

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Kristjan BRODNIK

**PRIMERJAVA IZBRANIH CAD PROGRAMOV V
POHIŠTVENI INDUSTRIJI**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2010

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Kristjan BRODNIK

**PRIMERJAVA IZBRANIH CAD PROGRAMOV V POHIŠTVENI
INDUSTRIJI**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij

**COMPARISON OF SELECTED CAD PROGRAMMES USED IN
FURNITURE INDUSTRY**

GRADUATION THESIS

Higher professional studies

Ljubljana, 2010

Diplomsko delo je zaključek Visokošolskega strokovnega študija lesarstva. Opravljeno je bilo na Katedri za management in ekonomiko lesnih podjetij ter razvoj izdelkov na Oddelku za lesarstvo, Biotehniške fakultete v Ljubljani. Raziskava je bila opravljena v računalniški učilnici na fakulteti.

Senat Oddelka za lesarstvo je za mentorico določil doc. dr. Jasno Hrovatin in za recenzentko doc. dr. Silvano Prekrat.

Mentorica: doc. dr. Jasna Hrovatin

Recenzentka: doc. dr. Silvana Prekrat

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Kristjan Brodnik

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Vs
- DK UDK 004.43:72
- KG konstruiranje/2D in 3D risanje/aplikacije/modeliranje
- AV BRODNIK, Kristjan
- SA HROVATIN, Jasna (mentorica)/PREKRAT, Silvana (recenzentka)
- KZ SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo
- LI 2010
- IN PRIMERJAVA IZBRANIH CAD PROGRAMOV V POHIŠTVENI INDUSTRIJI
- TD Diplomsko delo (visokošolski strokovni študij)
- OP X, 81 str., 13 pregl., 40 sl., 1 pril., 23 vir.
- IJ sl
- Jl sl/en
- AI Slovenska lesarska podjetja uporabljajo za risanje svojih izdelkov različne računalniške programe. Najbolj pogoste: AutoCAD, MegaCAD in MegaTISCHLER, smo vključili v raziskavo, pri kateri je sodelovalo 70 oseb, 54 študentov iz Oddelka za lesarstvo Biotehniške fakultete in 16 zaposlenih, ki s temi programi delajo na svojih delovnih mestih v podjetjih. Vsi sodelujoči so dobili navodila za delo v pisni obliki. Proučevali smo porabo časa, porabljenega za risanje sklopa predalnika. Vse sodelujoče smo razdelili v 4 kakovostne skupine. Z analizo podatkov smo ugotovili, da so bile risbe najhitreje narisane s programom MegaTISCHLER in tako potrdili našo hipotezo. Najhitreje so predalnik narisali zaposleni (9 min); zanj so v povprečju porabili skoraj 3-krat manj časa kot najpočasnejši študentje (23 min), kar je bila posledica izkušenj zaradi vsakodnevnega dela s programi. Zaposleni so tudi pri ostalih programih porabili manj časa, vendar razlika ni bila tako velika kot pri programu MegaTISCHLER.

KEY WORDS DOCUMENTATION

- DN Vs
- DC UDC 004.43:72
- CX construction/2D and 3D drawing/aplication/modelling
- AU BRODNIK, Kristjan
- AA HROVATIN, Jasna (supervisor)/PREKRAT, Silvana (reviewer)
- PP SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34
- PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Wood Science and Technology
- PY 2010
- TI COMPARISON OF SELECTED CAD PROGRAMMES USED IN FURNITURE INDUSTRY
- DT Graduation Thesis (Higher professional studies)
- NO X, 81 p., 13 tab., 40 fig., 1 ann., 23 ref.
- LA sl
- AL sl/en
- AB Slovenian wood processing firms use many different computer programmes to design their products, most frequently: AutoCAD, MegaCAD and MegaTISCHLER. The time needed to design a certain component of a specific chest of drawers was researched. 70 people participated in the study, 54 of them being students of Biotechnical Faculty, Department of Wood Science and Technology, and 16 actually using those tools at work in various Slovenian wood processing firms. Participants were divided into 4 different groups according to their skill levels. The data analysis showed that MegaTISCHLER was by far the simplest and fastest programme. The employees finished drawing almost 3-times as fast as the unskilled students; on average they did it in no more than 9 min, while students completed their tasks in 23 min. The data show that the velocity of designing products with these tools mainly depends on experience and the everyday use of the programmes. The employees were also the quickest to finish the exercise with other 2 computer programmes, but the time difference was not as big as it was when using the MegaTISCHLER programme.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VII
KAZALO SLIK	VIII
KAZALO PRILOG	X
1 UVOD	1
1.1 OPREDELITEV PROBLEMA	2
1.2 CILJ NALOGE	2
1.3 DELOVNE HIPOTEZE	2
2 SPLOŠNI DEL	3
2.1 ZAČETKI 2D RISANJA	3
2.1.1 2D-konstruiranje	4
2.1.2 Aplikacije, pri katerih je mogoče opravičiti 2D	5
2.1.3 Pomanjkljivosti 2D v primerjavi s 3D modeliranjem	6
2.2 3D-KONSTRUIRANJE	7
2.2.1 Uporaba 3D risanja	8
2.2.2 Topološki modeli pri 3D-konstruiranju	9
2.3 RAČUNALNIŠKO PODPRTO KONSTRUIRANJE (CAD)	11
2.3.1 Prednosti CAD sistema	12
2.3.2 Natančnost CAD sistema	14
2.3.3 Ukazi CAD sistema	15
2.4 KREIRANJE POGLEDOV	17
2.4.1 Spreminjanje načrtov	18
2.5 ALI LAHKO CAD RAČUNALNIŠKI PROGRAMI NADOMESTIJO INŽENIRSKO IZKUŠNJE?	18
2.6 NAPAKE V PROGRAMSKI OPREMI	19
2.7 TREND RAZVOJA CAD PROGRAMSKE OPREME	20
2.8 SPECIALIZIRANI IN VEČNAMENSKI CAD PROGRAMI	21
2.8.1 Mizar	22
2.8.2 Gaston	22
2.8.3 Sketch Up (Google Sketch Up)	23
2.8.4 MegaCAD 2D/3D	24
2.8.4.1 Pregled funkcionalnosti MegaCAD-a	25
2.8.5 MegaTISCHLERpro	26
2.8.6 MiniTISHLER	28
2.8.7 AutoCAD	28
2.8.8 ProLignum	30

2.8.9	20-20 Technologies - specifične rešitve za pohištveno industrijo	32
2.8.9.1	20-20 CAD	32
2.8.9.2	20-20 Design	34
2.8.9.3	20-20 Virtual Studio	35
3	MATERIAL IN METODE	38
3.1	METODA	38
3.1.1	Vsebinska sestava navodil za risanje	38
3.2	TESTNE OSEBE	44
4	REZULTATI	45
4.1	PORABLJEN ČAS ZA RISANJE V PROGRAMU MEGATISCHLER	45
4.2	PORABLJEN ČAS ZA RISANJE V PROGRAMU MEGACAD	52
4.3	PORABLJEN ČAS ZA RISANJE V PROGRAMU AUTOCAD	59
4.4	PRIMERJAVA PORABLJENEGA ČASA MED PROGRAMI MEGATISCHLER, MEGACAD IN AUTOCAD	65
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	69
5.1	RAZPRAVA	70
5.2	SKLEPI	72
6	POVZETEK	74
7	VIRI	76

ZAHVALA

PRILOGA

KAZALO PREGLEDNIC

Pregl. 1: Prikaz sodelujočih	45
Pregl. 2: Prikaz porabljenega časa v prog. MegaTISCHLER za študente "zamudnike"	46
Pregl. 3: Prikaz porabljenega časa v prog. MegaTISCHLER za redne študente (2008/09).....	46
Pregl. 4: Prikaz porabljenega časa v programu MegaTISCHLER za študente z opravljenim izpitom (pred 2008)	47
Pregl. 5: Prikaz porabljenega časa v programu MegaTISCHLER za zaposlene.....	47
Pregl. 6: Prikaz porabljenega časa v programu MegaCAD za študente "zamudnike"	52
Pregl. 7: Prikaz porabljenega časa v programu MegaCAD za redne študente (2008/09)	53
Pregl. 8: Prikaz porabljenega časa v programu MegaCAD za študente z opravljenim izpitom (pred 2008)	53
Pregl. 9: Prikaz porabljenega časa v programu MegaCAD za zaposlene	54
Pregl. 10: Prikaz porabljenega časa v programu AutoCAD za študente "zamudnike"	59
Pregl. 11: Prikaz porabljenega časa v programu AutoCAD za redne študente (2008/09)	60
Pregl. 12: Prikaz porabljenega časa v programu AutoCAD za študente z opravljenim izpitom (pred 2008)	60
Pregl. 13: Prikaz porabljenega časa v programu AutoCAD za zaposlene.....	60

KAZALO SLIK

Slika 1: 2D risba (naris, tloris in stranski ris).....	5
Slika 2: 3D risba	8
Slika 3: Risba v programu Gaston (alples).....	23
Slika 4: Risba v programu Google Sketch Up (Google Sketch Up)	24
Slika 5: Risba v programu MegaCAD (MegaCAD)	24
Slika 6: Risba v programu MegaTISCHLER (MegaTISCHLERpro).....	27
Slika 7: Risba v programu AutoCAD (AutoCAD).....	29
Slika 8: Risba v programu ProLignum (ProLignum).....	31
Slika 9: Risba v programu 20-20 CAD (20-20 CAD).....	33
Slika 10: Risba v programu 20-20 Design (20-20 Design).....	34
Slika 11: Risba v programu 20-20 Virtual studio (20-20 Virtual studio).....	36
Slika 12: Izgled konstrukcije korpusa v izometriji.....	39
Slika 13: Izgled brazdanega hrpta v 3D pogledu.....	39
Slika 14: Tloris brazdanega hrpta.....	39
Slika 15: Izgled brazde	40
Slika 16: Izgled notranjosti predalnika v 3d pogledu.....	40
Slika 17: Naris notranjosti z dimenzijami	41
Slika 18: Predalnik s predali v 3D pogledu	42
Slika 19: Izgled quadro predala v 3D pogledu	42
Slika 20: Predal z razmaki med ličnico in prostorom za predal	42
Slika 21: Tloris predala in prikaz odmika stranic navznoter	43
Slika 22: Stranski ris predala in prikaz odmika stranice po višini	43
Slika 23: Vodila tandem	43
Slika 24: Primerjava porabljenega časa med skupinami za risanje prve faze v programu MegaTISCHLER.....	48
Slika 25: Primerjava porabljenega časa med skupinami za risanje druge faze v programu MegaTISCHLER.....	49
Slika 26: Primerjava porabljenega časa med skupinami za risanje tretje faze v programu MegaTISCHLER.....	50
Slika 27: Primerjava celotnega porabljenega časa med skupinami za risanje predalnika v programu MegaTISCHLER	51
Slika 28: Primerjava porabljenega časa med skupinami za risanje prve faze v programu MegaCAD.....	55
Slika 29: Primerjava porabljenega časa med skupinami za risanje druge faze v programu MegaCAD.....	56
Slika 30: Primerjava porabljenega časa med skupinami za risanje tretje faze v programu MegaCAD.....	57
Slika 31: Primerjava celotnega porabljenega časa med skupinami za risanje predalnika v programu MegaCAD.....	58

Slika 32: Primerjava porabljenega časa med skupinami za risanje prve faze v programu AutoCAD.....	61
Slika 33: Primerjava porabljenega časa med skupinami za risanje druge faze v programu AutoCAD.....	62
Slika 34: Primerjava porabljenega časa med skupinami za risanje tretje faze v programu AutoCAD.....	63
Slika 35: Primerjava celotnega porabljenega časa med skupinami za risanje predalnika v programu AutoCAD	64
Slika 36: Primerjava porabljenega časa med prog. za risanje predalnika pri "zamudnikih"	65
Slika 37: Primerjava porabljenega časa med programi za risanje predalnika pri rednih študentih (2008/09).....	66
Slika 38: Primerjava porabljenega časa med programi za risanje predalnika pri študentih z opravljenim izpitom (pred 2008).....	67
Slika 39: Primerjava porabljenega časa med programi za risanje predalnika pri zaposlenih....	68
Slika 40: Prikaz porabljenega časa za vse skupine in vse primerjane programe.....	71

KAZALO PRILOG

PRILOGA A

Navodila za risanje predalnika

1 UVOD

V preteklem desetletju smo bili priča velikemu prodoru računalnikov na vsa področja našega življenja. Računalniki so postali naš vsakdanjik tako v službi kot doma, razvoju informacijske tehnologije pa ni videti konca. Težava je le v tem, da ljudje novosti težko sprejemajo, tako tudi nove tehnologije.

Danes so tržne razmere povsem drugačne kot so bile pred desetletjem. Podjetja se spopadajo s čedalje večjo konkurenco na globalnem trgu, zato se morajo za obstoj vseskozi prilagajati razmeram na vseh področjih poslovanja, dopolnjevati svojo tehnologijo ter si zagotoviti konkurenčno prednost. V preteklosti so bili glavni parametri proizvodnje količina, kvaliteta in stroški. Večino izdelkov se je proizvajalo v velikih serijah, brez kakršnih koli sprememb, življenjska doba izdelka je bila razmeroma dolga. Danes je drugače, velike serije so se spremenile v male oz. v večje število različic nekega izdelka, življenjska doba izdelka je vse krajša, povečuje se kompleksnost, kupci pa zahtevajo vse krajše dobavne roke. To sili proizvajalce, da uporabljajo najsodobnejšo tehnologijo in jo tudi nadgrajujejo.

Razvoj programske opreme je prišel tako daleč, da ima vsaka industrijska dejavnost, tudi lesarska, svoje računalniške programe. Za lesna podjetja so še posebej zanimivi specializirani računalniški programi namenjeni prav njim. Če ima podjetje primerno programsko opremo, lahko posluje hitreje, učinkoviteje, z manj stroški in posledično tudi z večjim dobičkom. Programska oprema lahko predstavlja tudi do 25 % proračuna za informacijsko tehnologijo.

Če želimo, da je programska oprema v podjetju najbolje izkoriščena, kar se da, je potrebno z njo dobro upravljati – tako kot z vsako pomembno dobrino v podjetju. Če slabo upravljamo s programsko opremo, nam le-ta ne more nuditi vsega kar bi lahko.

1.1 OPREDELITEV PROBLEMA

Danes, ko nas obkroža digitalno okolje, računalniki skupaj s programsko opremo predstavljajo nepogrešljivo orodje vsakega podjetja, tako velikega kot majhnega. Računalniški programi nam omogočajo, da je računalnik uporaben. Uporaba računalniških programov omogoča podjetjem učinkovitejše in hitrejše poslovanje. Če želimo, da program nudi vse kar bi lahko, potem moramo z njim upravljati dobro. V lesarstvu se uporablja veliko specializiranih programov za risanje (največkrat so to CAD programi), ki imajo različne funkcije in možnosti, kar vse vpliva na čas risanja in na končni rezultat dela. Zanima nas, kakšne razlike se pojavijo pri risanju s programi AutoCAD, MegaCAD in MegaTISCHLER.

1.2 CILJ NALOGE

S pomočjo študentov, tehnologov in inženirjev želimo pokazati, kakšne so razlike pri risanju s programi AutoCAD, MegaCAD in MegaTISCHLER oz. koliko časa se porabi za risanje istega izdelka, saj je cilj vsakega konstruktorja, risarja, tehnologa, itd..., da izdelek nariše kar se da hitro.

1.3 DELOVNE HIPOTEZE

Predvidevamo, da v programu MegaTISCHLER določen izdelek narišemo kar nekajkrat hitreje in bistveno enostavneje kot v programih MegaCAD in AutoCAD. Med slednjima naj ne bi bilo večjih razlik.

2 SPLOŠNI DEL

Večina predmetov, ki jih naredi človeška roka, ima tri dimenzije (dolžino, širino in višino), zato jih rišemo v izometriji, da vidimo vse tri dimenzije. Največji problem predstavlja vizualna predstava tridimenzionalnega predmeta v glavi opazovalca, kadar gleda navadno dvodimenzionalno sliko ali skico. Risarji, arhitekti, oblikovalci in konstruktorji morajo imeti ob pogledu na skico ali risbo, sposobnost tridimenzionalne vizualizacije, česar pa večina ljudi nima in ravno zato se največkrat pojavi problem v komunikaciji med risarjem in stranko.

Za predstavitev predmetov lahko uporabimo tridimenzionalne makete, vendar pa ta način predstavitve ni vedno najboljša rešitev, saj ima pomanjkljivosti kot so: draga izvedba oz. nabava modela, poraba veliko časa za izdelavo, omejenost z velikostjo in detajli, potrebna je pazljivost pri sami izdelavi in pri naknadnih spremembah modela.

Tridimenzionalen pogled daje risarju, oblikovalcu, arhitektu in konstruktorju možnost jasnega pogleda na potek postopek konstruiranja, prebiranja raznih parametrov, hitrega ugotavljanja napak in hitro popravilo napak.

2.1 ZAČETKI 2D RISANJA

Dvodimenzijski ali 2D sistemi za risanje so v rabi od začetka šestdesetih let. Takrat so 2D sistemi za risanje zahtevali velike in drage računalniške sisteme in so bili v rabi skoraj izključno v letalski, avtomobilski in ladjedelniški industriji. Takratni sistemi pogosto niso imeli grafičnih zaslonov – koordinatno geometrijo so vnašali na slepo preko tipkovnice in jo risali direktno. Razvoj pomnilnega zaslona v poznih šestdesetih letih je vodil k uvajanju cenene interaktivne grafike, ki je v kombinaciji z mini računalniško revolucijo v zgodnjih sedemdesetih pripomogla k današnji rabi CAD.

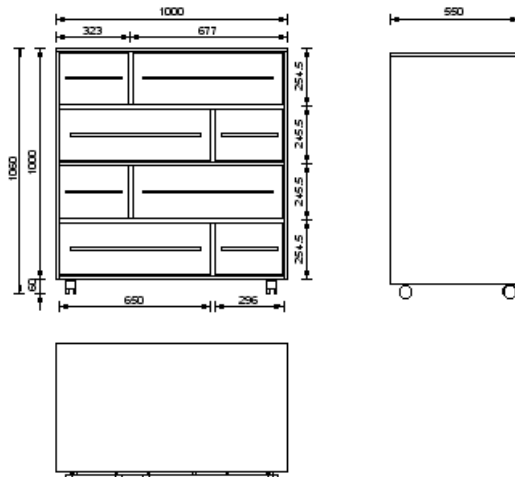
Zgodnje 2D sisteme so večinoma razvili v velikih organizacijah za lastno uporabo. Šele v začetku sedemdesetih let so se omenjeni sistemi pojavili kot komercialno dosegljivi proizvodi. Drugi razvijalci CAD programske opreme so začeli neodvisno razvijati druge CAD sisteme, vendar pa je bilo takrat težišče razvoja na sistemih za konstruiranje tiskanih verzij in so le malo pozornosti posvečali uporabnikom na področju strojništva in arhitekture.

Te pionirske CAD ustanove kot npr. Computervision, Calma, Applicon in Garber – so za svoje sisteme kmalu razvile 3D pripomočke, z ločenimi 2D sistemi, ki so bili rezervirani za elektronske aplikacije. Drugi razvijalci niso razvili posameznih 3D sistemov za splošno modeliranje in risanje, temveč so ves napor vložili v dodajanje učinkovitih risarskih pripomočkov svojim proizvodom. Ko so se zahteve za 3D sisteme v poznih sedemdesetih letih večale, so ti razvijalci morali dodati ločene, vendar z obstoječimi povezane, programske sisteme.

