

Sveučilište u Zagrebu

Šumarski fakultet

Marko Jaković i Tihana Vergot

INŽENJERSKO PROJEKTIRANJE MODULARNOG  
NAMJEŠTAJA JAVNE NAMJENE

Zagreb, 2020.

Ovaj rad izrađen je na Zavodu za namještaj i drvene proizvode Drvnotehnološkog odsjeka Šumarskog fakulteta pod vodstvom prof. dr. sc. Silvane Prekrat i predan je na natječaj za dodjelu Rektorove nagrade u akademskoj godini 2019./2020.



---

**SADRŽAJ RADA**

1. UVOD.....	1
2. OPĆI I SPECIFIČNI CILJEVI RADA.....	2
3. METODE I PLAN RADA.....	3
3.1. OTKRIVANJE I ANALIZA POTREBE .....	4
3.2. UTVRĐIVANJE PROBLEMA.....	5
3.3. UTVRĐIVANJE ZAHTJEVA.....	6
3.3.1. Funkcionalni i konstrukcijski zahtjevi .....	6
3.3.2. Tehnički zahtjevi .....	8
3.3.3. Ekonomski zahtjevi .....	8
3.3.4. Estetski zahtjevi .....	9
3.4. IZRADA IDEJNIH RJEŠENJA .....	9
3.4.1. Pregled i analiza postojećih rješenja .....	9
3.4.2. Idejna rješenja.....	11
3.5. OPTIMIZACIJA PROIZVODA .....	14
3.5.1. Materijali .....	14
3.5.2. Spojevi.....	15
4. REZULTATI.....	17
4.1. REZULTATI NA POSTAVLJENE FUNKCIONALNE I KONSTRUKCIJSKE ZAHTJEVE .....	17
4.2. REZULTATI NA POSTAVLJENE TEHNIČKE ZAHTJEVE.....	26
4.3. REZULTATI NA POSTAVLJENE EKONOMSKE ZAHTJEVE .....	27
4.4. REZULTATI NA POSTAVLJENE ESTETSKE ZAHTJEVE .....	28
4.5. IZBOR RJEŠENJA .....	28
4.6. KONSTRUKCIJSKA DOKUMENTACIJA .....	30
4.6.1. Namještaj za grupno korištenje .....	31
4.6.2. Namještaj za individualno korištenje .....	40
4.6.3. Tehnički opisi .....	46
4.6.4. Izračuni cijena .....	48
5. RASPRAVA.....	51

---

6. ZAKLJUČCI.....	52
7. ZAHVALE.....	53
8. POPIS LITERATURE.....	54
9. SAŽETAK.....	57
10. SUMMARY.....	58
POPIS SLIKA.....	59
POPIS TABLICA.....	61

## 1. UVOD

Trend brzih promjena u svakodnevnom životu nalaže i brze promjene u opremanju prostora. Nekadašnje radne prostore u kojima su radile 1, 2 ili 3 osobe zamijenili su veliki otvoreni prostori koji prema potrebi zahtijevaju promjene rasporeda radnih mjesta od pojedinačnih do manjih ili većih grupa. Grupiranje na poslu se uglavnom obavlja kod tjednih ili mjesečnih sastanaka odjela ili cijelih firmi, ali i u pauzama od posla kada je atmosfera ležernija, stoga bi namještaj u poslovnim prostorima trebao služiti u obje svrhe.

Namještaj koji bi osigurao privatnost učinkovitog rada i ugodnog odmora potreban je i u drugim javnim prostorima kao što su kupovni centri, obrazovne i zdravstvene ustanove te ostali javni prostori kao što su čekaonice na zračnim lukama i kolodvorima. Pojava epidemije korona virusa zahtijeva također socijalno distanciranje, a budući da se u budućnosti može očekivati pojavnost ovog ili sličnog virusa, koncepcija namještaja s povećanom privatnošću će sigurno biti tražena. Projektiranju namještaja koji bi osigurao svrsishodno korištenje potrebno je pristupiti sistematično služeći se znanstvenim spoznajama i mjerljivim argumentima.

Proces dizajna koji uključuje interakciju čovjeka i predmeta podrazumijeva dodatne postupke odabira po principima inženjerskog dizajna i razvoja proizvoda, pa se za kvalitetan proizvod osim dobro oblikovanog proizvoda podrazumijeva nužnost definiranja adekvatnog izvedbenog rješenja temeljenog na optimalnom multivarijatom izboru korištenog materijala, konstrukcije i tehnologije (Kennedy, 2011).

---

## 2. OPĆI I SPECIFIČNI CILJEVI RADA

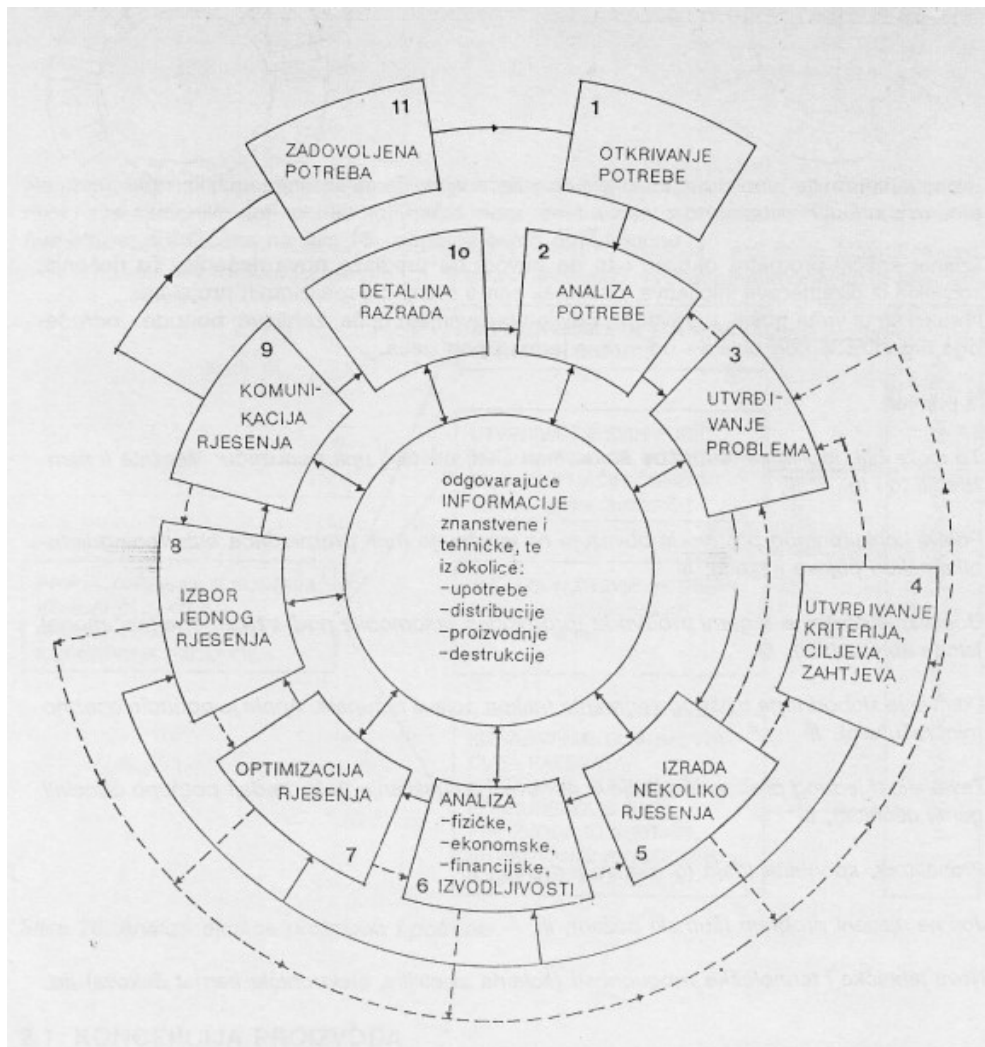
Cilj ovog rada je projektirati namještaj za odmor i rad koristeći diskurzivne metode koje obuhvaćaju sve faze inženjerskog projektiranja od definiranja kriterija oblikovnog rješenja do izrade proizvodne tehničke dokumentacije temeljene na optimalnom izboru definirane kvalitete materijala, konstrukcije i tehnološke izrade. Specifični cilj projektiranja namještaja za odmor i rad proistekao je iz potrebe rješavanja problema nedostatne privatnosti u velikim otvorenim prostorima javne namjene kao što su čekaonice ili hodnici na fakultetima, kolodvorima i slično. Budući da se radi o različitim lokacijama na kojima bi se namještaj mogao koristiti, kako bi se zadovoljili uvjeti svakog pojedinog prostora, potrebno je izraditi modularni namještaj koji se kao takav može prilagoditi različitim uvjetima korištenja.

Osim oblikom i dimenzijama, nepoznati uvjeti za koje se namještaj konstruira zahtijevaju i pomno odabran materijal koji mora biti postojan na vlagu, čvrst i otporan na habanje. ali i uz to prihvatljive cijene kako bi se netko uopće odučio na kupovinu istog.

### 3. METODE I PLAN RADA

Plan rada i razrade proizvoda bazira se na cikličkoj metodi kreativnog procesa (Slika 1) koja obuhvaća 11 faza. Ciklička metoda počinje otkrivanjem potrebe i analizom iste nakon čega slijedi utvrđivanje problema. Utvrđivanje kriterija, ciljeva i zahtjeva prethodi izradi prvih rješenja koja se sustavno analiziraju i optimiziraju što dovodi do jednog rješenja koje obuhvaća sve zahtjeve postavljene na proizvod. Nakon toga slijedi komunikacija rješenja koja predstavlja kritički osvrt na pojedine faze procesa ali i na konačan rezultat. Detaljna razrada sadrži dizajnersko rješenje, konstrukcijsko rješenje i tehnološko rješenje, dakle kompletnu tehnološku dokumentaciju. Rezultat svega navedenog je zadovoljena potreba s početka procesa.

Unutar spomenute cikličke metode u projektiranju namještaja izuzetnu važnost imaju antropometrijske relevantne veličine koje obuhvaćaju izmjeru studenata. Deskriptivna statistika korištena je za definiranje dimenzija proizvoda.



Slika 1. Shema cikličke metode

IZVOR: Lapaine, 1994.



### 3.1. OTKRIVANJE I ANALIZA POTREBE

Budući da smo kao studenti svakodnevno prisutni u različitim prostorima javne namjene kao što su fakulteti, studentski centar, željeznički ili autobusni kolodvor i slično (Slika 2, Slika 3), i sami smo uvidjeli nedostatak mjesta za nesmetan rad, odnosno za odmor. Na svim navedenim lokacijama su korisnicima dostupne klupe, ali rijetko gdje je moguće pisati, učiti ili raditi na prijenosnom računalu.



*Slika 2. Hodnik na Fakultetu strojarstva i brodogradnje u Zagrebu*

IZVOR: [www.fsb.unizg.hr](http://www.fsb.unizg.hr)



*Slika 3. Predvorje Agronomskog fakulteta u Zagrebu*

IZVOR: [www.agr.unizg.hr](http://www.agr.unizg.hr)

Osim nemogućnosti rada, na navedenim mjestima je namještaj za sjedenje uglavnom taman i hladan, posložen s nemogućnošću odvajanja jednog sjedala od ostalih i bez imalo osigurane privatnosti (Slika 4).



*Slika 4. Predvorje putničkog terminala Zračne luke Franjo Tuđman*

IZVOR: [www.poslovni.hr](http://www.poslovni.hr)

Zbog užurbanog načina života s kojim se velik broj ljudi danas susreće, javlja se potreba da se svaki slobodan trenutak iskoristi na najbolji mogući način. Netko će odvojiti vrijeme i čitati knjigu, igrati igrice na mobitelu ili prijenosnom računalu, dok će netko treći to slobodno vrijeme iskoristiti za ispunjavanje obaveza kao što su pisanje seminara, referata, ili izvršavanje poslovnih obaveza preko računala. Za sve navedene aktivnosti je potrebno sjedeće mjesto koje je na javnim mjestima izloženo, kako i mora biti, kako bi bilo dostupno svima. Međutim, uz veliku frekvenciju ljudi koja se svakodnevno kreće tim prostorima, nemoguće je postići privatnost koja je i više nego dobrodošla nakon napornog radnog dana.

Zaključak navedenog je da se u prostorima javne namjene javlja potreba za namještajem koji bi korisniku omogućio udobno sjedenje, stol, odnosno plohu za rad i odlaganje osobnih stvari i povrh svega privatnost.

### **3.2. UTVRĐIVANJE PROBLEMA**

Početna točka procesa dizajna i njegovog razvoja započinje utvrđivanjem problema kojeg bi projektirani proizvod trebao riješiti. (Lidwell, W. i sur., 2006), (Schäppi i sur., 2005). Bitan

problem nedostatak je adekvatnog mjesta za odmor i rad prilikom čekanja – predavanja, vlaka, autobusa... U prostorima javne namjene namještaj koji služi sjedenju je u većini slučajeva dotrajavao ili je uništen vandalizmom. Osim toga, takav namještaj služi isključivo sjedenju, odnosno nije primjeren aktivnostima koje su navedene kao potrebe, a među njima se ističe rad koristeći prijenosno računalo ili pisanje po papirima, bilježnicama ili knjigama, a koje se bitno razlikuju od nekadašnjih iako se postupak razvoja nije promijenio (Roericht i sur., 1981).

Nadalje, namještaj u javnim prostorima, budući da se očekuje da će biti žrtva vandalizma, je uglavnom neugledan i neudoban. Neudobnost i neprilagođenost antropometrijskim veličinama korisnika je izraziti problem ako ga osoba koristi duže vremena, a pogotovo ako se to svakodnevno ponavlja.

### **3.3. UTVRĐIVANJE ZAHTJEVA**

Shodno potrebama, potrebno je konstruirati namještaj koji bi što bolje riješio navedene probleme. Kako bi namještaj bio trajan i prilagođen što većem broju korisnika, definirani su zahtjevi koji se postavljaju i koji bi se kroz izradu optimalnog rješenja trebali uklopiti u proizvod.

#### **3.3.1. Funkcionalni i konstrukcijski zahtjevi**

Jedan od bitnijih zahtjeva je modularnost proizvoda kako bi izrada proizvoda bila što jednostavnija, brža i jeftinija (Mikkola, 2006), (Huang, 2000). To znači da postoji modul koji se može ponavljati i na taj način omogućiti dodatne opcije za korištenje, a cijeli namještaj je sastavljen od ponavljanih elemenata sklopova i podsklopova. Modularnost je dobra strategija za učinkovito organiziranje složenih proizvoda (Caridi i sur., 2011) i ukoliko je postignuta, korisniku je otvoreno više mogućnosti i varijanti korištenja proizvoda, što olakšava izradu i čini proizvod funkcionalnijim.

Također, kod postizanja modularnosti bitno je voditi računa o spojevima koji se koriste za spajanje podsklopova proizvoda. Spojevi moraju biti rastavljivi kako bi se proizvod mogao rastaviti, ponovno sastaviti i upotrebljavati na drugoj lokaciji. Također, spojevi moraju biti prilagođeni sastavljanju sa strane nestručne osobe, odnosno ne bi se trebala predvidjeti specijalizirana oprema za sastavljanje proizvoda.

Vrednovanje kvalitete namještaja najprije je vidljivo u dimenzijama prilagođenim korisniku (Prekrat i sur., 2013). Antropometrijske veličine radnog mjesta prvenstveno su određene dimenzijama namještaja za sjedenje i radne plohe.

Budući da je prvenstveno utvrđena potreba za prostorom za rad, potrebno je osigurati radnu plohu za odlaganje radnog pribora i pisanje. Pod radnim priborom se podrazumijevaju knjige ili bilježnice A4 formata s priborom za pisanje, odnosno prijenosno računalo.

