

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Janez NOVAK

PLOSKO SESTAVLJIVO POHIŠTVO

DIPLOMSKI PROJEKT

Visokošolski strokovni študij - 1. stopnja

Ljubljana, 2015

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Janez NOVAK

PLOSKO SESTAVLJIVO POHIŠTVO

DIPLOMSKI PROJEKT
Visokošolski strokovni študij - 1. stopnja

FLAT PACK FURNITURE

B. SC. THESIS
Professional Study Programmes

Ljubljana, 2015

Diplomski projekt je zaključek Visokošolskega strokovnega študija Tehnologije lesa in vlaknatih kompozitov – 1. stopnja. Delo je bilo opravljeno v Laboratoriju za preizkušanje pohištva na Oddelku za lesarstvo, Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani.

Senat Oddelka za lesarstvo je za mentorja diplomskega dela imenoval doc. dr. Manjo Kitek Kuzman za recenzenta pa prof. dr. Leona Oblaka.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Podpisni izjavljam, da je naloga rezultat lastnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identičen tiskanemu. Na univerzo neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravici shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico omogočanja javnega dostopa do avtorskega dela na svetovnem spletu preko Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Janez Novak

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dv1
DK	UDK 684.426
KG	plosko sestavljivo pohištvo/vezana plošča/stol
AV	NOVAK, Janez
SA	KITEK KUZMAN, Manja (mentor), OBLAK, Leon (recenzent)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina c. CIII/34
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo
LI	2015
IN	PLOSKO SESTAVLJIVO POHIŠTVO
TD	Diplomski projekt (Visokošolski strokovni študij - 1. stopnja)
OP	VII, 40 str., 2 pregl., 45 sl., 27 vir, 5 pril.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Konstruirali in oblikovali smo plosko sestavljivo sedežno pohištvo. Stol je oblikovan tako, da so njegova proizvodnja, montaža, pakiranje in skladiščenje zelo enostavni, majhen volumen pakiranega razstavljenega izdelka pa omogoča enostaven transport in skladiščenje. Značilna je minimalna uporaba kovinskih spojnih elementov in lepil; večino delov sestavi z zarezi, lesenimi spojnimi elementi ter čepi in utori. Plosko sestavljivo sedežno pohištvo je oblikovano in izdelano tako, da zadostuje varnostnim zahtevam standardov. Kot material je bila uporabljena vezana plošča, za razrez elementov pa CNC rezkanje. Natančno je prikazan razvoj in izdelava stola ter preizkušanje, kjer so bile preverjene dimenzije, oblika, stabilnost, trdnost in trajnost. Raziskali smo tudi ponudbo na domačem in tujem trgu. Ugotovili smo, da uporaba sodobne programske opreme za modeliranje omogoča hitro izdelavo modelov, enostavno predstavitev idej naročniku, vizualizacij, možnost simulacij obremenitev ter s tem izboljšanje konstrukcije in določitev kritičnih mest.

KEY WORD DOCUMENTATION

ND Dv1
DC UDC 684.426
CX flat pack furniture/plywood/chair
AU NOVAK, Janez
AA KITEK KUZMAN, Manja (supervisor)/OBLAK, Leon (co-advisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Wood Science and Technology
PY 2015
TY FLAT PACK FURNITURE
DT B. Sc. Thesis (Professional Study Programmes)
NO VII, 40 p., 2 tab., 45 fig., 27 ref. 5 ann.
LA sl
Al sl/en
AB We constructed and designed flat pack domestic seating furniture. The chair is designed in such a way that its production, assembly, packaging and storage is very easy. A small volume of packaged product enables easy transportation and storage. Flat pack furniture is known by the minimum use of the metal contact elements and the adhesives; since the product is formed in a way that the most parts of the product are connected with the notches, wooden joints, pins and slots. Flat pack furniture is safe to use because it is designed and constructed according to standard for domestic seating furniture. As material we used plywood, and for making the product we used CNC technology. The development and production of chairs are fully presented. Testing of the chair includes details about dimension, shape, stability, strength and sustainability. We researched the domestic and foreign market for offerings of flat pack furniture. We have noticed that the use of modern modelling software allows fast model developing, easy presentation and visualization of ideas to subscribers, and also simulation of loads, and thereby improving the structure and determination of the critical points.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORD DOCUMENTATION.....	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO SLIK	VI
KAZALO PREGLEDNIC	VII
1 UVOD	1
1.1 DELOVNE HIPOTEZE	1
1.2 CILJI NALOGE.....	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 IZHODIŠČA ZA SNOVANJE	2
2.1.1 Plosko sestavljivo pohištvo	2
2.1.2 Ergonomija pohištva	5
2.1.3 Pomen razvoja novih izdelkov za podjetja	6
2.2 KAKOVOST IZDELKA IN STANDARDI.....	8
2.3 PREGLED PONUDBE NA TRGU	10
3 MATERIALI IN METODE	15
3.1 MATERIAL.....	15
3.2 METODE.....	17
3.2.1 Konstruiranje	17
3.2.2 Opis tehnološkega postopka izdelave prototipa	20
3.2.3 Laboratorijsko preizkušanje izdelka.....	24
4 REZULTATI.....	26
4.1 IZDELAVA MODELOV	26
4.2 KONČNI PROTOTIPA STOLA	29
4.3 POTEK PREIZKUŠANJA	30
4.3.1 Rezultati preizkušanja stola	36
5 RAZPRAVA IN SKLEPI.....	37
6 POVZETEK	38
7 VIRI	39

KAZALO SLIK

Slika 1: Michael Thonet, stol št. 14	3
Slika 2: Michael Thonet, stol št. 14 - sestavni deli in način pakiranja	4
Slika 3: Gilis Lundgren, Miza Lövet	4
Slika 4: Certifikat o skladnosti in poročilo (Kitek Kuzman, 2013)	9
Slika 5: Stool Pod, avtor Samuel Javalle (Open design..., 2015)	10
Slika 6: Italic shelf, avtor Ronen Kadushin (Kadushin R..., 2015)	10
Slika 7: Half Sheet Table, avtor Lynton Pepper (Open desk..., 2015)	11
Slika 8: Half Sheet Table – eksplozijska skica (Open desk..., 2015)	11
Slika 9: Johann Stool, avtor Johann Aussage (Open desk..., 2015)	12
Slika 10: Fin Bookshelf, avtor Scarlett San Martin (Open desk..., 2015)	12
Slika 11: Kuka chair, avtor Denis Fuzil (Open desk..., 2015)	13
Slika 12: Zig-Zag chair (Weersing R..., 2015)	13
Slika 13: R-chair, avtor Raque Kunz (Open desk..., 2015)	14
Slika 14: Wedge Table (Kowalewski A..., 2015)	14
Slika 15: Vezane plošče (Valles..., 2013)	16
Slika 16: Skica izbrane ideje	17
Slika 17: Stranica	18
Slika 18: Zgornji veznik	18
Slika 19: Sprednji del	19
Slika 20: Spodnji veznik	19
Slika 21: Sestavljen stol	19
Slika 22: Razporeditev elementov po plošči 1 (foto: Novak)	20
Slika 23: Razporeditev elementov po plošči 2 (foto: Novak)	20
Slika 24: Rezkanje na CNC stroju (foto: Novak)	21
Slika 25: Rezkanje z ročnim rezkarjem (foto: Novak)	21
Slika 26: Zaokroževanje robov (foto: Novak)	22
Slika 27: Strojno brušenje (foto: Novak)	22
Slika 28: Ročno brušenje z ročnim brusilnim strojem (foto: Novak)	23
Slika 29: Nanos olja (foto: Novak)	23
Slika 30: Prvi model (foto: Miha Benedičič)	26
Slika 31: Drugi model (foto: Miha Benedičič)	27
Slika 32: Dukta (foto: Miha Benedičič)	28
Slika 33: Tretji model (foto: Miha Benedičič)	28
Slika 34: Sestavljen stol (foto: Rudolf)	29
Slika 35: Prevrčanje stola naprej (foto: Novak)	30
Slika 36: Prevrčanje stola v stran (foto: Novak)	31
Slika 37: Prevrčanje stola vzvratno (foto: Novak)	31
Slika 38: Statična obremenitev sedežne površine in hrbtnega naslona (foto: Novak)	32
Slika 39: Statična obremenitev naslonjal za roke v vertikalni smeri (foto: Novak)	32
Slika 40: Statična obremenitev sprednjega dela sedežne površine (foto: Novak)	33
Slika 41: Statična obremenitev naslonjal za roke v horizontalni smeri (foto: Novak)	33
Slika 42: Statična obremenitev nog v smeri naprej (foto: Novak)	34
Slika 43: Statična obremenitev nog v stran (foto: Novak)	34
Slika 44: Test trajnosti 1 (foto: Novak)	35
Slika 45: Test trajnosti 2 (foto: Novak)	35

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Lastnosti vezanih plošč (Kitek Kuzman M., 2012)	16
Preglednica 2: Metode testiranja po standardu SIST EN 12520:2010 (povzetek)	25

1 UVOD

Plosko sestavljivo pohištvo (ang. flat pack furniture) je pohištvo iz razstavljivih ploskih elementov, za katerega je značilna minimalna uporaba kovinskih spojnih elementov in lepil, saj se večino delov sestavi z zarezi, lesenimi spojnimi elementi ter čepi in utori. Kupec dobi plosko sestavljivo pohištvo v ploski embalaži pravilnih oblik in ga s pomočjo navodil lahko sam sestavi v končni izdelek (Ready to...,2008). Majhen volumen pakiranega izdelka omogoča enostaven transport. Vezi so razstavljive in omogočajo ponovno razstavljanje/sestavljanje izdelka. Kot material se uporabljajo predvsem vezane, vlaknene plošče in karton. Za razrez elementov se uporablja laser ali CNC rezkanje.

1.1 DELOVNE HIPOTEZE

Domnevamo, da se na trgu lahko uspešno uveljavi le izdelek, ki je po določenih lastnostih boljši od izdelkov, ki jih ponuja konkurenca. Predvidevamo, da bo nov izdelek zanimiv in bo pridobil nov krog kupcev zaradi enostavne montaže, za katero ne potrebujemo orodja. Razvito sedežno plosko sestavljivo pohištvo bo ustrezalo standardom, ki so predpisani za tovrstno pohištvo. Uporaba sodobne programske opreme za modeliranje omogoča hitro izdelavo različnih modelov, enostavno predstavitev idej kupcu/naročniku, vizualizacija, možnost simulacij obremenitev ter s tem izboljšanje konstrukcije in določitev kritičnih mest. Skrajša čas in stroške razvoja zaradi potrebe po manjšem številu prototipov.