Končno se je na začetku osemdesetih let pojavilo na desetine organizacij, ki so ponujale razmeroma cenene CAD sisteme na novi generaciji zmogljivih namiznih računalnikov. Omenjeni sistemi so vedno 2D sistemi in le nekateri ponujajo po izbiri 2D povezan 3D sistem. (Jezernik, 1988)

2.1.1 2D-konstruiranje

2D-načrtovanje je podobno ročnemu risanju, saj se lotimo risanja vsakega pogleda posebej (projekcije: naris, tloris in stranski ris (slika 1)). Pri risanju uporabljamo osnovne ukaze za risanje, tako imenovanje primitive – črke, loke, kroge,... Prednosti pred klasičnim risanjem na papir je ogromno. Izkažejo se predvsem pri preslikavanju ponavljajočih se delov, elementov, kotiranju, šrafiranju,... Zelo velika prednost je natančnost računalniške risbe in neboleče popraviljanje že narisanega načrta ter uporaba knjižic z že narisanimi elementi. 2D-načrtovanje omogoča različne avtomatizacije in določene preračune. (Križnar in Butina, 2000)



Slika 1: 2D risba (naris, tloris in stranski ris)

2.1.2 Aplikacije, pri katerih je mogoče opravičiti 2D

- Elektronski designi, pri katerih je načrt v bistvu enak kot proizvod. Obstajajo posebni diagrami za oblikovanje oziroma konstruiranje integralnih vezij, čipov in tiskanih vezij. Edina potreba za 3D je fizično paketiranje elektronskih komponent na ploščo.
- Kartiranje v večini primerov, razen kadar so podatki zajeti s pomočjo 3D stereoskopskih kamer – lahko se kreira 3D površinski model zemlje.
- Risanje diagramov vseh vrst od električnih vodov do cevovodov, instrumentov in diagramov procesnih tokov. Obstaja veliko aplikativnih paketov za razne vrste diagramov, vsi omogočajo uporabniku, da doda informacije k simbolom in uporabi te informacije (npr. s preverjanjem podatkovnih polj pridruženih simbolov za instalacije, za prirobnice, ki se na primer ne ujemajo). Tudi izdelava prve verzije diagrama z uporabo standardne knjižice simbolov je lahko trikrat bolj produktivna, kot delo ob risalni mizi. Naslednje verzije pa se izdelajo veliko hitreje.

- Splošni razporeditveni načrti mehanskih sestavov za tenderje oziroma ponudbe. Profili komponent se shranijo kot knjižnični elementi in se priključijo v neko lego na načrtu. Pomanjkljivost je v tem, da ne moremo izdelati niti izometričnih pogledov niti prerezov.
- Načrtovanje razporeditvenih načrtov nasprotno z uporabo profilov strojev v knjižici.
- Detajlni (delavniški) inženirski načrti, če na delih nastopa veliko inženirskih sprememb in/ali če lahko zgradimo knjižico elementov, ki se pogosto rabi pri izdelavi novih načrtov. Za take dele, pri katerih se zahteva enostavna dvodimenzijska proizvodna operacija kot na primer struženje, kovanje, freziranje, profiliranje ali vrtanje. 2D geometrija zadošča za vhod pri pripravi N/C poti orodja.
Vendar pa programiranja obdelovalnih operacij ni mogoče avtomatizirati za to fazo. Poleg tega ni možnosti za prave izometrične ali druge poglede na 2D sistemih. Možno je programirati 2,5 osna strojna orodja iz 2D geometrije tako, da dodamo globino delovne ravnine posebej.
- Konstrukcije orodij za odkovke, prešance, itd. Prednosti so v tem, da lahko orodje konstruiramo okoli enake geometrije kakega dela ali komponente, ki jo dobimo iz konstrukcijskega biroja in ni potrebno ponovno risanje ali snemanje. (Jezernik, 1988)

2.1.3 Pomanjkljivosti 2D v primerjavi s 3D modeliranjem

Glavne pomanjkljivosti kreiranja 2D geometrije v primerjav s 3D modeli so naslednje:

- Ni možnosti vizualizacije izdelka ali projekta, ki ga šele nameravamo izdelati.

- Ni možnosti, da bi izvedli prereze skozi proizvod, izračunali masne lastnosti ali preverili medsebojno delovanje (interferenco) delov.
- Pomanjkanje asociativnosti med pogledi, ki jih nariše konstruktor – uporabnik. Spremembo, ki jo naredimo v enem pogledu, moramo ročno narediti v vseh ostalih prizadetih pogledih (enako kot pri ročnem risanju).
- N/C operacije so omejene na 2,5 osne podatke.

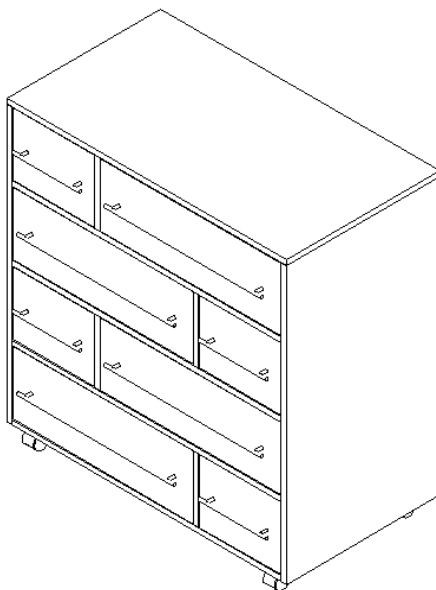
Ni možnosti za avtomatizacijo procesa programiranja strojev, razen normalnega vstavljanja geometrije komponente v konvencionalne N/C pripravljalne programe. (Jezernik, 1988)

2.2 3D-KONSTRUIRANJE

Sam postopek 3D-konstruiranja je nekoliko drugačen od 2D. Najprej izdelamo računalniški prostorski model (3D), ki je sestavljen iz topoloških modelov. Konstruiranje teh elementov imenujemo modeliranje, programe, s katerimi to delo opravljamo, pa 3D-modelirniki. Iz tako narisane modela na koncu dobimo vse potrebne 2D načrte. Seveda lahko delamo tudi v obratnem vrstnem redu. 3D-model lahko primerjamo s klasično maketo. Omogoča nam ogled iz različnih zornih kotov v aksonometriji ali perspektivi. Glede na število različnih pogledov, ki jih naredimo, je časovna primerjava z risanjem na roko skoraj nesmiselna. Poleg tega lahko iz modela potegnemo različne podatke in tudi preverimo smiselnost konstrukcije, ki smo si jo zamislili. (Križnar in Butina, 2000)

2.2.1 Uporaba 3D risanja

3D risanje se uporablja na vseh področjih risanja in je razširjeno že povsod. Uporablja se v vseh proizvodnjah od lesarstva pa vse do gradbeništva, strojništva, letalstva, ... Rišemo lahko vse, kar želimo in pogledamo vse prereze, ki nas zanimajo, izračunamo masne lastnosti in preverimo medsebojno delovanje. Najbolj nam 3D risanje pride v poštev pri vizualizaciji izdelka (slika 2), saj izdelek vidimo takšnega, kakršen naj bi v resnici bil, vendar v merilu. Včasih so se pojavili problemi pri prodaji izdelkov, ker kupci niso imeli vizualnih sposobnosti in si niso znali predstavljati izdelka iz 2D skice. Sedaj, ko obstaja 3D načrt, pa teh problemov ni več. Preverimo lahko vsak element in povezavo med elementi. Sprememb, ki jih delamo pri risanju, ni potrebno spreminjati v vseh pogledih, kot je bilo to potrebno pri 2D. Takoj lahko opazimo ali je izdelek smiselno narisan ali pa ga je potrebno popraviti. Uporabljamo lahko različne topološke modele in poglede, na primer: če želimo videti samo robove, ki so vidni, izklopimo nevidne robove. Lahko skrijemo ali prikažemo izvrtine, vodila, itd.



Slika 2: 3D risba

2.2.2 Topološki modeli pri 3D-konstruiranju

Žični modelirniki (wireframe modellers)

Žični model predstavlja najbolj elementaren prikaz 3D-objektov. Sestavljen je iz ravninskih elementov, kot so daljice, loki, krogi ter lomljenke. Ploskve morajo omejevati določeno prostornino, če naj predstavljajo telo. Vsak rob, ki ga vidimo v žičnem modelu, tako predstavlja presečišče dveh ploskev telesa. Z njim je možno prikazati le ogrodje telesa brez podatkov o površini ali razporeditvi robov v modelu. Ker je žični model prozoren, ga ni mogoče osenčiti ali mu odstraniti skritih robov. (Jazbec, 2000)

Površinski modelirniki (surface modellers)

Površinski model si poleg podatkov o robovih zapomni tudi podatke o ploskvah, ki jih ti robovi omejujejo. Tak model lahko shrani podatke o obrisih, površinskem izgledu, odbojnosti površine in še nekatere druge podatke. Tako je mogoče model osenčiti in mu odstraniti skrite robove. Površinski model pa ne vsebuje nikakršnih podatkov o prostoru, ki ga tako telo zajema. (Jazbec, 2000)

Telesni (volumski) modelirniki (solid modellers)

Model zapolnjenega telesa ne vsebuje le podatkov o robovih ter površinah, temveč tudi podatke o prostoru, ki ga taka površina omejuje. Poleg informacij, ali je prostor prazen ali zapolnjen, se hranijo tudi podatki o snovi, ki ta prostor zapolnjuje. Zato lahko z njim predstavimo poleg realističnega izgleda tudi statično in kinematično obnašanje objekta, ko nanj delujejo zunanje sile. Ti izračuni so možni tudi za dele, ki so nepravilnih oblik, za katere bi bil ročni izračun zelo težak. (Jazbec, 2000; The Engeneering Zones, 2009)

Model je lahko predstavljen kot ovojnica (boundary representation (B-rep)). Takšen model hrani opis meje geometrijskega objekta. V hierarhičnem opisu topoloških elementov (lupin, lic, prstanov, robov, oglišč) hranimo tudi kazalce za geometrijske elemente (ploskve, krivulje, točke). Vsakokrat, ko konstruiramo neko telo, se dodajajo podatki o mejnih ploskvah k risbi. Če na primer konstruiramo dva kvadra in ju združimo, bo program preračunal mejne ploskve za vsakega od njiju in še za združen kvader. (Jazbec, 2000; Žalik, 1992; Hannam, 1997)

Telesa so lahko konstruirana tudi s pomočjo temeljnih gradnikov/primitivov (constructive solid geometry (CSG)), kot so kvadri, krogle, valji, stožci, nad katerimi vršimo Boolove operacije (unija, presek, razlika). Telo je tako zapisano s seznamom njegovih sestavnih delov ter njihovih medsebojnih povezav. Za avtomatizacijo kreiranja teles ter manipuliranje z njimi se lahko poslužujemo matematičnih opisov objektov in njihovih povezav. Sestavljeno telo je opisano s posebno strukturo, ki ji pravimo CSG-drevo. Listi tega drevesa so temeljni gradniki, notranja vozlišča pa Boolovi operatorji (unija, presek, razlika). (Jazbec, 2000; Žalik, 1992; Hannam, 1997)

Modelirniki, ki temeljijo na uporabi obdelovalnih primitivov (feature-based modellers)

S temi modelirniki je mogoče opisati tudi posamezne funkcionalne ali proizvodne karakteristike posameznih delov geometrijskega objekta (utor, luknja, zaokrožitev, posneti rob). Če želimo tvoriti luknjo, utor ali izboklino, nam mora modelirni sistem to omogočati natanko s temi izrazi. Sam model je še vedno zapisan kot ovojnica (B-rep) ali kot CSG-drevo. Največja prednost uvajanja obdelovalnih primitivov je vzpostavitev povezave med sistemom CAD in računalniško podprtim planerjem (CAPP, Computer Aided Process Planning - računalniško podprto planiranje proizvodnih procesov). Program CAPP vsakemu obdelovalnemu primitivu priredi proizvodni proces. Na ta način odstranimo ozko grlo pri doseganju proizvodnje, podprte z računalnikom (CAM). V klasičnem modelirnem sistemu ne moremo povedati modelirniku, kako naj izdelava posamezni del objekta. Luknjo lahko na primer

izvrtamo, izsekamo, izstružimo,... V tem sistemu pa lahko uporabnik neposredno izbere, s kakšnim orodjem bo posamezna značilnost izdelana in določi kakšna bo na primer hitrost orodja in kakšen bo njegov pomik. (Žalik, 1992)

Zelo pomembni so parametrični modeli, pri katerih ima vsak vnos, kot npr. Boolova operacija, črta ali lok v žičnatem modelu ali operacija polnjenja, svoje parametre, ki so povezani z njim. Ti parametri kontrolirajo spreminjajoče se geometrične lastnosti vnosa, kot so dolžina, širina, višina pravokotnika ali polmer izvrtine. Parametri tudi podajajo položaj teh vnosov v modelu. (The Engineering Zones)

Parametre lahko spremenimo in tako dobimo poljuben izdelek. Obstaja veliko možnosti uporabe tega načina modeliranja, vključno s testiranjem različnih dimenzij izdelka, da z enostavno prilagoditvijo parametrov določimo, katera dimenzija je najprimernejša. Nekateri parametrični modelirniki dopuščajo uporabo matematičnih funkcij, kar lahko uporabimo pri povezavi med parametri. Tako lahko zagotovimo, da imajo določeni parametri enako vrednost ali pa je posamezen parameter odvisen od drugih. Odvisnost je tako podana z matematično funkcijo. (The Engineering Zones)

Parametrično modeliranje je najbolj učinkovit način oblikovanja, ki edini prestane dimenzijske spremembe. (The Engineering Zones)

2.3 RAČUNALNIŠKO PODPRTO KONSTRUIRANJE (CAD)

Termin CAD (Computer Aided Design) pomeni računalniško podprto konstruiranje, pri katerem konstruktor pri snovanju izdelkov uporablja računalniške in programske sisteme. Računalnik s CAD-sistemi je orodje konstruktorja in zanj opravi večino rutinskih opravil, zasnovo izdelka in pomembne odločitve pa konstruktor sprejema sam na osnovi svojega znanja in izkušenj. Računalniško konstruiranje (CAD) lahko definiramo kot uporabo

računalniških sistemov za podporo pri snovanju, modificiranju, analizi ali optimizaciji konstrukcije. Takšno delo je učinkovitejše in z minimalnimi stroški. (Balič, 1996)

CAD sistemi temeljijo na interaktivni računalniški grafiki (TRG). Interaktivno računalniško grafiko označuje interaktivni računalniški uporabniško usmerjen sistem, pri katerem računalnik uporabimo za kreiranje, transformacijo in prikaz podatkov v obliki slik in simbolov. Uporabnik oz. konstruktor pošilja podatke in ukaze računalniku preko raznih vhodnih naprav. Računalnik komunicira z uporabnikom preko katodne cevi (CRT). Konstruktor kreira sliko na CRT zaslonu tako, da pošlje ukaze in pokliče zahtevane podprograme (subrutine), ki so shranjeni v računalniku. (Jezernik, 1988)

V večini sistemov je slika (oziroma posnetek) sestavljena iz osnovnih geometrijskih elementov: točk, črt, krogov itd. Sliko je mogoče modificirati v skladu z ukazi konstruktorja: povečati, zmanjšati, premakniti na drug prostor na zaslonu, rotirati ali izvesti druge spremembe. S temi različnimi manipulacijami se kreirajo zahtevani detajli slike. (Jezernik, 1988)

2.3.1 Prednosti CAD sistema

Z uvajanjem CAD sistema dosežemo:

- Povečano produktivnost konstruktorja. To dosežemo tako, da konstruktorju pomagamo pri vizualizaciji proizvoda in njegovih podkomponent ter delov, in z reduciranjem časa, potrebnega za sintezo, analizo ter dokumentiranje konstrukcije. Tako izboljšanje produktivnosti pomeni ne samo nižjih konstrukcijskih stroškov, temveč tudi krajše čase za dokončanje projekta.

- Izboljšanje kvalitete konstrukcije. CAD sistem dopušča tudi bolj temeljite inženirske analize in preverjanje večjega števila konstrukcijskih variant. Manj možnosti je za konstrukcijske napake. Vse to vodi k boljši konstrukciji.
- Izboljšanje komunikacije. Uporaba CAD sistema omogoča boljše inženirske načrte, več standardizacije pri načrtih, boljšo dokumentacijo konstrukcije, manj napak in večjo čitljivost.
- Kreiranje baze podatkov za proizvodnjo. V procesu kreiranja dokumentacije za konstrukcijo proizvoda (geometrija in dimenzije izdelka ali komponent, specifikacija materiala za komponente, stroški za material itd.), se kreira velik del zahtevane baze podatkov za proizvod.

CAD sistem izboljša produktivnost pri konstruiranju. Povečana produktivnost se kaže v bolj konkurenčnem položaju organizacije, ker zmanjša zahteve po številu osebja na določenem projektu. To vodi k nižjim stroškom ob boljšemu odzivnemu času pri projektih s kratkimi oziroma tesnimi časovnimi roki.

Potencialne koristi CAD sistema so:

- povečana inženirska produktivnost
- krajši izdelavni roki
- manjše potrebe po inženirskem osebju
- lažja izvedljivost sprememb zaradi zahtev naročnika
- hitrejši odziv na zahteve po ponudbi
- izboljšana natančnost konstrukcije
- minimalne transkriptorske napake
- lažje prepoznavanje interakcije komponent v analizi

- možnost boljše funkcionalne analize za zmanjšanje testiranj prototipa
- pomoč pri pripravi dokumentacije
- tipiziranost konstrukcij
- možnost boljših konstrukcij
- izboljšana produktivnost pri konstruiranju orodij
- znižan čas treninga za rutinska risalna opravila pri NC programiranju delov
- manj napak pri NC programiranju delov
- uporaba več obstoječih delov in orodij
- zagotavljanje ustreznosti konstrukcij glede na obstoječe proizvodne tehnike
- prihranek materiala in strojnega časa s pomočjo optimizacijskih algoritmov
- izboljšanje učinkovitosti vodilnega konstrukcijskega osebja
- pomoč pri nadzoru zahtevnih delov
- boljši komunikacijski vmesniki (povezave) in večje razumevanje med inženirji, konstruktorji, risarji, poslovnim osebjem in raznim projektivnim skupinam. (Jezernik, 1988)

2.3.2 Natančnost CAD sistema

CAD sistemi hranijo dimenzije s precejšnjo natančnostjo. Tipična natančnost je, da nek del dolžine 1 m hranimo z natančnostjo 1/16 mikrona. Nekateri ceneji CAD sistemi so manj natančni, drugi sistemi so lahko tudi nekajkrat bolj natančni. Natančnost CAD sistemov je proporcionalna velikosti elementa, ki smo ga shranili v pomnilnik. Na primer pri dolžini 1 km bo natančnost 1/16 mm torej 1000 krat manjša kot pri dolžini 1 m. Pri oceni sistemov je treba presoditi možno natančnost za največje elemente oziroma proizvode katerih izdelava je predvidena. (Jezernik, 1988)

2.3.3 Ukazi CAD sistema

Proces dela na CAD sistemu zahteva, da uporabnik pove sistemu natančno KAJ želi in KJE. Na vprašanje KAJ se odgovori s specifikacijo enega od MENIJSKIH ukazov. Ti ukazi so običajno strukturirani v nivojih, tako da prvi nivo obsega vse osnovne operacije, kot so ukazi DRAW, ZOOM, PAN, FILLET, CROSSCATCH, PLOT in ADD DIMENSION. Uporabili smo pogosto uporabljene angleške besede ukazov.

Uporabnik izbere ukaz zgornjega nivoja, nato mora vnesti druge ustrezne informacije, odvisne od ukaza. Te informacije obsegajo podatke o tem, kaj želimo narisati iz menija: POINT, LINE, ARC, SPLINE itd. Za nekatere ukaze spet obstajajo štirje ali več nivojev, ki jih je treba upoštevati. Pri tem določimo: tip črte, debelino črte, barvo črte,...

Način, kako uporabnik izbira te ukaze, se za različne sisteme razlikuje. Veliko sistemov omogoča tako imenovane menijske ukaze v ukaznih okvirih, narisanih na posebnih karticah, ki jih položimo na površino digitalizatorja. Za izvedbo ukaza se uporabnik dotakne ustreznega okvirčka in sistem se ukazu odzove na zaslonu. Menijske opcije se sprožijo na enak način.

Sodobnejša metoda je prikaz razpoložljivih ukazov na zaslonu in sicer na samem grafičnem zaslonu ali pa na posebnem zaslonu za sporočila. Ena od prednosti tega načina je v tem, da uporabnikom ni treba gledati menijske kartice na digitalizatorju. Take zaslonske menije delimo na statične in dinamične.