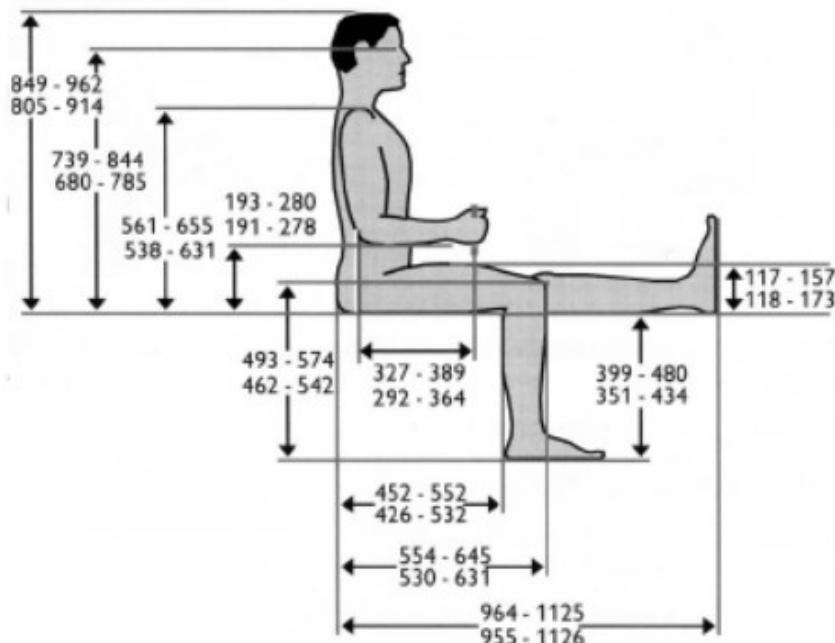
Kako bi namještaj bio ugodan za korištenje za rad, potrebno je osigurati propuštanje dnevnog svjetla. To je moguće zakretanjem namještaja prema izvoru svjetla ili konstruiranjem prozračne konstrukcije kojim se rješavaju i drugi problemi kao što su masa cijelog sklopa, ali i ušteda materijala. Prema priručniku za unutarnji nadzor zaštite na radu kod ručnog prenošenja tereta definirana je najveća dozvoljena masa tereta koja je prikazana u tablici 1.

*Tablica 1. Najveća dozvoljena masa tereta (kg) s obzirom na spol i dob*

dob	muškarci (kg)	žene (kg)
15 do 19 godina	35	13
od 19 do 45 godina	50	15
iznad 45 godina	45	13
trudnice		5

Javlja se potreba za osiguravanjem što je moguće veće privatnosti, s obzirom da se radi o javnom prostoru. Kako bi se to postiglo, potrebno je u namještaj uklopiti određene pregrade ili povišene stranice. Prema istraživanju Bubaš i sur. (2012) visina prilikom sjedenja od sjedala do vrha glave kod Hrvata i Hrvatice se kreće od 800 mm na više, stoga se ta mjera uzima kao minimalna potrebna mjera od plohe za sjedenje do vrha pregrade.

Sjedenje utječe na držanje tijela (Frumkin, 2006), a velik dio istraživanja ističe dimenzijsku neprikladnost namještaja za sjedenje i to posebno namijenjenog školskoj populaciji (Diannat i ostali 2013). Oko 75% poslova u industrijskim zemljama provodi se u sjedećem položaju (Croney, 1971.), a prosječan radnik koji radi u uredu provede 80 000 sati sjedeći tijekom radnog vremena i školovanja (Ivelic i sur., 2002). Dugo sjedenje može rezultirati bolom u leđima i vratu, a loše sjedenje može izazvati trajne posljedice (Murphy i ostali, 2004). Zbog toga je potrebno osigurati udobno sjedenje i nakon radnog vremena odnosno u pauzama između predavanja, a kako bi se to omogućilo uzima se visina potkoljenice kao jako bitan faktor udobnosti koji određuje visinu sjedala. Autori navode različite preporuke dimenzija koje npr. za visinu sjedala iznose 35,6 - 48,2 cm (Croney, 1971), 34,5 - 52,3 cm (Diffrient i sur., 1978), 38,1 - 45,7 cm (Dreyfuss, 1966). Osim visine sjedala za radni prostor jednaku važnost ima i visina plohe za rad za koju autori Panero i Zelnik (1990) ističu da se treba kretati od 73,7 do 76,2 cm. Pri definiranju namještaja koji osim sjedenja služi i radu treba uzeti u obzir i dimenzije radne plohe koja se posebno odnosi na njenu visinu, te sjedalo i radnu plohu treba promatrati kao nerazdvojit sustav (Panero, Zelnik, 1990), (Smardzewski, J. 2009). Na slici 5 prikazane su vrijednosti antropometrijskih veličine mjerenja za muškarce između 16 i 60 godina (gornji red) i žena između 16 i 60 godina (donji red).



Slika 5. Antropometrijske mjere prema DIN 33402-2

IZVOR: Ivelic i sur., 2002

### 3.3.2. Tehnički zahtjevi

Odabir materijala je izuzetno bitna stavka budući da se danas sve više promiče ponovno korištenje proizvoda u svrhu reciklaže. Iz tog razloga je važno izabrati prirodni, ekološki primjereni materijal, a tu se kao logično rješenje nameće drvo. Osim zbog činjenice da je drvo prirodan materijal, drvo u prostoru u kojem se boravi i radi smanjuje stres i dugoročno pozitivno utječe na psihičko i fizičko zdravlje (Burnard i Kutnar, 2019).

Vrste drva se razlikuju prema fizičkim i mehaničkim karakteristikama, stoga je potrebno izabrati optimalnu kombinaciju istih. Materijal mora osigurati stabilnost i izdržljivost namještaja, laku mehaničku obradivost i površinsku obradu. Zbog svega navedenog, dobro je uzeti u obzir i drvene ploče kao što je višeslojna furnirska ploča ili jednoslojna širinski lijepljena ploča.

Osim oblikom i dimenzijama, nepoznati uvjeti za koje se namještaj konstruira zahtijevaju i pomno odabran materijal koji mora biti postojan na vlagu, čvrst i otporan na habanje, ali i uz to prihvatljive cijene kako bi se netko uopće odučio na kupovinu istog.

### 3.3.3. Ekonomski zahtjevi

Kako bi proizvod bio što manje cijene koštanja i istovremeno što kvalitetniji, potrebno je voditi računa o jednostavnoj izradi, pa na račun jeftinije izrade osigurati kvalitetniji materijal. Trajnost proizvoda osigurava ekonomsku isplativost. Odabir vrste i dimenzija materijala, konstrukcijsko tehnološka rješenja i njihove međusobne varijacije potrebno je prilagoditi definiranoj namjeni za optimalnu kvalitetu proizvoda.



### 3.3.4. Estetski zahtjevi

Jedan od uvjeta je i da projektirani proizvod bude ugodan oku, a to se postiže skladom proporcija proizvoda i simetričnosti proizvoda. Svaki čovjek psihološki drugačije odgovara na estetski doživljaj, koji zatim uvjetuje njegov estetski sud, no estetske komponente harmonije ili sklada rezultiraju ljepotom i jasnoćom. Dok Aristotel govori o poretku, razmjeru i određenosti kao najvišem obliku ljepote, Platon simetriju smatra estetskom normom (Puceković, 2016).

Osim toga, poželjno je osigurati mogućnost dodavanja ostalih elemenata koji nisu dio proizvoda kao takvog. Stoga je potrebno osigurati mogućnost oživljavanja namještaja biljkama zbog toga što one pozitivno djeluju na psihološko i fiziološko stanje korisnika (Chang i Chen, 2005), (Sayuti i sur., 2015), (Doxey i sur., 2009), (Daly i sur., 2010).

## 3.4. IZRADA IDEJNIH RJEŠENJA

Kako bi idejna rješenja bila što konkretnija i kako bi u njih bili inkorporirani svi zahtjevi, potrebno je pregledati ponude postojećih proizvoda na tržištu. Nakon toga slijedi analiza istih u svrhu optimizacije idejnih rješenja. Idejna rješenja proizlaze kao produkt usklađivanja zahtjeva, potreba, raščlanjivanja problema i primjene kreativnih metoda.

### 3.4.1. Pregled i analiza postojećih rješenja

Trend privatnih prostora za grupno ili individualno korištenje smještenih u prostorima javne namjene postaje sve veći, pa sve više tvrtki izrađuje i prodaje ili iznajmljuje namještaj za tu namjenu. Većini postojećih rješenja, pogotovo onih za grupno korištenje, je zajedničko odjeljenje od okolnog prostora pomoću povišenih stranica namještaja namijenjenog sjedenju. Na taj način se štedi prostor i omogućuje mobilnost namještaja (Slika 6).



*Slika 6. Namještaj za grupno korištenje*

IZVOR: [www.kosworkspace.ie](http://www.kosworkspace.ie)

Međutim, jedan od uvjeta je osigurati dovoljno dnevnog svjetla za radni prostor, stoga se povišene stranice ne nameću kao dobro rješenje. Na slici Slika 7 je prikazano rješenje koje oblikom stranica omogućava dotok dnevnog svjetla, a osim toga ima i umjetnu rasvjetu.



*Slika 7. Idejno rješenje poluzatvorenog dvosjeda*

IZVOR: [www.kosworkspace.ie](http://www.kosworkspace.ie)

Slika 8 prikazuje rješenje koje ne zahtijeva puno prostora za ugradnju i koristi zid prostorije kao jednu pregradu. U ovom slučaju je predviđeno visoko sjedenje na stolcu bez naslona što omogućava tzv. aktivno sjedenje.



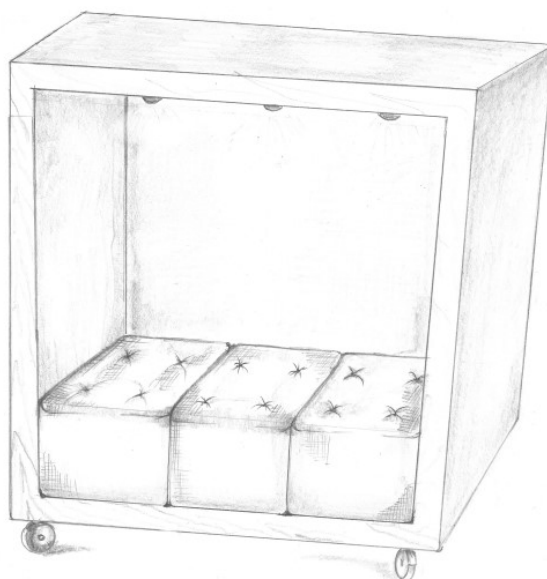
*Slika 8. Poluzatvoreni prostor za individualno korištenje*

IZVOR: [www.kosworkspace.ie](http://www.kosworkspace.ie)

Postojeća rješenja nude rješavanje gotovo svih zahtjeva postavljenih na proizvod koji je potrebno razraditi. Ono što je nedostatak većini postojećih rješenja je zatvorenost koja onemogućava dobavu dnevnog svjetla u prostor, a budući da se zadani proizvod konstruira „na slijepo“, odnosno ne postoji određeni prostor za koji se radi, u ovom slučaju se ne može računati na rasvjetna tijela. Osim toga, kao materijal se u postojećim rješenjima često javljaju plastika ili tkanine, što je nepraktično u prostorima gdje je velik broj korisnika zbog toga što brzo može doći do habanja materijala i samim time fizičkog narušavanja izgleda proizvoda. Drvo je u ovim slučajevima rijetko korišten materijal, a i to je jedan od zahtjeva za proizvod koji je potrebno razraditi. Namještaj nije modularan pa je teško zamijeniti dio ili sklop, a time namještaj ne udovoljava osnovnom funkcionalno konstrukcijskom zahtjevu prilagodljivosti samostalnom ili grupnom korištenju. Standardiziranim modulima postigla bi se mogućnost korištenja namještaja u svrhu rada ili svrhu odmora, ovisno o tome što zahtjeva prostor u kojem se namještaj nalazi.

### 3.4.2. Idejna rješenja

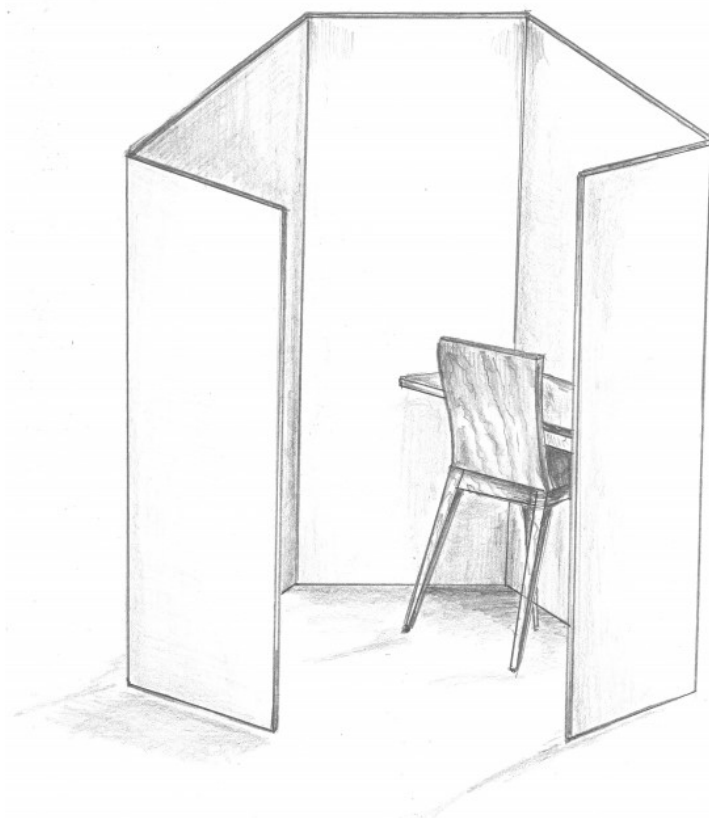
Uzevši u obzir do sada definirane parametre skicirana su idejna rješenja. Na slikama 9 – 11 prikazane su skice prostora za grupno i individualno korištenje.



*Slika 9. Idejno rješenje mobilnog poluzatvorenog prostora namijenjenog sjedenju*

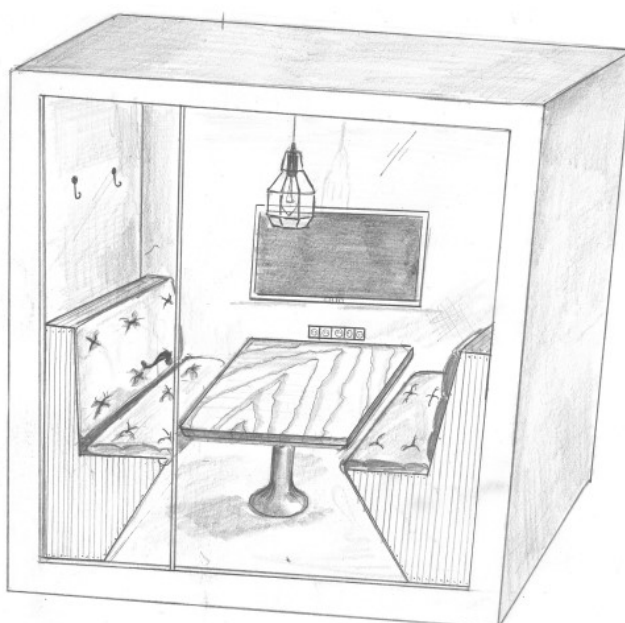
CRTEŽ: Berc, 2020.





*Slika 10. Idejno rješenje radnog prostora za individualno korištenje*

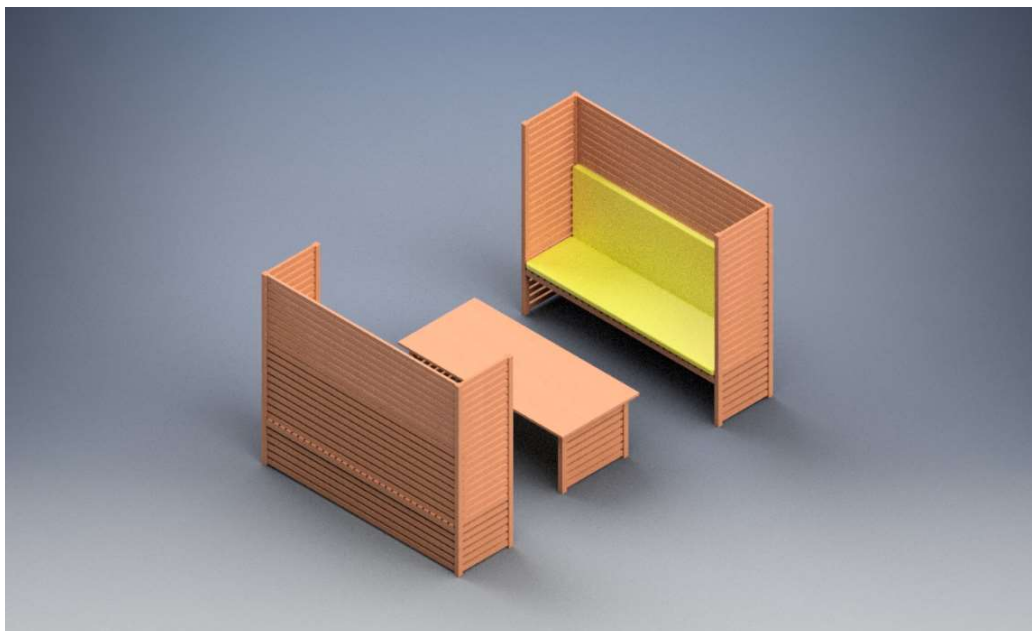
CRTEŽ: Berc, 2020.