1.2 CILJI NALOGE

Cilj diplomskega projekta je razvoj plosko sestavljivega pohištva v sodelovanju s študentko ALUO-industrijskega oblikovanja Lucijo Vodopivc. Prikazan bo potek razvoja (oblikovanje in konstruiranje s pomočjo programa SolidWorks), in postopek izdelave prototipa. Izdelana bo dokumentacija sedežnega plosko sestavljivega pohištva, v skladu s predpisi in standardi (SIST EN 1022:2006 – Pohištvo za domačo uporabo – Sedežno pohištvo – Ugotavljanje skladnosti. Domestic furniture – Seating – Determination of stability ter SIST EN 12520:2010 – Pohištvo – Trdnost, trajnost in varnost – Zahteve za sedežno pohištvo za domačo uporabo. Furniture – Strength, durability and safety – Requirements for domestic seating). Izvedeno bo laboratorijsko preizkušanje obnašanja razvitega izdelka pod pogoji, ki jih predpisujejo standardi. S tem bodo preverjene dimenzije, oblike ter ergonomske značilnosti, njegova stabilnost, trdnost in trajnost, ter varnost uporabe.

2 PREGLED OBJAV

2.1 IZHODIŠČA ZA SNOVANJE

2.1.1 Plosko sestavljivo pohištvo

Plosko sestavljivo pohištvo (ang. Flat-pack furniture): Oxford slovar: Kos pohištva ali druga oprema, ki se prodaja v posameznih delih(kosih), pakiranih položno v škatli za enostaven transport in pripravljeno za sestavo s strani kupca.

Plosko sestavljivo pohištvo je proizvedeno v obliki ploskovnih delov in oblikovano za preprosto in hitro sestavo. Glavna prednost tako proizvedenega, še nesestavljenega pohištva je minimalna poraba prostora. Razstavljen stol, miza, ipd., ne zavzema odvečnega prostora, ampak se vsi deli med seboj prilegajo in jih lahko zapakiramo v kartonski škatli. S tem se proizvajalčevi stroški prevoza in skladiščenja močno zmanjšajo. Podjetje, ki izdeluje plosko sestavljivo pohištvo, ima posledično manjšo končno ceno izdelka in je na trgu bolj konkurenčno.

Oblikovalci plosko sestavljivega pohištva običajno ustvarjajo pohištvo za masovno proizvodnjo (dansko podjetje IKEA). Večina podjetji poskuša kupcu olajšati sestavo delov na primer s tem, da ima pohištvo že vnaprej izvrtane luknje. Poleg delov pohištvo vsebuje tudi navodila z vsemi orodji za sestavo. Velikokrat so navodila problematična, saj s preprostimi skicami kupcu ne podajo natančnih korakov, kako naj izdelek sestavi. V takih primerih se mora kupec zanesti na svojo iznajdljivost.

Razpon kakovosti plosko sestavljivega pohištva je zelo širok. Nekatera podjetja uporabljajo visokokakovostne materiale in proizvajajo pohištvo, ki je privlačnega sodobnega videza in ima dolgo življenjsko dobo. Pohištvo obdrži sposobnost razstavljanja in sestavljanja in se ob tem ne obrablja. Druga podjetja pa uporabljajo cenejše materiale, ki so slabše kakovosti in se ne osredotočajo na estetski videz izdelka. To je zelo pogosto pri plastičnih izdelkih (stoli, mize).

Plosko sestavljivo pohištvo je narejeno z različnimi konstrukcijskimi tehnikami, kot je npr. zatikanje elementov z nič milimetri tolerance, kar vpliva na njegovo sposobnost večkratnega sestavljanja in razstavljanja. V nekaterih primerih je pohištvo oblikovano tako, da se ob selitvah lahko razstavi in ponovno sestavi. V drugih primerih pa so oblike namenjene bolj robustnim spojem med sestavnimi deli, kar posledično vpliva na to, da se pohištvo sestavi samo enkrat. To pa je še ena izmed mnogih spremenljivk, ki jih mora kupec upoštevati pri nakupu plosko sestavljivega pohištva (Flat pack..., 2015).

Na razvoj plosko sestavljivega pohištva sta v veliki meri vplivala Michael Thonet s stolom št. 14 ter Gilis Lundgren s kavno mizo model Lövet, saj sta začetnika razvoja izdelkov z razstavljivimi vezmi.

Stol številka 14 znan pod imenom 214 je eden najbolj znanih stolov, proizvedenih v tovarni Thonet. Znan je tudi pod imenom kavarniški stol, saj je zaslovel s kavarniško kulturo v 50 –tih letih 19. stoletja ter s tem preplaval svet. Ključna točka izdelave stola je tehnika krivljenja lesa, ki jo je izpopolnil za masovno proizvodnjo skozi 50-ta leta 19. stoletja. Na trgu ga je prvič predstavil leta 1859. S krivljenjem lesa je dobil enostavno obliko in nizko ceno, kar je privedlo do revolucije v notranjem oblikovanju. Postal je eden najbolj prodajanih stolov v zgodovini. Spremenil je notranji videz restavracij, barov in domov po celotnem svetu. Med letoma 1859 in 1930 je bila št. 14 prodana več kot 50 milijonov krat in še milijone po tem (Thonet..., 2015).



Slika 1: Michael Thonet, stol št. 14

Prednost je v zasnovi stola, ki je sestavljen iz šestih krivljenih lesenih elementov, desetih vijakov in dveh matic. Proizvajali so ga lahko masovno, brez posebej za to tehniko kvalificiranih delavcev. Stol so pred transportom razstavili in s tem prihranili prostor za distribucijo. V eni pošiljki je zloženih 36 razstavljenih stolov vključno z vijaki, zapakiranimi v škatlo v velikosti enega kubičnega metra. Stole so sestavljali na mestu uporabe po celotni Evropi, Severni in Južni Ameriki, Aziji in Afriki.

Thonet je pionir industrijskega oblikovanja. Stol št. 14 oziroma 214 je najbolj uspešen industrijski izdelek, saj predstavlja začetno točko v zgodovini modernega pohištva (Thonet..., 2015).



Slika 2: Michael Thonet, stol št. 14 - sestavni deli in način pakiranja

Švedski oblikovalec Gilis Lundgren, zaposlen pri podjetju IKEA, je med prvimi zaznal uporabo plosko sestavljivega pohištva. Lundgren je mizi odstranil noge in s tem olajšal njen prevoz. Po končanem prevozu je noge ponovno privil na mizno ploščo. Idejo, da se pohištvo za lažji prevoz sestavi na domu, je predstavil svojemu podjetju IKEA. Ta je sčasoma svoje izdelke oblikovala in izdelala tako, da je kupec brez pomoči izdelek sestavil sam, prodaja je bila realizirana v 50-tih letih dvajsetega stoletja. Zaradi mnogih prednosti so ta nov način proizvodnje in prevoza pohištva kopirala tudi druga podjetja.

Miza Lövet, s katero je podjetje Ikea prvič na trg lanciralo ploskovno pohištvo leta 1956 (The IKEA..., 2015).



Slika 3: Gilis Lundgren, Miza Lövet

2.1.2 Ergonomija pohištva

K osnovam načel konstruiranja sodijo meritve, ki jih ločimo na posamezne skupine:

- Ergonomska antropometrija
- Osnovni antropometrični podatki v stoječem in sedečem položaju
- Tridimenzionalna antropometrija

Antropometrija je znanstvena študija o merah človeškega telesa. Antropometrični podatki so lahko dragocen vir informacij pri oblikovanju izdelkov. Ne samo kadar je potrebno določiti dimenzije izdelka, ampak tudi že v zgodnji fazi, pri sami ideji. Primerni so za proizvod sklopov ali popolnoma ločenih proizvodih kot so ročaji (Anthropometric database, 2012).

Povprečen človek ne obstaja. Ko vzamemo povprečje vseh telesnih dimenzij določene skupine, bomo na koncu dobili opis osebe, ki ne obstaja. Zelo redko se zgodi, da ima posameznik večje dimenzije telesa kot so povprečja prebivalstva. To kaže, da lahko antropometrija zagotovi oblikovalcu statistične podatke o merah človeškega telesa. Na voljo so informacije, ki jih nikoli ni mogoče neposredno prevesti v dimenzije izdelka. Kako antropometrične podatke lahko uporabimo, je odvisno od lastnosti in zahtevnosti načrtovanega izdelka. Oblikovalec mora uporabiti ustrezne tehnike in se prepričati, če so uporabljeni podatki, ki temeljijo na antropometričnih statistikah smiselni (Anthropometric database, 2012).

Ergonomija je znanstvena disciplina, ki raziskuje odnose med človekom in njegovo materialno okolico, v smislu, da bi si jo človek čim bolj prilagodil (Hren, 2009). Cilj ergonomije je, da na podlagi merskih analiz človeškega telesa priporoči učinkovito uporabo predmetov in omogoči maksimalno produktivnost, minimalno porabo materiala in energije ter delo brez škodljivih posledic za okolje. Do ergonomskih podatkov lahko pridemo s klasičnimi antropometrijskimi meritvami. Če meritve zajemajo ustrezno veliko populacijo in rezultate prikažemo grafično, dobimo Gaussovo krivuljo.

Od povprečja odstopa le majhen procent ljudi (okoli 5%) vsi ostali pa od povprečja ne odstopajo veliko. Proizvajalci to dejstvo upoštevajo pri snovanju pohištva, saj izdelek prilagajajo dimenzije meram povprečnega človeka. Tisti, ki od teh mer bistveno odstopajo, pa si morajo v večini primerov pohištvo največkrat izdelati po meri (Hren, 2009).

Ergonomija ima zelo pomembno vlogo pri snovanju pohištva, saj je znano, da je bilo največ raziskav opravljenih na področju sedežnega pohištva.

2.1.3 Pomen razvoja novih izdelkov za podjetja

Če želi biti podjetje pri razvoju novega izdelka uspešno, mora upoštevati številne dejavnike. Preslabo raziskane potrebe in želje trga so najpogostejši vzrok, da večina izdelkov, ki jih podjetja razvijajo, propade že preden pridejo na trg. Čeprav so stroški razvoja novega izdelka visoki, je ta dejavnost nujna, saj morajo novi izdelki nadomestiti tiste, ki zastarijo ali katerih prodaja upada. Če podjetje ne bi razvijalo novih izdelkov, bi sčasoma propadlo. Osnovni razlogi za razvijanje novih izdelkov so zastaranje obstoječih izdelkov, spremembe okusov in navad kupcev, konkurenčni izdelki in tehnološki napredek (Oblak, 2012).