STATIČNI ZASLONSKI MENIJI

Statični zaslonski meniji kažejo zgolj ukazno kartico na digitalizatorju – uporabnik mora poiskati na zaslonu ustrezne ukaze in opcije in jih izbrati tako, da premakne kurzor v želeno lego.

DINAMIČNI ZASLONSKI MENIJI

Dinamični zaslonski meniji pomenijo najnovejši razvoj ukaznih možnosti uporabnika. Pomenijo izbiro, ki ustreza trenutnemu ukaznemu tipu na zaslonu, kar je občasnemu uporabniku v znatno pomoč. Pri dinamičnem zaslonskem meniju se risanje začne z enim od osnovnih ukazov (DRAW, PLOT itd.) in nadaljuje s podseznamom za vsak osnovni ukaz. Hitrost, s katero poteka postopek, je odvisna od lokalne inteligence grafične delovne postaje. Ne glede na metodo, s katero vnašamo ukaze, se veliko sistemov odziva uporabniku s hitrimi sporočili, ki ga vodijo k vnosu naslednje informacije na pravilen način. Ta sporočila so lahko tudi precej nejasna, zato je treba vplivati na to, da so smiselna in v pomoč. Npr. kot odgovor na ukaz DRAW LINE, lahko sistem odgovori: $x=?$ ali pa: vtipkaj dolžino vodoravne črte v milimetrih. Idealno bi bilo, če bi preciznost in dolžino sporočil lahko uravnavali v skladu z izkušnjami uporabnika, ker so dolga sporočila za uporabnike, ki dobro poznajo sistem, nadležna.

Če se uporabnik pri kakšnem ukazu ne more spomniti, kako naj ga izvede, lahko na nekaterih sistemih pokliče ukaz HELP. Ta ukaz prikaže podrobno pojasnilo ukaza na zaslonu v veliko krajšem času, kot če bi moral listati po priročniku za uporabo. Te vrste pripomočkov imenujemo tudi on-line dokumentacija. (Jezernik, 1988)

2.4 KREIRANJE POGLEDOV

Pri kreiranju načrtov v 2D sistemu uporabnik (risar, konstruktor) pravzaprav sledi postopku na risalni mizi. Kreira en pogled, nato pa uporabi geometrijo za generiranje drugih pogledov, tako da raztegne konstrukcijske črte prek risalne površine. Čeprav CAD sistem opravi te vrste postopkov zelo natančno, ostaja osnovni problem: vsak pogled je povsem neodvisen od ostalih.

Tako 2D način pomeni generacijo pogledov načrta, nasproti generaciji enega 3D modela, iz katerega lahko ekstrahiramo poljubno število pogledov. Če 3D model spremenimo, se avtomatično spremenijo vsi pogledi. Če uporabnik dela v 2D, je treba spremembe narediti v vsakem pogledu, brez garancije, da so spremembe veljavne in ustrezne. Brez težav dodamo konstrukcijske črte, tako da izberemo geometrijske posebnosti in dodamo horizontalne oziroma vertikalne črte. Te so neskončno dolge in segajo po vsej širini in višini risalnega prostora.

Konstruktor oziroma risar potem uporabi te črte kot vodilo in nanje doda novo geometrijo. Konstrukcijske črte so na različni plasti kot geometrija. To opazimo pri kreiranju stranskih pogledov, pri katerih uporabimo horizontalne konstrukcijske črte, projicirane iz narisa. Pri tem je treba paziti, da uporabimo pri zelo zahtevnih predmetih oziroma pri gosti mreži konstrukcijskih črt, prave.

Uporabnik mora uporabiti svoje razumevanje predmeta za to, da ročno nariše značilnosti, ki so vidne oziroma skrite v vsakem pogledu. Naredi lahko enake napake kot na risalni deski, sistem pa te vrste napak ne more preprečiti. (Jezernik, 1988)

2.4.1 Spreminjanje načrtov

Pri risanju največkrat uporabljamo standardne simbole, ki jih dobimo v knjižici s simboli. Ti simboli nam omogočajo risanje po delih, včasih pa se pojavi potreba, da bi nek načrt samo preoblikovali, kaj dodali ali odstranili, ali naredili kakršnokoli drugo spremembo. Takrat odpremo načrt, ki ga želimo preoblikovati in se lotimo oblikovanja. Vse dele, ki jih ne potrebujemo, izbrišemo in obdržimo tiste, ki jih bomo še potrebovali. Načrtu lahko dodajamo ali odvezemamo, povečujemo ali zmanjšujemo dele, itd. Na koncu načrt samo še pregledamo in ga shranimo pod drugim imenom in že imamo dva različna načrta. S takim risanjem oz. spreminjanjem načrtov si prihranimo veliko časa, včasih tudi ves dan.

Možnost je tudi ta, da si naredimo osnove načrtov in jih nato odpremo ter spreminjamo dele, ki jih želimo imeti na načrtu. Takšen postopek risanja pripomore k hitrejšemu in fleksibilnejšemu delu.

2.5 ALI LAHKO CAD RAČUNALNIŠKI PROGRAMI NADOMESTIJO INŽENIRSKO IZKUŠNJE?

Opaža se, da se nekateri projektanti na slepo zanašajo na funkcionalnosti, ki jih ponujajo CAD in druga programska oprema. S tako uporabo lahko nastanejo zelo slabe ali pomanjkljive inženirske rešitve, za katere pa proizvajalci teh programov ne morejo odgovarjati. Dogaja se, da se s tako programsko opremo opremlja vedno več podjetij, v katerih strokoven kader z njo nima veliko izkušenj ali pa sploh nima izkušenj. To se pojavlja zato, ker inženirji mislijo, da je potrebno znanje za projektiranje že vgrajeno v program, kar pa je povsem napačno. Za delo s takimi programi moraš imeti veliko izkušenj in lastnega znanja, saj je program samo orodje, s katerim izurjeni projektanti najdejo primerno rešitev. Seveda je cilj vseh proizvajalcev, da izdelajo program za čim bolj enostavno uporabo in enostavno iskanje rešitev, vendar je program samo močno orodje, ki ga ima projektant za izdelavo projekta. Uspešnost projekta ni

odvisna od programa, ampak od izkušenj, idej, znanja in želje projektanta. Program nam pomaga samo pri iskanju optimalnih rešitev in v veliki meri skrajša čas obdelave projekta, izračunov in izrisov, ne more pa se odločati namesto projektanta.

Izdelovalci oziroma programerji imajo težko nalogo, saj morajo izdelati programsko opremo, ki bo brez napak in inteligentno reševala naloge, s katerimi se ukvarjajo inženirji. Če želijo, da je programska oprema primerna, morajo slediti dvema ciljema. Prvi je ta, da programska oprema ne sme omejevati inženirskega razmišljanja, kar pomeni, da mora biti inženir oziroma projektant tisti, ki bo odločal o tem, kakšne bodo tehnične rešitve in vse ostale lastnosti projekta. Drugi cilj pa je ta, da mora program čim hitreje in čim bolj samodejno izdelati projekt. Sedaj se morajo programerji odločiti, kateremu cilju bodo dali prednost. Verjetno se strinjamo, da je programska oprema samo pripomoček, ki olajša delo projektantu, da ne izgubi preveč dragocenega časa, ki bi ga lahko porabil za kakšno drugo aktivnost.

Izdelati je potrebno takšno programsko opremo, ki vsebuje nek kompromis med obema ciljema, kajti če program prehiteva in vleče določene poteze ali odločitve, nam povzroči več slabosti kot prednosti, saj mu ne moremo slediti in se moramo potem vračati nazaj ter preverjati, če je operacija pravilno izvedena. Res je, da mora program čim hitreje izvesti operacije, vendar pa nas mora obveščati o morebitnih napakah in pasteh, ki se pojavljajo med izdelavo projekta. S hitrostjo obdelave podatkov, lahko veliko pridobimo, predvsem tam, kjer imamo več variant istega izdelka in lahko izdelke med seboj tudi primerjamo.

2.6 NAPAKE V PROGRAMSKI OPREMI

V informacijski tehnologiji se pojavljajo tudi napake, ki so kar stalni spremljevalec programske opreme. Programerji se zelo trudijo, da ta problem kar se da omilijo, saj ga je nemogoče popolnoma odpraviti.

Za pojavljanje napak v programski opremi je kar nekaj vzrokov, na vse pa nimajo vpliva programerji. Zaradi novih tehnologij, se pojavijo tudi novi problemi, ki se jih odpravi postopoma. Velik problem predstavljajo kompleksni in mnogoteri vhodni podatki, ki so od uporabnika do uporabnika zelo različni. Programerjem je zelo težko predvideti vse možne situacije, ki se lahko pojavijo, saj je kombinacij podatkov enostavno preveč.

Eden od problemov je tudi v dejstvu, da CAD programska oprema v glavnem temelji na drugi programski opremi, na CAD platformi (npr. AutoCAD, MegaCAD) in operacijskem sistemu (npr. Windows), ki pa niso vedno brezhibni. Pojavlja se tudi več verzij istega programa, npr. pet verzij programa AutoCAD in pet različnih verzij operacijskega sistema Windows, kar nam skupaj predstavlja 25 različnih kombinacij. Nato pa prištejemo še programe, ki jih programerji izdelajo po različnih standardih ter za različne države in tako nastane čez 100 kombinacij.

Kompleksnost programov skokovito narašča, zato programerji kontroli kvalitete posvečajo vse večjo pozornost, saj je to zelo pomemben segment v razvoju programske opreme. Tudi sam uporabnik mora preverjati kvaliteto projektov oziroma rezultatov.

Programska CAD oprema nam omogoča, da projektiramo 10 – 20 krat hitreje, kot smo to počeli včasih ročno. Seveda pa to ne pomeni, da moramo po končanem projektiranju posvečati manj časa kontroli kakovosti in pravilnosti samega projekta, npr. včasih smo za risanje nekega načrta porabili 8 ur in nato 15 min za kontrolo, danes pa načrt narišemo v manj kot v eni uri, vendar moramo za kontrolo še vseeno porabiti 15 min, kar pa je odstotkovno bistveno več kot prej.

2.7 TREND RAZVOJA CAD PROGRAMSKE OPREME

CAD programska oprema je trenutno v obdobju svoje zrelosti, vendar se še vedno pojavljajo novosti na tem področju. Orodja za preprosto risanje in projektiranje so že zelo dobro razvita,

tako da se osnove CAD orodij ne spreminjajo ali pa zelo malo, se pa zato bolj dopolnjujejo in nadgrajujejo. Glede razvoja so velike rezerve v aplikacijah za posamezne stroke, kamor sodi tudi lesarska stroka. Na področju lesarstva, bi lahko dodelali še veliko stvari in jih prilagodili uporabnikom. V programsko opremo bi lahko vgradili več strokovnega znanja, inteligence in optimizacije. Za takšen korak bi bilo potrebno boljše sodelovanje z znanstveno-raziskovalnimi institucijami.

Odpirajo se čisto novi segmenti informacijskih tehnologij na področju sodelovanja v projektih in medsebojnih komunikacijah. Želja pa je tudi hitrejši in optimalen pretok digitalnih podatkov od faze zasnove in izvedbe do vzdrževanja.

2.8 SPECIALIZIRANI IN VEČNAMENSKI CAD PROGRAMI

Večnamenski CAD programi so namenjeni risanju kakršnihkoli izdelkov, ravno zaradi tega so tudi zastavljeni tako široko. Ne vsebujejo vseh funkcij, ki jih na primer vsebujejo specializirani CAD programi. Delo je lahko dolgotrajno in je zato priporočljivo uporabiti za določene izdelke specializiran program. Pogosto so večnamenski CAD programi le osnova za bolj specializirane programe, ki so samo njihov dodatek oziroma nadgradnja. Samostojni programi so prilagojeni zaporedju načrtovanja, ki je najbolj primerno za naše delo in smo ga vajeni iz običajnega dela. Programi, ki so dodatek večnamenskim CAD programom, so kot avtomatizatorji in pomočniki dela, ki ga v osnovnem CAD programu opravimo sami. Ker nam večnamenski CAD programi ne omogočajo ustrezne rešitve, se moramo velikokrat odločiti za manj ustrezne. Takšne programe je lažje razviti in je zato tudi cena nižja, vendar pa moramo k ceni prišteti ceno osnovnega CAD programa. Ko poznamo delo z osnovnim CAD programom, se bistveno hitreje naučimo uporabe dodatkov, ki nam ponujajo tudi vse možnosti, ki jih ima osnovni CAD program, kar je odločilna prednost. Nameščen mora biti osnovni CAD program in tudi dodatek, saj sam dodatek brez osnovnega CAD programa ne deluje. Imamo tudi možnost razširitve osnovnega CAD programa z različnimi dodatki, ki jih lahko tudi sami

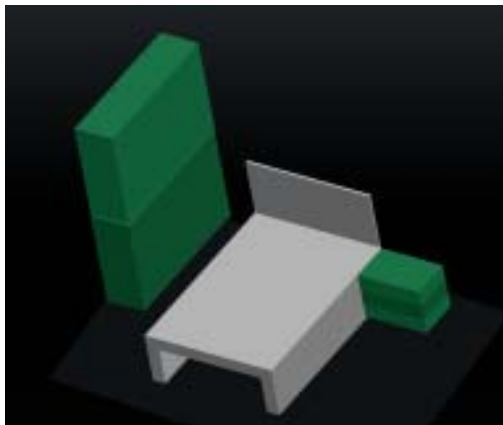
razvijemo. V nadaljevanju bom predstavil nekaj bolj pogosto uporabljenih programov za risanje.

2.8.1 Mizar

To je programski paket, ki je zasnovan tako, da omogoča lažje in učinkovitejše delo pri pripravi dokumentacije za proizvodnjo in kasnejše spremljanje le-te. Program je namenjen skrajšanju časa izdelave s pomočjo kvalitetne delavniške dokumentacije, izboljšanju kvalitete izdelka in zmanjšanju števila napak med proizvodnjo na minimum. Program je izdelan po različnih standardih, najbolj pa po standardu ISO 9001, kar pomeni, da program poleg priprave delavniške dokumentacije tudi spremlja proizvodnjo med njenim potekom.(Cerar, 2007)

2.8.2 Gaston

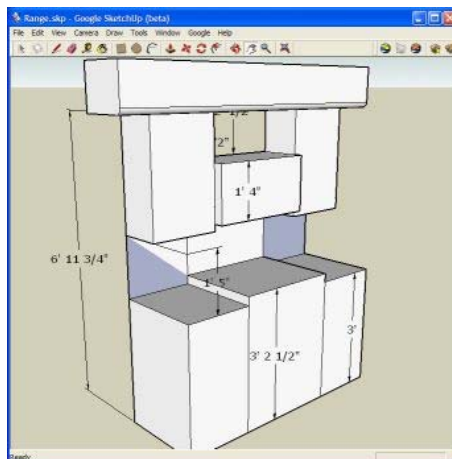
Program omogoča lažje in nazornejše prikazovanje elementov pri postavitvi v ambient. Primeren je predvsem za salone pohištva in internetno prodajo. Število elementov je omejeno glede na izbranega proizvajalca, ti elementi pa so združeni v več skupin zaradi lažjega izbiranja. Da je izgled bolj realističen, so dodani elementi, ki sliko naredijo bolj realno. Možnost postavitve elementov je narisna ali tlorisna, naknadno pa še 3D. Na podlagi narisane se izdelava predračun in popis elementov. Program prebere cene iz cenika, ki ga lahko vsak uporabnik oblikuje po svoji meri. Program je zasnovan na osnovi programa SolidWorks.



Slika 3: Risba v programu Gaston (Alples)

2.8.3 Sketch Up (Google Sketch Up)

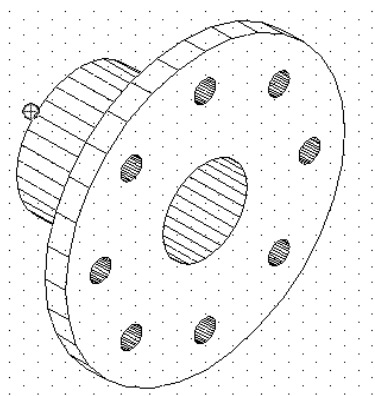
Je program, ki je narejen kot orodje za preprosto skiciranje tridimenzionalnih modelov in je pridobil v zadnjem času zelo veliko uporabnikov. V orodje so vgrajeni številni pripomočki, po novem pa vsebuje tudi dokumentacije v video obliki. Skice in načrte lahko začnemo pripravljati na podlagi preprostih predlog ali pa od začetka. Tako za manj večje kot tudi za bolj izkušene je najbrž najbolj dragocena integracija s spletno bazo 3D Warehouse, kjer je že na tisoče definiranih 3D-modelov. Vsebuje orodje za dinamične 3D-gradnike, ki se samodejno prilagajajo načrtu, ko uporabnik spreminja njegove dimenzije. V programu lahko sami delamo nove gradnike, izvozimo načrte v priljubljene CAD programe in pisarniške dokumente, dokumente lahko tiskamo, imamo tudi boljše orodje za senčenje in predstavitev.



Slika 4: Risba v programu Google Sketch Up (Google Sketch Up)

2.8.4 MegaCAD 2D/3D

MegaCAD je splošen CAD program za 2D konstruiranje in 3D modeliranje. Je plod 15 letnega razvoja nemškega podjetja MegaTech iz Berlina. Je prvi CAD konstrukcijski program, ki je v celoti preveden v slovenski jezik ter tako uporabniku ne povzroča že osnovnih težav glede nepoznavanja tujega jezika. Ponuja vse, kar se od modernega 3D CAD programa lahko pričakuje. MegaCAD je zelo močno orodje tako za prostorsko modeliranje kot za običajno 2D-konstruiranje.



Slika 5: Risba v programu MegaCAD (MegaCAD)

MegaCAD deluje na osnovi najnovejših ACIS-struktur. Poleg samoumevnega risanja vseh osnovnih risb (črte, krogi, loki, elipse, kotiranje, šrafure, kvadri, valji, piramide, vrtanine ipd.) ima MegaCAD možnost neposrednega popravljanja vsakega že narisane objekta, tako v 2D kot tudi v 3D. Uporabniški vmesnik se lahko prilagaja specifičnim potrebam. Zaradi inteligentnega upravljanja s programom so trenutno prikazani le meniji, nujno potrebni za določeno funkcijo. Tako nam nepotrebni meniji ne kradejo prostora na zaslonu, ki ga ni nikoli preveč. Vsako od funkcij je možno pognati s klikom miške ali s pritiskom tipke na tipkovnici. Transparentnost funkcij nam pomaga pri klicanju funkcij znotraj funkcije. Tako lahko med kotiranjem dodatno narišemo ali izbrišemo posamezno črto, ali kaj podobnega. Poleg teh prednosti pa ima MegaCAD vgrajeno tudi funkcijo Pick & Edit, s katero lahko uporabnik brez izbire katerekoli funkcije, opravi določene spremembe na risbi samo s klikom miške.

Kotiranje je izvedljivo v 80 % primerih samo s klikanjem po elementih, brez dodatnega izbiranja načina kotiranja. Če želimo kotirati razdaljo med dvema črtama, kliknemo eno in drugo črto, ter postavimo koto na želeno mesto. MegaCAD je povezljiv z vsemi obstoječimi CAD programi in že v osnovi vključuje uvozno/izvozne filtre za naslednje vrste datotek: DWG, DXF, CDL, 3DS, SAT, VRML, kot dodatni vmesnik pa so na voljo tudi za VDA-FS, IGES, STEP, CATIA, Pro/E in STL.

2.8.4.1 Pregled funkcionalnosti MegaCAD-a

V MegaCAD 3D je v celoti integrirana vsa 2D funkcionalnost. Prehod med 3D in 2D risanjem tako ni potreben, saj sta vseskozi na voljo obe možnosti. Hkrati to pomeni, da lahko v istem delovnem okolju iz 2D kontur izdelamo 3D objekte in obratno. Ukaze prikličemo s preglednimi meniji ali pa neposredno preko hitrih tipk na tipkovnici. MegaCAD vsebuje funkcijo Commando-Cursor, ki omogoča neposredno urejanje lastnosti vsem objektom na risbi. Program ima še veliko zelo uporabnih funkcij.