*Slika 11. Idejno rješenje prostora za grupno korištenje namijenjenog radu i odmoru*

CRTEŽ: Berc, 2020.

Iako se skicirani proizvodi razlikuju, povezuju ih podignute pregradne stijene oko prostora za sjedenje, ojastručeno sjedište i u većini slučajeva postojanje plohe za rad. Slike 12 i 13 prikazuju idejna rješenja koja su nastala na temelju prethodnih skica. Rješenja prikazuju garnituru proizvoda koja sadrži trosjed i stol kao namještaj za grupno korištenje te jednosjed s plohom za rad kao namještaj za individualno korištenje.



*Slika 12. 3D prikaz idejnog rješenja grupnog prostora*

CRTEŽ: Baković, 2020.



*Slika 13. 3D prikaz idejnog rješenja individualnog prostora*

CRTEŽ: Baković, 2020.

Konstrukcija je letvičasta kako bi propuštala dnevno svjetlo i smanjila masu proizvoda. Predviđeno je spajanje konstrukcijskih elemenata čepom i rupom zbog veće izdržljivosti spoja na naprezanje nego kod drugih konstrukcijskih spojeva (Prekrat i Španić, 2009). Za materijal je izabrana bukovina koja je pogodna za površinsku obradu prekrivnim lakovima ukoliko se javi potreba za bojanjem namještaja. Letvice od kojih je sačinjena konstrukcija pogodne su i kao nosači elemenata s biljkama ili postera. Za dodatnu udobnost prilikom sjedenja predviđeni su jastuci koji bojom mogu dodatno pridonijeti razigranosti proizvoda.

### 3.5. OPTIMIZACIJA PROIZVODA

#### 3.5.1. Materijali

U obzir su uzete četiri vrste materijala, europska ariševina, obična bukovina, furnirska ploča ceibe i obična smrekovina. Pri odabiru materijala vodilo se računa o dimenzijskoj stabilnosti zbog promjenjivih uvjeta vlage i topline, što je čest slučaj u čekaonicama i hodnicima na kolodvorima, te gustoći materijala, kako finalni proizvod ne bi bio pretjerano težak.

Europska ariševina (*Larix decidua* Mill.) raste u Alpama, Sudetima, Karpatima i u južnom dijelu Poljske. Stablo postiže 30 - 40 metara, a srednji promjer iznosi 1 m. Drvo je žućkasto do crvenkasto bijelo s crvenom do crveno smeđom srži sa smolenicama, a zone kasnog drva su izrazito tamne. Ariševina se mehanički dobro obrađuje, uz iznimku tvrdih kvrga koje mogu oštetiti oštrice alata. Kako bi se dobilo drvo koje u uporabi ima minimalna bubrenja i utezanja potrebno je proći proces sušenja u kojem je ariševina sklona vitoperenju i pucanju. Za uporabu u otvorenom prostoru se preporuča obraditi drvo kemijskim sredstvima (Trajković i Despot, 1997).

Obična bukovina (*Fagus sylvatica* L.) je vrsta drva kojoj pogoduje umjereno topla klima s dosta oborina, pa je najbujnija na sjevernim padinama planina. Drvo je bjelkasto do vrlo bijelo smeđe, a stajanjem na zraku potamni. Rastresito porozno je i ima široke drvne trake koji zauzimaju 10% površine poprečnog i tangentskog presjeka. Bukovina se dobro strojno i ručno obrađuje, lijepi i pogodna je za površinsku obradu prozirnim, ali i pokrivnim lakovima i lazurama. Kako bi se produljila trajnost, bukovina se može zaštititi toplim ili hladnim potapanjem u zaštitna sredstva bez tlaka ili tlačnim postupcima zaštite (Trajković i Despot, 1996).

Ceiba (*Ceiba pentandra*) je veliko drvo koje postiže 66 m visine i srednjeg promjera ravnog debla do 2 m. Najčešća nalazišta ceibe su u zapadnoj Africi, od Obale Bjelokosti do Nigerije i Konga. Drvo je bjelkasto, blijedo smeđe ili ružičasto smeđe sa svilenkastim prugama. Ceiba je meko i lagano drvo koje je brzo sušivo bez nastanka oštećenja. Najčešća primjena je u obliku furnira, to jest furnirske ploče, jednostavna je za obradu i pogodna za lijepljenje (FPL, 2010). Furnirska ploča je uslojeno drvo u kojemu su svi drvoslojevi i moguća srednjica napravljeni od furnira i usmjereni usporedno s površinom ploče (Jirouš-Rajković i sur., 2018), a s obzirom na smjer vlakana slojevi se najčešće međusobno križaju pod pravim kutem što osigurava dobru

čvrstoću i visok modul elastičnosti. Osim toga, furnirska ploča dolazi kao gotova ploča koju je potrebno samo prepiliti na mjeru i ugraditi u namještaj, dok bi za ostale vrste drva izrada namještaja zahtijevala veći broj postupaka i samim time bila bi kompleksnija i skuplja.

Obična smrekovina (*Picea abies* K.) raste u velikim zajednicama na planinskim područjima višim od 900 m na prostoru središnje, jugoistočne i sjeveroistočne Europe. Drvo sadrži smolenice, ima dobro vidljive godove s postupnim prijelazom iz ranog u kasno drvo. Obradivost smrekovine je laka svim ručnim i strojnim alatima. Dobro drži čavle i vijke te se dobro moči, boji i lijepi. Sušenje smrekovine ne uzrokuje raspucavanje ili vitoperenje drva (Petrić i Trajković, 1995).

Kako bi se izabrao materijal, istražene su karakteristike (Tablica 2) navedenih vrsta drva koje utječu na izbor, a to su gustoća pri 12 - 15% sadržaja vode, modul elastičnosti i čvrstoća na tlak. Modul elastičnosti predstavlja mjeru krutosti materijala i jednak je omjeru naprezanja i deformacije (Dhir i sur., 2017), a veći modul elastičnosti označava veću otpornost materijala na deformacije uslijed naprezanja. Čvrstoća na tlak je maksimalno naprezanje kojim se drvo opire djelovanju sile na tlak, dok gustoću drva predstavlja omjer mase drvene tvari i pora po jedinici volumena (Jirouš-Rajković i sur., 2018).

**Tablica 2. Karakteristike odabranih vrsta drva**

IZVOR: Trajković i Despot, 1997, Trajković i Despot 1996, Petrić i Trajković, 1995, FPL, 2020, Louppe i sur., 2008

vrsta drva	gustoća 12-15%	modul elastičnosti	čvrstoća na tlak
	kg/m <sup>3</sup>	GPa	MPa
europski ariš	590	13,8	55
FP ceiba	516	6,78	20
bukva	720	16	62
smreka	470	11	59

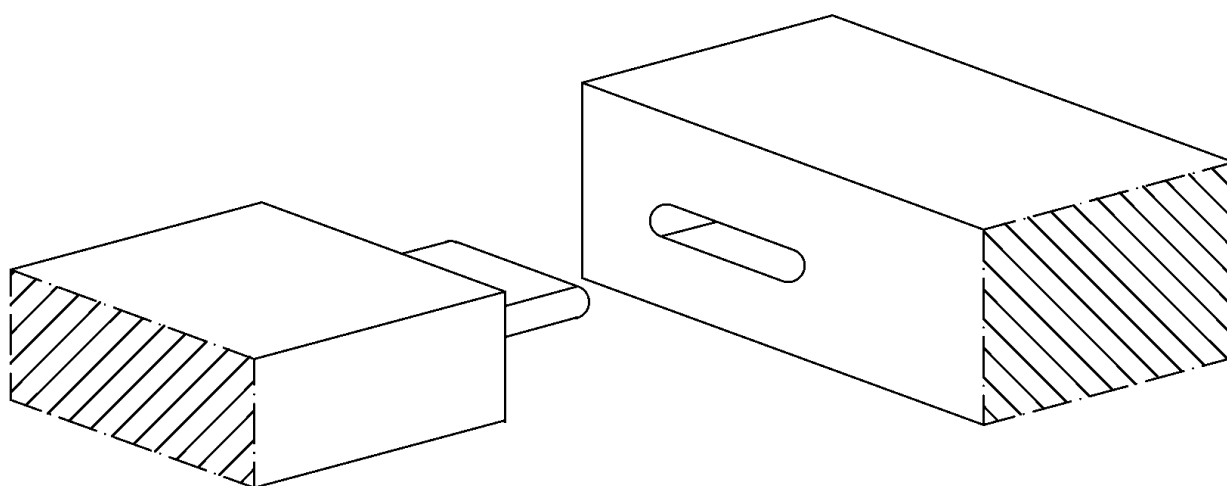
Drvo obične bukve i europskog ariša ima veliku gustoću što znači da bi namještaj iz bukovine ili ariševine imao znatno veću masu nego kada bi za izradu bilo korišteno drvo smreke ili furnirska ploča ceibe, stoga ne odgovara zahtjevu mase krajnjeg proizvoda, a koji se postavljaju na materijal. Bukovinu i ariševinu s druge strane odlikuju dobra mehanička svojstva. Smrekovina se ističe po najmanjoj gustoći od navedenih vrsta drva, a nakon nje slijedi ceiba, stoga bi namještaj iz drva smrekovine ili furnirske ploče ceibe imao najmanju masu, a time bi se zadovoljio funkcionalni zahtjev lakoće prenošenja i sastavljanja proizvoda.

### 3.5.2. Spojevi

Konstruktivski spoj je način sastavljanja dijelova i sklopova uz primjenu ljepila ili plastičnih masa, odnosno bez mogućnosti rastavljanja ili demontaže. Pod konstrukcijskim vezovima podrazumijevamo takvu obradu dijelova i sklopova koja omogućava sastavljanje bez primjene

ljepila, odnosno kod koje postoji mogućnost rastavljanja bez destrukcije sastavnih dijelova kao što je na primjer način sastavljanja okova vijcima i slično. Postoji čitav niz različitih spojeva i vezova i njihove primjene. Odabirom pogrešnog načina sastavljanja elemenata možemo dovesti kompaktnost i stabilnost kompletne konstrukcije u pitanje. Konstrukcija je čvrsta i otporna onoliko koliko je čvrst i otporan njezin najslabiji element. Prilikom odabira pogrešnog načina sastavljanja karakterističnih elemenata, pogotovo ako se tome još pridoda neadekvatno predviđena uporaba, spojevi će se pokazati kao najslabija točka (Tkalec i Prekrat, 2000).

U ovom radu je spomenut način sastavljanja zaobljenim čepom i podužnom rupom (Slika 14) pri jednoj od varijanti idejnog rješenja, međutim kako je fokus projekta prebačen na to da namještaj za individualan rad i za grupno druženje budu modularni, samim time moraju biti rastavljivi, a spajanje čepom i rupom je spoj koji nije rastavljiv bez destrukcije sastavnih dijelova stoga su uzeti u obzir i drugačiji načini sastavljanja (Prekrat i sur., 2004). Da bi se omogućila modularnost namještaja, sam sklop mora se moći što je moguće jednostavnije sastavljati i po potrebi rastavljati. Tu se po sebi kao rješenje nameću konstrukcijski vezovi, a ne konstrukcijski spojevi te se fokus prebacio na takav način sastavljanja. Budući da se radi o namještaju za javnu upotrebu ne poznaje se namjera ni kultura korisnika te samim time konstrukcija mora u svom sastavljenom obliku biti čvrsta i stabilna kako bi ju svi korisnici mogli koristiti. Odabir veznih elemenata i određivanje dimenzija prilagođava se uvjetima korištenja proizvoda, a u namještaju za sjedenje to su kutni vezovi koji mogu biti vidljivi i nevidljivi (Simeonova i sur., 2015), (Smardzewski i Prekrat, 2002), (Saar i sur., 2015).



*Slika 14. Prikaz spoja zaobljenim čepom u podužnoj bušenoj rupi*

CRTEŽ: Vergot, 2020

## 4. REZULTATI

U ovom poglavlju će biti obrađen proces izbora rješenja i izvedbeno rješenje će biti detaljno obrazloženo.

### 4.1. REZULTATI NA POSTAVLJENE FUNKCIONALNE I KONSTRUKCIJSKE ZAHTJEVE

Iako je proizvod u potpunosti rastavljiv na dijelove, zbog lakšeg sastavljanja krajnjih korisnika modularnost je postignuta djelomičnim sastavljanjem sklopova koji čine 3 osnovna modula: stranica, leđa, sjedalo, pri čemu se modul i leđa i stranice sastoje od istih elemenata što dodatno doprinosi standardiziranosti elemenata (Tablica 3).

Tablica 3. Odnos istih različitih elemenata i ukupnog broja elemenata

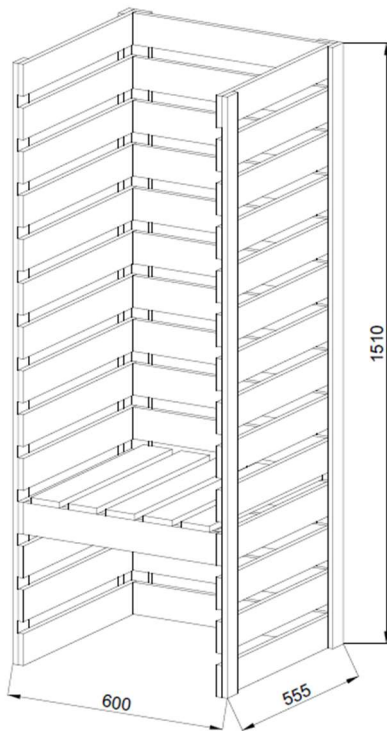
proizvod	jednosjed	dvosjed	trosjed	kutna garnitura
	<i>kom</i>	<i>kom</i>	<i>kom</i>	<i>kom</i>
broj različitih elemenata u proizvodu	6	6	6	6
ukupni broj elemenata u proizvodu	57	81	105	159
Koeficijent konstrukcijske složenosti ( <i>ks</i> )	0,105	0,074	0,057	0,038

Koeficijent konstrukcijske složenosti (*ks*) za proizvod se može podijeliti u tri skupine:

1. Mala konstrukcijska složenost (jednostavan proizvod):  $ks < 0,33$
2. Srednja konstrukcijska složenost (srednje složen proizvod):  $0,34 > ks < 0,60$
3. Velika konstrukcijska složenost (vrlo složen proizvod):  $0,61 > ks < 1$

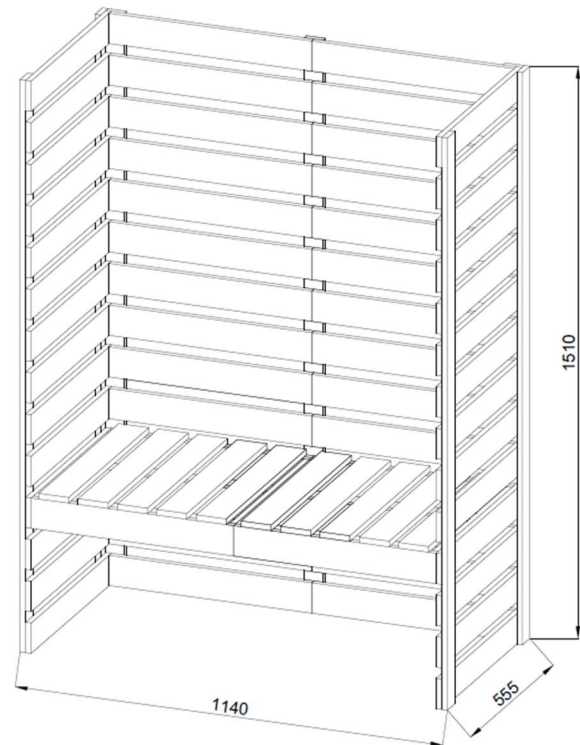
Prema prikazanim podacima u tablici 3 jasno je vidljivo da proizvodi koji su obrađeni u ovom radu spadaju u kategoriju jednostavnih proizvoda s malom konstrukcijskom složenošću.

Kombinacija različitog broja ova 3 modula mogu tvoriti različite proizvode kao što su jednosjed i višesjedi u ravnoj ili kutnoj izvedbi čije su gabaritne dimenzije prikazane na slikama 15 - 18. Modul sjedala moguće je u svrhu veće zatvorenosti koristiti kao strop čime se dodatno proširuje asortiman (Slika 19 – Slika 21).



