trdnost (slika 31) je nameščen na posebnem podstavku s kolesi.



Proizvajalec: WEB

Leto izdelave: 1965

Tip: DP 5/3

Serijska številka: 672/64/35

Slika 33: Aparat za merjenje pregibne trdnosti tekstilij

Ergonomski vidik: Delo na aparatu poteka izključno v stoječem položaju, zato uporabnike pogosto bolijo noge, vrat in mišice nadlakti, taka je ocena po Corlettu. Glede na omenjeno bi bil aparat lahko v nekoliko višjem položaju z možnostjo sedenja na kombiniranem stolu.

Tehnični vidik: Predlagamo spremembe pri zamenjavi števecv obratov z možnostjo povratka v začetno stanje (resetiranja). Treba bi bilo zamenjati vpenjalne prižeme, primerne za vpenjanje tudi debelejših ploskovnih izdelkov. Predlagana je tudi zamenjava živosrebrnih kontaktov z releji, vendar pa bi to pomenilo močan poseg v aparat, pri čemer se postavlja vprašanje smotrnosti te zamenjave.

3.2.3.21 Aparat za pregibno trdnost papirja MIT

Aparat (slika 32) je namenjen testiranju pregibne trdnosti papirja.



Proizvajalec: ETS INTERLAKEN

Leto izdelave: ni podatka

Tip: ni podatka

Serijska številka: ni podatka

Slika 34: Aparat za merjenje pregibne trdnosti papirja MIT

Ergonomski vidik: Delo na aparatu se izvaja v sedečem položaju. Glede na oceno po Corlettu uporabniki pri delu čutijo bolečine v spodnjem in srednjem delu hrbta ter vratu in ramenih. Aparat je novejši, vendar je z uporabniškega vidika precej zastarel. Gibajoči se deli so nezavarovani in nevarni za uporabnika. **Tehnični vidik:** Potrebna bi bila zamenjava števca obratov z digitalnim, z možnostjo povratka obratov v ničelno stanje (resetiranja). Dobrodošla pa bi bila tudi zamenjava prižem, ki bi omogočale tudi vpenjanje debelejših preizkušancev.

3.2.3.22 Elektronska dinamometra Instron 6022 in 5567

Elektronska dinamometra Instron 6022 in 5567 (slika 33 in 34) sta nameščena v zadnjem delu preizkuševališča. Ta del laboratorija omogoča dovolj zunanje svetlobe, ki pa je z ergonomskega vidika zaželena.



Proizvajalec: INSTRON LTD.

Leto izdelave: 1987

Tip: 6022

Serijska številka: H 2558

Slika 35: Elektronski dinamometer Instron, model 6022



Proizvajalec: INSTRON LTD.

Leto izdelave: 2004

Tip: 5567

Serijska številka: J 7022

Slika 36: Elektronski dinamometer Instron, model 5567

Ergonomski vidik: Na obeh aparatih se delo izvaja v večini sede, v nekaterih primerih preskušanja pa tudi stoje. Rokovanje z aparatom je preprosto. Aparat je povezan z računalniško enoto, kamor se vpisujejo podatki. **Tehnični vidik:** Starejši dinamometer 6022 (slika 33) je že dalj časa pokvarjen, zato se na njem ne dela.

3.2.4 Osvetlitev prostora

Okna so obrnjena na severovzhod in severozahod. Omenjeni položaj oken je pozicioniran glede na položaj zgradbe, ki je v urbani prostor umeščena nekoliko levo od severa, kakih 20 do 25 stopinj. Okna zagotavljajo veliko svetlobe, zato dodatna osvetlitev prostora ni potrebna (slika 35). V jesenskem in zimskem času ter ob mračnejših (deževnih oz. meglenih) dneh pa pride do mešanja dneвне in umetne neonske svetlobe (cool white 840; slika 36), kar povzroča težave pri ljudeh s slabšim vidom. V takih primerih je namreč težje ocenjevati spremembe na površini preizkušanih izdelkov, opaziti napake ter težje izvajati finejša (natančnejša) dela. Neonske luči cool white 840 Osram L-58W/640 so nameščene na stropu. Pri preureditvi prostora bi bilo treba razmišljati o taki svetlobi, ki bi omogočala odpravo omenjenih problemov.



Slika 37: Naravna osvetlitev



Slika 38: Stropna osvetlitev v prostoru (zdaj – ni enakomerno razporejena)

Glede na to, da je prostor velik, bi bila primerna enakomerna homogena osvetlitev, zato so primerne neonske luči 58W. Hkrati pa se je treba zavedati, da so pri umetnih svetlobnih virih spektralne razporeditve dokaj neenakomerne. Zato je pomembno, da uporabljamo svetlobne vire z žarilno nitko, katere spektri so enakomerni, zvezni in najboljši približek naravni svetlobi predvsem na tistih delovnih mestih, kjer se izvaja testiranje in vrednotenje vzorcev in je morda potrebna tudi natančna zaznava barv. Osvetlitev s sijalkami LED ni primerna, saj je pri omenjenih svetilih razporeditev spektra izrazita le v določenem delu vidnega spektra in tako pri zaznavi prihaja do t. i. metamerizma.