2.8.5 MegaTISCHLERpro

Programski paket MegaTISCHLERpro deluje kot nadgradnja programskega paketa MegaCAD 3D in je plod slovenskega znanja ter razvoja.

Njegove značilnosti so:

- hitro konstruiranje vseh vrst pohištva (enostavno ali parametrično konstruiranje)
- 3D-prikaz naročila za kupca v 256 barvnih odtenkih in fotorealistična ponazoritev
- neomejeno število možnosti izdelave knjižice z lastnim proizvodnim programom
- spreminjanje vseh parametrov že konstruiranih 3D-izdelkov, ki se iz knjižice prenesejo v prostor
- prirezovalni list z neto in bruto dimenzijami, z ali brez robnih nalimkov, z opombami, imeni CNC-programov
- prirezovalni list za furnirje in masivne robne nalimke
- etikete za elemente za nadaljnje vodenje proizvodnje s črtnimi kodami za krmiljenje CNC-strojev
- seznam materialov za naročanje in odpis materialov z materialno predkalkulacijo
- avtomatska izdelava predračuna
- izpisi, popolnoma prilagodljivi željam uporabnika (pisava, vsebina izpisa, vrstni red podatkov)
- povezava brez prepisovanja podatkov v katerikoli program za optimiranje razreza plošč
- izdelava konstrukcijskih izvrtin (vrstne luknje, mozniki, vezniki, kotne spona, vodila, ročaji, ključavnice, nogice)
- avtomatska izdelava vseh potrebnih 2D-risb za delavnico, vključno s prerezi
- avtomatska izdelava CNC-programov na podlagi narisanih elementov



Slika 6: Risba v programu MegaTISCHLER (MegaTISCHLERpro)

Program MegaTISCHLERpro je zasnovan na parametričnem konstruiranju enostavnih in sestavljenih objektov, združenih v drevesno strukturo. Vsak element drevesne strukture ima določene parametre za položaj, rotacijo ter velikost objekta. Vsak parameter je lahko fiksna številka, njegova vrednost pa se lahko izračuna tudi s pomočjo vpisane formule, sestavljene iz parametrov drugih objektov, ki se nahajajo v drevesni strukturi. Na ta način se uporabniku omogoča popolnoma proste roke pri sestavljanju sklopov za njihovo uporabo. Formule se lahko vpisujejo ročno ali grafično s pomočjo izbire elementov na risbi. Posamezne sklope, ki smo jih sestavili v drevesni strukturi, lahko shranimo kot predloge za nadaljnjo uporabo. Te sklope nato dodajamo v želeni izdelek na risbi s pomočjo različnih čarovnikov, ki nam prikažejo razpoložljive možnosti za dodajanje. Tak čarovnik je recimo Čarovnik za dodajanje notranjosti, ki nam v korpusu pokaže vse notranje odprtine, kamor vstavimo pregrade, police ipd..., drug čarovnik nam omogoča enostavno postavitve front glede na že postavljene pregrade, spet tretji pa nam omogoča postavljanje pregrad glede na predhodno postavljene fronte.

2.8.6 MiniTISHLER

Program MiniTISCHLER deluje kot samostojna aplikacija ali v povezavi s konstrukcijskim programom MegaTISCHLER. Njegov glavni namen je koncentracija vseh podatkov neke proizvodnje na enem mestu. Z njim si uporabnik omogoči komuniciranje s kupci, dobavitelji ter proizvodnjo. Omogoča razpis delovnih nalogov, izdelavo pred- in pokalkulacije, izdelavo vseh komercialnih izpisov za kupca, izpise za proizvodnjo ter časovno vodenje poteka proizvodnje.

Potek obdelave:

- obdelava kupca: predkalkulacija, ponudba, predračun, potrditev naročila
- obdelava naročila: prirezovalni list, seznam elementov, naročilnica materiala, dobavnica, račun za predplačilo, račun
- obdelava delavcev in obračun dela: pokalkulacija, evidenca ur delavcev, podatki za plače, obračun stroškovnih mest, primerjava časov po delovnih nalogah

Časovni podatki v tem modulu so obdelani s pomočjo predvidenih normativnih izdelavnih časov po operacijah in ovrednoteni preko stroškovnih mest. Tako so nam na razpolago vsi podatki za materialno in časovno predkalkulacijo. (Cerar, 2007)

2.8.7 AutoCAD

AutoCAD je najbolj razširjen CAD program v svetovnem merilu, razvija ga Autodesk. Odlikujejo ga možnost nadgrajevanja (LISP, VBA) in popolna prilagodljivost našim

potrebam. AutoCAD je standard za 2D računalniško risanje in služi kot osnova za specialne strojniške, geodetske itd. nadgradnje. Autocad omogoča nadgrajevanje po potrebah naročnika in s tem popolno prilagodljivost našim potrebam. Autocad-ov format DWG je standard za izmenjavo 2D računalniških risb. Je vrhunski programski paket za računalniško podprto 2D-projektiranje in 3D-modeliranje.



Slika 7: Risba v programu AutoCAD (AutoCAD)

Z njim rišejo strojniki, električarji, elektroniki, geodeti, gradbeniki, arhitekti... Za vse naštetе tehnične profile so na razpolago tudi posebni moduli in knjižice s standardnimi postopki in sestavnimi deli. Z njim lahko rišemo tehnične risbe, ilustracije, diagrame, prosojnice in načrte. V AutoCAD-u lahko hitro preklopimo med pogledom na detajl in celoto, zato lahko obvladujemo kompleksnost modela. Prva različica programa AutoCAD je bila predstavljena leta 1982, danes je na voljo verzija AutoCAD 2009. V verziji AutoCAD 2007 je bilo veliko novosti. Med prvimi je bilo do sedaj nepoznano pogovorno okno, kjer ima uporabnik možnost izbire delovnega okolja. Ni več črnega ozadja, pač pa sivo, z osmi (rdeča, zelena, modra), ki so prilagojene barvi UCS-ikone, pričaka nas izometrični pogled na modelni prostor. Prikaz je tako lahko aksonometričen ali perspektiven, odvisno od nastavitvev, risanje 3D objektov pa

bistveno lažje. Urejanje elementov (kopiranje in premikanje) je s pomočjo nadgradnje orodja za polarni vnos koordinat močno poenostavljeno. Elemente tako preprosto kopiramo ali premaknemo v smeri lokalne Z-osi. Med novostmi je bila predstavljena funkcija, ki omogoča izris slike v PDF-formatu zapisa. Funkcija se najbolje izkaže, kadar želimo sliko poslati na ogled svojim strankam. Izboljšan je fotorealistični prikaz projekta, od senčenja do izbora palete materialov, ki jih lahko preprosto apliciramo na telesa. Material primemo z miško in ga odložimo na telo. Omogočena je tudi nastavitvev geografskega položaja in dneva v letu, kar daje možnost izdelave realistične osenčenosti. Veliko težavo v predhodnih verzijah je predstavljala izdelava prereзов. Sedaj nam je na voljo orodje Section Plane, ki je pravzaprav ravnina, ki seka model in jo je mogoče z oprijemalkami po želji premikati po prostoru, hkrati pa lahko določimo tudi vidnost odrezanega dela. Za prikaz prereza lahko z orodjem naredimo dvo- ali tridimenzionalni prikaz prereza. Lahko ga izvozimo v novo datoteko ali pa v obliki bloka priložimo k risbi. V verziji AutoCAD 2009 je novost v novem delovnem okolju (Menu Browser, Status bar, trak,...). Ponuja nam možnost prilagajanja uporabniškega vmesnika (izdelava lastnih zavihkov in razdelkov na traku, uporaba orodnih vrstic iz starejših verzij,...), možno je prilagajati statusno vrstico, ki vsebuje nove ukaze. Vsebuje tudi naslednje funkcije: snemalec dejanj (ACTION RECORDER), dinamično rezanje zunanjih referenc (XREF) in kocko pogledov (VIEV CUBE). Novosti pa so tudi pri delu z ravninami (Layerji) in delu z ostalimi elementi za risanje (Array, MTEXT, DWGx,...). Možna je uporaba navigacijskega kroga (Steering Wheel) in izdelava predstavitev s pomočjo Show Motion orodja ter geopozicioniranje risbe. Da bi delo potekalo kar se da tekoče, so zraven še nasveti in triki za delo z novim AutoCAD-om.

2.8.8 ProLignum

ProLignum 3D je program za risanje in konstruiranje pohištva iz lesa in umetnih mas. Zasnovan je na zelo razširjenem CAD programu AutoCAD. Zato je za uporabo ProLignum-a potrebno osnovno poznavanje dela z AutoCAD-om.



Slika 8: Risba v programu ProLignum (Prolignum)

Načeloma konstrukcijsko delo s ProLignum 3D poteka po naslednji shemi:

- razdelitev delovnega področja s pomočjo delovnih mrež in potrebnih pomožnih linij, ki znatno olajšujejo nadaljnje konstrukcijsko delo
- konstruiranje: ustvarjanje korpusov, razvijanje stene, pultov, individualnih notranjih ureditev, skiciranje in vstavljanje poljubnih profilnih letev..., dokler konstrukcija ni izdelana, kot smo želeli. Pri tem pa imamo vedno dostop do BlokCentra, ki nam zagotavlja individualno in visoko zmogljivo upravljanje risb
- dodelitev pozicijskih številok za poznejšo razdelavo sestavnih delov; lahko izbiramo med samodejnim in manualnim pozicioniranjem, s katerim lahko objekte tudi grupiramo
- preverjanje strukture modela s pomočjo DetailCentra, kjer vidimo, katere dele vsebujejo grupe, kako pogosto se deli ponavljajo in če je pozicioniranje ustrezno
- samodejna izpeljava kosovnic iz podatkov v risbah ali pa izpeljava CNC- oz. PPS podatkov
- preverjanje konstrukcije s kontrolo kolizije elementov
- samodejno ustvarjanje 2D-risb na različnih risalnih formatih s pomočjo DetailCenter-Express
- plotanje risb s popolno AutoCAD-ovo funkcionalnostjo

Če na primer želimo skonstruirati omaro, s ProLignum-om ustvarimo tudi že vse dele, ki spadajo k omari. Določimo mere, materiale in medsebojne pozicije delov, tako kot bi v delavniški risbi dokončali in sestavili te dele. Če želimo, ali pa je to potrebno, lahko že v našem 3D-modelu točno pogledamo model, se virtualno pomikamo po njem, ga pri tem opazujemo z zelene strani ali preverimo, kako učinkuje v perspektivi. Če smo po takšnem preverjanju svojega modela zadovoljni, določimo, katere poglede, reze ali perspektive potrebujemo – vse ostalo ProLignum stori samodejno v skladu z nastavitvami, ki smo jih izbrali.

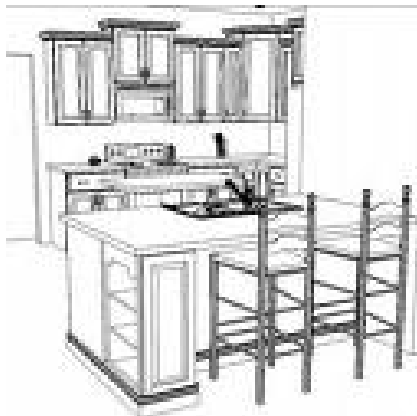
2.8.9 20-20 Technologies - specifične rešitve za pohištveno industrijo

20-20 Technologies je mednarodno podjetje s sedežem v Kanadi, ki je največji ponudnik specializiranih programskih rešitev za pohištveno industrijo. PRO-BIT je od začetka leta 2007 generalni zastopnik za te rešitve za Jadransko področje. Podjetje je izdelalo 20-20 CAD, 20-20 DESIGN in 20-20 VIRTUAL STUDIO programe. Programske rešitve 20-20 so namenjene tako proizvajalcem kot tudi prodajalcem pohištva. Gre namreč za rešitve, ki v smislu End-to-End koncepta pokrivajo celotni poslovni proces: od konstruiranja pohištva preko grafično podprte prodaje, planiranja, nabave do proizvodnje in odpreme blaga kupcu.

2.8.9.1 20-20 CAD

To je program za parametrično konstruiranje pohištva. Je učinkovito orodje za opremljevalce, oblikovalce in proizvajalce pohištva. Omogoča, da pohištvo konstruiramo na tak način kot bi ga sestavljali v delavnici. Razvit je na osnovi AutoCAD tehnologije ter ob Autodesk ShapeManager modulu nudi nadgradnjo s specifičnimi funkcijami za pohištveno industrijo in metodami. Ob takšnem sinergijskem učinku postane 20-20 CAD izredno orodje, prirejeno za

konstruiranje pohištva. Skrajšan je čas konstruiranja, poveča se produktivnost oddelkov za razvoj, konstruiranje pohištva in drugih. Je celovit in enostaven za uporabo.



Slika 9: Risba v programu 20-20 CAD (20-20 CAD)

Program ima specifično prirejene funkcije za pohištveno dejavnost (vrtanje, rezkanje, izdelava profilov, spajanje elementov – pero in utor, itd...). Vsebuje prilagodljive knjižice ter uporabo posameznih elementov preko referenčnih točk za združevanje elementov v skupine in ima možnost izdelave lastnih knjižic. Program avtomatsko izdelava tabelo za vrtanje in podrobne izriske za proizvodnjo ter izdelava avtomatsko skico sestavljanja (eksplozijsko skico modela) in vsebuje samodejni seznam materiala. Program lahko povežemo z 20-20 CAD-CNC, ki omogoča vez med CNC stroji in povezava z 20-20 Design, ki je podpora v prodaji.

V programu lahko za spremenljivke in parametre uporabimo številke, spremenljivke ali formule. Za strojno obdelavo komponent se uporabljajo parametrična orodja, program pa samodejno prepozna potrebne strojne obdelave – profil se spreminja skupaj s spremenjenimi dimenzijami komponente, vrtine se prenašajo na komponente iz okovja,... Možno je prikazovati in obdelovati eno ali več risb s pomočjo drevesne organizacije struktur. Lahko izdelamo navodila za sestavo pohištva, saj program sam generira risbo, mi lahko nepotreben element poljubno zbrisemo.

2.8.9.2 20-20 Design

Pri oblikovanju in opremljanju notranjih prostorov podkrepimo, realiziramo ali uresničimo svoje ideje s programskim orodjem, ki omogoča izdelavo fotorealističnih 3D načrtov. V pomoč nam je elektronski katalog produktov, ki je zasnovan na dejanskih produktih najbolj znanih proizvajalcev pohištva in notranje opreme.



Slika 10: Risba v programu 20-20 Design (20-20 Design)

20-20 Design je s funkcijami kot so 2D/3D risalna orodja, različni nastavljivi pogledi, urejanje predmetov na klik, itd. nedvomno najnaprednejše orodje za računalniško oblikovanje in načrtovanje notranjih prostorov.

Stranke vodimo skozi celotni prodajni postopek z natančno definiranimi prodajnimi koraki. ki nam jih predlaga 20-20 Design. Začnemo načrtovati iz vnaprej pripravljenih predlog notranjih prostorov in stranki že na začetku pokažimo, kako bi lahko izgledala njena sanjska kuhinja, kopalnica ali kakšen drug prostor .

Med številnimi že pripravljenimi elektronskimi katalogi proizvajalcev izbirajmo pohištvo vseh vrst, aparate, dodatke in dekoracijo. Na voljo so tudi pomočniki, ki preprečujejo nedovoljeno

prekrivanje posameznih predmetov. Ko je načrt končan, posredujemo naročilo v elektronski obliki proizvajalcu ali dobavitelju. Možnih je več načinov, med drugim tudi 20-20 EDI, elektronski izmenjevalnik naročil pripravljenih v 20-20 Design.

V 20-20 Design lahko uvozimo tudi načrt prostora narejen v programu AutoCAD in dodajamo pohištvo ter opremo. Dodajamo lahko predmete iz številnih 20-20 katalogov ali konkretnih katalogov proizvajalcev. Samo 20-20 katalog vodovodne opreme vsebuje več kot 200 predmetov. Katalogi delujejo na sistem "Povleci-Spusti", ki omogoča enostavno dodajanje predmetov v načrt. Pripravimo lahko prepričljive, atraktivne ponudbe in predstavitvene risbe. Uporabimo lahko že pripravljene predloge - sami se odločimo kako bomo navdušili stranko. Nova funkcija med pogledi rendering risb omogoča, da prikažemo fotorealistično teksturo, s črto pa poudarimo vse robove elementa. Funkcija s poudarkom robov je na voljo tudi pri možnosti renderinga z barvami. Uvozimo lastno teksturo iz katere koli datoteke, skeniramo pravi les ali kakšen drug material ter ga s pomočjo enostavnega pomočnika vstavimo v lastno zbirko tekstur. Preprosto in hitro, a kljub temu natančno risanje sten ter konstrukcijskih črt. Hitro risanje omogoča samodejno postavljanje kota za naslednjo steno, v kolikor rišemo stene v smeri urinega kazalca. Kliknemo predmet in pokaže se okno z vsemi možnostmi. Označimo skupino predmetov in jih hkrati premikamo po tlorisu. Sistem prepreči, da bi se predmeti med seboj prekrivali. Večina načrta se med samim načrtovanjem že sama dimenzijsko kotirala. Poljubno lahko kjerkoli še dodatno kotiramo. Kotirne črte so lahko poljubno dolge, obstajajo različni stili kotiranja. Pregledujemo in oblikujemo si lahko najrazličnejše cene za posamezne postavke in hkrati natančno ocenimo celoten projekt. Prav tako je možno kreirati informacije za montažo.

2.8.9.3 20-20 Virtual Studio

20-20 Virtual Studio je družina rešitev za namizno uporaba ali preko interneta. Uporabniki lahko ustvarjamo in spreminjamo prostore in proizvode - od barve do dimenzij.

Risbe in načrte prostorov je moč natisniti in vzeti s seboj v najbližji salon pohištva ali kot povpraševanje poslati kar preko interneta.

Privabimo in obdržimo nove kupce z dodatno ponujeno možnostjo samostojnega načrtovanja in opremljanja prostorov. Ponudimo jim možnost on-line naročanja ali pa jih zgolj privabimo v vašo prodajalno. Natisnete lahko svoje zamisli o prostoru in opremi, izdelate načrte ter sezname izbranih proizvodov. Lahko jih uporabimo kot osnovo za povpraševanje pri prodajalcu pohištva - v pisni obliki ali kar preko elektronske pošte. 20-20 Virtual Studio je skupina orodij, ki nam nudi večje možnosti, da bomo zanimanje kupca zaključili s konkretno prodajo.



Slika 11: Risba v programu 20-20 Virtual Studio (20-20 Virtual Studio)

Proizvode, ki jih predstavljamo v 20-20 Virtual Showroom, lahko prikažemo v neskončnem številu barv in materialov. Z orodjem 20-20 Virtual Planner uporabniki lahko poljubno povečamo posamezni artikel in si podrobneje ogledamo podrobnosti, na primer vrsto materiala, obdelavo, ipd. Predmet lahko poljubno obračamo ter gledamo iz različnih zornih kotov. 20-20 Virtual Showroom lahko služi kot izložba, v kateri je razstavljenih neskončno število proizvodov v visoki, skorajda fotorealistični kakovosti. Igra svetlobe in senc poskrbi za še realnejšo predstavitev. Že vnaprej pripravimo vsakdanje prostore s primeri opreme in s tem

motiviramo uporabnike, da tudi sami narišejo ter opremijo svoj prostor. Prostori so lahko prikazani v fotorealistični obliki ali zgolj kot skice. S tem programom kupcem nudimo več vizualizacij in s tem povečamo zaupanje v naročanje proizvodov preko interneta.