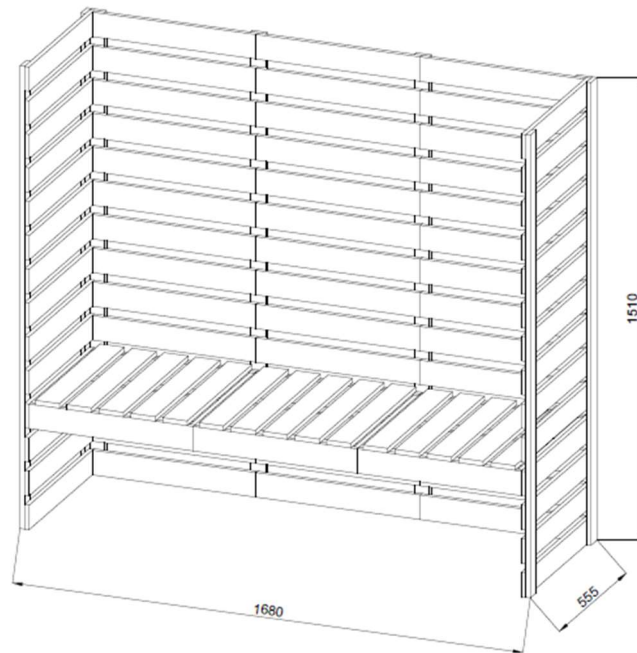
*Slika 15. Gabaritne dimenzije jednosjeda*

CRTEŽ: Jaković, 2020



*Slika 16. Gabaritne dimenzije dvosjeda*

CRTEŽ: Jaković, 2020



*Slika 17. Gabaritne dimenzije trosjeda*

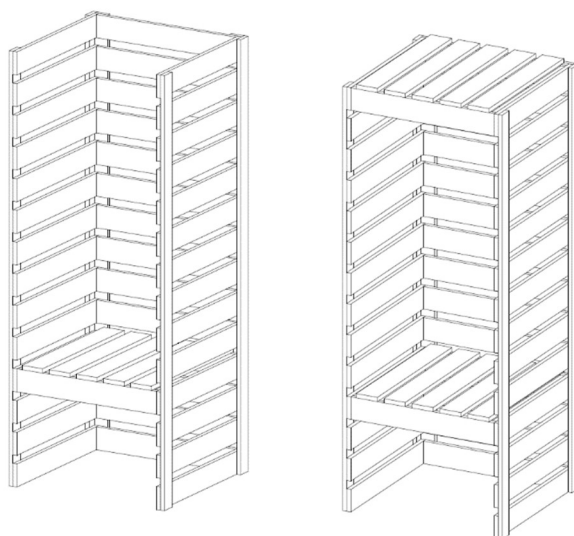
CRTEŽ: Jaković, 2020



*Slika 18. Gabaritne dimenzije kutne garniture*

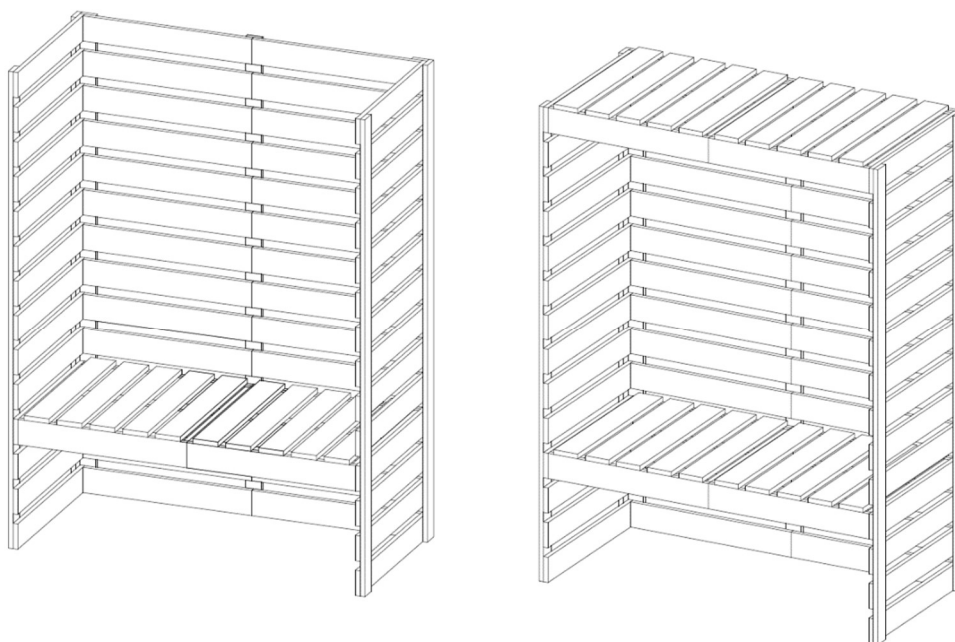
CRTEŽ: Jaković, 2020





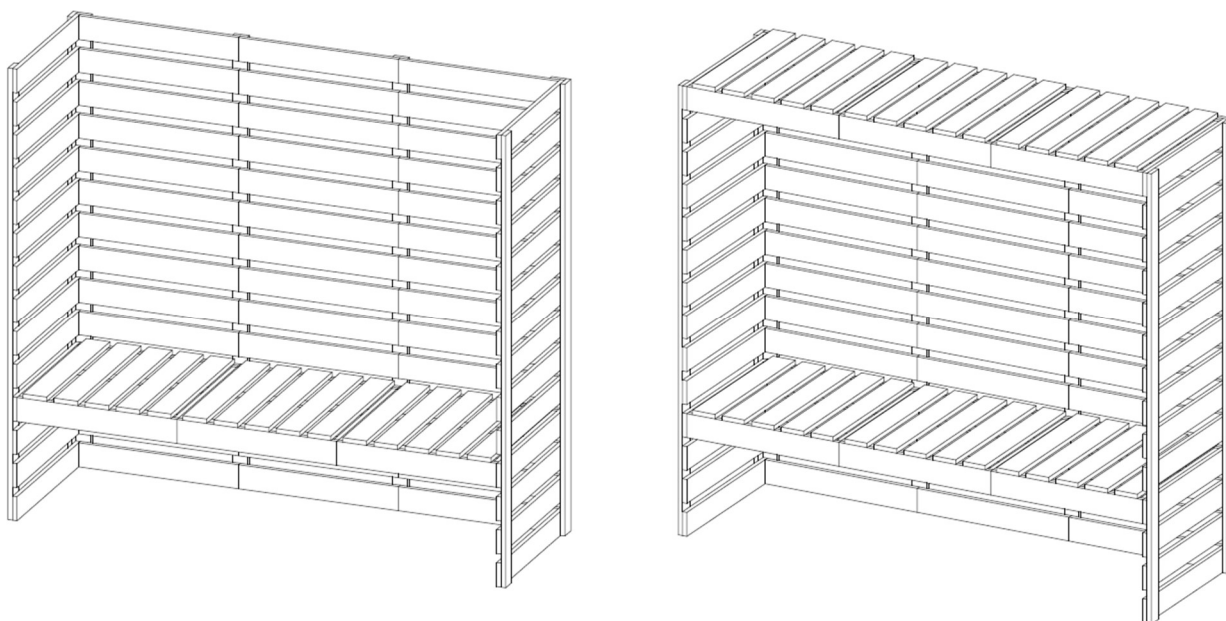
*Slika 19. Prikaz jednosjeda sa i bez stropa*

CRTEŽ: Jaković, 2020



*Slika 20. Prikaz dvosjeda sa i bez stropa*

CRTEŽ: Jaković, 2020



*Slika 21. Prikaz trosjeda sa i bez stropa*

CRTEŽ: Jaković, 2020

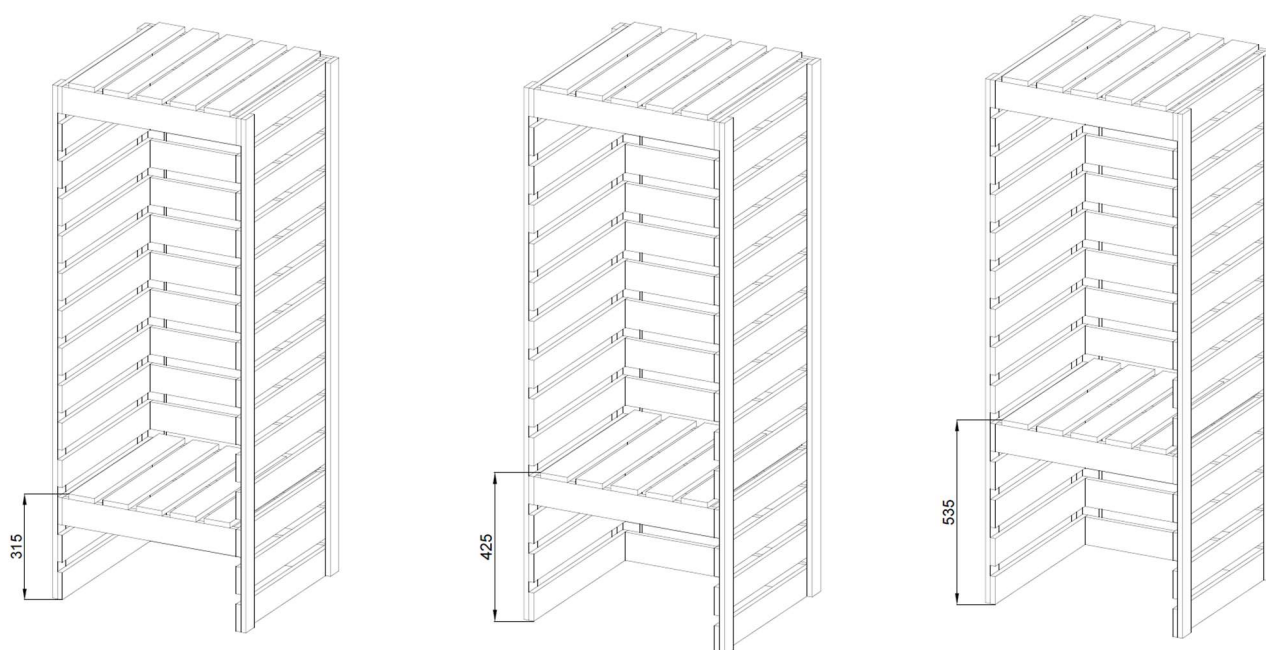
Površina za rad projektirana je kao lako postavljiva ploča koja predviđenom dimenzijom 570 x 270 mm udovoljava postavljenom uvjetu od minimalno 500 x 250 mm za odlaganje radne opreme (bilježnice A4 formata, prijenosno računalo...).

Kako bi se visina sjedala prilagodila korisnicima, napravljeno je mjerenje studenata Šumarskog fakulteta. Uzeta je u obzir visina studenta, visina potkoljenice koja određuje visinu sjedala i visina mjerena od poda do podlaktice postavljene pod pravim kutem u odnosu na nadlakticu za plohu koja je svakom pojedinom studentu prikladna za rad. Mjerenja su izvršena u sjedećem položaju. Promatrane varijable deskriptivne statistike za potrebne visine sjedala i radne plohe prema literaturi uobičajene su i dovoljne su za odluku o potrebama projektiranih visina ispitane populacije (Mikšić, 1997). Rezultati mjerenja na uzorku 102 studenta prikazani su u tablici 4.

Tablica 4. Rezultati mjerenja studenata,  $N = 102$ 

	min	max	$\bar{x}$	st.dev.	percentil		
					5%	50%	95%
					cm	cm	cm
visina studenta	155	200	181,87	9,15074	166	182	192
visina potkoljenice	37	52	45,12	3,14751	40	45	48
visina plohe za rad	58	74	68,02	3,25479	62	68	72

Letvičasta konstrukcija modula i omogućava prilagodbu za rad i odmor osobama različitih antropometrijskih zahtjeva. Sjedala se mogu postaviti na visinu 315, 425 i 535 mm (Slika 22), a ploha za rad na visinu 520, 630, 740, 850 mm (Slika 23).



Slika 22. Prikaz različitih visina sjedala

CRTEŽ: Jaković, 2020



*Slika 23. Prikaz različitih visina radne plohe*

CRTEŽ: Jaković, 2020

Prisutnost dnevnog svjetla osigurava ugodan rad a to je postignuto letvičastom konstrukcijom koja propušta dnevno svjetlo, a takva konstrukcije pogoduje i masi namještaja. Ukupna masa namještaja je prilagođena lakoj manipulaciji sastavljenog namještaja te je moguće zakretanje namještaja prema izvoru svjetla. Prema priručniku za unutarnji nadzor zaštite na radu

kod ručnog prenošenja tereta za muškarce od 15 - 19 godina propisana je maksimalna masa 35 kg, od 19 do 45 godina 50 kg te iznad 45 godina 25 kg što ukazuje da je većina proizvoda u sastavljenom stanju prikladna za prenošenje. Za žene te su vrijednosti manje, konkretno za dob od 15 do 19 godina iznosi 13 kg, od 19 do 45 iznosi 15 kg te iznad 45 godina iznosi 13 kg. Ova tvrdnja trebala bi ograničiti broj sklopova u jednom pakiranju u slučaju distribucije proizvoda u prodajnoj mreži. U tablici 5 nalazi se prikaz mase po proizvodima za različite materijale. Debljina materijala je odabrana prema dostupnoj standardnoj debljini blanjanog cjelovitog drva 15 mm.

*Tablica 5. Masa proizvoda ovisno o materijalu*

materijal	jednosjed	dvosjed	trosjed	kutna garnitura
	kg	kg	kg	kg
europski ariš	15,94	25,20	34,45	59,65
bukva	19,46	30,75	42,05	72,80
smreka	12,70	20,07	27,45	47,52
FP ceiba	13,94	22,03	30,13	52,17

Bočne stranice i leđa koje se sastoje od niza vertikalnih elemenata te horizontalnih elemenata koji su na pripadajućem razmaku jedni od drugih. Prema proučenoj literaturi od veznih elemenata izdvojeni su vijčani vezni elementi i to vici za drvo i torban vijci. Vertikalni i horizontalni elementi se međusobno vežu vijcima 3,5 x 35 mm. Stranice i leđa se također vežu vijcima 3,5 x 35 mm (Slika 24) prema detaljima u tehničkim crtežima. Sjedalo se sastavlja na način da se okvir spoji nasuprotnim zupcima, a element sjedala se na konstrukciju sjedala montira vijcima 3,5 x 25 mm. Sjedalo se s leđima i bočnim stranicama veže troban vijcima.



*Slika 24. Prikaz vijka 3,5 x 35 mm*

IZVOR: [www.eshop.wuerth.com.hr](http://www.eshop.wuerth.com.hr)

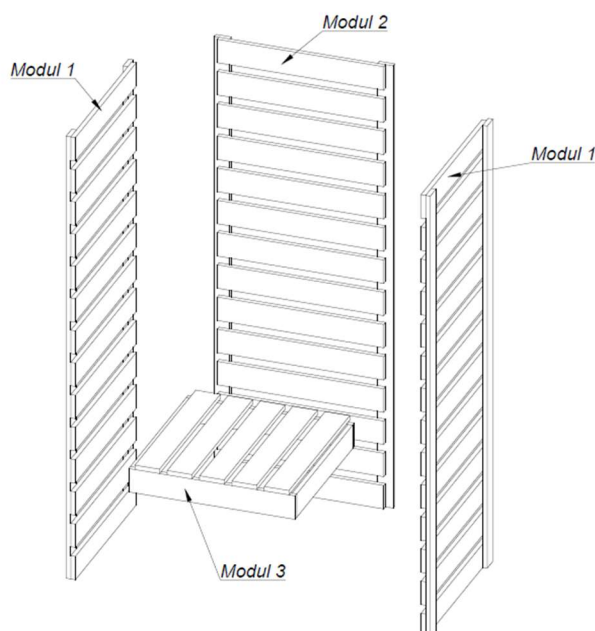
Konstrukcija sjedala također se sastavlja pomoću torban vijaka (Slika 25) kako bi se montaža maksimalno pojednostavila. Prednost torban vijaka naspram klasičnih spojeva je jednostavnost sastavljanja, mogućnost demontaže, nisu potrebni posebni alati već samo odgovarajući ključ za rotiranje matice za učvršćivanje, a glava vijka je zaobljena i time osigurava korisnika od potencijalnih ozljeda kao što su grebanje i slično.



*Slika 25. Prikaz primjera torban vijka*

IZVOR: [www.iverpan.hr](http://www.iverpan.hr)

Međusobno povezivanje modula torban vijcima osigurava brzo i jednostavno sastavljanje i rastavljanje uz upotrebu samo jednog alata, a grafičke upute eksplodiranog crteža (Slika 26) omogućuju sastavljanje bez potrebnog stručnog znanja.