3.2.5 Tla

Na tleh so vgrajene ploščice kvadratne oblike, ki pa so zaradi starosti že zelo obrabljene. Tudi čiščenje ploščic je na nekaterih mestih zaradi dotrajanosti nemogoče. Umazanija se je ponekod močno »zažrla« v površino, zato bi bilo treba tla ustrezno renovirati.



Slika 39: Tla – keramične ploščice dim. 10 cm x 10 cm (obstoječe stanje)

3.3 Predlogi za preureditev preizkuševališča

Na podlagi analize obstoječega stanja so bile izdelane tri variante predlaganega novega stanja, pri čemer je bilo upoštevano naslednje:

- prostoru se osnovna namembnost ne spremeni;
- v prostor je treba vgraditi klimatiziran predel za naprave/aparate, na katerih se preizkušanje izvaja v standardni atmosferi; velikost tega dela bi bila okoli 25 odstotkov obstoječe površine, skladno s prostorom naprav/aparatov;
- v preizkuševališču bi bilo treba urediti manjši prostor za odgovorno osebo, ki skrbi za potek vseh dejavnosti v laboratoriju in vzdrževanje.

3.3.1 Prikaz predlogov preureditve preizkuševališča

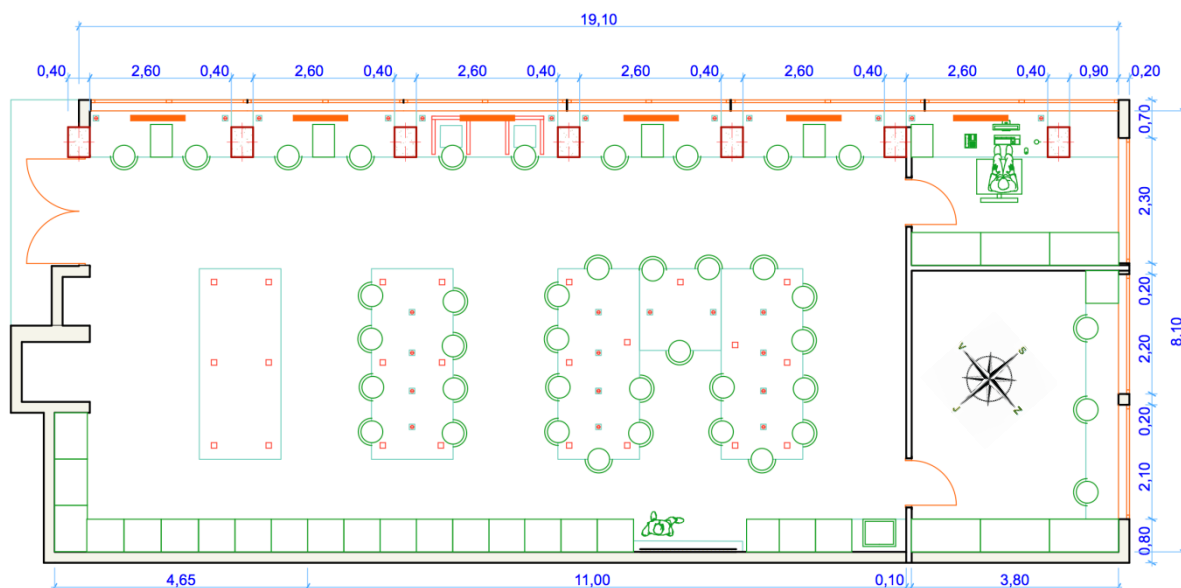
V nadaljevanju sta prikazani dve varianti preureditve prostorov.