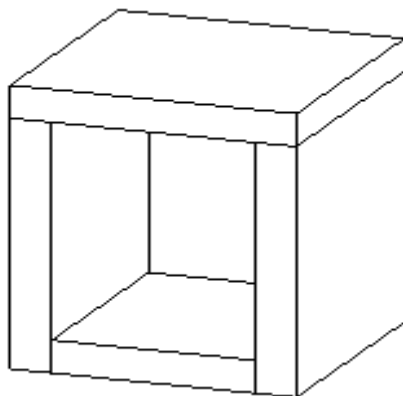
3 MATERIAL IN METODE

3.1 METODA

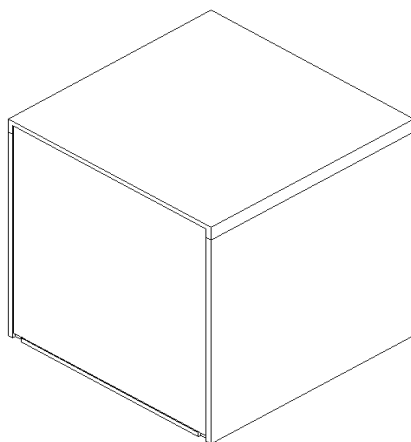
Pri iskanju odgovora na vprašanje, s katerim programom bomo hitreje in enostavneje narisali izdelek, smo opravili raziskavo, pri kateri so morale osebe vključene v raziskavo narisati predalnik v 3D obliki. Med delom smo merili čas risanja vsake faze posebej. Raziskavo smo izvedli na računalnikih v računalniški učilnici Oddelka za lesarstvo Biotehniške fakultete. Vključili smo tri programe, dva specializirana programa AutoCAD in MegaCAD ter program MegaTISCHLER, ki je podprogram programa MegaCAD in je namenjen lesarskim podjetjem. Vsak udeleženec v raziskavi je dobil točna navodila o tem kaj mora narisati in v kakšnem vrstnem redu. Pred izvedbo raziskave smo tudi določili na kakšen način bomo merili čas risanje. Določili smo faze dela, katerih potek smo časovno beležili. Navodila za raziskavo so bila napisana v programu Microsoft Word in imajo dodane slike in posamezne detajle predalnika.

3.1.1 Vsebinska sestava navodil za risanje

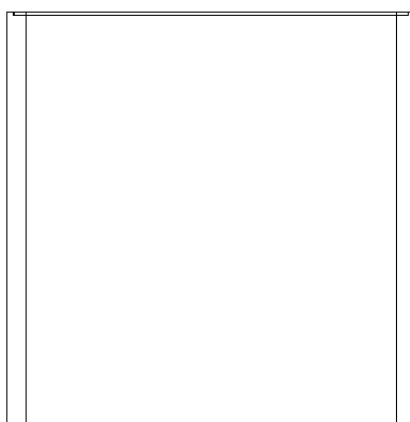
Navodila so bila sestavljena iz štirih faz, tako kot je potekalo risanje predalnika. Prvi faza je zajemala risanje korpusa predalnika, kar pomeni, da so sodelujoči risali samo zunanji del predalnika. Sem spadata dve stranici, strop, dno in hrbtišče. Vsi elementi so bili debeline 18 mm (iverna plošča), razen hrbtišča, ki je bilo debeline 4 mm (vlaknena plošča). Strop je nalezal oz. nasedal na stranice, dno je bilo med stranicama, hrbtišče pa brazdano v stranici, strop in dno (slike 12,13 in 14). Podane so bile dimenzije predalnika: višina 1000 mm, širina 1000 mm in globina 550 mm. Brazda je bila od zunanjšega roba odmaknjena 6 mm in globoka 4 mm (slika 15).



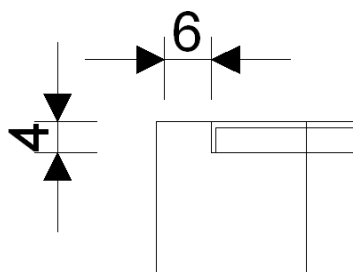
Slika 12: Izgled konstrukcije korpusa v izometriji



Slika 13: Izgled brazdanega hrbta v 3D pogledu

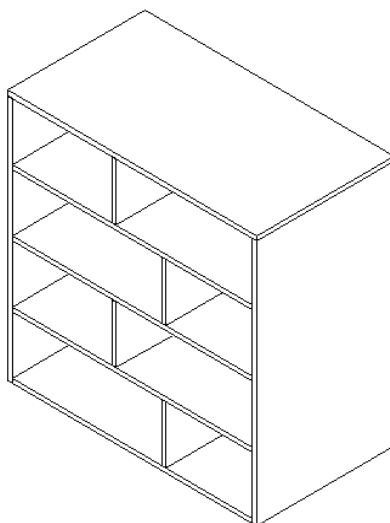


Slika 14: Tloris brazdanega hrbta

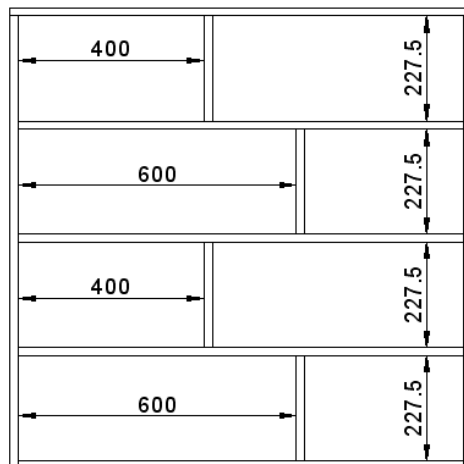


Slika 15: Izgled brazde

Drugi faza je zajemala risanje notranjosti, ki je bila razdeljena z vertikalnimi in horizontalnimi pregradami (slika 16). Po višini so bile vse horizontalne pregrade odmaknjene ena od druge za enako razdaljo (slika 17). Vertikalne pregrade so bile od desnega roba leve stranice odmaknjene enkrat za 400 mm, drugič za 600 mm, tako da predali niso bili enakih dimenzij (slika 17). Vertikalne in horizontalne pregrade so bile ravno tako kot korpus debeline 18 mm. Vertikalne in horizontalne pregrade so bile na prednjem robu korpusa poravnane z robom korpusa, na zadnji strani pa so bile ožje za debelino hrbtišča, kar pomeni, da niso bile enake globine kot korpus.

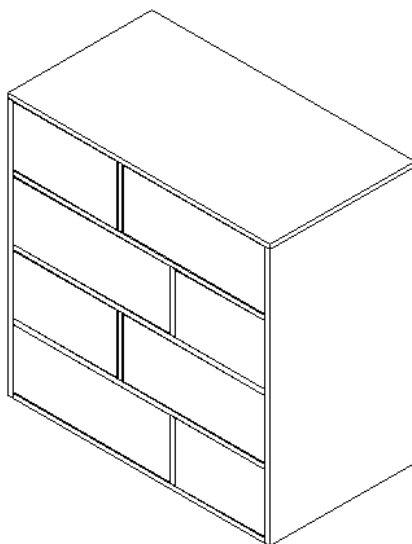


Slika 16: Izgled notranjosti predalnika v 3D pogledu

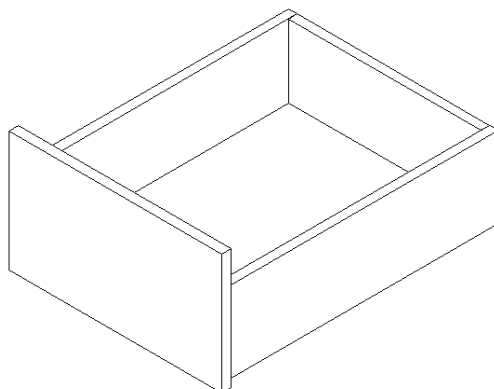


Slika 17: Naris notranjosti z dimenzijami

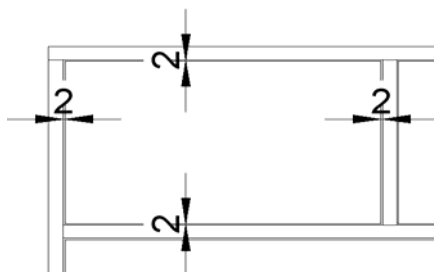
Tretji faza je zajemala risanje predalov. Predali so bili quadro, pri katerih se uporabljajo vodila tandem (slika 23). To je bilo pomembno predvsem zaradi risanja konstrukcije predala (slika 19). Pri predalu je bilo potrebno narisati vseh pet sestavnih delov predala in sicer ličnico, hrbet, dno in dve stranici. Ličnica in hrbet predala sta bila debeline 18 mm, dno 8 mm in stranici po 12 mm. Ličnica je bila za 4 mm ožja in nižja od prostora za predal, ker je morala imeti prostor za odpiranje in zapiranje (slika 20). Stranici predala sta bili od stranskih robov ličnice zamaknjeni navznoter za 3 mm, na spodnji strani pa dvignjeni za 12 mm (sliki 21 in 22). Ličnica je bila zamaknjena v notranjost predalnika, tako da je bila poravnana s prednjim robom korpusa in prednjim robom pregrad (slika 18).



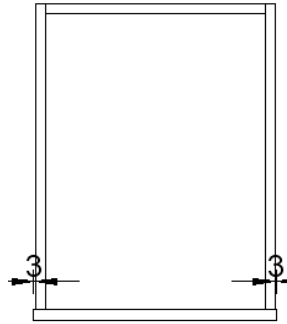
Slika 18: Predalnik s predali v 3D pogledu



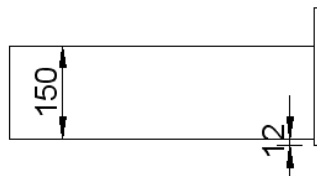
Slika 19: Izgled quadro predala v 3D pogledu



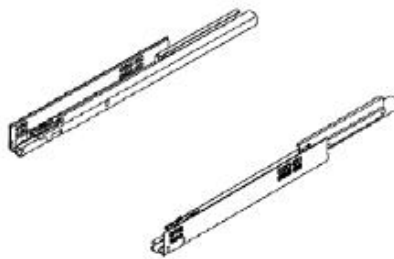
Slika 20: Predal z razmaki med ličnico in prostorom za predal



Slika 21: Tloris predala in prikaz odmika stranic navznoter



Slika 22: Stranski ris predala in prikaz odmika stranice po višini



Slika 23: Vodila tandem

3.2 TESTNE OSEBE

V raziskavo smo poskušali vključiti čim večje število oseb. Ciljna populacija raziskave je bila izbrana naključno. Pri izbiranju sodelujočih, je bil osnovni kriterij poznavanje programa in dovolj izkušenj z risanjem v programih MegaCAD, AutoCAD in MegaTISCHLER. Testnih oseb je bilo 70, razdelili smo jih v dve skupini. V prvi so bili študentje v drugi pa profesorji, tehnologi in konstruktorji iz podjetij.

V raziskavi je v prvi skupini sodelovalo 54 študentov iz Oddelka za lesarstvo Biotehniške fakultete, ki so pri vajah uporabljali programe MegaCAD, AutoCAD in MegaTISCHLER. Od teh 54 sodelujočih študentov je bilo 25 rednih študentov, ki so poslušali predavanja v šolskem letu 2008/09, 16, ki so že opravili izpit in so poslušali predavanja pred letom 2008 in 13 študentov "zamudnikov", ki vaj pri predmetu Konstruiranje in oblikovanje še niso opravili. Študentje so morali narisati predalnik v programu MegaTISCHLER. Med izvajanjem smo beležili porabo časa za risanje vsake faze. Ko so risanje v tem programu končali, so morali narisati predalnik še v programu MegaCAD in AutoCAD. Navodila smo predhodno razmnožili in jih razdelili med študente.

V drugi skupini so bili profesorji Oddelka za lesarstvo Biotehniške fakultete in zaposleni iz različnih podjetij, ki s temi programi že nekaj časa delajo. Teh sodelujočih je bilo 16.

Vse sodelujoče smo razdelili v 4 kakovostne skupine.

4 REZULTATI

ANALIZA SODELUJOČIH

V preglednici 1 so prikazane skupine in število sodelujočih ter prikaz sodelujočih skupin v odstotkih. Vidimo lahko, da največjo skupino sestavljajo redni študentje, ki jih je bilo 25, kar pomeni 35 odstotkov vseh sodelujočih in so imeli največji vpliv na končne rezultate v programih MegaTISCHLER in MegaCAD. Največji vpliv na rezultate v programu AutoCAD sta imeli skupini rednih študentov, ki so že opravili izpit (pred 2008) in zaposlenih. Vseh sodelujočih je bilo 70. Skupina rednih študentov, ki so opravili izpit pred 2008 in skupina zaposlenih v podjetjih, sta imeli enako število sodelujočih. Najmanjša je bila skupina študentov zamudnikov, ki predstavlja 19 % vseh sodelujočih. Vsi sodelujoči (70) so risali v programu MegaTISCHLER, v programu MegaCAD jih je risalo 54, v programu AutoCAD pa jih je risalo 40.

Preglednica 1: Prikaz sodelujočih

SODELUJOČI	ŠT. SODELUJOČIH	%	MegaTISCHLER	MegaCAD	AutoCAD
Študentje "zamudniki"	13	19	13	8	5
Redni študentje (2008/09)	25	35	25	20	5
Redni študentje (pred 2008)	16	23	16	16	14
Zaposleni	16	23	16	10	16
SKUPAJ	70	100	70	54	40

4.1 PORABLJEN ČAS ZA RISANJE V PROGRAMU MEGATISCHLER

V preglednicah 2, 3, 4 in 5 je prikazan čas za risanje predalnika, ki so ga porabili testiranci v programu MegaTISCHLER. Čas je podan v minutah. V vrsticah je zapisan čas, ki so ga porabili risarji za posamezno fazo ter celoten čas, ki je seštevek vseh treh faz skupaj. Na koncu

vrstice je zapisano tudi, koliko risarjev je porabilo določeno število minut. V zadnji vrstici, kjer so številke odebeljene, je v prvih štirih stolpcih zapisano povprečje posameznega stolpca, v zadnjem stolpcu pa je zapisana vsota stolpca, ki nam pove število risarjev.

V preglednici 2 je prikazan čas risanja, ki so ga za posamezne faze porabili študentje "zamudniki".

Preglednica 2: Prikaz porabljenega časa v programu MegaTISCHLER za študente "zamudnike"

ŠTUDENTJE "ZAMUDNIKI"				
Prva faza v min	Drug faza v min	tretja faza v min	Celoten čas	Št. risarjev
2	6	12	20	6
3	8	14	25	1
3	6	14	23	5
4	6	14	24	1
\bar{x} 3	6,5	13,5	23	13

V preglednici 3 so zbrani podatki v zvezi s porabo časa pri risanju, posameznih faz za redne študente (2008/09).

Preglednica 3: Prikaz porabljenega časa v programu MegaTISCHLER za redne študente (2008/09)

REDNI ŠTUDENTJE (2008/09)				
Prva faza v min	Druga faza v min	tretja faza v min	Celoten čas	Št. Risarjev
1	4	9	14	8
1,5	4	10,5	16	4
1,5	4	9,5	15	6
2	4	11	17	3
2	5	11	18	1
0,5	3	6,5	10	2
1	4	7	12	1
\bar{x} 1,4	4,0	9,2	14,6	25

Tretja skupina je bila skupina rednih študentov, ki so že opravili izpit pred 2008. V preglednici 4 sledijo njihovi podatki.

Preglednica 4: Prikaz porabljenega časa v programu MegaTISCHLER za študente z opravljenim izpitom (pred 2008)

REDNI ŠTUDENTJE (pred 2008)				
Prva faza v min	Druga faza v min	tretja faza v min	Celoten čas	Št. Risarjev
1	4	9	14	5
1,5	4	10,5	16	2
1,5	4	9,5	15	1
2	5	11	18	3
0,5	3	6,5	10	2
1	4	7	12	3
\bar{x} 1,3	4,0	8,9	14,2	16

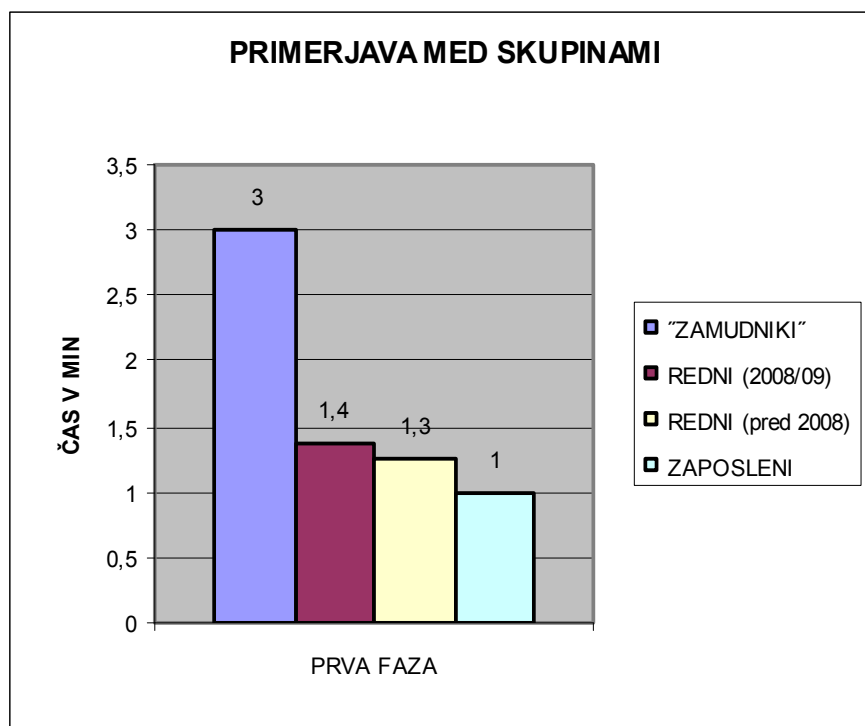
Četrta skupina je bila skupina zaposlenih v podjetjih. V preglednici 5 so njihovi časi, ki so jih porabili za risanje predalnika.

Preglednica 5: Prikaz porabljenega časa v programu MegaTISCHLER za zaposlene

ZAPOSLENI				
Prva faza v min	Druga faza v min	tretja faza v min	Celoten čas	Št. Risarjev
1	3	4	8	3
1	3,5	4,5	9	6
1	4	5	10	7
\bar{x} 1	3,5	4,5	9	16

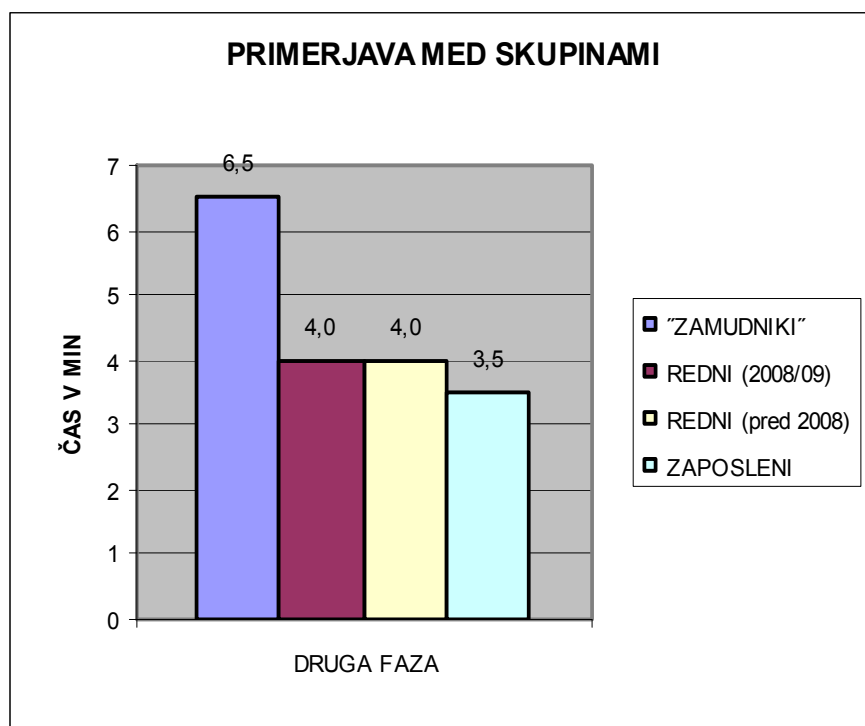
Prva faza zajema risanje korpusa predalnika oz. zunanji del predalnika. Druga faza zajema risanje notranjosti (pokončne in prečne pregrade), tretja faza pa risanje predalov.