Razvoj izdelkov poteka preko številnih stopenj, najvažnejše med njimi so: iskanje, zbiranje in ocenjevanje idej, poslovno-tržna analiza, tehnološko-proizvodna analiza, tržno razvijanje in testiranje ter proizvodnja oz. izdelava.

Iskanje idej za razvoj novega izdelka mora temeljiti na potrebah in željah kupcev. Vedeti moramo, komu bo izdelek namenjen, kako velik je potencialni trg in kdaj bi bilo smiselno nov izdelek uvesti na trg. Več kot je idej, večje so možnosti, da bo razvoj izdelka uspešen. Najboljše ideje lahko posredujejo predvsem ljudje iz podjetja, ki so zaposleni v prodajnem oddelku, saj so v stalnem stiku s kupci in se dnevno soočajo z njihovimi potrebami in željami. Pri zbiranju idej je najbolj znana in najpogosteje uporabljena metoda viharjenja možganom (»brainstorming«). Za ocenjevanje idej podjetja ponavadi oblikujejo posebno interdisciplinarno strokovno komisijo, v kateri so strokovnjaki z različnih področij, ki morajo preučiti tehnično izvedljivost in dobičkonosnost posameznih idej (Oblak, 2012).

S pomočjo poslovno-tržne analize skuša podjetje ugotoviti, kakšne so poslovne in tržne možnosti za izdelke, ki bi jih razvili iz posameznih idej. Ugotoviti je treba potrebe trga po izdelku, možnosti, da konkurenti razvijejo podoben izdelek ter preučiti potrebe trženjske aktivnosti. Pomembno je, da podjetje ugotovi, ali bo izdelek na trgu predstavljal novost oz. da se bo razlikoval od že obstoječih ter obseg prodaje, ki mora prinesiti načrtovan dobiček. Omenjena analiza se nanaša tudi na določanje lastnosti in cene izdelka, s katerimi bi izdelek zadovoljil potrebe potencialnih kupcev. Pomembne so tudi različne oblike, barve, dimenzije, itd. takšnega izdelka. Če je ideja ocenjena pozitivno, lahko začnemo z naslednjo stopnjo razvoja izdelka (Oblak, 2012).

Tehnološko-proizvodna analiza nam pove, ali idejo za nov izdelek lahko vključimo v obstoječ proizvodni proces. Velikokrat so namreč za uresničitev ideje potrebne nove naložbe v tehnologijo, kar lahko pomeni tudi preveliko finančno breme. Težave se lahko pojavijo tudi pri nabavi materialov, surovin ali polizdelkov, kot tudi pri znanju zaposlenih.

V tej stopnji odpade veliko idej, saj jih z razpoložljivo oz. obstoječo tehnologijo, zaposlenimi in denarnimi sredstvi, enostavno ni mogoče uresničiti (Oblak, 2012).

Tržno razvijanje novega izdelka vsebuje določitev tehničnih in tržnih funkcij izdelka, kakovosti, oblike, dimenzije in barve, izbiro imena oz. blagovne znamke ter poprodajnih aktivnosti (dostave, montaže, servisiranje, garancije itd.). S tržnim testiranjem skuša podjetje ugotoviti, kako bodo potencialni kupci izdelek z določenimi tehničnimi in tržnimi funkcijami sprejeli. Z njim skuša podjetje odkriti pomanjkljivosti izdelka, hkrati pa pomeni tudi promocijsko aktivnost. Zaradi velikih stroškov se nekatera pohištvena podjetja odločajo za cenejše in hitrejša metode oz. posamezne izdelke lahko preizkušajo kar zaposleni in njihovi družinski člani (Oblak, 2012).

Če je ideja o izdelku uspešno prestala vse omenjene stopnje, podjetje lahko začne s proizvodnjo oz. izdelavo, pri čemer so pomembni odgovori na vprašanja: kdaj, kje in kako? Odločitve o času vstopa izdelka na trg, na katerem se bo prodajal in strategija uvajanja novega izdelka, so odvisne predvsem od ciljev, ki jih želi podjetje doseči z novim izdelkom. Slednji pa so odvisni tudi od virov, ki jih ima podjetje na razpolago (Oblak, 2012).

Rozman in Rusjan (1994) sta pristopila k fazam razvoja novega izdelka s proizvodnega vidika. Poudarjata naslednje faze: ustvarjanje zamisli o izdelku in izbira med njimi, projektiranje in oblikovanje izdelka, konstruiranje z izdelavo prototipa, preizkušanje in končno oblikovanje izdelka.

Kotlerjev model (1996) procesa razvoja in uvajanja novega izdelka vključuje naslednje stopnje: Iskanje idej, ocenjevanje idej, razvijanje in testiranje koncepta izdelka, razvoj trženjske strategije, poslovna analiza, razvoj izdelka, testiranje na trgu in uvedbo izdelka na trg.

2.2 KAKOVOST IZDELKA IN STANDARDI

V Sloveniji velika večina veljavnih standardov temelji na evropskih (EN) in mednarodnih (ISO) standardih. Prevzeti evropski ali mednarodni standard Slovenija dopolni s kratico SIST, tako dobi končno oznako SIST EN ali SIST ISO. Slovenski inštitut za standardizacijo je tudi na področju lesarstva oz. pohištva prevzel praktično že vse evropske standarde s tega področja.

Kakovost izdelka in standarde se preverja v Laboratoriju za preizkušanje pohištva (LPP) na Oddelku za lesarstvo. LPP na oddelku za lesarstvo deluje na področju ugotavljanja skladnosti – preskušanja pohištva že več kot 35 let. Bil je eden prvih, ki je začel sodelovati in se povezovati z lesno industrijo. Dejavnost laboratorija, vezana na potrebe lesnopredelovalne industrije in drugih naročnikov, obsega preizkušanje in ugotavljanje skladnosti. Vsa preizkušanja se izvajajo v skladu z zahtevami evropskih (EN) standardov, ki so hkrati tudi nacionalni-slovenski (SIST) standardi. Po potrebi oz. na osnovi dogovora preizkušanja potekajo tudi po metodah mednarodnih (ISO) standardov ali nacionalnih standardov neevropskih držav.

Strokovna in raziskovalna dejavnost LPP, vezana na potrebe lesnopredelovalne industrije in drugih naročnikov, obsega:

- preskušanje bivalnega pohištva,
- preskušanje šolskega pohištva,
- preskušanje pisarniškega pohištva,
- preskušanje notranjih in zunanjih vrat, predvsem njihove mehanske lastnosti in odziv na mehanske vplive,
- ugotavljanje ergonomske skladnosti pohištva z zahtevami standardov za bivalno in delovno okolje,
- preverjanje oblikovalskih in konstrukcijskih rešitev,
- sodelovanje pri oblikovanju in konstruiranju novih proizvodov lesne industrije

Uporaba standardov ni obvezna. Zakon o standardizaciji pravi, da je uporaba prostovoljna, razen če je obvezna uporaba določena s predpisom. Zavedati se moramo, da so na tržišču naprodaj tudi izdelki, ki ne zadostijo niti minimalnim zahtevam standardov.

Z uporabo standardov si proizvajalec omogoči doseganje nekaterih ciljev:

- zagotavljanje kakovosti proizvodov, procesov in storitev,
- zvišanje ravni varnosti, varovanja zdravja in okolja,
- zagotavljanje smotrne izrabe dela, materiala in energije,
- izboljšanje proizvodne učinkovitosti z obvladovanjem raznolikosti, združljivosti in zamenljivosti,
- pospeševanja mednarodne trgovine in preprečevanje ovir pri trgovanju (Kitek Kuzman, 2013).

Ugotavljanje skladnosti

S tem, ko je proizvajalec izdal izdelek v skladu s standardi, je opravil šele polovico dela. Da so bila določila standardov upoštevana, je potrebno preveriti in dokazati. Postopek takega preverjanja imenujemo ugotavljanje skladnosti. Tako kot lastnosti izdelka, tako tudi načine in metode ugotavljanja skladnosti (preizkušanje) določajo standardi. Skladnost lahko ugotavlja oz. preverja za to usposobljena institucija, ki je nepristranska in neodvisna. Največkrat so to laboratoriji v sestavi raziskovalnih institucij, zavodov ali univerz. Rezultati preizkušanja so dokumenti prikazani v »Poročilu o preizkušanju«. Vsi izdelki, ki so uspešno prestali celoten postopek preizkušanja, lahko pridobijo posebno spričevalo oz. listino, tj. CERTIFIKAT O SKLADNOSTI (Rudolf, 2008, Kitek Kuzman, 2013).

Certifikat o skladnosti je listina – dokument, predvsem reprezentančnega in promocijskega značaja, ki po vsebini povzema glavne ugotovitve preizkušanja. Vsebina certifikata vključuje vse osnovne ugotovitve poročila o preizkušanju, s poudarkom na delih, ki imajo večji promocijski pomen (ime izdelka ali programa, proizvajalec, nazivi standardov, izvajalec preizkušanja itd.). Istovetnost in sledljivost navedb sta zagotovljeni z navajanjem zaporedne številke certifikata in številke poročila o preizkušanju. Vse navedbe so v slovenskem in angleškem jeziku (Kitek Kuzman, 2013).



Slika 4: Certifikat o skladnosti in poročilo (Kitek Kuzman, 2013)

2.3 PREGLED PONUDBE NA TRGU

Predstavljeno je izbrano plosko sestavljivo pohištvo (stoli, mize, police). Izbor je temeljil na zanimivih konstrukcijskih rešitvah izdelkov ter izvedbe različnih zanimivih primerov vezi iz katerih sem lahko črpal znanje za razvoj lastnega izdelka.

Stolica *Stool Pod* (avtor Samuela Javalee) je narejena iz vezane plošče debeline 19 mm, izdelana je s CNC rezkalnim strojem. Ima 2 sestavna elementa: mizno ploščo ter osem nog, ki jih povezuje 12 vijakov za les (Slika 5).



Slika 5: Stool Pod, avtor Samuel Javalle (Open design..., 2015)

Sistem polic *Italic shelf* (avtor Ronen Kadushin) sestavljata 2 elementa; polica in distančnik. Elementa se lahko sestavljata na več poljubnih načinov: police so sestavljive po dolžini preko utorov skozi distančnike, prav tako se lahko distančnike vstavlja poljubno čez celotno dolžino police. Elementi so izdelani iz 18 mm in 24 mm debele vezane plošče in obdelani na CNC rezkalnem stroju (Slika 6).