3.3.1.1 Tlorisa in 3D prikaza predlaganih variant

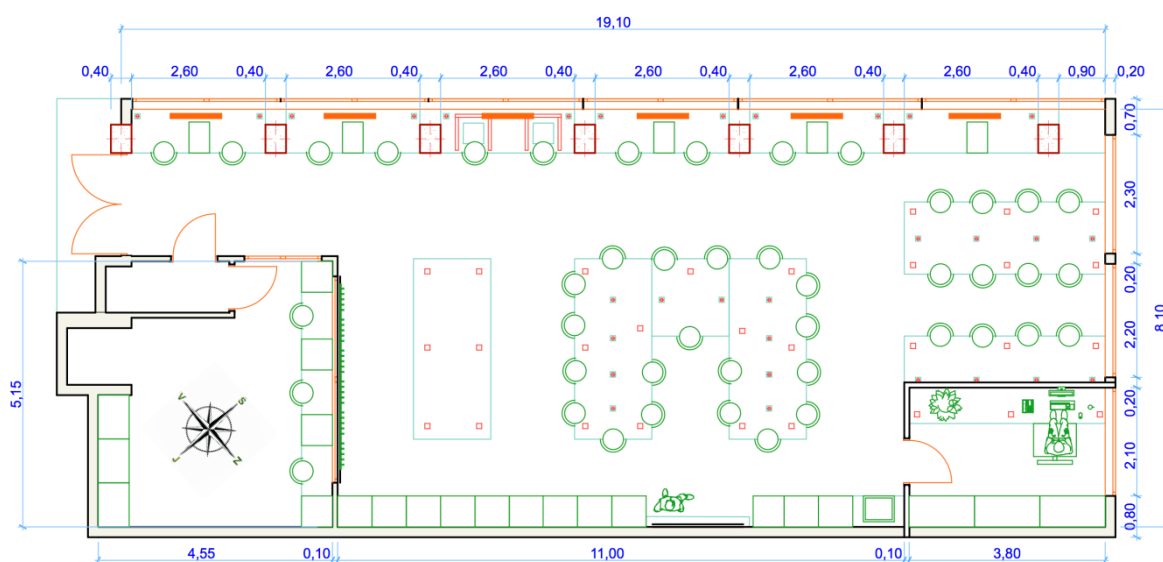
Varianta 1 (slika 38) v tlorisnem izrisu prikazuje ureditev preizkuševališča tako, da sta kabinet odgovorne osebe in klimatiziran prostor združena na severovzhodnem delu.

Varianta 2 (slika 39) pa prikazuje ureditev tako, da je klimatiziran prostor ločen, postavljen v začetni del preizkuševališča, to je v vogalu v jugovzhodnem delu, kabinet odgovorne osebe pa je v nasprotnem vogalu, v severozahodnem delu.

Tlorisna izrisa in 3D-izrisa obeh predlaganih preureditev se medsebojno razlikujeta po postavitvi delovnih miz v prostoru in razporeditvi kabineta za odgovorno osebo in klimatiziranega prostora. Obe varianti pa imata skupno značilnost, in sicer **osrednjo mizo v obliki črke U**. Miza je v obeh primerih postavljena nasproti table. V tem delu bi se izvajala navodila za delo, ki so obvezen del praktičnih vaj.



Slika 40: Varianta 1



Slika 41: Varianta 2

V nadaljevanju sledijo še 3D-prikazi variante 1 (slika 40) ter variante 2 (slika 41).

A



B



Slika 42: Varianta 1: 3D-prikaz pogleda A) z vhodne strani v prostor in B) proti izhodu

A



B

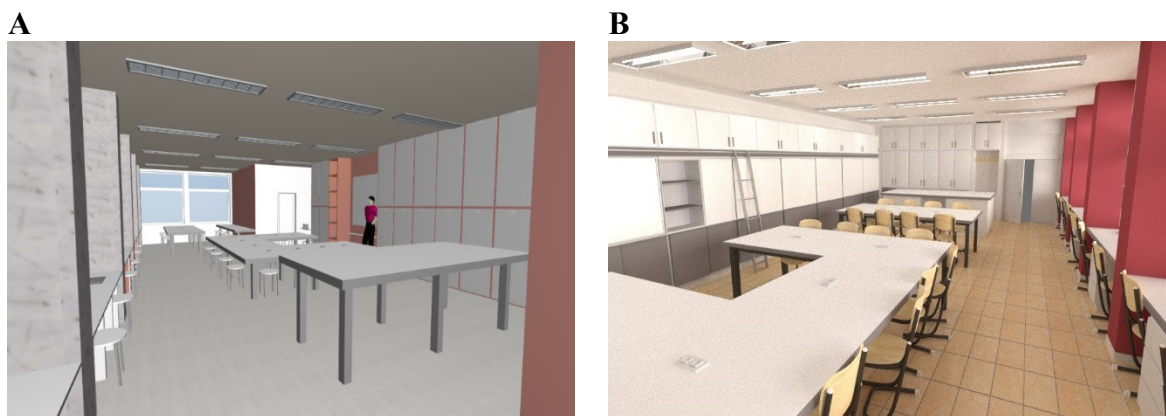


Slika 43: Varianta 2: 3D-prikaz pogleda A) z vhodne strani v prostor in B) proti izhodu