Slika 24 nam prikazuje primerjavo povprečnega porabljenega časa za risanje prve faze (strop, dno, dve stranici in hrbet) med skupinami. Razvidno je, da so največ časa za risanje prve faze porabili študentje "zamudniki", ki so porabili kar trikrat več časa, kot so ga porabili zaposleni. Redni študentje (2008/09) in študentje z opravljenim izpitom (pred 2008), so bistveno hitreje narisali predalnik kot so to opravili študentje "zamudniki", vendar nekoliko počasneje kot zaposleni.



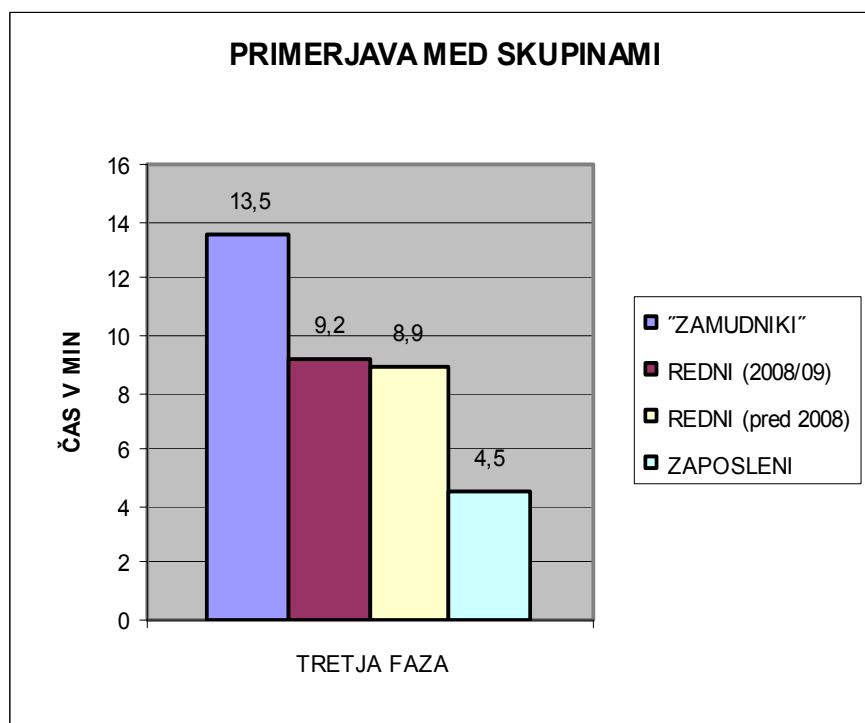
Slika 24: Primerjava porabljenega časa med skupinami za risanje prve faze v programu MegaTISCHLER

Slika 25 nam prikazuje primerjavo povprečnega porabljenega časa za risanje druge faze (pokončne in prečne pregrade) med skupinami. Zopet lahko vidimo, da so največ časa porabili študentje "zamudniki", ki so porabili za risanje druge faze skoraj dvakrat toliko časa kot zaposleni. Tudi tukaj so redni študentje (2008/09) in redni študentje z opravljenim izpitom (pred 2008) bistveno hitreje narisali drugo fazo od "zamudnikov", vendar vseeno nekoliko počasneje od zaposlenih.



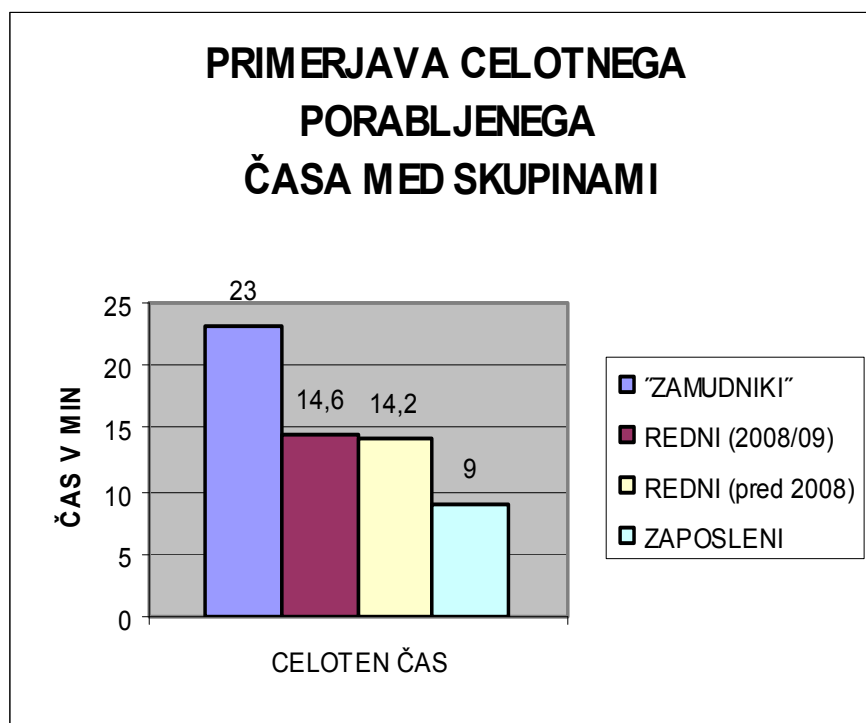
Slika 25: Primerjava porabljenega časa med skupinami za risanje druge faze v programu MegaTISCHLER

Slika 26 nam prikazuje primerjavo povprečnega porabljenega časa za risanje tretje faze (quadro predali) med skupinami. Največ časa so porabili študentje "zamudniki", ki so porabili za risanje tretje faze trikrat toliko časa kot zaposleni. Redni študentje (2008/09) in redni študentje z opravljenim izpitom (pred 2008) so hitreje narisali tretjo fazo od "zamudnikov", vendar vseeno dvakrat počasneje od zaposlenih.



Slika 26: Primerjava porabljenega časa med skupinami za risanje tretje faze v programu MegaTISCHLER

Slika 27 nam prikazuje primerjavo povprečnega porabljenega časa za risanje celotnega predalnika med skupinami. Pričakovano so največ časa porabili študentje "zamudniki", ki so porabili za risanje celotnega predalnika več kot dvakrat toliko časa kot zaposleni. Redni študentje (2008/09) in redni študentje z opravljenim izpitom (pred 2008) so približno na sredini med zamudniki in zaposlenimi.



Slika 27: Primerjava celotnega porabljenega časa med skupinami za risanje predalnika v programu MegaTISCHLER

Vsi podatki o času posameznih skupin v grafih, so povprečni časi in so vzeti iz preglednic 2, 3, 4 in 5, kjer so časi zapisani odebeljeno.

4.2 PORABLJEN ČAS ZA RISANJE V PROGRAMU MEGACAD

Vsi risarji so se preizkusili tudi v programu MegaCAD. V preglednicah 6, 7, 8 in 9 je prikazan čas, ki so ga porabili za risanje predalnika. Čas je podan v minutah. Zopet imamo v vrsticah podan čas, ki so ga risarji porabili za risanje posamezne faze in celoten čas. Na koncu vrstice je zapisano število risarjev. V zadnji vrstici pomenijo odebeljene številke v prvih štirih stolpcih povprečje posameznega stolpca. V zadnjem stolpcu nam odebeljena številka pove število risarjev, ki je risalo v tem programu.

V preglednici 6 je prikazan čas risanja, ki so ga za posamezne faze porabili študentje "zamudniki".

Preglednica 6: Prikaz porabljenega časa v programu MegaCAD za študente "zamudnike"

ŠTUDENTJE "ZAMUDNIKI"				
Prva faza v min	Druga faza v min	tretja faza v min	Celoten čas	Št. Risarjev
10	14	21	45	2
8	12	20	40	3
7	10	18	35	2
7	10	20	37	1
\bar{x} 8	11,5	19,8	39,3	8

V preglednici 7 so zbrani podatki v zvezi s porabo časa pri risanju posameznih faz za redne študente (2008/09).

Preglednica 7: Prikaz porabljenega časa v programu MegaCAD za redne študente (2008/09)

REDNI ŠTUDENTJE (2008/09)				
Prva faza v min	Druga faza v min	tretja faza v min	Celoten čas	Št. Risarjev
7	10	18	35	1
7	9,5	17	33,5	1
6,5	9	16	31,5	1
5	7	14	26	5
3,5	7	14	24,5	6
4	7	14	25	6
\bar{x} 5,5	8,3	15,5	29,3	20

Tretja skupina, ki je risala predalnik so bili študentje, ki so že opravili izpit (pred 2008). V preglednici 8 je podan čas, ki so ga porabili za risanje.

Preglednica 8: Prikaz porabljenega časa v programu MegaCAD za študente z opravljenim izpitom (pred 2008)

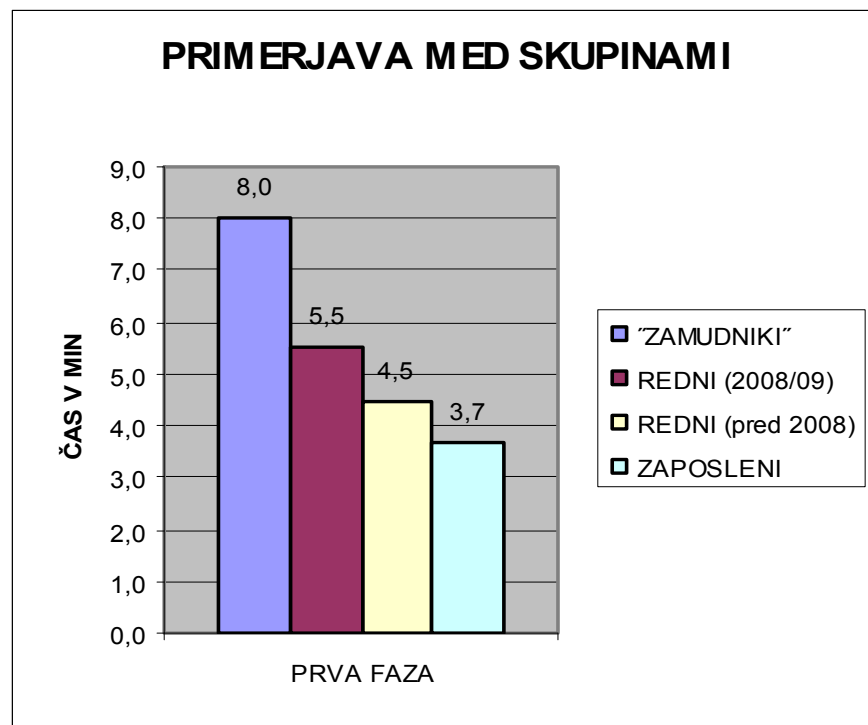
REDNI ŠTUDENTJE (pred 2008)				
Prva faza v min	Druga faza v min	tretja faza v min	Celoten čas	Št. Risarjev
6,5	8	14	28,5	2
5	8	13,5	26,5	2
3,5	7	14	24,5	5
4	7	14	25	3
3,5	7	13,5	24	4
\bar{x} 4,5	7,4	13,8	25,7	16

Zadnja skupina, ki je risala predalnik s programom MegaCAD, je bila skupina zaposlenih. V preglednici 9 so časi, ki so jih porabili za risanje predalnika.

Preglednica 9: Prikaz porabljenega časa v programu MegaCAD za zaposlene

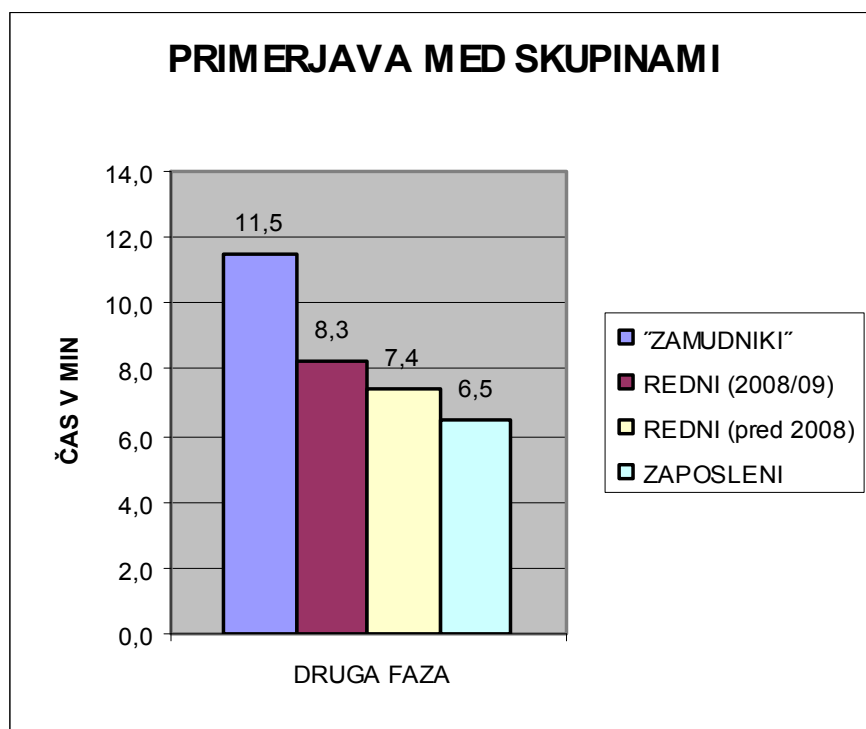
ZAPOSLENI				
Prva faza v min	Druga faza v min	tretja faza v min	Celoten čas	Št. Risarjev
3,5	6,0	14,0	23,5	3
3,5	6,5	13,5	23,5	6
4,0	7,0	14,0	25,0	1
\bar{x} 3,7	6,5	13,8	24	10

Slika 28 nam prikazuje primerjavo povprečnega porabljenega časa za risanje prve faze (strop, dno, dve stranici in hrbet) med skupinami v programu MegaCAD. Razvidno je, da so največ časa za risanje prve faze porabili študentje "zamudniki". Porabili so namreč več kot dvakrat več časa kot zaposleni. Redni študentje (2008/09) in študentje z opravljenim izpitom (pred 2008), so bistveno hitreje narisali predalnik kot so to opravili študentje "zamudniki". Redni študentje (pred 2008) so porabili manj časa od rednih študentov (2008/09), vendar več časa kot zaposleni. Najhitreje so prvo fazo narisali zaposleni.



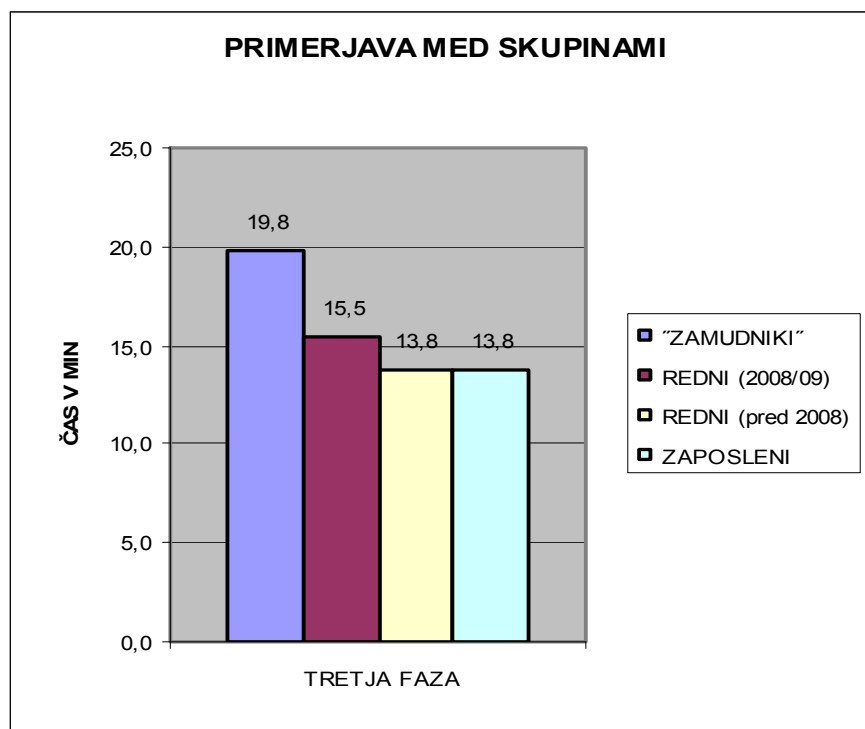
Slika 28: Primerjava porabljenega časa med skupinami za risanje prve faze v programu MegaCAD

Slika 29 nam prikazuje primerjavo povprečnega porabljenega časa za risanje druge faze (pokončne in prečne pregrade) med skupinami v programu MegaCAD. Zopet lahko vidimo, da so največ časa porabili študentje "zamudniki", ki so porabili za risanje druge faze skoraj dvakrat toliko časa kot zaposleni. Tudi tukaj so redni študentje z opravljenim izpitom (pred 2008) narisali drugi sklop bistveno hitreje od "zamudnikov" in nekoliko manj hitro od rednih študentov (2008/09), vendar vseeno nekoliko počasneje od zaposlenih. Tudi drugo fazo so najhitreje narisali zaposleni.



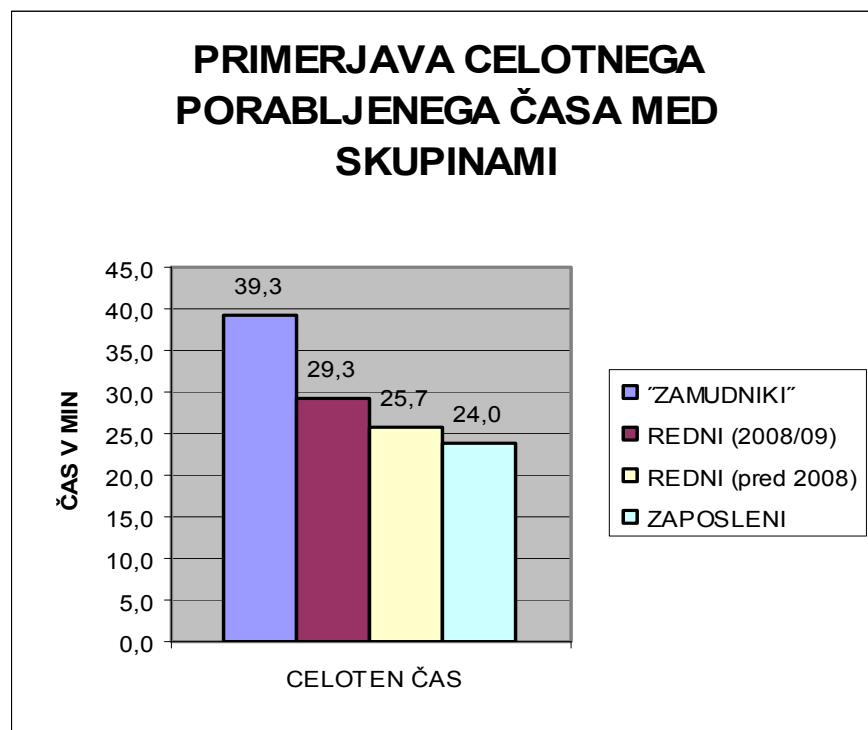
Slika 29: Primerjava porabljenega časa med skupinami za risanje druge faze v programu MegaCAD

Slika 30 nam prikazuje primerjavo povprečnega porabljenega časa za risanje tretje faze (quadro predalov) med skupinami v programu MegaCAD. Največ časa so porabili študentje "zamudniki", ki so porabili za risanje tretje faze 6 minut več kot zaposleni in redni študentje z opravljenim izpitom (pred 2008). Tudi tukaj so redni študentje (2008/09) hitreje narisali tretjo fazo od "zamudnikov", vendar počasneje od zaposlenih in rednih študentov z opravljenim izpitom (pred 2008). Vidimo, da so zaposleni in redni študentje (pred 2008) porabili enako časa za risanje tretje faze.



Slika 30: Primerjava porabljenega časa med skupinami za risanje tretje faze v programu MegaCAD

Slika 31 nam prikazuje primerjavo povprečnega porabljenega časa za risanje celotnega predalnika med skupinami v programu MegaCAD. Največ časa so porabili študentje "zamudniki", ki so porabili za risanje celotnega predalnika skoraj dvakrat toliko časa kot so ga porabili zaposleni. Redni študentje (2008/09) in študentje z opravljenim izpitom (pred 2008) so približno na sredini med zamudniki in zaposlenimi, vendar so bili redni študentje (2008/09) nekoliko počasnejši. Najhitreje so predalnik narisali zaposleni.