*Slika 26. Eksplodirani crtež s prikazom međusobnog položaja modula*

CRTEŽ: Jaković, 2020

## 4.2. REZULTATI NA POSTAVLJENE TEHNIČKE ZAHTJEVE

Nakon izvedbe prototipa inoviranog proizvoda biti će prekontrolirana stabilnost prema normi HRN EN 1022:2008 koja opisuje ispitivanje stabilnosti stolice. Isto će se izvršiti i za izdržljivost.

Najveće opterećenje proizvoda očekuje se na sjedalu pa je izveden izračun progiba za različite materijale s varijacijama debljine kako bi se mogao uz parametre cijene i mase odabrati optimalan materijal, a rezultati su prikazani u tablici 6.

Zbog veće učestalosti broja populacije studenata koji su viši rastom, a time proporcionalno imaju veću masu od one koja se koristi u standardnom ispitivanju namještaja za sjedenje, za primjer opterećenja uzeta je masa od 100 kg.

Dobiveni rezultati progiba vidno su manji od 2 mm što je najveći dozvoljeni progib. Podaci prikazani u tablici 6 govore da svi odabrani materijali i njihove debljine tehnički odgovaraju i mogu biti izabrani za izradu projektiranog proizvoda/garniture. Iako po rezultatima furnirska ploča ceibe debljine 15 mm zadovoljava tehnički zahtjev nosivosti i bez okvira, okvir postoji u sklopu sjedala kako bi povezoao letvice sjedala, a služi i kao dodatna ukruta proizvodu.

*Tablica 6. Izračun progiba sjedala dimenzija 515 x 540 mm za različite materijale uslijed djelovanja kontinuiranog opterećenja*

materijal za sjedalo uz okvir širine 80 mm	progib uslijed djelovanja kontinuiranog opterećenja 100 kg	pogodnost odabira materijala
	<i>mm</i>	<i>DA/NE</i>
europski ariš debljine 18 mm	0,05	da
bukva debljine 18 mm	0,03	da
smreka debljine 18 mm	0,07	da
smreka debljine 15 mm	0,23	da
FP ceiba debljine 18 mm	0,19	da
FP ceiba debljine 15 mm uz okvir širine 40 mm	<b>0,24</b>	da
FP ceiba debljine 15 mm	0,85	da
ceiba debljine 15 mm	1,32	da

### 4.3. REZULTATI NA POSTAVLJENE EKONOMSKE ZAHTJEVE

Budući da se odabirom vrste drvnog materijala najvećim dijelom utječe na cijenu proizvoda u tablici Tablica 7 su prikazane cijene za pojedine vrste drva i drvnih ploča po m<sup>2</sup> za debljinu 25 mm za cjelovito drvo i 15 mm za furnirsku ploču, budući da se kod masive grubom i finom obradom postiže tražena debljina od 15 mm. Cijene su preuzete iz cjenika maloprodajnih dobavljača drvnog i nedravnog materijala.

Tablica 7. Cijena različitih materijala po m<sup>2</sup>

vrsta drva	cijena
	kn/m <sup>2</sup>
europski ariš	115
FP ceiba	43
bukva	85
smreka	75

S ekonomskog stajališta prema tablici 8 izabran je materijal furnirske ploče Ceiba (15 mm) zbog značajne cjenovne prednosti u odnosu na ostale materijale iz tablice. Sve su navedene cijene maloprodajne i sadrže porez na dodanu vrijednost (PDV).

Tablica 8. Usporedba cijene po vrsti materijala

	Sklop	Europski ariš	FP Ceiba	Bukovina	Smrekovina
CIJENA (kn)	jednosjed	2705.96	1011.8	1993.97	1764.58
	dvosjed	4349.54	1626.36	3205.10	2836.37
	trosjed	5990.76	2240.04	4414.49	3906.63
	Kutna garnitura	9071.72	3392.06	6684.80	5915.75
	stol	885.65	331.16	652.62	577.54
	ploha za rad	76.94	28.77	56.70	50.17



#### 4.4. REZULTATI NA POSTAVLJENE ESTETSKE ZAHTJEVE

Estetska vrijednost ovog proizvoda odlikuje se jednostavnom geometrijom i simetrijom proizvoda. Postoji mogućnost dodavanja ostalih elemenata koji nisu dio proizvoda kao takvog, a kojima se podiže estetska ali i funkcionalna kvaliteta proizvoda. Pozitivno djelovanje na psihološko i fiziološko stanje korisnika i prolaznika postiže se vidljivom teksturom drva te oživljavanjem namještaja biljkama koje mogu biti ovješene na različite razine letvičastih modula stranica i leđa. Dodatna vrijednost postiže se mogućnošću ovješnja postera studentskih radova u slučaju kada se proizvod koristi na prostorima fakulteta ili studentskog centra, a isto vrijedi za objave voznog reda, obavijesti ili reklama u čekaonicama javnog prijevoza kao što su aerodrom ili željeznički kolodvor.

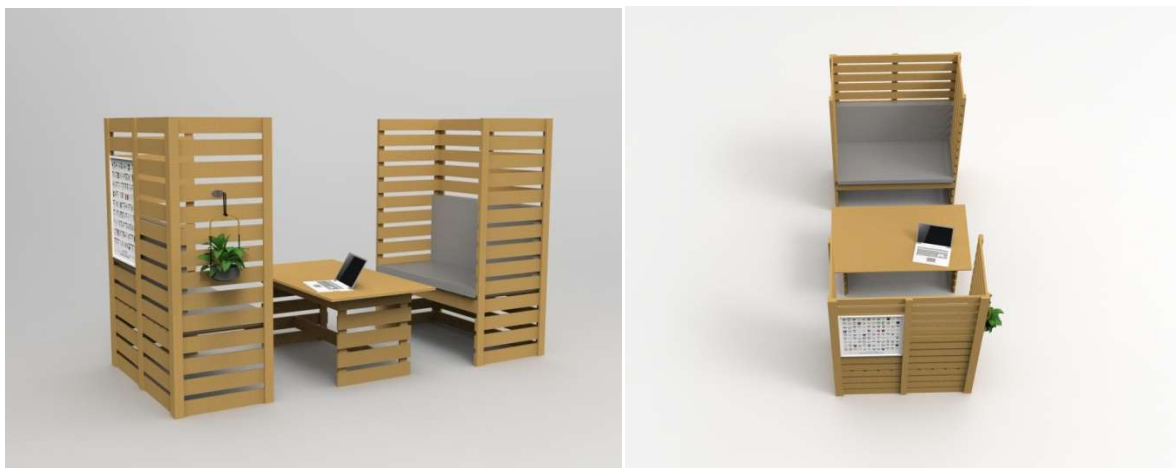
#### 4.5. IZBOR RJEŠENJA

Na slikama 27 - 30 je prikazano rješenje namještaja namijenjenog za individualno i grupno korištenje. Prikazane su mogućnosti spajanja i kombiniranja elemenata budući da je namještaj projektiran tako da bude modularan, odnosno da se može od jednosjeda načiniti jednosjed, dvosjed, trosjed ili kutna garnitura. Mogu se vidjeti razne mogućnosti boje jastuka, kao i načina na koje se letvičasta konstrukcija može iskoristiti (vješanje plakata, cvijeća i slično).



*Slika 27. Namještaj za individualno korištenje*

CRTEŽ: Jaković i Vergot, 2020



*Slika 28. Dvosjed – namještaj za grupno korištenje*

CRTEŽ: Jaković i Vergot, 2020



*Slika 29. Trosjed - namještaj za grupno korištenje*

CRTEŽ: Jaković i Vergot, 2020



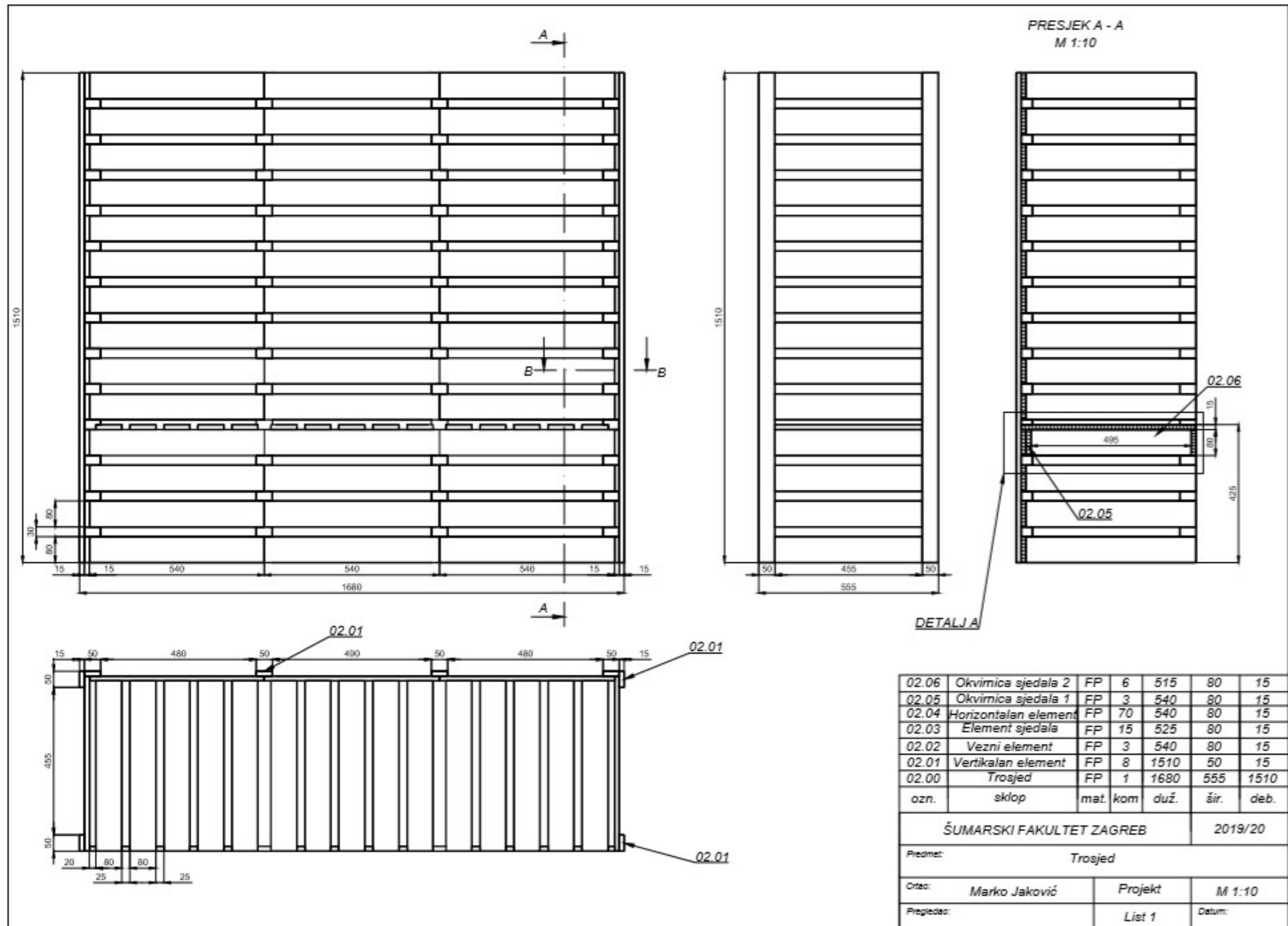
*Slika 30. Kutna garnitura – namještaj za grupno korištenje*

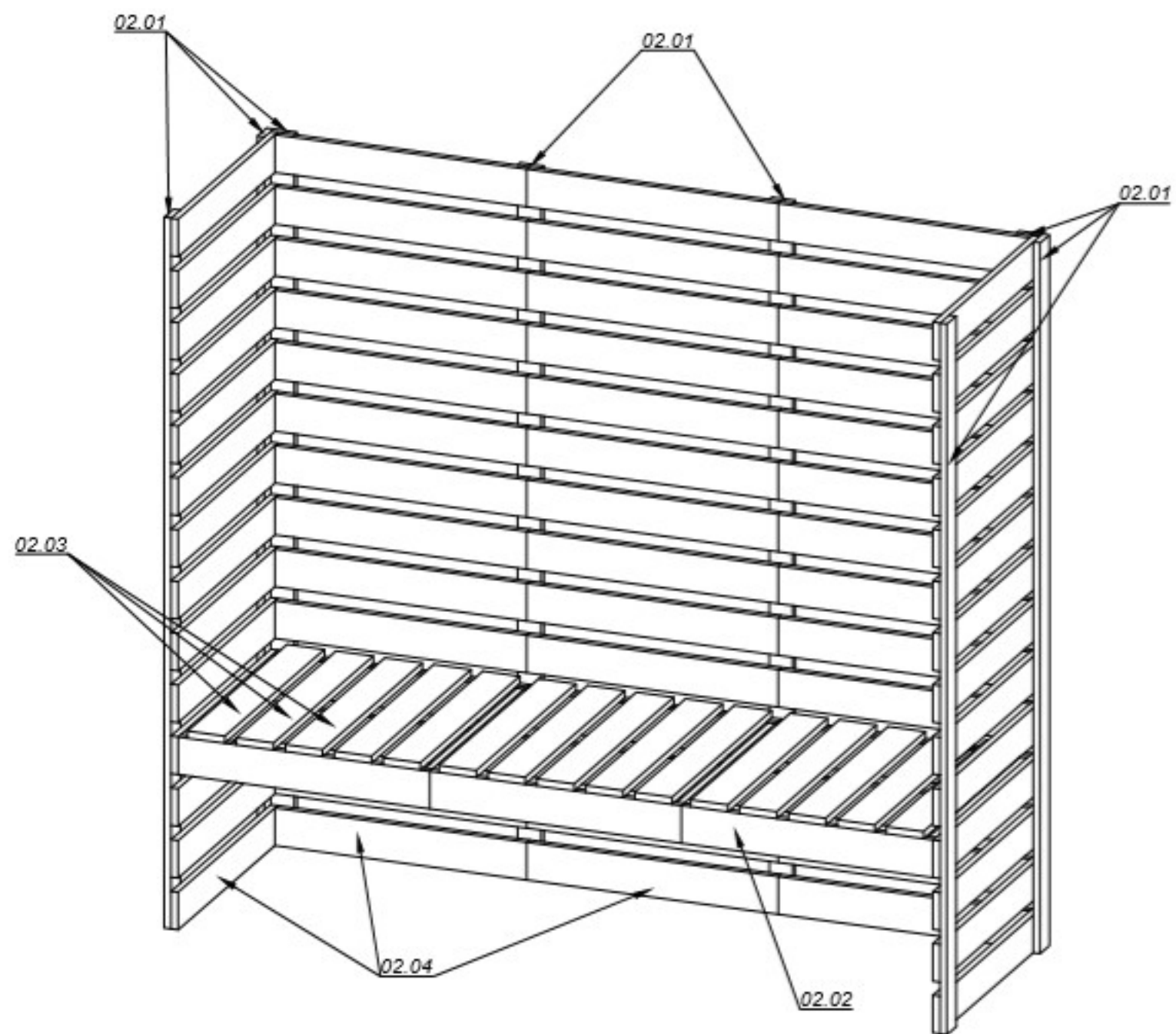
CRTEŽ: Jaković i Vergot, 2020

#### **4.6. KONSTRUKCIJSKA DOKUMENTACIJA**

U ovom poglavlju prikazana je sva konstrukcijska dokumentacija potrebna za proizvodnju a vezana za razvoj inoviranih proizvoda, a to su tehnički crteži, tehnički opisi proizvoda, sastavnice materijala, izračuni cijena i sl. Navedene cijene preuzete su iz cjenika maloprodajnih cijena dobavljača drvnog i nedrvnih materijala u svibnju 2020. što uključuje i PDV.

## 4.6.1. Namještaj za grupno korištenje





02.06	Okvirica sjedala 2	FP	6	515	80	15
02.05	Okvirica sjedala 1	FP	3	540	80	15
02.04	Horizontalan element	FP	70	540	80	15
02.03	Element sjedala	FP	15	525	80	15
02.02	Vezni element	FP	3	540	80	15
02.01	Vertikalni element	FP	8	1510	50	15
02.00	Trosjed	FP	1	1680	555	1510
ozn.	sklop	mat.	kom	duž.	šir.	deb.