Slika 6: Italic shelf, avtor Ronen Kadushin (Kadushin R..., 2015)

Miza *Half sheet table* (avtor Lynton Pepper) je zasnovana tako, da je njen čas izdelave zelo kratek izkoristek materiala pa velik. Ima osem sestavnih elementov: mizno ploščo, tri noge, tri pokončne veznike ter zatič. Mizo držijo skupaj vezi na sistem zatikanja, kar pomeni, da ni potrebe po lepljenju ali vijachenju in jih je enostavno razstaviti za shranjevanje ali transport. Izdelana je iz 18 mm debele vezane plošče na CNC rezkalnem stroju. Material, ki ostane po razrezu plošče je namenjen izdelavi stolčka, ki spada v sklop mize – optimalen izkoristek materiala. Miza je namenjena 2-3 osebam (Slika 7, slika 8).



Slika 7: Half Sheet Table, avtor Lynton Pepper (Open desk..., 2015)



Slika 8: Half Sheet Table – eksplozijska skica (Open desk..., 2015)

Pručka *Johann stool* (avtor Johann Aussage) je narejena iz 18 mm debele vezane plošče. Ima 4 sestavne dele: dve stranici, sedežno ploščo ter prečni veznik. Veznik povezuje levo in desno stranico s pomočjo majhnih lesenih moznikov, ki se zataknejo na vsako stran. Leseni mozniki s tem nadomestijo vijake. (Slika 9).



Slika 9: Johann Stool, avtor Johann Aussage (Open desk..., 2015)

Regal za knjige *Fin bookshelf* (avtor Scarlett San Martin) je narejen iz 18 mm debele vezane plošče, omogoča poljubno prestavljanje polic za lažjo in bolj funkcionalno organizacijo. Primeren je za številne delovne prostore, za sestavo pa ni potrebno veliko napora (Slika 10).



Slika 10: Fin Bookshelf, avtor Scarlett San Martin (Open desk..., 2015)

Stol *Kuka chair* (avtor Denis Fuzil) je sestavljen iz šestih med seboj povezanih elementov, ki ne potrebujejo nobenega dodatnega vijaka ali lepila. Narejen je iz 18 mm debele bukove vezane plošče, in se ga da sestaviti in razstaviti v eni minuti (Slika 11).



Slika 11: Kuka chair, avtor Denis Fuzil (Open desk..., 2015)

Stol *Zig-Zag chair* (avtor Randy Weersing) je narejen iz treh kosov kakovostne javorjeve vezane plošče. Upogljiv plašč se prilega konstrukciji ter se nanj fiksira z vijaki. Stol je ergonomsko udoben, lahek in konstrukcijsko stabilen (Slika 12).



Slika 12: Zig-Zag chair (Weersing R..., 2015)

Stol *R-chair* (avtor Raque Kunz) je narejen iz 18 mm debele brezove vezane plošče. S pomočjo dolgih neprekinjenih rezov, v cik-cak sistemu, daje plašču fleksibilnost, da se ovije okoli ležalnika z ukrivljenim ogrodjem, ki je sam po sebi še vedno dovolj stabilen. Dno pod ležalnikom je lahko primerno za psa ali mačko, ali pa služi kot uporaben prostor za shranjevanje revij in časopisov. Plašč je pritrjen na konstrukcijo s pomočjo utorov, ki se prilagajajo čepom, ki so na konstrukciji, tako da ni potrebnih dodatnih posrednikov (Slika 13).



Slika 13: R-chair, avtor Raque Kunz (Open desk..., 2015)

Mizo *Wedge table* (avtor Andreas Kowalewski) sestavlja 6 lesenih elementov in trije vijaki. Leseni moduli na principu medsebojnega zatikanja ustvarijo trdne spoje, ti pa neposredno ustvarijo obliko mize. Narejena je iz vezane plošče. Odlagalna površina je na noge mize pritrjena iz spodnje strani z lesnim čepom ter tremi vijaki (Slika 14).



Slika 14: Wedge Table (Kowalewski A..., 2015)

3 MATERIALI IN METODE

3.1 MATERIAL

Za izdelavo stola smo uporabili brezovo vezano ploščo debeline 18 mm, ker smo predvidevali, da bo to najustreznejši material. Vezano ploščo po standardu SIST EN 313-1 uvrščamo v skupino Vezan les in podskupino Vezane plošče. Vezano ploščo prepoznamo po večjem (lih) številu zlepljenih slojev lesa, ki se med seboj razlikujejo po različni usmerjenosti lesnih vlaken v slojih. Število, usmerjenost lesnih vlaken, lesna vrsta in debelina zleplencev si vedno simetrično sledijo od sredine (osi) proti površini v obe smeri (Šernek, 2007).

Furnirji so običajno izdelani iz bukovine, brezovine in tudi topolovine. Nanos lepila je med 100 in 300 g/m². Lepljenje oz. stiskanje poteka pri temperaturah med 100 °C in 150 °C in pri tlaku med 0,5 in 2 N/mm². Lastnosti furnirnih plošč so odvisne predvsem od vrste lesa. Iz katerega je izdelan furnir, vrste lepila in debeline furnirja in tudi debeline in gostote izdelanih plošč (Medved, 2009).

Zaradi enostavne izdelave in dobrih mehanskih lastnosti je vezana plošča ena izmed najbolj razširjenih oblik predelanega lesa.

Najdbe starih zapiskov iz kraljestva Faraonov v starem Egiptu govorijo o uporabi plošč podobnih vezanim ploščam (VP) že pred več kot 3500 leti. Uporabljali so jih v dekorativne in pohištvene namene. Ploščo, kakršno poznamo danes pod imenom VP, je prvič predstavilo podjetje Portland Manufacturing Company of St. Johns v Oregonu v ZDA, in sicer leta 1905. Takrat se je VP močno razširila tudi na konstrukcijsko zahtevnejša področja. S »house boom« v petdesetih letih prejšnjega stoletja pa se je VP začela uporabljati v gradbeništvu (Smulski, 1997).

Kadar govorimo o VP, imamo v mislih eno najbolj univerzalnih lesnih plošč, ki se uporablja na skoraj vseh področjih. Tako jo predvsem zaradi njene majhne teže, visoke trdnosti in stabilnosti uporabljamo v gradbeništvu za predelne stene, obloge zidov, talne plošče in ostale elemente. V pohištveni industriji jih uporabljajo za elemente miznih plošč, sedežnega pohištva, kuhinjskih pultov, vratnih in okenskih kril ter poves, kjer je potreba tako po ravni kot po ukrivljenih elementih. Zaradi majhne teže glede na nosilnost je posebej zanimiva na področju letalstva, ladjedelništva in avtomobilizma. (Šernek, 2007).

Dolžine vezanih plošč so od 2200 mm do 2500 mm, širine od 1250 mm do 1850 mm, standardne debeline pa so od 10 mm do 40 mm. Vezana plošča ima srednje ugodno ekološko oceno.

Preglednica 1: Lastnosti vezanih plošč (Kitek Kuzman M., 2012)

Lastnosti	Podatki
Gostota	400-630 kg/m ³
Toplotna prehodnost	0,09-0,24 W/(Mk)
Upogibna trdnost v vzdolžni smeri	21,8-65,9 Mpa
Upogibna trdnost v prečni smeri	6,0-34,8 Mpa
Upogibni modul elastičnosti v vzdolžni smeri	7072-16471 Mpa
Upogibni modul elastičnosti v prečni smeri	1029-8302 Mpa
Stopnja oz. hitrost odgorevanja	1 mm/min



Slika 15: Vezane plošče (Valles..., 2013)

3.2 METODE

Pri razvoju in načrtovanju plosko sestavljivega pohištva smo imeli več različnih ciljev. Naredili smo pregled razvoja plosko sestavljivega pohištva ter pregled trgu. Oblikovali in konstruirali smo izdelek s pomočjo programa SolidWorks, ki omogoča hitrejše 2D in 3D konstruiranje ter natančnejše in zanesljivejše razvijanje novih izdelkov. Izdelali smo prototip, ki je temeljil na pregledu plosko sestavljivega pohištva na trgu. Preučili smo standarda SIST EN 1022:2006 – Pohištvo za domačo uporabo – Sedežno pohištvo – Ugotavljanje skladnosti. Domestic furniture – Seating – Determination of stability ter SIST EN 12520:2010 – Pohištvo – Trdnost, trajnost in varnost – Zahteve za sedežno pohištvo za domačo uporabo. Furniture – Strength, durability and safety – Requirements for domestic seating, ki se navezujeta na izdelan prototip. Izvedli smo laboratorijsko preizkušanje izbranega prototipa v Laboratoriju za preizkušanje pohištva na Oddelku za lesarstvo.

3.2.1 Konstruiranje

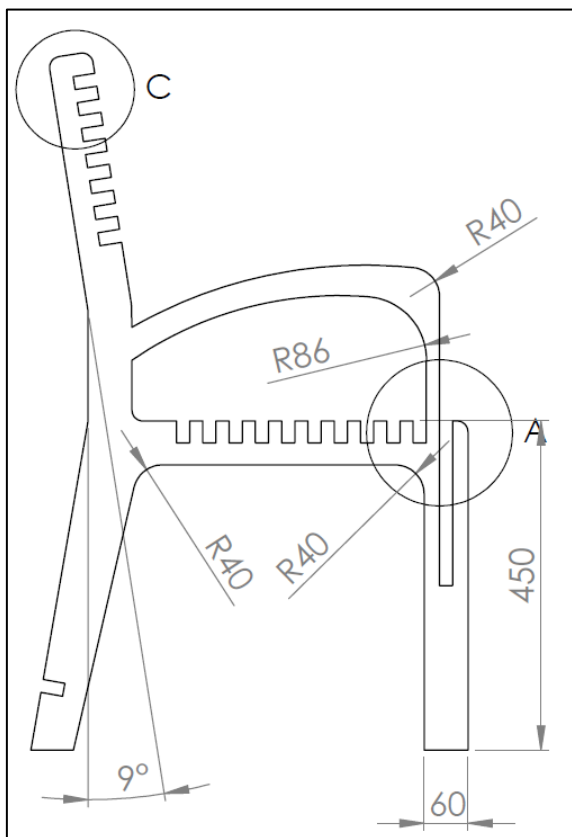
Najprej smo ročno skicirali idejo prototipa na podlagi analiz različnih modelov iz pregleda že na trgu obstoječega plosko sestavljivega pohištva. Nato smo se lotili natančnejšega modeliranja v programu SolidWorks, ki nam omogoča realistično vizualizacijo končnega produkta.



Slika 16: Skica izbrane ideje

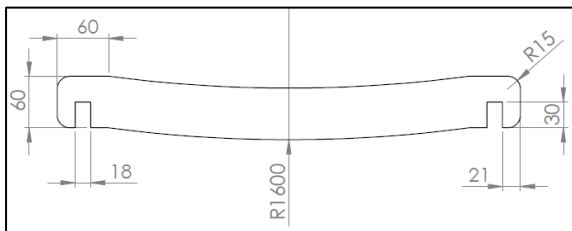
Ko smo definirali okvirne mere stola ter vse sestavne dele stola se začel z izrisom. Grobe mere stola so sledeče: višina 95 cm, širina 60 cm, širina sedežnega dela 54 cm ter sedežna višina 45 cm. Stol ima 21 sestavnih delov in sicer: 1x sprednji del, 2x stranica, 1x spodnji veznik ter 17x zgornji veznik.