Slika 31: Primerjava celotnega porabljenega časa med skupinami za risanje predalnika v programu MegaCAD

Tudi pri teh grafih so uporabljeni povprečni časi iz preglednic 6, 7, 8 in 9.

4.3 PORABLJEN ČAS ZA RISANJE V PROGRAMU AUTOCAD

Na koncu so risarji uporabili še program AutoCAD. Čas, ki so ga porabili za risanje predalnika je zapisan v preglednicah 10, 11, 12 in 13. Čas je podan v minutah. Ravno tako kot pri prejšnjih tabelah imamo tudi tukaj v vrsticah podan čas, ki so ga risarji porabili za posamezne faze ter celoten čas. Tudi v tem primeru smo postopek risanja razdelili v 3 faze. Na koncu vsake vrstice imamo zapisano tudi, koliko risarjev je porabilo določeno število minut. V zadnji vrstici so vse številke odebeljene. V prvih štirih stolpcih so zapisana povprečja vsakega stolpca, na koncu te vrstice pa imamo zapisano, koliko risarjev je opravilo vajo v programu AutoCAD.

V preglednici 10 je prikazan čas risanja, ki so ga za posamezne faze porabili študentje "zamudniki".

Preglednica 10: Prikaz porabljenega časa v programu AutoCAD za študente "zamudnike"

ŠTUDENTJE "ZAMUDNIKI"				
Prva faza v min	Druga faza v min	tretja faza v min	Celoten čas	Št. Risarjev
10	8	17	35	2
8	8	15	31	1
9	9	14	32	1
7	10	16	33	1
\bar{x} 8,5	8,8	15,5	32,8	5

V preglednici 11 je prikazan čas risanja, ki so ga za posamezno fazo porabili redni študentje (2008/09).

Preglednica 11: Prikaz porabljenega časa v programu AutoCAD za redne študente (2008/09)

REDNI ŠTUDENTJE (2008/09)				
Prva faza v min	Druga faza v min	tretja faza v min	Celoten čas	Št. Risarjev
5,5	5	11,5	22	1
4	8	13	25	3
8	8	13	29	1
\bar{x} 5,8	7,0	12,5	25,3	5

V preglednici 12 so zbrani podatki za redne študente z opravljenim izpitom (pred 2008).

Preglednica 12: Prikaz porabljenega časa v programu AutoCAD za študente z opravljenim izpitom (pred 2008)

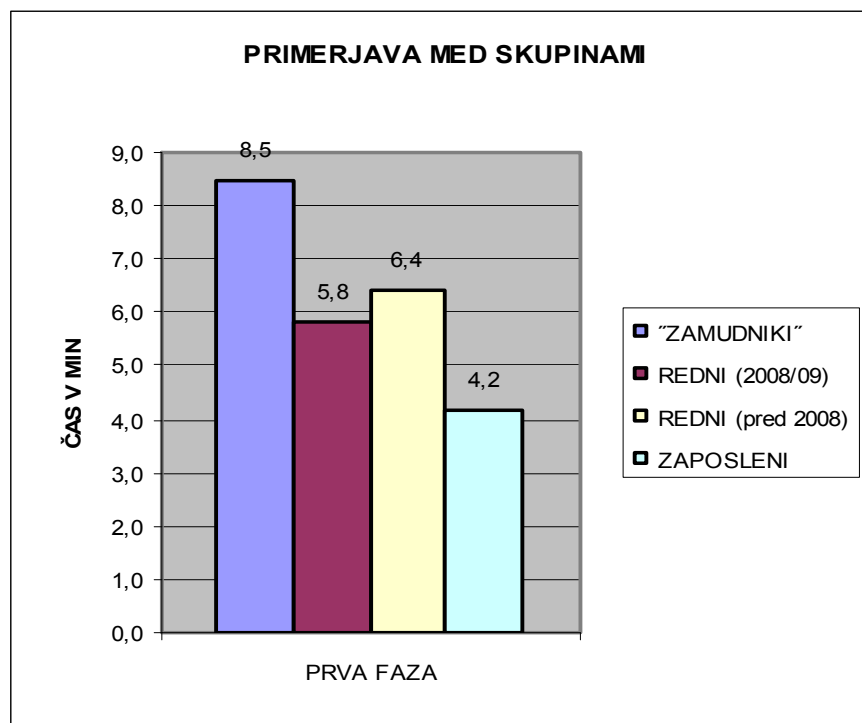
REDNI ŠTUDENTJE (pred 2008)				
Prva faza v min	Druga faza v min	tretja faza v min	Celoten čas	Št. Risarjev
5,5	5	11,5	22	2
5	3,5	13	21,5	2
3,5	5	16	24,5	5
8	8	14	30	3
10	8	15	33	2
\bar{x} 6,4	5,9	13,9	26,2	14

V preglednici 13 so navedeni časi, ki so jih porabili zaposleni za risanje predalnika.

Preglednica 13: Prikaz porabljenega časa v programu AutoCAD za zaposlene

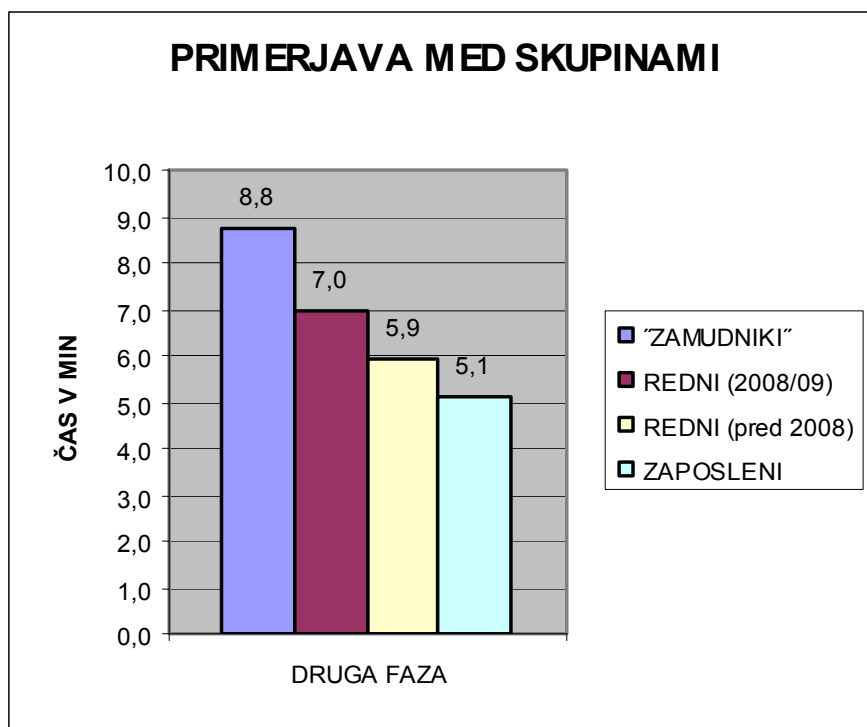
ZAPOSLENI				
Prva faza v min	Druga faza v min	tretja faza v min	Celoten čas	Št. Risarjev
3,5	5,0	16,0	24,5	3
3,0	5,0	10,0	18,0	8
4,0	7,0	14,0	25,0	1
5,5	5,0	11,5	22,0	2
5,0	3,5	13,0	21,5	2
\bar{x} 4,2	5,1	12,9	22,5	16

Slika 32 nam prikazuje primerjavo povprečnega porabljenega časa za risanje prve faze (strop, dno, dve stranici in hrbet) med skupinami v programu AutoCAD. Vidi se, da so največ časa za risanje prve faze porabili študentje "zamudniki", tako kot pri obeh programih prej. Porabili so namreč več kot dvakrat več časa kot zaposleni. Redni študentje (2008/09) in študentje z opravljenim izpitom (pred 2008) so hitreje narisali predalnik kot so to opravili študentje "zamudniki". Študentje z opravljenim izpitom (pred 2008), so porabili več časa od rednih študentov (2008/09), redni (2008/09) pa več kot zaposleni. Najhitreje so prvo fazo narisali zaposleni.



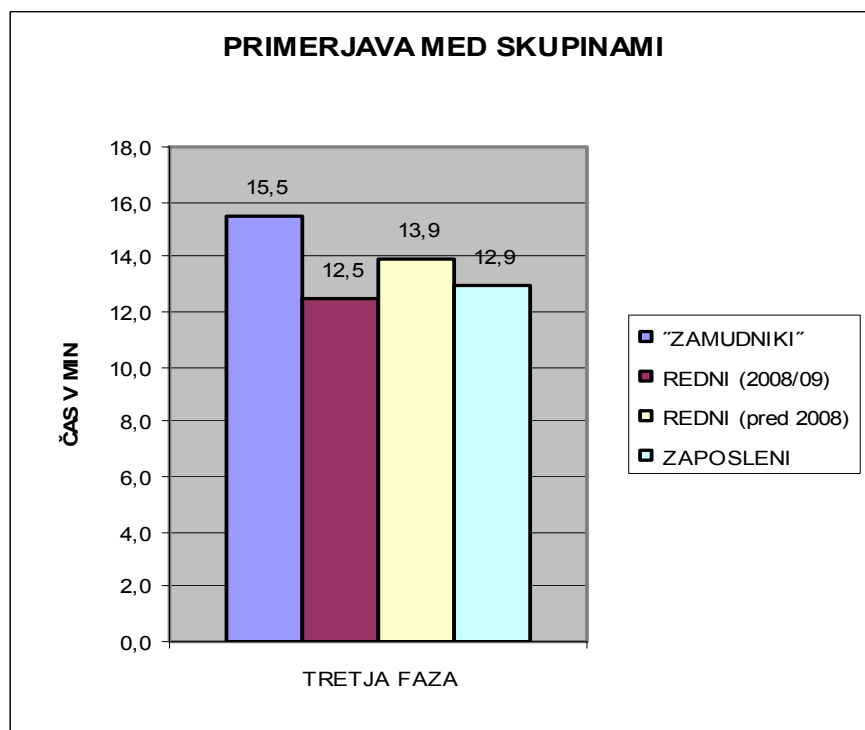
Slika 32: Primerjava porabljenega časa med skupinami za risanje prve faze v programu AutoCAD

Slika 33 nam prikazuje primerjavo povprečnega porabljenega časa za risanje druge faze (pokončne in prečne pregrade) med skupinami v programu AutoCAD. Zopet lahko vidimo, da so največ časa porabili študentje "zamudniki". Nekoliko manj časa so porabili redni študentje (2008/09), še manj študentje z opravljenim izpitom (pred 2008). Najmanj časa za risanje druge faze so porabili zaposleni.



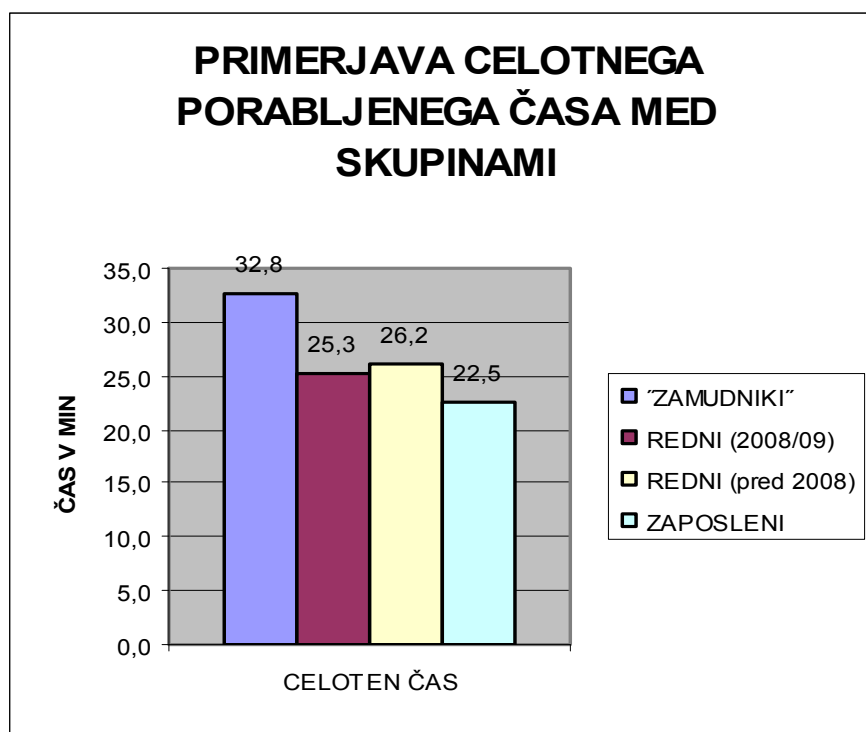
Slika 33: Primerjava porabljenega časa med skupinami za risanje druge faze v programu AutoCAD

Slika 34 nam prikazuje primerjavo povprečnega porabljenega časa za risanje tretje faze (quadro predalov) med skupinami v programu AutoCAD. Vidimo lahko, da tukaj ni bilo tako velike razlike v porabi časa, kot je bilo to pri prejšnjih dveh programih in tudi zaposleni niso tretje faze narisali najhitreje. Najhitreje so tretjo fazo narisali redni študentje (2008/09), takoj za njimi so bili zaposleni, nato pa študentje z opravljenim izpitom (pred 2008). Največ časa so porabili študentje "zamudniki".



Slika 34: Primerjava porabljenega časa med skupinami za risanje tretje faze v programu AutoCAD

Slika 35 nam prikazuje primerjavo povprečnega porabljenega časa za risanje celotnega predalnika med skupinami v programu AutoCAD. Največ časa so porabili študentje "zamudniki", ki so porabili za risanje celotnega predalnika skoraj 10 minut več kot zaposleni. Razvidno je, da so redni študentje z opravljenim izpitom (pred 2008) porabili več časa kot redni študentje (2008/09). V programu AutoCAD so predalnik najhitreje narisali zaposleni, takoj za njimi pa so bili redni študentje (2008/09).

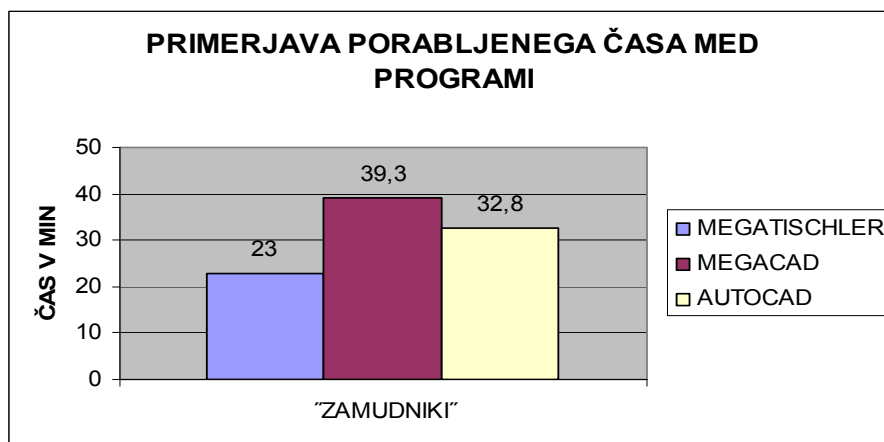


Slika 35: Primerjava celotnega porabljenega časa med skupinami za risanje predalnika v programu AutoCAD

Vsi podatki o času posameznih faz v grafih so povprečni časi in so izvzeti iz preglednic 10, 11, 12 in 13, kjer so časi zapisani odebeljeno.

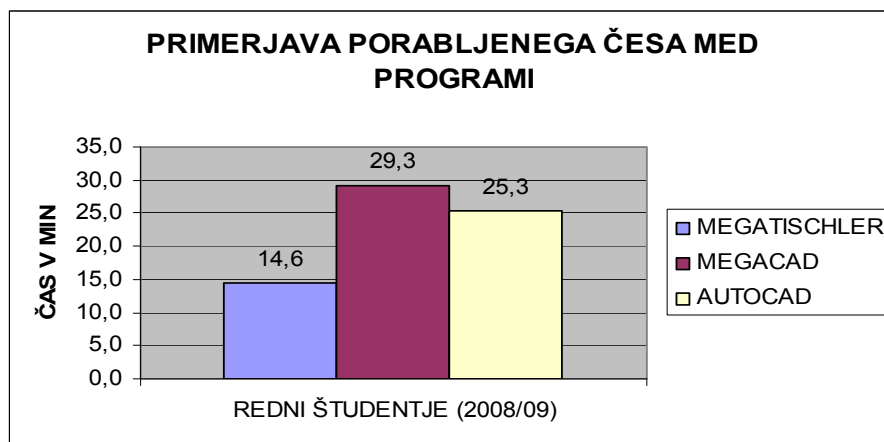
4.4 PRIMERJAVA PORABLJENEGA ČASA MED PROGRAMI MEGATISCHLER, MEGACAD IN AUTOCAD

Na sliki 36 je prikazana primerjava porabljenega časa za risanje predalnika pri študentih "zamudnikih" v programih MegaTISCHLER, MegaCAD in AutoCAD. Iz slike je razvidno, da so študentje "zamudniki" v programu MegaTISCHLER bistveno hitreje narisali predalnik. V programu AutoCAD so porabili 9,8 minut več kot v programu MegaTISCHLER in 6,5 minut manj kot v programu MegaCAD.



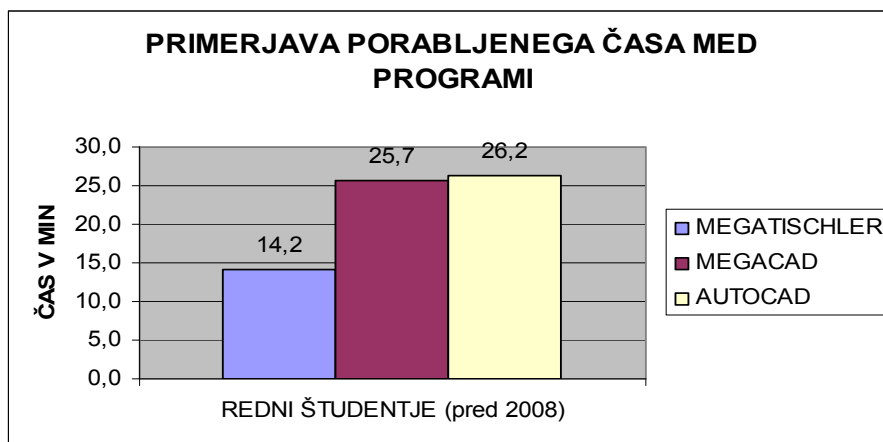
Slika 36: Primerjava porabljenega časa med programi za risanje predalnika pri "zamudnikih"

Na sliki 37 je prikazana primerjava porabljenega časa za risanje predalnika v primerjanih programih pri rednih študentih (2008/09). Iz slike je razvidno, da so tudi redni študentje (2008/09) porabili najmanj časa za risanje predalnika v programu MegaTISCHLER in to kar dvakrat manj kot v programu MegaCAD in 10,7 min manj kot v programu AutoCAD.



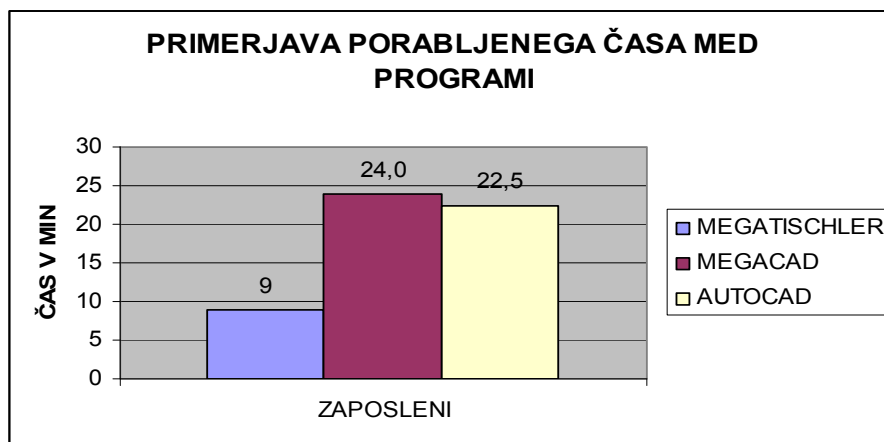
Slika 37: Primerjava porabljenega časa med programi za risanje predalnika pri rednih študentih (2008/09)

Slika 38 nam prikazuje primerjavo porabljenega časa za risanje predalnika v primerjanih programih pri rednih študentih z opravljenim izpitom (pred 2008). Iz slike je razvidno, da so študentje porabili najmanj časa za risanje predalnika v programu MegaTISCHLER. Porabili so 11,5 minut manj kot v programu MegaCAD in 12 minut manj kot v programu AutoCAD.