3.3.1.2 Opis predlaganih dveh variant

3.3.1.2.1 Pohištvo

Pohištvo vključuje **predelne omare**, ki mejijo na sosednji laboratorij, delovne pulte, na katerih so nameščeni merilni aparati in druga merilna tehnika, delovne pulte s predalniki, ki so nameščeni med posamičnimi stebri pod okni, stoli ipd. Pohištvo bi moralo imeti gladke in ravne površine brez izstopajočih elementov, kot so npr. ročaji, ob katerih se uporabniki preizkuševališča lahko poškodujejo. Zato bi morale imeti omare drsna vrata z ugreznjenimi ročaji za pomik. Te omare bi morale biti dvodelne ali tridelne, tj. spodnji in zgornji del, ali pa spodnji, srednji in zgornji del, kot prikazujejo 3D-prikazi (slika 42). Omare so namenjene shranjevanju materiala in orodja, ki ga uporabljamo med delom.



Slika 44: 3D-prikaz A) dvodelnih in B) tridelnih omar

Površine **delovnih pultov** bi morale biti bele in gladke, obrobljene s temnim robom. Ta vizualni efekt poživi monotonijo beline. Delovni pulti bi bili nameščeni na močni železni konstrukciji z nogami z možnostjo regulacije višine. Delovni pulti morajo biti izdelani iz neobčutljivega, na obrabo in pritisk obstojnega materiala, debeli vsaj 3 cm do 4 cm. Ti materiali so, tako kot vse drugo, lahko različni:

- mat laminatna površina iz sintetičnih smol; to so močne, proti udarcem odporne površine;
- t. i. kerok, ki se po navadi uporablja v gospodinjstvu in je tudi znan kot kakovostna površina; po navadi je gladek in vzorčno je mogoča neskončna izbira;

- iverna plošča z antistatično prevleko, ki je dobavljiva v tovarnah, kjer izdelujejo merilno tehniko s področja elektrostatičnosti in upornosti; ta varianta bi bila zelo primerna za preizkuševališče, ker zaradi relativno suhega okolja večkrat nastaja statični naboj; obstaja pa velika verjetnost, da je tovrstna izvedba med dražjimi;
- lepljenka iz masivnega lesa; ta ima zelo visoko trdnost in obstojnost proti udarcem, še posebno iz bukovega lesa; res pa je, da bi bilo treba tako površino za lepši videz tudi lakirati, vendar bi ohranila videz naravne teksture lesa.

Če bi izbirali med omenjenimi, bi najboljši kompromis med ceno in kakovostjo našli v zadnji izvedbi. Delovni pulti morajo imeti tudi predale, ki pa pogosto niso zaželeni, saj ovirajo delovni prostor nog. Zato smo jih v 3D-prikazih izpustili. Pri delovnih mizah ob oknih smo načrtovali dve delovni mesti, povezani z vmesnim predalnikom (slika 43), ki bi se uporabljal kot shranjevalni del in kot opora mizi.



Slika 45: Primer shranjevalnih predalov



Slika 46: Primer stola – Jurček

Stoli (slika 44) bi morali biti preprosti, z lesenim ali mehkim penastim sediščem, z možnostjo regulacije višine.

3.3.1.2.2 Električne vtičnice

Na vsaki mizi, razen na rezalnem pultu, so nameščene **električne vtičnice**. Število teh ostaja enako obstoječemu številu, medtem ko je treba vtičnice namestiti tudi na delovnih mizah ob oknih. V obstoječem stanju so nameščene pod okni in so zato popolnoma nedostopne. V novem predlogu so nameščene zgoraj levo in desno proti vsakemu stebri.

Na trifazni tok je priključena samo kondicionirna komora (slika 10). Pri varianti 1 bi bilo treba trifazni tok napeljati do klimatiziranega prostora, medtem ko bi obstoječi priključek za trifazni tok že ustrezal varianti 2.

3.3.1.2.3 Visokotlačna napeljava

Visokotlačna napeljava je v preizkuševališču nujno potrebna. Kar nekaj aparatov je priključenih na visokotlačni sistem, kot npr. elektronski dinamometri Instron (zaradi pnevmatskih prižem), aparat Micronair za določanje finosti bombažnih vlaken, aparat za razpočno trdnost itd. Ker v prihodnosti načrtujemo nakup nekaterih novih aparatov, ki bodo za delovanje prav tako uporabljali komprimiran zrak, bi bilo smiselno, da ta sistem vsekakor ostane.

3.3.1.2.4 Vodovodna napeljava

Tako pri varianti 1 kot pri varianti 2 bi lahko uporabili obstoječo vodovodno napeljavo. Pri tem je treba poudariti, da obstoječa vodovodna napeljava od zgraditve preizkuševališča pa vse do danes še ni bila obnovljena, zato bi jo bilo pri preureditvi preizkuševališča smiselno obnoviti (sanirati).