Stranica: Dimenzije: 952 mm x 598 mm 18 mm



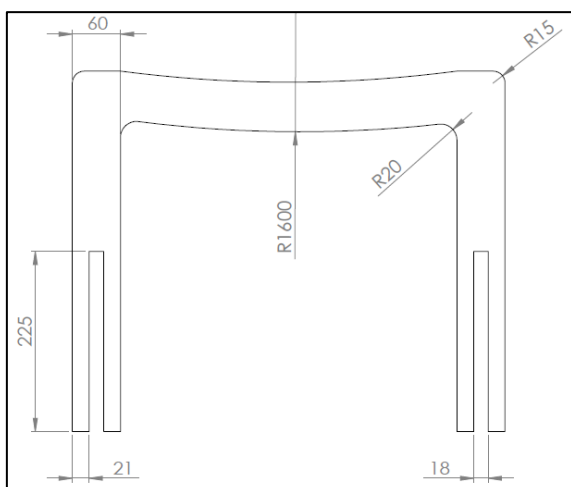
Slika 17: Stranica

Zgornji veznik: Dimenzije: 540 mm x 60 mm x 18 mm



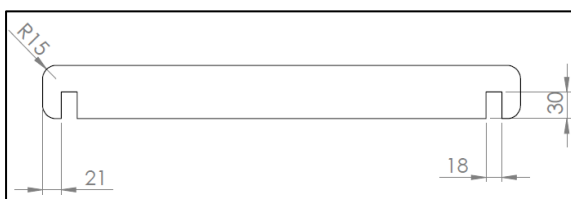
Slika 18: Zgornji veznik

Sprednji del: Dimenzije: 540 mm x 450 mm x 18 mm



Slika 19: Sprednji del

Spodnji veznik: Dimenzije: 540 mm x 60 mm x 18 mm



Slika 20: Spodnji veznik

Sestavljen stol : Dimenzije: 952 mm x 598 mm x 540 mm



Slika 21: Sestavljen stol

3.2.2 Opis tehnološkega postopka izdelave prototipa

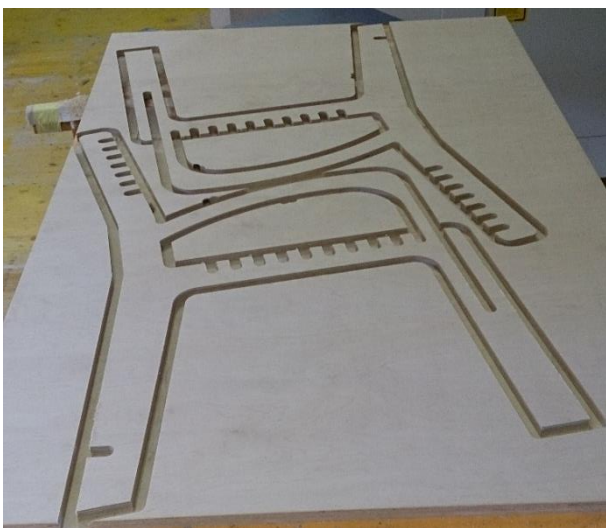
Obstaja veliko programov, s katerimi lahko izrišemo željen produkt. V našem primeru smo uporabili SolidWorks, ki je poleg tega, da nam nudi realistično vizualizacijo končnega produkta, tudi kompatibilen s programsko opremo, ki jo potrebujemo za pravilno delovanje CNC stroja. Z omenjeno kompatibilnostjo bomo prihranili veliko časa pri programiranju programa, ki ga razume CNC stroj. Elemente, ki smo skonstruirali v programu SolidWorks, smo shranili v dxf format ter jih prenesli v program CNC rezkalnega stroja.

1) Krojenje plošče

Z izdelavo stola sem začel na miznem krožnem žagalnem stroju. Na njem sem na dimenzije (z nadmero 10 mm) odžagal dve plošči ki sem jih potreboval za nadaljnjo rezkanje na CNC stroju. Dimenzije plošč sem dobil iz programa Solid Works v katerem sem razporedil elemente po plošči tako, da se dobil čim večji izkoristek materiala in s tem manjše stroške (Slika 22, Slika 23). Zaradi čim večjega izkoristka materiala nisem pazil na usmerjenost zunanje sloja vezane plošče. Dimenzije plošč so bile 1,41 m x 0,89 m ter 1,3 m x 0,66 m.



Slika 22: Razporeditev elementov po plošči 1 (foto: Novak)



Slika 23: Razporeditev elementov po plošči 2 (foto: Novak)

2) Rezkanje na CNC rezkalnem stroju

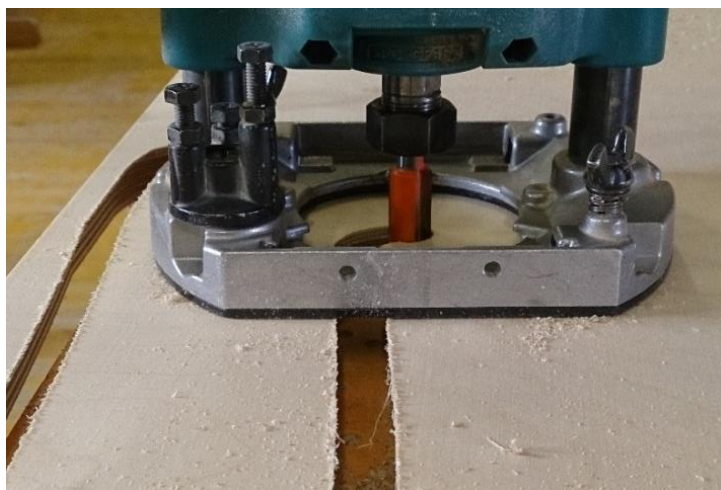
Rezkanje vseh sestavnih delov stola je potekalo na CNC rezkalnem stroju (Slika 24). Po izrisu v Solid Worksu je bilo potrebno s programom na CNC stroju še dokončno definirati vse načrte in postavitev. Nastaviti je bilo potrebno pot po katerem je rezkar nato obdeloval. Izbrali smo rezkar širine 18 mm saj je bil ravno pravšnji za utor, ki so bili na elementih. Zelo pomembno pri plosko sestavljivem pohištvu je, da je širina utorov enaka debelini plošče.



Slika 24: Rezkanje na CNC stroju (foto: Novak)

3) Rezkanje z ročnim rezkarjem

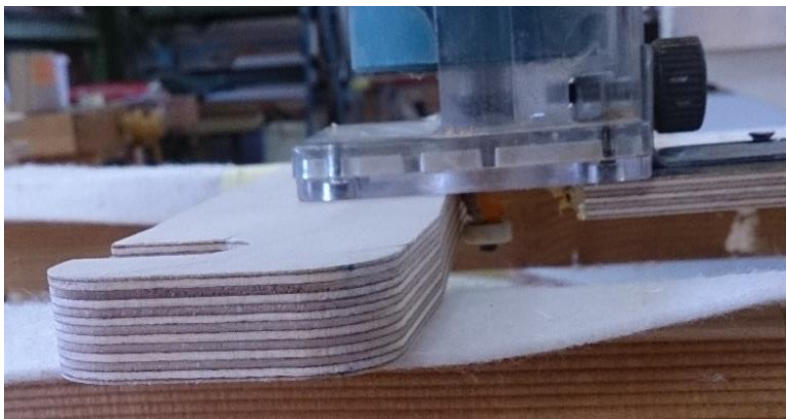
Ker s CNC rezkarjem nismo mogli rezkati skozi celotno debelino plošče in je 1 mm ostal, je bilo potrebno iz druge strani obdelovance porezkati še ročno (Slika 25). To sem naredil z ročnim rezkarjem v katerega sem vpel rezkar premera 8 mm, ki je imel vodilo, da se rezkar lahko vodil po robu.



Slika 25: Rezkanje z ročnim rezkarjem (foto: Novak)

4) Zaokroževanje robov

Vsem kosom stola sem nato zaokrožil robove z ročnim rezkarjem v katerega sem vpel rezkar z radijem 3 mm (Slika 26). Vsi elementi so bili zaradi tega bolj prijetni na otip ter bolj udobni za sedenje.



Slika 26: Zaokroževanje robov (foto: Novak)

5) Strojno brušenje

Vse dele stola sem pobrusil na kontaktnem brusilnem stroju in sicer po površini po obeh straneh (Slika 27). Stroj sem imel nastavljen na fino brušenje z brusnim papirjem granulacije 180. S tem sem dobil gladko površino ter se znebil vseh napak, ki so tekom izdelave nastale na površini.



Slika 27: Strojno brušenje (foto: Novak)

6) Ročno brušenje

Po strojnem brušenju je sledilo še ročno brušenje in sicer sem pobrusil vse robove ter redke napake, ki so še ostale na površini. Brusil sem z ročnim brusilnim strojem (Slika 28) ali gobico. Uporabljal sem brusni papir z granulacijo 150. Po ročnem brušenju so morali vsi kosi biti ustrezno finalizirani za končno površinsko obdelavo.



Slika 28: Ročno brušenje z ročnim brusilnim strojem (foto: Novak)

7) Površinska obdelava

Stol sem zaščitil z lanenim oljem. Olje sem nanašal z lakirno pištolo (Slika 29). Po prvem nanosu je bilo potrebno počakati nekaj ur, da se je olje posušilo, nato je sledilo brušenje s finim brusnim papirjem, da sem zgladil dvignjena vlakna. Sledil je še drugi nanos in s tem končni videz stola.



Slika 29: Nanos olja (foto: Novak)

3.2.3 Laboratorijsko preizkušanje izdelka

Laboratorijsko preizkušanje smo izvedli v Laboratoriju za preizkušanje pohištva (LPP) na Oddelku za lesarstvo. Laboratorij deluje na področju skladnosti in preizkušanja pohištva, njegova dejavnost pa obsega preizkušanje bivalnega, pisarniškega in šolskega pohištva ter notranjih in zunanjih vrat. Preverja mehanske lastnosti pohištva in odziv na klimatske vplive, ugotavlja ergonomsko skladnost pohištva z zahtevami standardov, preverja oblikovalske in konstrukcijske rešitve in sodeluje pri preoblikovanju in konstruiranju novih proizvodov.