Slika 38: Primerjava porabljenega časa med programi za risanje predalnika pri študentih z opravljenim izpitom (pred 2008)

Na sliki 39 je prikazana primerjava porabljenega časa za risanje predalnika v primerjanih programih pri zaposlenih. Tudi zaposleni so najmanj časa za risanje predalnika porabili v programu MegaTISCHLER. Porabili so 13,5 minut manj časa kot v programu AutoCAD in 15 minut manj kot v programu MegaCAD.



Slika 39: Primerjava porabljenega časa med programi za risanje predalnika pri zaposlenih

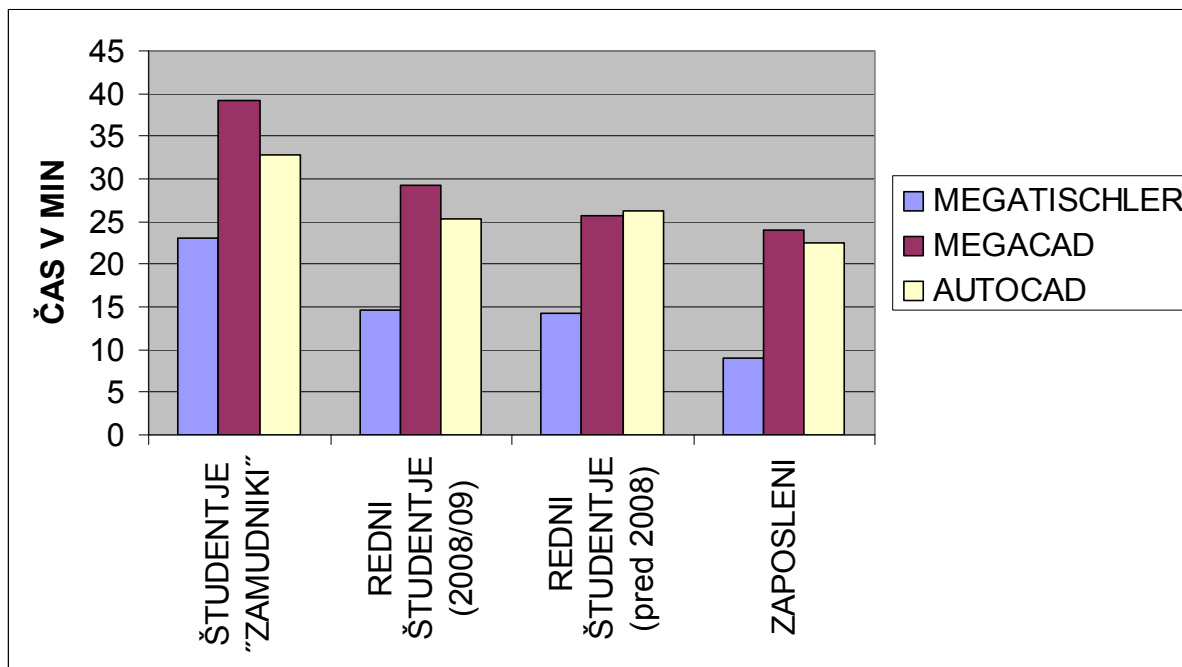
5 RAZPRAVA IN SKLEPI

Svet okoli nas se neprestano spreminja, spreminja pa se tudi poslovno okolje. V sedanjih tržnih razmerah trg zahteva majhne serije, čim večje število različic nekega izdelka, krajšo življenjsko dobo izdelka in čim večjo kompleksnost izdelkov. S strani kupcev se zahteva tudi skrajševanje dobavnih rokov. Vse to prisili proizvajalce, da uporabijo najsodobnejšo tehnologijo, ki jo morajo ves čas nadgrajevati. Preden se podjetje odloči za neko novo tehnologijo, mora najprej preveriti svojo proizvodno sposobnost, svoje potrebe in zahteve. Velikokrat se je že podjetje odločilo za novo tehnologijo, ta pa se je izkazala za neuporabno oziroma nekoristno, saj je podjetje ni znalo maksimalno izkoristiti. Pri odločanju mora podjetje veliko pozornost nameniti integraciji med računalniško podprtim konstruktorjem in proizvodnim modulom informacijskega sistema. Podjetje mora pri odločanju za nakup nove tehnologije upoštevati več kriterijev. Najbolj pogosti so cena, plačilni pogoji, zmogljivost tehnologije, reference, enostavnost uporabe, nekoliko manj pogosti pa so podpora ponudnika pri uvajanju in vzdrževanju, pokritje specifičnosti podjetja, možnost prilagajanja in izpopolnjevanja tehnologije po zahtevah kupca, celovitost pokrivanja področja, integracija z ostalimi sistemi in prevedenost v slovenščino.

Konkurenca na trgu je danes zelo velika in če želi podjetje obstati na trgu, se mora boriti in prilagajati zahtevam na trgu, da ohranijo kupce ali jih pridobijo. Če hočemo nek izdelek izdelati hitro in enostavno, moramo imeti primerno opremo, da to lahko opravimo brez težav. Ker je razvoj programske opreme tako napredoval, imamo tudi lesarji svoje računalniške programe. Najbolj zanimivi so specializirani računalniški programi, ki so namenjeni tudi lesarjem. V slovenskih lesnih podjetjih se najbolj pogosto uporabljajo programi MegaCAD, MegaTISCHLER in AutoCAD. Če podjetje primerno uporablja programsko opremo, lahko posluje hitreje, učinkoviteje, z manj stroški in posledično z večjim dobičkom ter je tako postane konkurenčno ostalim podjetjem.

5.1 RAZPRAVA

V diplomski nalogi smo s pomočjo študentov, tehnologov in konstruktorjev pokazali kakšne so razlike pri porabi časa pri risanju s programi AutoCAD, MegaCAD in MegaTISCHLER. Cilj vsakega podjetja, konstruktorja, tehnologa, tehničnega risarja je, da nek projekt ali izdelek nariše kar se da hitro. Predvidevali smo, da je risanje s programom MegaTISCHLER najenostavneje in da je mogoče z njim najhitreje narisati izdelek, med programoma MegaCAD in AutoCAD pa naj ne bi bilo večjih razlik. Na sliki 40 smo naša predvidevanja tudi dokazali. Na sliki je prikazano, koliko časa je za risanje s posameznim programom porabila posamezna skupina. Vidimo, da je bilo risanje s programom MegaTISCHLER bistveno hitrejše kot risanje s programoma MegaCAD in AutoCAD, kar so dokazale vse štiri skupine, ki so opravile raziskavo. V vseh programih so najmanj časa porabili zaposleni, kar lahko pripišemo vsakodnevnomu delu s temi programi ter izkušnosti risarjev. Če primerjamo študente "zamudnike", ki so najbrž programe nazadnje uporabili pri vajah na fakulteti, ki so jih imeli pred več kot dvema letoma in zaposlene v podjetjih, ki programe uporabljajo dnevno, vidimo da so zaposleni v programu MegaTISCHLER porabili skoraj trikrat manj časa kot "zamudniki". Pri drugih dveh programih ni bilo tako velikih razlik porabljenega časa, ker zaposleni manj uporabljajo programa MegaCAD in AutoCAD, saj jim program MegaTISCHLER omogoča bistveno lažje in hitrejše delo. Program MegaTISCHLER je prilagojen njihovim potrebam, zato se izogibajo preostalima dvema programoma, vseeno pa so tudi v teh dveh programih porabili bistveno manj časa kot "zamudniki".



Slika 40: Prikaz porabljenega časa za vse skupine in vse primerjane programe

Iz slik in preglednic v poglavju Rezultati, lahko vidimo, da so v vsaki fazi risanja v vseh treh programih največ časa porabili študentje "zamudniki". Navadno so študentje "zamudniki" slabši študentje. Razlika je vidna že pri posameznih fazah risanja, kot tudi pri celotnem času, saj so redni študentje (2008/09) in študentje z opravljenim izpitom (pred 2008) bistveno hitreje narisali predalnik. Ta razlika je posledica tega, da so imeli redni študentje (2008/09) in študentje z opravljenim izpitom (pred 2008) še pred kratkim stik s programi in mogoče je tudi, da so vadili doma. Vidi se tudi razlika med rednimi študenti (2008/09) in študenti z opravljenim izpitom (pred 2008), kjer je razlika majhna. Ta razlika je lahko posledica iznajdljivosti in izkušenosti risarja. To razliko lahko v programu AutoCAD zanemarimo saj je manjša od ene minute. V programu MegaCAD je ta razlika večja in znaša 4,4 min, kar je lahko vzrok, da nekomu bolje leži program MegaCAD, drugemu pa program AutoCAD. V vseh programih so najhitreje predalnik narisali zaposleni. Glavni razlog je vsakodnevna uporaba programov in izkušnost zaposlenih. Najmanj časa so porabili v programu MegaTISCHLER, kjer so porabili skoraj trikrat manj časa kot študentje "zamudniki" in 5 min

manj od obeh skupin rednih študentov. V programih AutoCAD in MegaCAD so porabili manj časa od ostalih skupin, vendar je bila razlika v porabljenem času v primerjavi z obema skupinama rednih študentov bistveno manjša. Razlog je redka raba programov MegaCAD in AutoCAD, saj rajši uporabljajo program MegaTISCHLER, kjer isti izdelek narišejo tudi do trikrat hitreje.

Poleg tega, da smo v diplomski nalogi dokazali, da je program MegaTISCHLER najhitrejši program med programi MegaTISCHLER, MegaCAD in AutoCAD, smo prišli tudi do ugotovitve, da s pomočjo izkušenj porabimo za risanje istega predalnika kar dvakrat manj časa. Ugotovili smo tudi, da so študentje, ki so redno opravili vaje pri predmetu Konstruiranje in oblikovanje, bistveno hitreje narisali predalnik, saj so imeli v glavi še sveže podatke o programu in so pozabili manj kot študentje "zamudniki", ki so v dveh letih preveč pozabili. Med rednimi študenti (2008/09) in študenti z opravljenim izpitom (pred 2008) ni bilo večjih razlik, razen pri programu MegaCAD.

5.2 SKLEPI

- Ugotovljeno je bilo, da so testne osebe predalnik najhitreje narisale s programom MegaTISCHLER. Največ časa so porabile za risanje s programom MegaCAD, vendar ne bistveno več kot s programom AUTOCAD. Sklepamo, da rezultat ni posledica programa ampak razširjenosti risanja s programom AUTOCAD, kar vpliva na večjo izkušnost risarjev.
- Po podatkih, ki smo jih dobili v raziskavi lahko sklepamo, da je program MegaTISCHLER poleg tega, da z njim najhitreje narišemo nek izdelek tudi najenostavnejši za uporabo.
- V vseh programih so najhitreje risali zaposleni, ker se s temi programi srečujejo vsak dan v službi.

- Študentje "zamudniki" so porabili za risanje predalnika v vseh programih največ časa, vzrok je v tem, da so pozabili, kaj in kako se s temi programi dela in so med delom porabili veliko časa za iskanje ikon.
- Redni študentje (2008/09) in študentje z opravljenim izpitom (pred 2008) so porabili pri vseh treh programih približno enako časa. Sklepamo lahko, da imajo podobno stopnjo znanja. Redni študentje (2008/09) so bili vključeni v raziskavo takoj po opravljenih vajah, zato je bilo znanje o uporabi programa še sveže. Redni študentje z opravljenim izpitom (pred 2008) pa so s programom več risali tudi za druge predmete in so imeli več izkušenj.

6 POVZETEK

V preteklem desetletju smo bili priča velikemu prodoru računalnikov, ki so že na vseh področjih našega življenja in so naš vsakdanjik v službi in doma. Vsaka nova tehnologija nam omogoča vedno višji nivo bivanja, zato so se spremenile tudi tržne razmere, ki so bile pred desetletjem popolnoma drugačne.

Ker je na globalnem trgu vedno večja konkurenca, se morajo podjetja za obstoj vedno znova in znova prilagajati razmeram na vseh področjih življenja, dopolnjevati svojo tehnologijo ter si tako zagotoviti konkurenčno prednost. V preteklosti so bili glavni parametri proizvodnje količina, kvaliteta in stroški, danes so se velike serije spremenile v male serije oziroma v večje število različic nekega izdelka, življenjska doba izdelkov je vse krajša, povečuje se kompleksnost izdelkov in zahtevajo se vse krajši dobavni roki. Če hočejo proizvajalci ustreči kupcem, potem si morajo zagotoviti najpopolnejšo opremo, ki je primerna za njihovo proizvodnjo.

Razvoj programske opreme je prišel že tako daleč, da ima vsaka proizvodna dejavnost svoj računalniški program, med njimi tudi lesarska. Največ zanimanja je za specializirane računalniške programe, ki so namenjeni prav njim. S primerno programsko opremo lahko podjetje posluje hitreje, učinkoviteje, z manj stroški in posledično tudi z večjim dobičkom. Če programsko opremo pravilno uporabljamo in jo najboljše izkoristimo, nam le-ta nudi velik prihranek časa. V podjetjih programska oprema predstavlja do 25 % proračuna za informacijsko tehnologijo.

Prvi del diplomske naloge je obsegal zbiranje splošnih informacij o programski opremi in o programih za risanje. Pomagali smo si z informacijami iz knjig, revij (tudi tujih), interneta in od proizvajalcev in razvijalcev programov za risanje.

Z diplomsko nalogo smo želeli ugotoviti, kateri računalniški program, ki ga slovenska podjetja najbolj pogosto uporabljajo za risanje, bo najhitrejši pri risanju enostavnega predalnika. Za predmet obdelave smo uporabili računalniške programe MegaCAD, MegaTISCHLER in AutoCAD. Najprej smo izdelali navodila in se nato lotili zbiranja podatkov, v našem primeru je bil to čas, ki so ga risarji porabili za risanje posamezne faze predalnika. Risarji so bili razdeljeni v dve skupini. V prvi skupini so bili študentje v drugi skupini pa so bili profesorji, tehnologi, konstruktorji in drugi zaposleni iz podjetij. Vseh sodelujočih risarjev je bilo 70, 54 študentov in 16 zaposlenih.

Pokazalo se je, da izkušnje in vsakodnevna uporaba programov pripomorejo k manjši porabi časa. To so dokazali zaposleni, ki so v vseh treh programih porabili najmanj časa za risanje predalnika. Najmanj časa so porabili v programu MegaTISCHLER in sicer natanko 9 minut, kar je skoraj trikrat manj kot študentje "zamudniki", ki so porabili 23 minut. Redni študentje (2008/09) so v istem programu porabili 14,6 minute, redni študentje z opravljenim izpitom (pred 2008) pa 14,2 minute.

Kot smo predvidevali, se je za najenostavnejši in najhitrejši program za risanje izkazal program MegaTISCHLER. Programa AutoCAD in MegaCAD lahko enačimo, saj razlike med porabo časa niso tako velike oziroma ne izstopajo bistveno ena od druge.

7 VIRI

AutoCAD. Autodesk

<http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/home?siteID=123112&id=129446> (10. jan. 2009)

Balič J. 1996. Računalniško integrirana proizvodnja. Maribor, Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo: 147 str.

Cerar G. 2007. Poslovna in namenska računalniška programska oprema v lesnih podjetjih.

Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 54 str.

Dokumentacija podjetja Alt d.o.o., 2009

Dokumentacija podjetja Planles s.p., 2009

Hannam R. 1997. Computer Integrated Manufacturing: from concepts to realisation. Harlow, Addison Wesley: 257 str.

Jazbec B. 2000. Izbor in uvajanje 3D CAD/CAM programske opreme v podjetju Metrel.

Diplomsko delo univerzitetnega študija. Kranj, Univerza v Mariboru, Fakulteta za organizacijske vede: 87 str.

Jezernik A. 1988. Računalniki pri konstruiranju in v proizvodnji. 1. izdaja. Ljubljana, Državna založba Slovenije: 333 str.

Križnar V., Butina M. 2000. Modeliranje s solidi. Klik, 3, 2: 20-23

Program AutoCAD

http://www.klikonline.si/klik87/tnt_autocad.jpg (20. okt. 2009)

Program Gaston

<http://www.ib-caddy.si/> (10. jan. 2009)

<http://www.alples.si/za-kupce/narisem-sam> (20. okt. 2009)

Program MegaTISCHLER

<http://www.org-cad-tosenberger.hr/MRSG-15.jpg> (20. okt. 2009)

Program ProLignum

<http://www.allbusiness.com/furniture-related/office-furniture-including/599168-1.html>
(10. jan. 2009)

<http://www.konyhaweb.hu/ajanlo/prolignum/prolignum3.jpg> (20. okt. 2009)

Program Sketch Up

<http://sketchup.google.com/product/gsu.html> (10. jan. 2009)

<http://www.stevetrefethen.com/images/sketch.jpg> (20. okt. 2009)

The Engineering Zones.

<http://www.engineeringzones.com/default.asp?404=http://www.engineeringzones.com:80/engineering/> (10. jan. 2009)

Žalik B. 1992. Geometrijsko modeliranje z geometrijskimi omejitvami. Maribor, Doktorska disertacija, Maribor, Univerza v Mariboru, Tehniška fakulteta, Oddelek za elektrotehniko, računalništvo in informatiko: 130 str.

20-20 TECHNOLOGIES

<http://www.probit.si/2020-tech/design.php> (10. jan. 2009)

<http://www.bluewaterkitchen.com/Design13.jpg> (20. okt. 2009)

<http://2020.accomplix.com/NARI/images/kitchen-big.jpg> (20. okt. 2009)

http://www.qualifiedremodeler.com/images/article/1190988077578_02.jpg (20. okt. 2009)

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorici doc. dr. Jasni HROVATIN za pomoč in nasvete pri izdelavi diplomske naloge. Zahvalil bi se tudi recenzentki doc. dr. Silvani Prekrat za opravljeno strokovno recenzijo.

Posebno bi se rad zahvalil svoji puncici, ki me je vsa leta študija podpirala in mi stala ob strani ter mi dajala nasvete in me spodbujala pri izdelavi diplomske naloge. Zahvalil pa bi se tudi vsem študentom in zaposlenim, ki so si vzeli čas ter pomagali pri raziskavi.

PRILOGA A

NAVODILA ZA RISANJE PREDALNIKA

Potrebno je narisati predalnik, kakršen je na sliki. Dimenzije so podane na sliki. Pomembno je, da so narisani vsi sestavni deli predalnika. Čas zapišite na črto v minutah.

1. Najprej narišite obod oz. korpus predalnika, ter merite čas od začetka risanja korpusa do takrat ko narišete zadnji element korpusa (strop gleda čez stranice, dno pa je med stranicami, korpus ima hrbet - lesomal)

MegaTISCHLER: _____ MegaCAD: _____ AutoCAD: _____

2. Izdelava notranjosti – sem spadajo vertikalne in horizontalne pregrade. Čas merite od začetka risanje pregrad do zadnje izdelane pregrade (horizontalne pregrade so po višini razdeljene na štiri enake prostore, vertikalne pa so od leve stranice odmaknjene enkrat 600 mm, drugič pa 400 mm, vse pregrade so spredaj poravnane s korpusom).

MegaTISCHLER: _____ MegaCAD: _____ AutoCAD: _____

3. Risanje predalov – pri predalu je potrebno narisati vseh pet elementov (ličnica, hrbet predala, 2 stranici in dno predala, ker je to quadro predal se ponavadi uporabi material za stranice debeline 16 mm, hrbet in ličnica 18 mm in dno 8 mm. Čas se meri od začetka izdelave predala do izdelave zadnjega predala. Predali naj bodo takšne globine, da gredo v korpus (globina vodil se veča za 50 mm, npr: 400, 450, 500, 550, itd.). Globino lahko izberete sami.

MegaTISCHLER: _____ MegaCAD: _____ AutoCAD: _____

Hvala za vaše sodelovanje, vaše delo mi bo v veliko pomoč.