3.3.1.2.5 Osvetlitev

Praksa je pokazala, da je v jesenskem času težje delati, saj se umetna neonska svetloba meša z dnevno. Takšna kombinacija svetlobe je neprimerna predvsem pri posebnih analizah, kjer je natančnost nujno potrebna. Prostor bi potreboval generalno osvetlitev z večjo količino luči in ločenim prižiganjem po dolžini prostora v prečni smeri. To bi pomenilo, da bi prostor lahko osvetlili odvisno od tega, kje se nahajamo, v sprednjem, osrednjem ali zadnjem delu. Ločeno osvetlitev naj bi imela tudi klimatizirani prostor in kabinet. Ta možnost je dobra tudi z vidika varčevanja z energijo, kar zdaj ni mogoče. Po drugi strani pa bi bilo nujno urediti tudi osvetljevanje posamičnih delovnih mest z direktno osvetlitvijo, kjer je delo še posebej natančno in zahtevno. Ta način se lahko zagotovi z dvema ali tremi prenosnimi svetilkami, usmerjenimi na delovno mesto.



Slika 47: Primerna osvetlitev delovnega mesta

3.3.1.2.6 Tla

Kot je bilo že rečeno, so tla v preizkuševališču stara in ponekod dotrajana. Obstaja več možnosti za obnovo tal:

- Prva možnost je, da obstoječa tla v prostoru ohranimo, saj so keramične ploščice še v relativno dobrem stanju. Vendar bi ob tem pri obnovi predlagali rešitev v obliki peskanja oz. brušenja, s čimer bi obnovili površino ploščic, jo osvetlili in prečistili. V tem primeru bi bilo nujno površino keramike prevleči s prozorno zaščitno prevleko iz materialov, ki zagotavljajo veliko obstojnost proti poškodbam. Površino bi bilo treba lakirati z visokoobstojnimi laki, da zagotovimo sijaj za lažje čiščenje.
- Druga možnost je, da se na obstoječo keramiko položi laminatna obloga, primerna za uporabo laboratorijskih površin. To omenjamo zato, ker obstajajo različne vrste laminatov, seveda tudi zelo različnih cenovnih razredov. Vsekakor je jasno, da bi morali za ta namen uporabiti visokocenovni material.
- Tretja možnost pa je lahko tudi odstranitev obstoječih in postavitev novih ploščic. V tem primeru bi predlagali dimenzije keramičnih ploščic 30 cm x 60 cm. Ta oblika bi nekako ustrezala podolgovatemu prostoru.

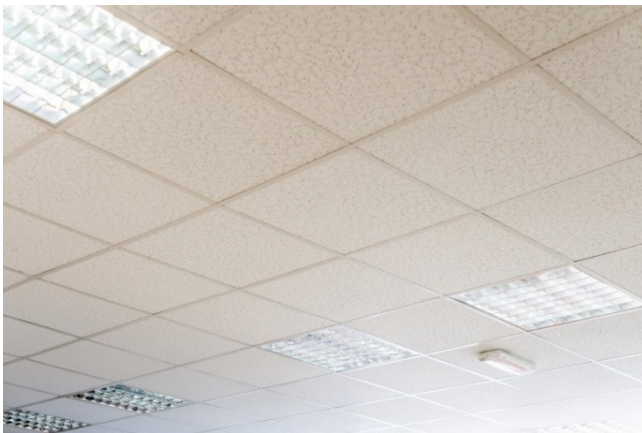
Talne površine bi ne glede na to, katera vrsta materiala bi bila uporabljena, lahko bila v rahlo svetlo sivih tonih ali svetlo rjavih bež tonih z mat površino, na kateri ne drsi, hkrati pa bi morala biti površina takšna, da bi omogočala preprosto čiščenje brez posebnih čistilnih sredstev. Dekor površine bi lahko bil imitacija lesa ali kamna.



Slika 48: Primer ene od možnosti talnih ploščic za laboratorije (simbolično)

3.3.1.2.7 Strop

Sedanji strop ima vbokline, ki prostor morda optično nekoliko povečajo, hkrati pa dajejo vtis zatemnjenosti. Pri prenovi bi strop zravnali s ploščami »ARMSRTRONG« (slika 47). Tudi za stropne površine je najbolje, da so v beli barvi z vgrajenimi lučmi, tako da se svetloba dobro porazdeli po prostoru.