Testiranje ali preizkušanje je preverjanje konstrukcijskih rešitev, oblikovalčevih idej, uporabljenih materialov, funkcionalnosti, varnosti in drugih lastnosti izdelka. Neposredno odraža kakovost in skladnost izdelka s standardi.

Preizkušanje je potekalo po naslednjih standardih:

SIST EN 1022:2006 – Pohištvo za domačo uporabo – Sedežno pohištvo – Ugotavljanje stabilnosti. Domestic furniture – Seating – Determination of stability, ta evropski standard obsega: testne metode in zahteve za določitev stabilnosti vseh tipov sedežnega pohištva za domačo uporabo za odrasle. Stabilnost je lahko določena z eksperimentalno ali računsko metodo. Obe metodi temeljijo na enakih silah in točkah uporabe. Če so rezultati računskih metod negotovi oz. na robu sprejemljivih jih je potrebno preveriti še z eksperimentalno metodo. Splošna navodila določajo:

- toleranca za merjenje vse sil in mas je $\pm 5\%$,
- toleranca za merjenje dimenzij je $\pm 1\text{ mm}$,
- toleranca za merjenje kotov je $\pm 2^\circ$,
- toleranca odstopanja uteži je $\pm 5\text{ mm}$.

Standard določa metode preverjanja stabilnosti stola naprej, vstran ter stabilnost nazaj. Pri vsakem preskušanju je določena sila obtežitve na sedišče in sila vlečenja v določeno smer, katero mora stol vzdržati brez prevrnitve.

SIST EN 12520:2010 – Pohištvo – Trdnost, trajnost in varnost – Zahteve za sedežno pohištvo za domačo uporabo. Furniture – Strength, durability and safety – Requirements for domestic seating, ta evropski standard obsega: minimalne zahteve za trdnost trajnost in varnost vseh tipov sedežnega pohištva za domačo uporabo za odrasle. Testi temeljijo na tem, da so osebe ki uporabljajo določen izdelek lažje od 110 kg. Standard ne vključuje zahtev za električno varnost, odpornost na staranje, degradacijo, vnetljivost in ergonomijo. Vsi deli sedežnega pohištva s katerimi smo v stiku med sedenjem morajo biti oblikovani tako, da ne povzročijo poškodb.

Robovi sedežne površine, hrbtnega naslona ter počival za roke morajo biti zaokroženi, če smo z njimi v stiku med sedenjem. Vsi ostali robovi ne smejo biti ostri.

Standard določa metode preverjanja: statične obremenitve sedežne površine in hrbtnega naslona, statične obremenitve sprednjega dela sedežne površine, statične obremenitve naslonjal za roke v horizontalni smeri, statične obremenitve naslonjal za roke v vertikalni smeri, statične obremenitve nog v smeri naprej statične obremenitve nog vstran in test trajnosti hrbtnega naslona ter sedežne površine.

Podatki za izvedbo testnih metod:

Preglednica 2: Metode testiranja po standardu SIST EN 12520:2010 (povzetek)

METODA	REFERENCA	MESTO OBREMENITVE	SILA (N)	SMER OBREMENITVE
1) Statična obremenitev sedežne površine in hrbtnega naslona	EN 1728:2000	Sedežna površina	1300	Vertikalna
		Hrbtni naslon	450	Horizontalna
		Ponovitev: 10x		
2) Statična obremenitev sprednjega dela sedežne površine	EN 1728:2000	Sedežna površina	1300	Vertikalna
		Ponovitev: 10x		
3) Statična obremenitev naslonjal za roke v horizontalni smeri	EN 1728:2000	Sedežna površina	350	Vertikalna
		Naslonjalo za roke	300	Horizontalna
		Ponovitev: 10x		
4) Statična obremenitev naslonjal za roke v vertikalni smeri	EN 1728:2000	Sedežna površina	700	Vertikalna
		Naslonjalo za roke	700	Vertikalna
		Ponovitev: 10x		
5) Statična obremenitev nog v smeri naprej	EN 1728:2000	Sedežna površina	1000	Vertikalna
		Zadnji del stola	400	Horizontalna
		Ponovitev: 10x		
6) Statična obremenitev nog vstran	EN 1728:2000	Sedežna površina	1000	Vertikalna
		Stranski del stola	300	Horizontalna
		Ponovitev: 10x		
7) Test trajnosti hrbtnega naslona in sedežne površine	EN 1728:2000	Sedežna površina	1000	Vertikalna
		Hrbtni naslon	300	Horizontalna
		Ponovitev cikla: 25000x		

4 REZULTATI

4.1 IZDELAVA MODELOV

Namen izdelave modelov je, da se prepričamo, da je naša ideja pravilna, da lahko razrešimo oz. odkrijemo tehnične in oblikovne težave pri razvoju. Na podlagi odkritih napak lahko z izboljšavami pridemo do optimalne končne rešitve. Računalniško podprto konstruiranje nam prihrani veliko časa in stroškov, s pomočjo računalniške simulacije pa pridemo do pomembnih novih podatkov, ki bi jih s fizičnimi prototipi težko zbrali ali pa sploh ne.

Pri izdelavi modelov so bili preučeni postopki za definiranje izvedbe končnega prototipa izdelka. Modeli so služili: pripravi načrtov za izrez, preizkušanju, konstrukcijske trdnosti, iskanju primernih razstavljivih spojev, logični sestavljivosti posameznih delov, preizkušanju dukte in iskanju najbolj primerne tehnologije za izrez končnega izdelka.

Prve modele sem rezal na laserski rezalnik v M 1:2. To merilo mi je omogočalo, da sem videl napake. M 1:2 pa je tudi bolj smiselno za izdelavo modelov saj se že pri tej velikosti opazi primernost izdelkov ter ni nepotrebnih stroškov z materialom. Prav tako sem imel tehnološke omejitve, saj je bila delovna površina laserja (150 cm x 70 cm) premajhna za izdelavo izdelka v M 1:1. Preizkušal sem različne konstrukcijske rešitve in iskal primerno obliko. Iz nabora že obstoječih izvedenih primerov sedežnega plosko sestavljivega pohištva sem iskal skupne točke, ki bi me usmerjale v lažje izbiranje spojev. Ugotovil sem, da ima večina spoj na princip zatikanja, trdno se prilegajo drug v drugega z nič tolerance med njimi. Izdelek je tako zmožen prestati različne obremenitve njegove uporabe.

Za prvi model sem si na podlagi pregleda izbora že obstoječih izdelkov izbral stol Kuka (Slika 30). Načrte sem prenesel s spletne strani www.opendesk.cc. Načrt so namenjeni razrezu na CNC rezalnem stroju, vendar sem za izdelavo modela uporabil laserski razrez. Zaradi debeline reza 0,3 mm materiala pri rezanju z laserjem se spoji niso tesno prilegali, kar se je rezultiralo v ohlapnih spojih in nestabilnem stolu. Tesno prileganje spojev je ključno za trdnost izdelka.



Slika 30: Prvi model (foto: Miha Benedičič)

Ideja za izdelavo drugega modela sem dobil na podlagi preučevanja slik stola 23D avtorja Gustava Dusinga. V tem koraku smo zrisali načrt na podlagi ugotovitev zatikanja in prekrivanja spojev iz prvega testa. S prekrivanjem spojev in prepletanjem delov se sile pri sedenju razporedijo, ustvari se trdna konstrukcija (Slika 31).



Slika 31: Drugi model (foto: Miha Benedičič)

Pred izdelavo tretjega modela sem preučil dukto. Dukta je tehnika rezanja, ki masivnemu in kompozitnemu lesu doda prožnost. Ime dukta izvira iz angleškega izraza duktilnost (*angl.: Ductility*). Duktilnost označuje zmožnost raztezanja in oblikovanja materiala, brez, da bi ta utrpel trajne mehanske poškodbe. Najbolj primerne vrste lesa za takšen način reza so lesni kompoziti kot so: MDF, OSB in večplastne vezane plošče.

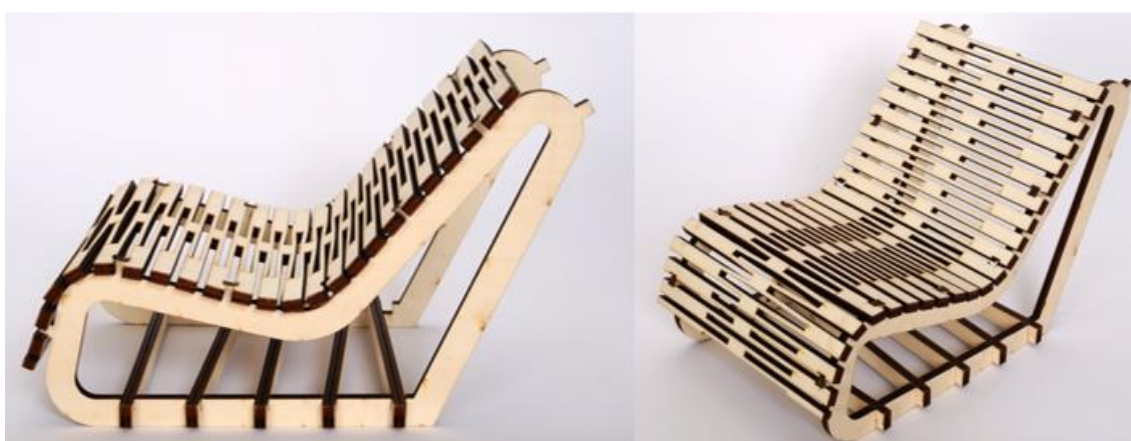
Dukta tehniko rezanja je prvi izumil Serge Lunin med poučevanjem na Univerzi v Zurichu. študent Christian Kuhn si je med izobraževanjem pod vodstvom Lunina zamislil izdelavo ležalnika iz več upognjenih lesenih elementov. Kuhn in Lunin sta skupaj testirala različne klasične tehnike parnega krivljenja lesa in večplastnega lepljenja. Med številnimi poizkusi sta odkrila, da njuna nova tehnika rezanja naredi les prožnejši. Vendar poleg prožnosti les postane manj odporen na mehanske obremenitve in dovzetnejši za poškodbe. Da bi odstranila pomanjkljivosti, sta izvedla vrsto raziskav. Te so jima prinesle mnogo nagrad in leta 2009 financiranje 18- mesečnega raziskovalnega projekta s strani Swiss Commission for Technology and Innovation (CTI).

Tehniko sta patentirala leta 2006. Od takrat oba izboljšujeta tehniko in s tem dodajata lesu nove uporabne lastnosti, da postane primeren za uporabo v doslej lesu nedostopnih področjih. Začetna uporaba tako obdelanega lesa je bila v notranjem pohištvu in svetilih. Kasneje sta razvila še lesene stene in prostorske pregrade z izboljšanimi zvočnimi izolacijskimi lastnostmi. Christian Kuhn and Serge Lunin sta avgusta 2011 ustanovila podjetje Dukta Ltd., ki je namenjeno prodaji njihovih inovativnih izdelkov. Podjetje je član združenja Création Holz.