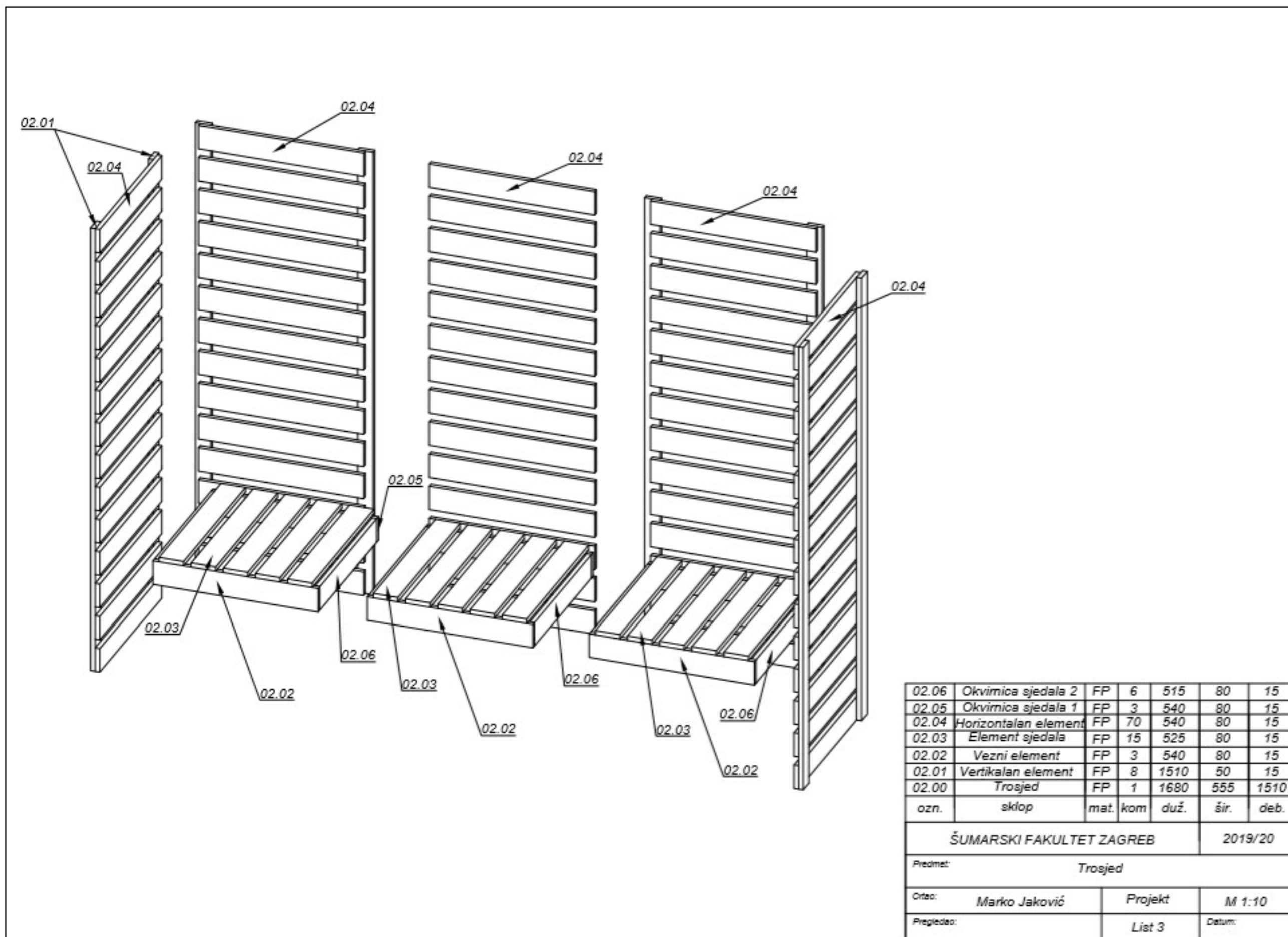
ŠUMARSKI FAKULTET ZAGREB

2019/20

Predmet: Trosjed

Ortao: Marko Jaković Projekt M 1:10

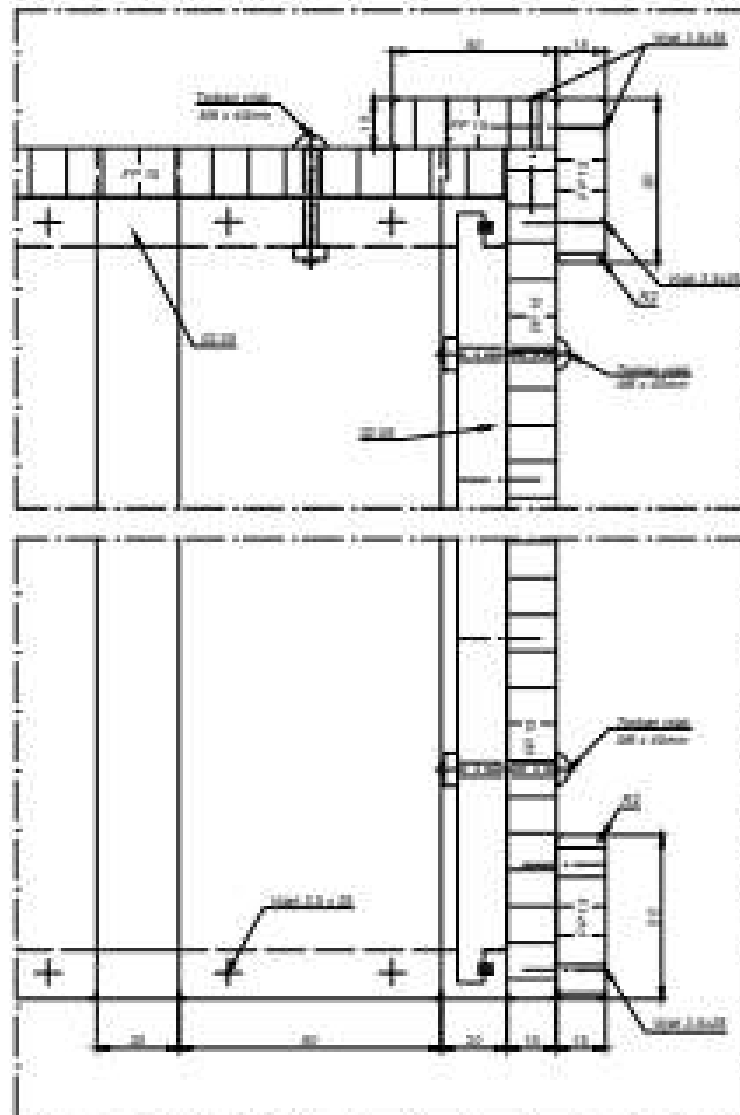
Pregledao: List 2 Datum:



Marko Jaković

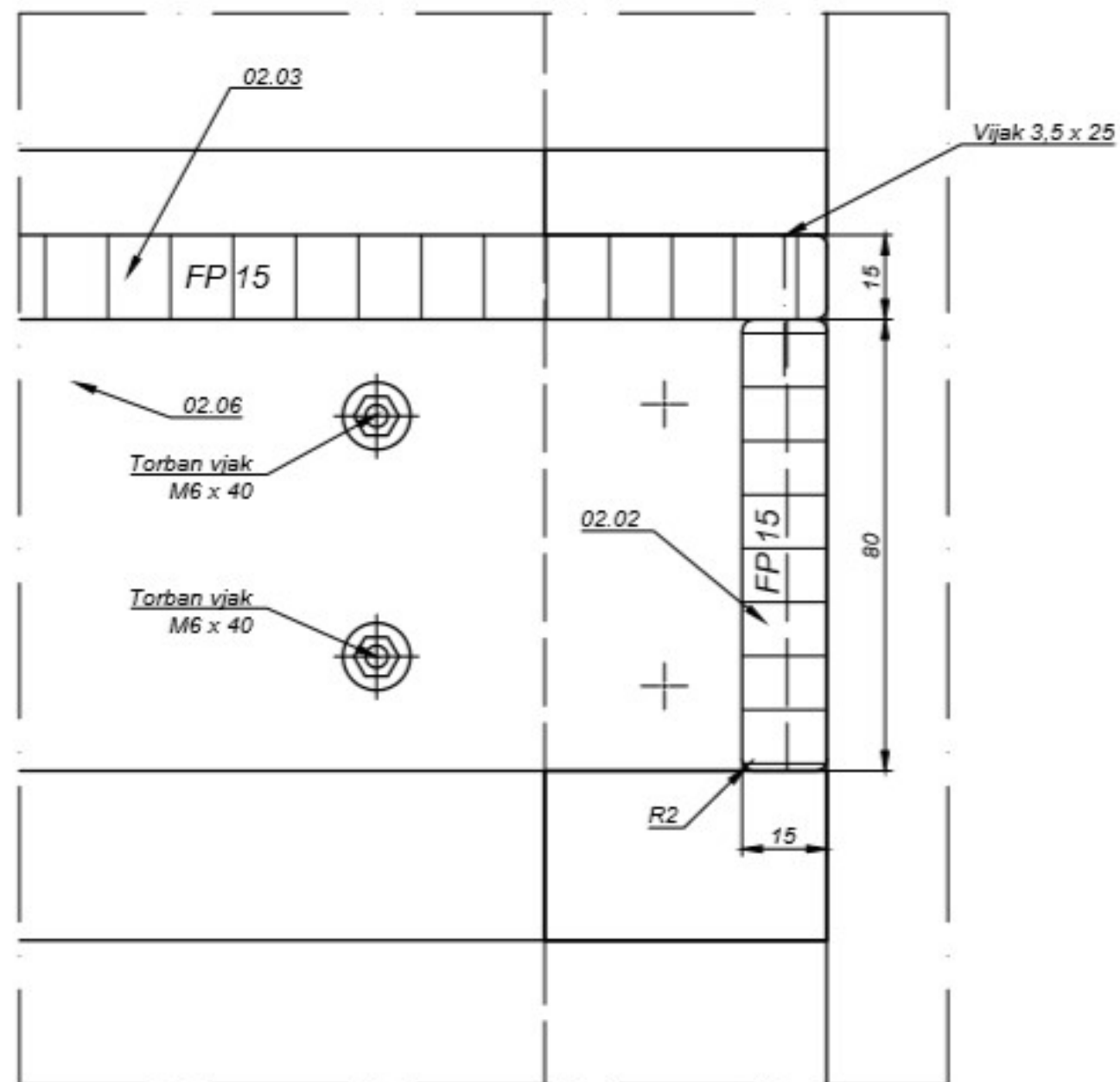
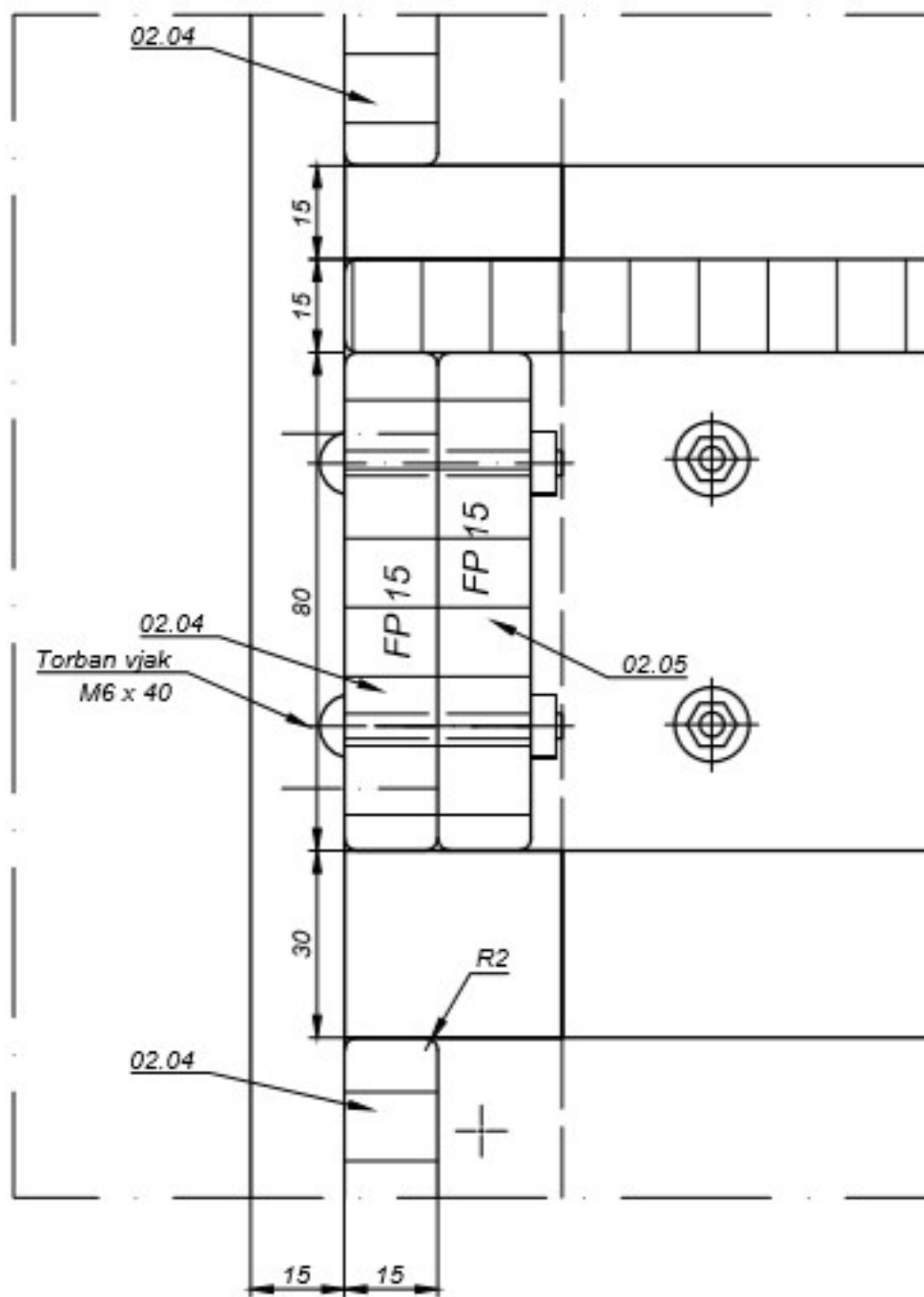
Projekt

List 4

Presjek B - B  
M 1:2

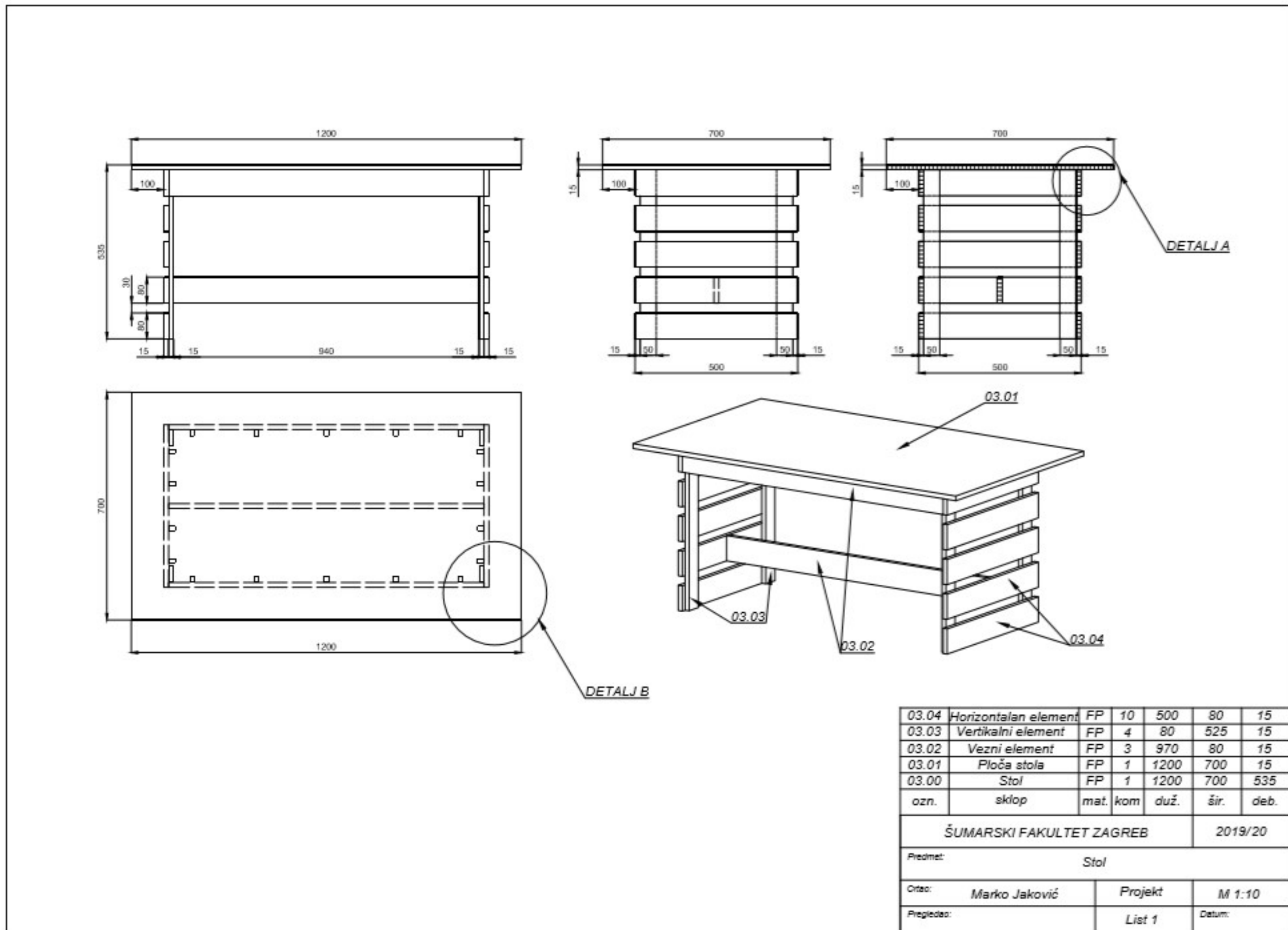
## Detalj A

M 1:1



ŠUMARSKI FAKULTET ZAGREB		2019/20	
Predmet:		Detalj A	
Ortao:	Marko Jaković	Projekt	M 1:10
Pregledao:		List 5	Datum:



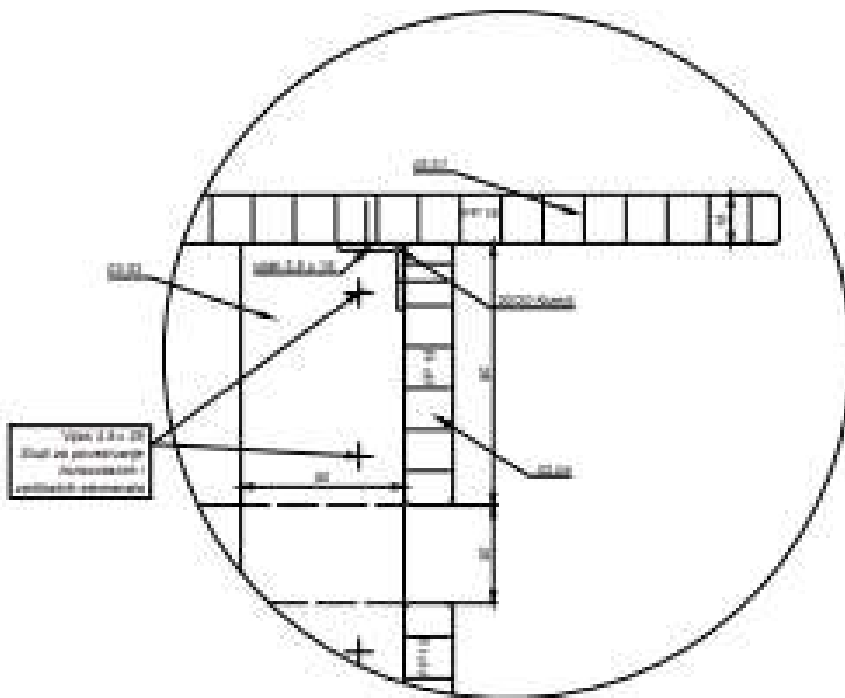


Marko Jaković

Projekt

List 2

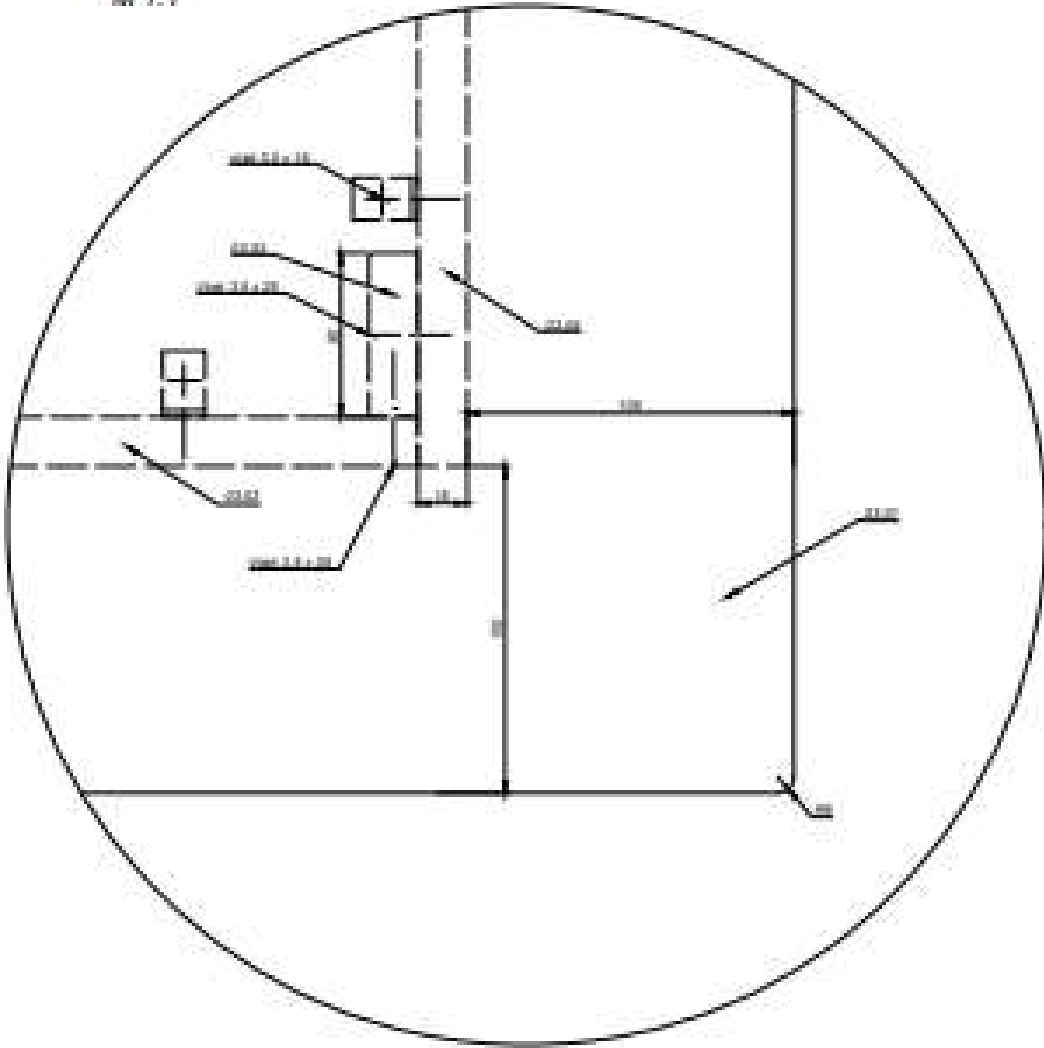
Detalj A  
M 1:1



Marko Jaković

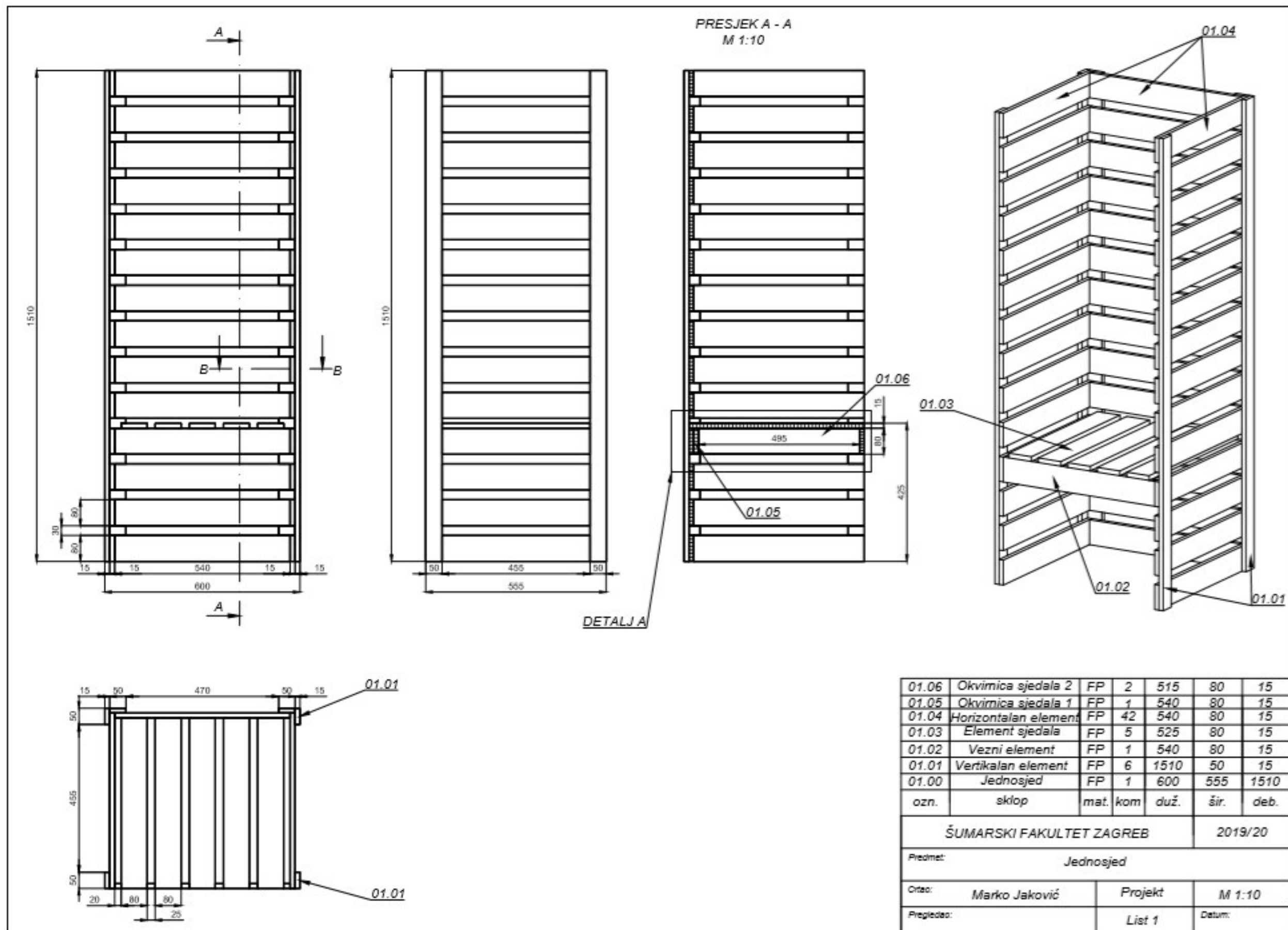
Projekt

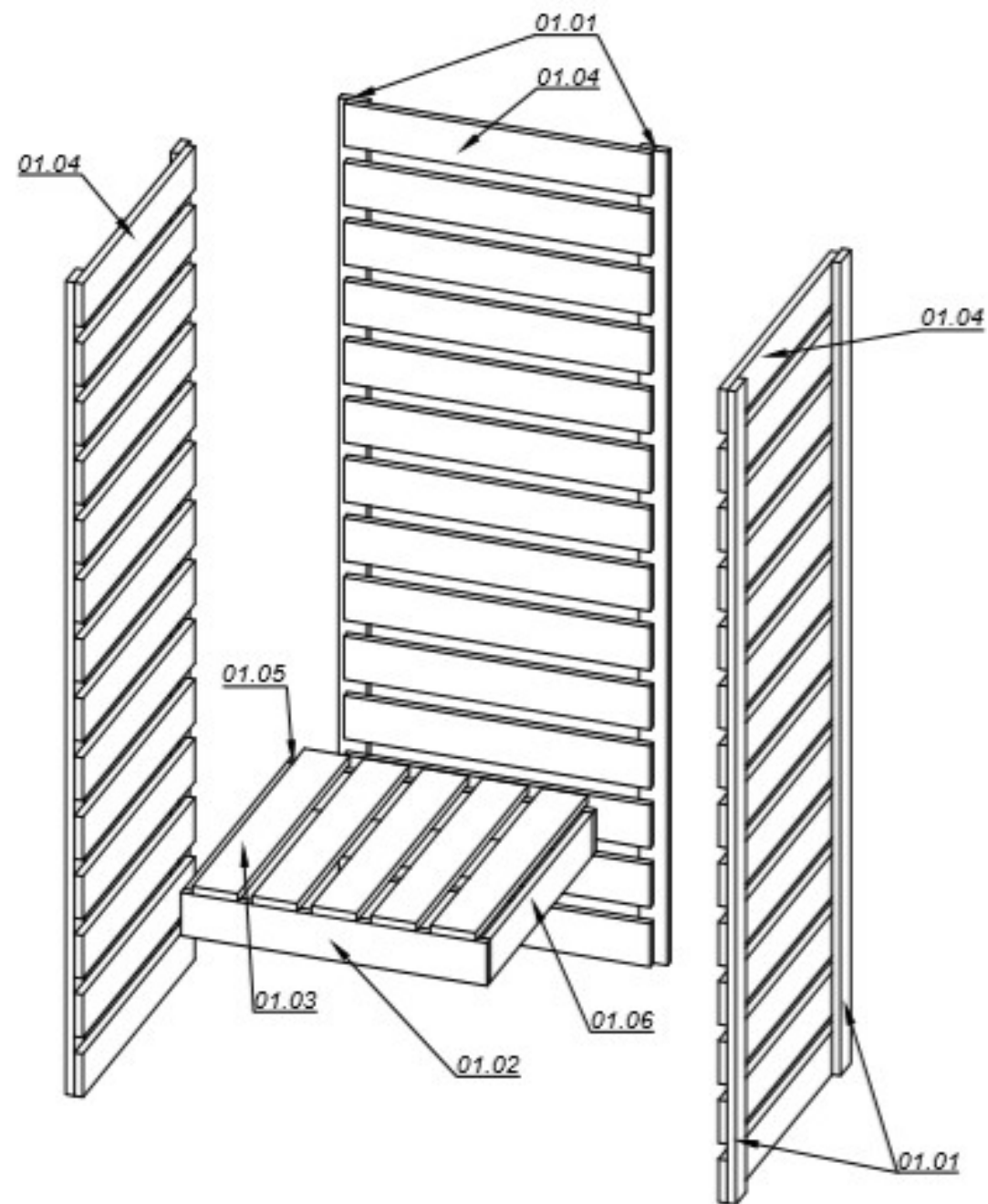
List 3

Detalj B  
M 1:1

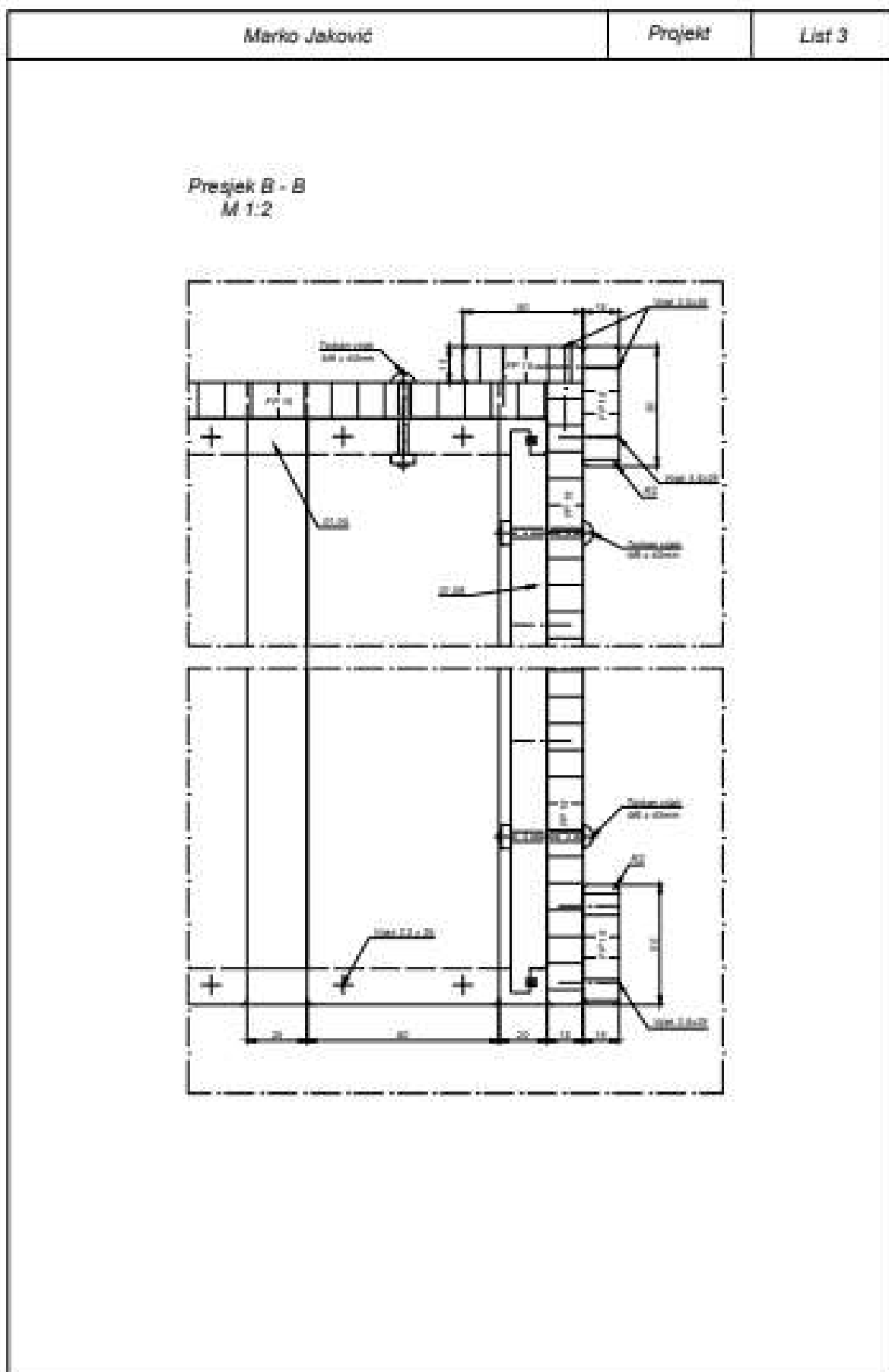
PODUZEĆE: ŠUMARSKI FAKULTET, ZAGREB <b>SASTAVNICA br.: 1</b>			DATUM:		BROJ NALOGA: 1		LISTOVA: 1	
DATUM POČETKA:		DATUM ZAVRŠETKA:		IZVEDBA:			BROJ NACRTA:	
OZNAKA:	NAZIV PROIZVODA, POLUPROIZVODA:			MAT.	KOL.	ČISTE MJERE, mm		
	<b>Trosjed i stol</b>					DUŽ.	ŠIR.	DEB.
<b>02.00</b>	<b>Trosjed</b>			FP	1	1680	555	1510
02.01	Vertikalni element			FP	8	1510	50	15
02.02	Vezni element			FP	1	1620	80	15
02.03	Element sjedala			FP	15	525	80	15
02.04	Horizontalni element			FP	70	540	80	15
02.05	Okvirnica sjedala 1			FP	3	540	80	15
02.06	Okvirnica sjedala 2			FP	6	515	80	15
<b>03.00</b>	<b>Stol</b>			FP	1	1200	700	535
03.01	Ploča stola			FP	1	1200	700	15
03.02	Vezni element			FP	3	970	80	15
03.03	Vertikalni element			FP	4	525	80	15
03.04	Horizontalni element			FP	10	500	80	15
SASTAVIO: Marko Jaković		VODITELJ ODJELA:		TEH. VODITELJ:		NAPOMENA:		

## 4.6.2. Namještaj za individualno korištenje

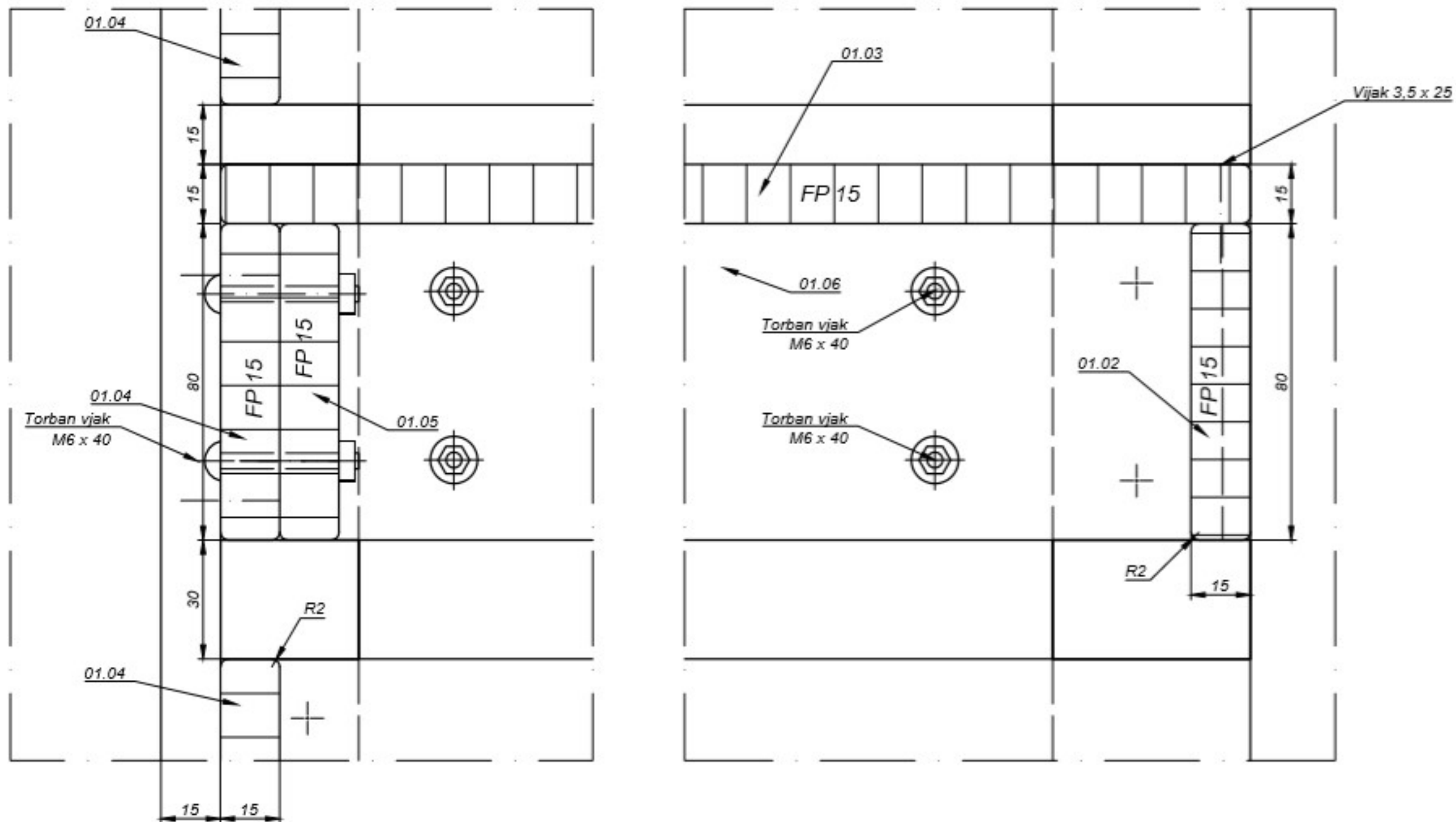




01.06	Okvirnica sjedala 2	FP	2	515	80	15
01.05	Okvirnica sjedala 1	FP	1	540	80	15
01.04	Horizontalan element	FP	42	540	80	15
01.03	Element sjedala	FP	5	525	80	15
01.02	Vezni element	FP	1	540	80	15
01.01	Vertikalni element	FP	6	1510	50	15
01.00	Jednosjed	FP	1	600	555	1510
ozn.	sklop	mat.	kom	duž.	šir.	deb.
ŠUMARSKI FAKULTET ZAGREB					2019/20	
Predmet:		Jednosjed				
Ortao:	Marko Jaković	Projekt		M 1:10		
Pregledao:		List 2		Datum:		

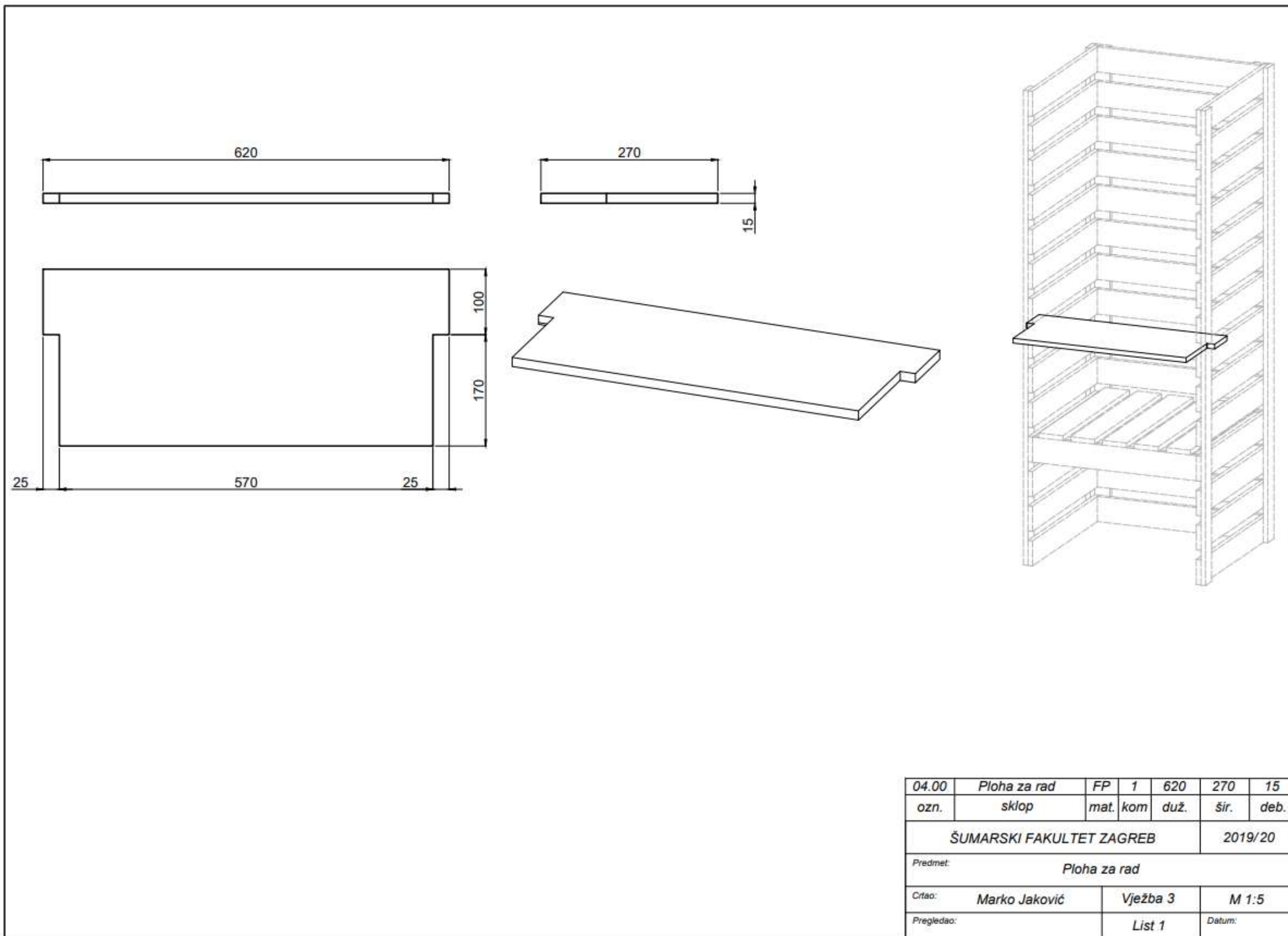


**Detalj A**  
**M 1:1**



ŠUMARSKI FAKULTET ZAGREB		2019/20	
Predmet: Detalj A			
Otacio: Marko Jaković	Projekt	M 1:10	
Pregledao:	List 4	Datum:	





<b>PODUZEĆE: ŠUMARSKI FAKULTET, ZAGREB</b>			<b>DATUM:</b>		<b>BROJ NALOGA:</b>		<b>LISTOVA:</b>	
<b>SASTAVNICA br.: 2</b>								
<b>DATUM POČETKA:</b>		<b>DATUM ZAVRŠETKA:</b>		<b>IZVEDBA:</b>			<b>BROJ NACRTA:</b>	
<b>OZNAKA:</b>	<b>NAZIV PROIZVODA, POLUPROIZVODA:</b>			<b>MAT.</b>	<b>KOL.</b>	<b>ČISTE MJERE, mm</b>		
						<b>DUŽ.</b>	<b>ŠIR.</b>	<b>DEB.</b>
01.00	<b>Jednosjed</b>			FP	1	600	555	1510
01.01	Vertikalni element			FP	6	1510	50	15
01.02	Vezni element			FP	1	540	80	15
01.03	Element sjedala			FP	5	525	80	15
01.04	Horizontalni element			FP	42	540	80	15