Slika 49: Strop Armstrong

3.3.1.2.8 Barve

Barve so zelo pomemben element pri oblikovanju notranjščine. Od izbire barv sta močno odvisna človekovo počutje v prostoru in učinkovitost dela. Prostor je že sam po sebi velik in svetel, saj meri približno 19 m x 7,5 m, kar pomeni, da si lahko privoščimo tudi nekatere temnejše odtenke. Stropni del bi bil v beli barvi, zravnan ter za malenkost nižan, zgolj za višino montažnih delov, na katere bi bile pritrjene posebne stropne plošče iz lahkih materialov, ki bi se lahko barvale. Barve predelnih omar, ki mejijo na sosednji laboratorij,

bi bile lahko v dveh odtenkih. Spodnji temnejši, zgornji svetlejši ali pa v enotni svetlejši barvi. Stebri, ki stojijo na nasprotni strani prostora, bi bili lahko tudi temnejših tonov, kot prikazujejo 3D-posnetki na sliki 42. Stene pod okni, na zahodni strani, med okni na severozahodni strani in predelne stene klimatiziranega prostora s kabinetom bi bile v beli barvi. Morda bi samo en del predelnih sten klimatiziranega prostora lahko pobarvali z enako teksturo kot stebre, to bi bil zgolj estetski dodatek. Seveda so barve zgolj simboličen prikaz in se v realnosti lahko spreminjajo v skladu z željami in potrebami.

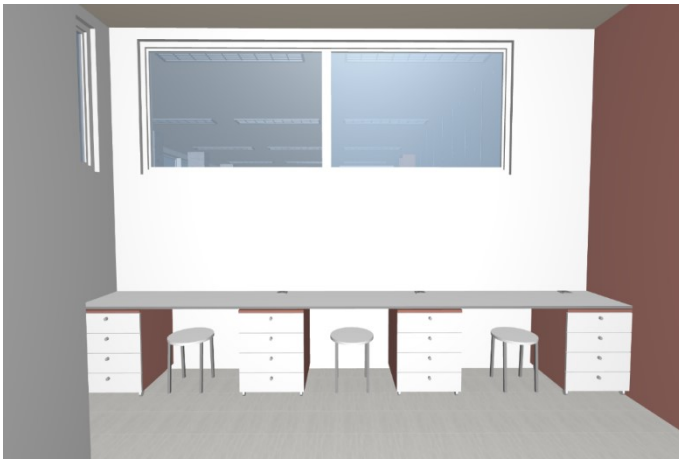
3.3.1.2.9 Kabinet za odgovorno osebo

Lega oz. položaj kabineta je bil nakazan že na tlorisnih načrtih in 3D-posnetkih (slike od 38 do 41). V samo opremo in druge elemente se v tem kontekstu obnove nismo posebej spuščali, saj niso pomembnejši dela prostora. Tako ne glede izbire pohištva, kot tudi ne glede osvetlitve in drugih elementov, ki so sicer potrebni za nemoteno delovanje laboratorija. Nekoliko pomembnejši pa je klimatizirani prostor, kateremu bomo namenili večjo pozornost, saj ima pomembnejšo vlogo v preizkuševalnem delu laboratorija.

3.3.1.2.10 Klimatiziran prostor

Ta prostor (slika 48), kot pove že samo ime, mora zadostiti posebnim delovnim pogojem. Imeti mora t. i. »**standardno klimo**«, v kateri se klimatizirajo in testirajo materiali po enotnih standardnih merilih. Ker je prostor v primerjavi s preostalim delom preizkuševališča precej manjši, je pomembno, katera delovna oprema bo v njem nameščena.

V svojem načrtu smo predvideli, da se klimatizira tudi celoten preostali del preizkuševališča, pri čemer lahko pogoji v tem delu za malenkost odstopajo, skladno s standardom, tj. temperatura $\pm 2^{\circ}\text{C}$ in vlažnost $\pm 2\%$. Tako bi zagotovili 24-urno klimatiziranje materialov v manjšem prostoru (kot predvidevajo standardni postopki preizkušanja) ter nato njihovo preizkušanje v večjem delu preizkuševališča.



Slika 50: Klimatiziran prostor v preizkuševališču (varianta 2)

3.3.1.3 Stroškovna analiza prenove preizkuševališča

Pomemben del prenove je stroškovni vidik (preglednica 2), ki je v nadaljevanju podan z grobo oceno. Stroškovne analize nismo ločili po variantah 1 in 2, ki se ločita le glede na postavitev klimatiziranega prostora.