Slika 32: Dukta (foto: Miha Benedičič)

Tretji model je imel hrbtni naslon večji kot naslona. Pri tem modelu sem tudi poskušal vplesti dukto v konstrukcijo izdelka. Konstrukcija je ojačana s prečnimi letvami. Tukaj so se pokazale težave z prileganjem dukte na konstrukcijo. Krivina na predelu glave je preveč zaobljena za prileganje vezna plošče take debeline. Dukta je začela ob upogibanju na omejeno krivino pokati, ter silila spoje dukte stran od konstrukcije. Problem pa je bil tudi v tem, da so krivine pri takem merilu veliko bolj ostre in nimajo tako dolgih prehodov kot, če bi dukto prilagajali izdelku v merilu 1:1. Pri razvoju izdelka so pomembni radiji krivin in debelina plošč. V poštev pride sedežno pohištvo z večjim kotom med sedalom in naslonjalom, ter posledično večjimi krivinami (Slika 33).



Slika 33: Tretji model (foto: Miha Benedičič)

4.2 KONČNI PROTOTIPA STOLA

Končni videz prototipa je tak kot smo ga pričakovali. Uporaba programske orodja SolidWorks nam je omogočila natančen izgled sestavljenega stola. Stol je sestavljen tako, da levo in desno stranico povezuje sprednji del, spodnji prečnik ter zgornji vezniki z načinom medsebojnega zatikanja vezi. Stol smo oblikovali tako, da potrebujemo minimalno uporabo kovinskega okovja, saj za sestavo izdelka potrebujemo le dva vijaka, ki izboljšata stabilnost stola. Prednost stola je enostavna izvedba in sestava, saj so vse vezi sestavljene na način zatikanja. Sedenje je udobno, saj je širina med naslonjali za roke dovolj velika, da nas ne ovira pri sedenju, razmik med vezniki pri sedežni površini ter hrbtnem naslonu pa dovolj majhen. Pri stolu bi lahko izboljšal predvsem hrbtni naslon. Problem nastane, če iz zadnjega dela hrbtnega naslona s preveliko silo pritisnemo na veznike, kar lahko povzroči izpad veznikov iz utora. To bi lahko rešil tako, da bi namesto letvic uporabil za hrbtni naslon ploščo, ki bi se nato vertikalno zaskočila v zarezo na stranici. Način zatikanja bi bil tako isti kot pri zatikanju med stranicama in sprednjim delom stola. Izdelek je enostaven za načrtovanje saj je bilo potrebno konstruirati le štiri glavne elemente.

Od vstopa materiala v proizvodnjo do končnega izdelka preteče zelo malo časa. Celotna proizvodnja ima vse skupaj le štiri glavne operacije: grobi razrez materiala, CNC rezkanje, brušenje in površinska obdelava. Pri serijski proizvodnji ne bi imeli težav s skladiščenjem saj lahko vse elemente zložimo v paket dimenzij 100 cm x 60 cm x 12 cm.



Slika 34: Sestavljen stol (foto: Rudolf)

4.3 POTEK PREIZKUŠANJA

Preizkušanje v laboratoriju je potekalo po metodah, predpisanih v standardu: standard: SIST EN 1022:2006 – Pohištvo za domačo uporabo – Sedežno pohištvo – Ugotavljanje stabilnosti. Domestic furniture – Seating – Determination of stability

Najprej smo pripravili testno mesto za preizkušanje stola. V tla smo pred in za noge stola pritrdili letvici, da se stol med poskusi ni mogel premikati.

1) Prevrčanje stola naprej

Stol mora biti postavljen na tla in sprednje noge zavarovane, tako, da se ne premikajo. Pri tem preizkusu smo sedežno površino vertikalno obremenili s silo 600 N. Center uteži, ki smo jih namestili je bil 6 cm od prednjega roba sedežne površine. Od sprednjega dela sedežne plošče smo nato dodali silo 20 N za 5 sekund.



Slika 35: Prevrčanje stola naprej (foto: Novak)

2) Prevračanje stola v stran, sedežno pohištvo z naslonjali za roke

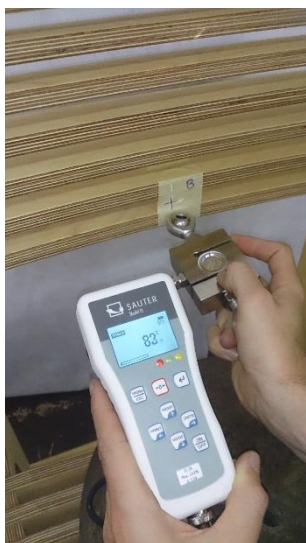
Stol mora biti postavljen na tla in sprednje noge zavarovane, tako, da se ne premikajo. Sedežno ploščo smo vertikalno obremenili s silo 350 N. Center uteži, ki smo jo namestili je bil 4 cm oddaljen od začetka naslonjala. Naslonjalo smo vertikalno obremenili s silo 250 N. Od stranskega dela sedežne površine smo v horizontalni smeri dodali silo 20 N za 5 sekund.



Slika 36: Prevračanje stola v stran (foto: Novak)

3) Prevračanje stola vzvratno, vso sedežno pohištvo z hrbtnimi nasloni

Stol mora biti postavljen na tla in sprednje noge zavarovane, tako, da se ne premikajo. Sedežno površino smo vertikalno obremenili s silo 600 N. Določili smo višino od tal do začetka hrbtnege naslona, višina je znašala 720 mm. S tem smo določili, da bo horizontalna sila znašala 80 N kot je predpisano v standardu. Silo 80 N smo v horizontalni smeri proti hrbtnemu naslonu držali 5 sekund.



Slika 37: Prevračanje stola vzvratno (foto: Novak)

Preizkušanje v laboratoriju je potekalo po metodah, predpisanih v standardu:

Standard SIST EN 12520:2010 – Pohištvo – Trdnost, trajnost in varnost – Zahteve za sedežno pohištvo za domačo uporabo. Furniture – Strength, durability and safety – Requirements for domestic seating

1) Statična obremenitev sedežne površine in hrbtnega naslona

Sedežno površino smo vertikalno obremenili s silo 1300 N, hrbtni naslon pa smo obremenjevali s silo 450 N. Kot narekuje standard smo poizkus ponovili desetkrat.



Slika 38: Statična obremenitev sedežne površine in hrbtnega naslona (foto: Novak)

2) Statična obremenitev naslonjal za roke v vertikalni smeri

Sedežno površino smo obremenili s silo 700 N. Naslonjalo za roke pa smo obremenili s silo 700 N v vertikalni smeri. Kot narekuje standard smo poizkus ponovili desetkrat.



Slika 39: Statična obremenitev naslonjal za roke v vertikalni smeri (foto: Novak)

3) Statična obremenitev sprednjega dela sedežne površine

Sedežno površino smo vertikalno obremenili s silo 1300 N. Center uteži, ki smo jih namestili je bil 6 cm od prednjega roba sedežne površine. Kot narekuje standard smo poizkus ponovili desetkrat.



Slika 40: Statična obremenitev sprednjega dela sedežne površine (foto: Novak)

4) Statična obremenitev naslonjal za roke v horizontalni smeri

Sedežno površino smo obremenili s silo 350 N. Naslonjalo za roke pa smo vlekli v stran s silo 300 N. Kot narekuje standard smo poizkus ponovili desetkrat.



Slika 41: Statična obremenitev naslonjal za roke v horizontalni smeri (foto: Novak)

5) Statična obremenitev nog v smeri naprej

Sedežno površino smo obremenili s silo 1000 N. Stol pa smo iz zadnjega dela obremenjevali s silo 400 N. Kot narekuje standard smo poizkus ponovili desetkrat.



Slika 42: Statična obremenitev nog v smeri naprej (foto: Novak)

6) Statična obremenitev nog vstran

Sedežno površino smo obremenili s silo 1000 N. Stol pa smo iz stranskega dela obremenjevali s silo 300 N. Kot narekuje standard smo poizkus ponovili desetkrat.



Slika 43: Statična obremenitev nog vstran (foto: Novak)

7) Test trajnosti hrbtnega naslona ter sedežne površine

Sedežno površino smo obremenili s silo 1000 N. Hrbtni naslon pa smo ciklično obremenjevali s silo 300 N. Kot narekuje standard smo cikel ponovili 25000 x.



Slika 44: Test trajnosti 1 (foto: Novak)



Slika 45: Test trajnosti 2 (foto: Novak)

4.3.1 Rezultati preizkušanja stola

Laboratorijsko preizkušanje stola je potekalo po pričakovanjih. Po končanem laboratorijskem preizkušanju izdelka smo evidentirali rezultate.

Preizkušanje po standardu SIST EN 1022:2006 – Pohištvo za domačo uporabo – Sedežno pohištvo – Ugotavljanje stabilnosti. Domestic furniture – Seating – Determination of stability je vsebovalo naslednje testne metode:

- prevračanje stola naprej,
- prevračanje stola vstran, sedežno pohištvo z naslonjali za roke
- prevračanje stola vzvratno, vso sedežno pohištvo s hrbtnimi nasloni

Preizkušanje po standardu SIST EN 12520:2010 – Pohištvo – Trdnost, trajnost in varnost – Zahteve za sedežno pohištvo za domačo uporabo. Furniture – Strength, durability and safety – Requirements for domestic seating je vsebovalo naslednje testne metode:

- statična obremenitev sedežne površine in hrbtnega naslona
- statična obremenitev sprednjega dela sedežne površine
- statična obremenitev naslonjal za roke v horizontalni smeri
- statična obremenitev naslonjal za roke v vertikalni smeri
- statična obremenitev nog v smeri naprej
- statična obremenitev nog vstran
- test trajnosti hrbtnega naslona ter sedežne površine

Pri nobenem testu ni prišlo do kakršnih koli sprememb in poškodb stola, zato je bilo laboratorijsko preizkušanje označeno kot uspešno.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

Razvoj sedežnega plosko sestavljivega pohištva je potekal v skladu s pričakovanji, ki smo si jih zadali pred pričetkom razvoja. Cilje smo uspešno dosegli: skonstruirali in oblikovali smo plosko sestavljivo sedežno pohištvo, ki omogoča enostavno proizvodnjo, montažo in skladiščenje z minimalno uporabo kovinskega okovja. Za sestavo stola sta potrebna le dva vijaka, ki izboljšata njegovo stabilnost. Čas potreben za sestavo stola so tri minute. Zato lahko potrdimo hipotezo, da je izdelek po določenih lastnostih boljši od izdelkov, ki jih ponuja konkurenca. Uporaba sodobne programske opreme nam je pomagala, da smo lahko hitro izdelali več modelov, jih optimirali, ter s tem izboljšali konstrukcijo končnega prototipa izdelka. S tem smo skrajšali čas in stroške razvoja.