Preglednica 2: Stroškovna analiza preureditve preizkuševališča

Opis elementa	Strošek [EUR]
Rušitvena dela (po predračunu podjetja Braming Internacional, d. o. o.): odstranitev keramike, demontaža pohištva, luči, stara vodovodna in električna napeljava ter priprava za novo napeljavo, odvoz vsega materiala na deponijo)	21.350,00
Krpanje ometov za inštalacije in izdelava talnega estriha z izolacijo (po predračunu podjetja Braming Internacional, d. o. o.)	6.150,00
Montaža elektroinštalacije (po predračunu Braming Internacional, d. o. o.): stropna napeljava z umeščenimi lučmi v strop Armstrong, priključki na vseh delovnih mestih ter priključki v klimatiziranem prostoru in kabinetu z enofaznimi in trifaznimi priklopi	21.021,00
Izdelava vodovodne inštalacije (po predračunu Braming Internacional, d. o. o.): razvodi za dva umivalnika, razvodi za razne aparate po laboratoriju in v klimatiziranem prostoru	2.900,00
Izdelava stropa »Armstrong« (po predračunu Braming Internacional, d. o. o.): podkonstrukcija in plošče	6.080,00
Keramičarska dela (po predračunu Braming Internacional, d. o. o.): keramika, talna in stenska (delo in material)	8.160,00
Izdelava nove opreme po predračunu (Mizarstvo Urbanija, s. p.): predelne omare, delovne mize s kovinskimi podstavki, predalniki, tehtalna miza z dvema tehtalnima mestoma, montaža pregradnih knauf sten za klimatiziran laboratorij in kabinet z zasteklitvijo ter pohištvena oprema	46.440,00
Beljenje (po predračunu Braming Internacional, d. o. o.): material in delo	2.700,00
40 stolov Jurček (62,5 EUR/stol) (po predračunu Ergoles)	2.488,00
Dve klimatski napravi (po predračunu podjetja Ream, d. o. o.)	7.439,00
Klima z vlaženjem v klimatiziranem prostoru (cena je okvirna po pogovoru z izdelovalcem IZR Škofja Loka, d. o. o.)	5.000,00
SKUPAJ	129.728,00

4 ZAKLJUČEK

Na podlagi analize predhodnega stanja v laboratoriju smo ugotovili, da je prenova preizkuševališča po 54 letih več kot potrebna. Ugotovili smo, da je pohištvena oprema že precej dotrajana in v nekaterih primerih neprijetna ali neprimerna za delo. V posamičnih omarah in predalih prostor ni izkoriščen. Oprema, kot so npr. stoli, je dotrajana že do te mere, da je za uporabnike nevarna (padci in poškodbe). V ta namen sta bili izdelani dve varianti – predloga, ki prikazujeta možnost preoblikovanja prostora. Ker je bil cilj diplomskega dela omogočiti tudi dobro počutje med bivanjem v tem prostoru, je predvidena postavitve osrednje mize v obliki črke »U«, ki omogoča boljšo komunikacijo med študenti, pa tudi komunikacijo med študenti in predavateljem. V predlog je vključen tudi nakup nekaterih novih delovnih sredstev, ki naj bi ustrezala študijskemu programu in zahtevam trga, pa tudi dejavnosti, ki so povezane z izvajanjem raziskav in projektov. Kot je bilo med drugim ugotovljeno iz nekaterih zakonskih predpisov, ki so omenjeni v teoretičnem delu, bo moral biti laboratorij v prihodnosti opremljen tudi z vrsto listin (npr. požarni red, splošne delovne razmere, varnostne razmere ipd.).

Vsebina diplomskega dela naj bi bila le groba podlaga za izvedbo prenove, pri čemer je mogoča kakršnakoli modifikacija. Vsekakor je treba upoštevati tudi stroškovni vidik celotnega projekta. Stroškovna analiza, ki je omenjena v diplomskem delu, je zgolj okvirna, saj temelji na grobih predpostavkah in ocenah.

LITERATURA

1. *Zbirka pravil varnega dela za študente na UL FKKT*. Ljubljana : Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, 2013, 77. str.
2. STANKOVIČ ELESINI, Urška. *Študij dela in časa*. Ljubljana : Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, 2002, 214 str.
3. Zakon o varnosti in zdravju pri delu (ZVZD - 1). *Uradni list RS*, 3. 6. 2011, št. 43, str. 5649–5660.
4. Pravilnik o varnosti in zdravju pri uporabi delovne opreme. *Uradni list RS*, 17. 9. 2004, št. 101, str. 12161–12173.
5. Pravilnik o spremembah in dopolnitvah pravilnika o osebni varovalni opremi, ki jo delavci uporabljajo pri delu. *Uradni list RS*, 19. 4. 2008, št. 39, str. 3722–3723.
6. Pravilnik o spremembah in dopolnitvah pravilnika o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih. *Uradni list RS*, 19. 4. 2005, št. 39, str. 3721–3722.
7. Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu. *Uradni list RS*, 17. 2. 2006, št. 17, str. 1536–1540.
8. Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti vibracijam pri delu. *Uradni list RS*, 25. 10. 2005, št. 94, str. 9819–9822.
9. Pravilnik o dopolnitvah pravilnika o varovanju delavcev zaradi izpostavljenosti kemičnim snovem pri delu. *Uradni list RS*, 15. 6. 2007, št. 53, str. 7261–7305.
10. *Metode ocenjevanja delovnega okolja*. Mengeš : Ministrstvo za delo, družino in socialne zadeve, Urad RS za varnost in zdravje pri delu, 2002, 31 str.
11. MUREN, H. *Strojnotehnološki priročnik*. Ljubljana : Tehniška založba Slovenije, 1998, str. 785–890.
12. *Splošne zahteve za usposobljenost preskuševalnih in kalibracijskih laboratorijev*. SIST EN ISO/IEC 17025 : 2005, 28 str.
13. *Sistemi vodenja kakovosti – Zahteve*. SIST EN ISO 9001 : 2008, 27 str.
14. *Sistemi vodenja kakovosti – Osnove in slovar*. ST EN ISO 9000 : 2005, 30 str.