Sodelovanje s študentko Lucijo Vodopivc ALUO smer-industrijsko oblikovanje se je pokazalo za odlično. Pri razvoju prototipa stola se je dobro prepletanje med znanjem s področja oblikovanja in tehničnim znanjem konstrukterja, ki ga pridobimo študenti lesarstva v času študija na Oddelku za lesarstvo. Če ne bi bilo interdisciplinarnega sodelovanja bi bil za oba razvoj izdelka veliko težja naloga. Glavna naloga industrijske oblikovalke Lucije je bila skica oz. zamisel za različne modele, moja naloga pa je bila, da raziščem in prispevam znanje možnih tehničnih rešitev na podlagi razumevanja različnih izvedenih primerov plosko sestavljivega pohištva za različne namene. Prav tako sem prispeval znanje o poznavanju materiala, obdelovalnih postopkih in možnosti uporabe novih tehnologij. Modele sva izdelala predvsem zato, da sva s tem videla kje se pojavljajo težave, jih analizirala in z nadaljnjimi modeli te težave odpravila.

Pomemben del razvoja prototipa stola je bilo laboratorijsko preizkušanje po izbranih standardih: SIST EN 1022:2006 in SIST EN 12520:2010. Preizkušanje je razviti prototip uspešno preстал. S tem lahko potrdimo hipotezo, da izdelek ustreza predpisanim standardom za tovrstno pohištvo. Preizkušanje je pokazalo tudi določene napake. To je bil tudi eden izmed namenov preizkušanja, ki ne služi le preverjanju ustreznosti izdelkov, temveč tudi kot pomoč pri razvoju novih izdelkov; saj na ta način vidimo kje so šibke točke in kako lahko te pomanjkljivosti odpravimo.

Skozi razvoj lastnega izdelka sem se veliko naučil o prednostih in slabostih plosko sestavljivega pohištva. Ker so dobre lastnosti ploskovnega pohištva že omenjene bi na podlagi svojega izdelka omenil tudi nekaj slabosti, ki pa bi se jih z nadaljnjim razvojem seveda lahko izboljšalo. Največjo rezervo pri plosko sestavljivem pohištvu sem opazil pri končni obdelavi, torej brušenju. Sam proces izdelave izdelka do elementov je zelo hiter, ker pa je bilo potrebno še veliko ročnega brušenja ter zaokroževanja robov, bi se dalo v tej fazi še izboljšati hitrost obdelave. Pomembno je tudi prilagajanje utorov z nič tolerance. V primeru da ima rezkar kakšno desetinko milimetra večji premer od debeline plošče že

lahko pride do ohlapnega spoja, kar pa pomeni slabšo stabilnost. Zelo pomembno pri plosko sestavljivem pohištvu je, da je širina utorov enaka debelini plošče. Pri svojem izdelku sem tudi opazil problem hrbtnega naslona, saj letvice seveda niso fiksne pritrjene in se lahko ob močnejšem udarcu iz zadnjega dela snamejo. To bi lahko rešil tako, da bi namesto letvic uporabil za hrbtni naslon ploščo, ki bi se nato vertikalno zaskočila v zarezo na stranici. Pri sedežnem delu zaradi letvic ni tega problema, ker so praktično vse sile na sedežno površino vertikalne.

Na trgu je relativno malo informacij in ponudbe o plosko sestavljivem pohištvu. Predvidevamo, da ima tovrstno pohištvo velik potencial razvoja v prihodnosti.

6 POVZETEK

V prvem delu diplomske naloge smo preučili razvoj plosko sestavljivega pohištva ter naredili pregled izbranega pohištva. Posvetili smo se tudi pregledu pomena ergonomije in antropometrije pri oblikovanju in konstruiranju novih izdelkov in s tem preverili odnose med človekom in njegovo materialno okolico. Določili smo material za izdelavo prototipa. Odločili smo se za vezano ploščo, ki se najpogosteje uporablja pri izdelavi plosko sestavljivega pohištva. Preučili smo ustrezne standarde, ki se nanašajo na sedežno pohištvo za domačo uporabo. Predstavili smo proces razvoja novega izdelka in opisali njegove faze. V drugi fazi smo razvili prototip stola. Najprej smo izdelali variante delovnih modelov, pri katerih smo iskali smernice za izbor končnega izdelka. Nato je sledila izbira oz. izvedba končne variante. S pomočjo programskega orodja SolidWorks smo ga zmodelirali, ter ga nato tudi izdelali. Natančno smo opisali vse tehnološke postopke, ki so potrebni za izdelavo prototipa stola.

V končni fazi diplomske naloge smo stol testirali v Laboratoriju za preizkušanje pohištva na Oddelku za lesarstvo. Stol smo preizkušali po dveh standardih: SIST EN 1022:2006 in SIST EN 12520:2010. Prototip stola je testiranje prestal, zato smo laboratorijsko preizkušanje ocenili kot uspešno. Hkrati smo ugotovili, kje bi bilo mogoče izboljšati določene detajle, predvsem pri hrbtnem naslonu, kjer bi lahko uporabili drugačen način zatikanja vezi.

S končnim izdelkom sem zadovoljen in menim, da so izdelki, ki spadajo v rang plosko sestavljivega pohištva lahko bolj konkurenčni izdelkom, ki so zlepljeni oz. vijačeni, saj jih odlikuje zelo enostavno sestavljanje in skladiščenje ter hiter proces izdelave, njihove trdnostne lastnosti pa so lahko enake, čeprav so njihovi spoji razstavljivi.

7 VIRI

Anthropometric database, 2012.

Delft University of technology <http://dined.io.tudelft.nl/ergonomics/> (2. apr. 2009)

Flat pack furniture, 2015.

<http://www.wisegeek.org/what-is-flat-pack-furniture.htm>

Gaussova krivulja, 2015.

<http://blog.zav-mb.si/2011/03/09/voznik>, 5. 3. 2015

Hren D. B. 2009.

Oblikovanje in konstruiranje v lesarstvu. Študijsko gradivo. Maribor, Lesarska šola Maribor, Višja strokovna šola: 50 str.
http://www.visjalesmb.org/visja_students/skriptarna/vse_skripte/skripte_pred/skript_e/hren/OkI/OKLgradivo-2od2-Hren_D_B-2009.pdf, 5. 3. 2015

Kadushin Ronen, Italic shelf, 2015.

<http://www.ronen-kadushin.com/index.php/open-design/italic-shelf/>

Kitek Kuzman M. 2013.

Laboratorij za preizkušanje pohištva – pedagoško in raziskovalno delo. Oddelek za lesarstvo, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani: 15 str

Kitek Kuzman M. 2012.

Lesene konstrukcije v stanovanjski in javni gradnji Slovenija. Oddelek za lesarstvo, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani: 146 str

Kotler P. 1996.

Marketing Management Trženjsko upravljanje: analiza, načrtovanje, izvajanje in nadzor. Ljubljana, Slovenska knjiga: 832 str

Kowalewski Andreas, Wedge table, 2015.

http://andreaskowalewski.com/portfolio_page/wedge-table/

Michael Thonet, stol številka 14, 2015.

<http://en.thonet.de/about-us/thonet-the-story/the-thonet-principle.html> (junij 2015)

Oblak L. 2012.

Trženje lesnih izdelkov in storitev. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 175 str.

Open design contest, 2015.

<http://opendesigncontest.org/node/217/1>

Open desk, Fin bookshelf, 2015.

<https://www.opendesk.cc/fin/fin-bookshelf>

Open desk, Half sheet table, 2015.

<https://www.opendesk.cc/zero/half-sheet-table>

Open desk, Johann stool, 2015.

<https://www.opendesk.cc/nouvelle-fabrique/johann-stool>

Open desk, Kuka chair, 2015.

<https://www.opendesk.cc/studio-dlux/kuka-chair>

Open desk, Raque Kunz, 2015.

<https://www.opendesk.cc/open/studio/22>

Ready to assemble furniture. 2008.

Wikipedia, free encyclopedia http://en.wikipedia.org/wiki/Ready-to-assemble_furniture

Rudolf S. 2008.

Kakovost pohištva in standardi. Les, 60:155-156

SIST EN 1022:2006 – Pohištvo za domačo uporabo

– Sedežno pohištvo Ugotavljanje stabilnosti. Domestic furniture – Seating – Determination of stability

SIST EN 12520:2010 – Pohištvo – Trdnost, trajnost in varnost

– Zahteve za sedežno pohištvo za domačo uporabo. Furniture – Strength, durability and safety – Requirements for domestic seating

Smulski S. 1997.

Engineered Wood Products. Wisconsin, PFS Research Foundation, 294 str.

Šernek M. 2007.

Furnir in lepljen les. Študijsko gradivo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo

The IKEA, Gilis Lundgren, 2015.

<http://www.dailymail.co.uk/femail/article-2370113/Ikea-designer-Gillis-Lundgren-sparked-flat-pack-revolution-sawing-table-legs-fit-car.html>

Vezane plošče, 2013.

<http://valles.si/images/Slikenove/vezanepl/VezanePlosce.jpg>

Weersing Randy, Zig-Zag chair, 2015.

<http://www.core77.com/posts/22480/andy-weersings-zig-zag-chair-three-pieces-of-plywood-and-many-many-cuts-22480>

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorici doc. dr. Manji Kitek Kuzman za pomoč in vodenje skozi izdelavo diplomskega dela.

Prav tako se zahvaljujem asist. dr. Mirku Karižu za pomoč pri pregledu standardov ter pomoči pri izvajanju preizkusov stola.

Zahvaljujem se g. Slavku Rudolfu, vodji Laboratorija za preizkušanje pohištva za pomoč in svetovanje pri preizkušanju izdelka.

Lepo se zahvaljujem prof. dr. Leonu Oblaku za recenzijo diplomskega dela.

Zahvaljujem se Srednji lesarski šoli – šolski center Ljubljana za izdelavo modelov in prototipov, še posebej prof. Stanislavu Lemutu, ravnateljici mag. Majdi Kanop, ter učitelju Gregorju Virantu za vso dobro voljo ter pomoč pri vseh razrezih.

PRILOGE

- Načrt stola
- Kosovnica stranice
- Kosovnica sprednjega dela
- Kosovnica zgornjega veznika
- Kosovnica spodnjega veznika