Priloga A

Obrazec za izvedbo analize Ocena gibalnega neudobja na delovnem mestu po Corlettu

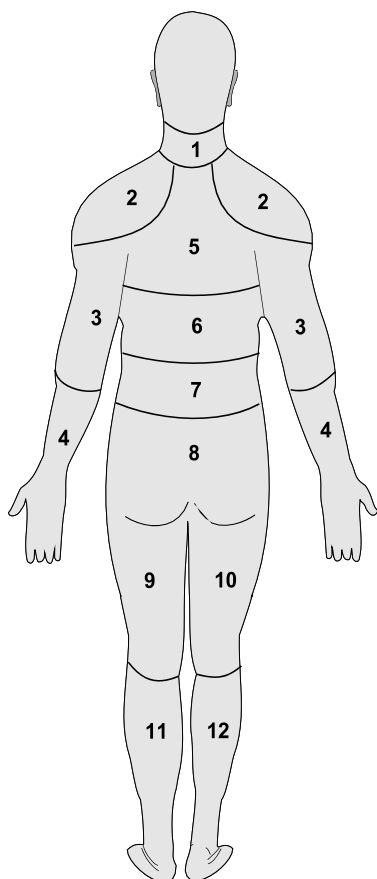
OCENA GIBALNEGA NEUDOBJA po Corlettu

Delovno mesto:

Ime in priimek delavca:

Datum:

Čas:



1 – zatilje, 2 – ramena, 3 nadlakti, 4 – podlaket, 5 – zgornji del hrbta, 6 - srednji del hrbta, 7 – spodnji del hrbta, 8 – zadnjica, 9 – levo stegno, 10 – desno stegno, 11 – leva golen, 12 – desna golen

Rang

Lokacija

01

02

03

04

05

06

07

08

09

10

11

12

Priloga B:

Obrazec za izvedbo analize Ocene toplotnega okolja

**OCENA STANJA KLIMATSKIH RAZMER OZ. POČUTJA NA POSAMIČNIH
DELOVNIH MESTIH V PREIZKUŠEVALIŠČU**

1 A m/ž starost: ocena:	1 B m/ž starost: ocena:	1 C m/ž starost: ocena:
2 A m/ž starost: ocena:	2 B m/ž starost: ocena:	2 C m/ž starost: ocena:
3 A m/ž starost: ocena:	3 B m/ž starost: ocena:	3 C m/ž starost: ocena:
4 A m/ž starost: ocena:	4 B m/ž starost: ocena:	4 C m/ž starost: ocena:
5 A m/ž starost: ocena:	5 B m/ž starost: ocena:	5 C ž m/ž starost: ocena:
6 A m/ž starost: ocena:	6 B m/ž starost: ocena:	6 C m/ž starost: ocena:
OCENE: -3 mrzlo -2 hladno -1 malo hladneje 0 nevtralno 1 vroče 2 toplo 3 malo topleje		

Stran 1

**RAZPOREDITEV NAPRAV/APARATOV NA DELOVNIH MESTIH V
PREIZKUŠEVALIŠČU**

1 A -	1 B - REZALNIK	1 C - MARTINDALE - ALBERTO BRANCA
2 A - MICRONAIR - APARAT ZA RAZPOČNO TRDNOST	2 B - IGT	2 C -
3 A - VIBROSKOP - APARAT ZA MERJENJE ZRAČNE PREPUSTNOSTI	3 B - RUB TESTER - GLOSSMETER - BENTSTEN	3 C - TEHTNICI
4 A - APARAT ZA DOLOČANJE ENAKOMERNOSTI PREJE	4 B - TORZIOMETRI	4 C - ELMENDORF - MIKROMETER
5 A - APARAT ZA MERJENJE - TOPLOTNE PREVODNOSTI	5 B - APARAT ZA MERJENJE - ELEKTROSTATIČNEGA NABOJA	5 C - APARAT ZA PREGIBNO TRDNOST
6 A -	6 B - INSTRON 6022	6 C - MIT- APARAT ZA PREGIBNO TRDNOST - INSTRON 5567

Stran 2