01.05	Okvirnica sjedala 1			FP	1	540	80	15
01.06	Okvirnica sjedala 2			FP	2	515	80	15
04.00	<b>Ploha za rad</b>			FP	1	620	270	15
<b>SASTAVIO:</b> Marko Jaković		<b>VODITELJ ODJELA:</b>		<b>TEH. VODITELJ:</b>		<b>NAPOMENA:</b>		

## 4.6.3. Tehnički opisi

130130TVRKA:		DATUM:	BROJ NALOGA:	BR. LISTOVA:
<b>TEHNIČKI OPIS br.: 1</b>				<b>1</b>
DATUM POČETKA:	DATUM ZAVRŠETKA:	IZVEDBA:	BROJ NACRTA:	
OZNAKA:	NAZIV PROIZVODA, POLUPROIZVODA:		NARUDŽBA KUPCA:	
	<b>Sjedalo s naslonom i bočne stranice</b>			
NAMJENA PROIZVODA: Namjena proizvoda je za grupni ili individualni rad studenta tijekom pauze između ili nakon predavanja.				
FUNKCIONALNE (GABARITNE) DIMENZIJE: - SASTAVLJEN:600x555x1510				
VRSTA I KVALITETA DRVNIH MATERIJALA: Elementi su izrađeni iz sedmeroslojne furnirske ploče drva ceibe B/BB debljine 15 mm.				
VRSTA I KVALITETA NEDRVNIH MATERIJALA: Elementi su spajani pomoću vijaka 3,5x35 i 3,5x25 s upuštenom glavom te torban vijcima M6 x 40 mm.				
KONSTRUKCIJE I NAČINI SASTAVLJANJA: Horizontalni elementi su sa vijcima 3,5x25 spojeni za vertikalne elemente. Vezni elementi su sa horizontalnim elementima spojeni sa vijcima 3,5x35. Horizontalni elementi sjedala su na konstrukciju spojeni pomoću torban vijaka M6 x 40 mm. Konstrukcija sjedala je spojena nasuprotnim zupcima.				
POVRŠINSKA OBRADA: Proizvod je površinski oplemenjen transparentnim vodenim lakom.				
AMBALAŽA: Proizvod prilikom transporta umotati u PVC foliju.				
SASTAVILA: Tihana Vergot	VODITELJ ODJELA:	TEH. VODITELJ:	NAPOMENA:	

130130TVRTKA:		DATUM:	BROJ NALOGA:	BR. LISTOVA:
<b>TEHNIČKI OPIS br.: 2</b>				1
DATUM POČETKA:	DATUM ZAVRŠETKA:	IZVEDBA:	BROJ NACRTA:	
OZNAKA:	NAZIV PROIZVODA, POLUPROIZVODA:		NARUDŽBA KUPCA:	
	Stol i ploha za rad			
<p>NAMJENA PROIZVODA:</p> <p>Namjena proizvoda je za grupni rad studenta tijekom pauze između ili nakon predavanja.</p>				
<p>FUNKCIONALNE (GABARITNE) DIMENZIJE: - SASTAVLJEN:1200x700x535 / 620x270x15</p>				
<p>VRSTA I KVALITETA DRVNIH MATERIJALA:</p> <p>Stol i ploha za rad su izrađeni iz sedmeroslojne furnirske ploče drva ceibe B/BB debljine 15 mm.</p>				
<p>VRSTA I KVALITETA NEDRVNIH MATERIJALA:</p> <p>Elementi su spajani pomoću vijaka 3,5x35, 3,5x25 i 3,5x15 s upuštenom glavom. Za plohu za rad nisu korišteni nedrvni materijali.</p>				
<p>KONSTRUKCIJE I NAČINI SASTAVLJANJA:</p> <p>STOL:</p> <p>Horizontalni elementi su sa 40 vijaka 3,5x25 spojeni za vertikalne elemente.</p> <p>Vezni elementi su sa horizontalnim elementima spojeni sa 12 vijaka 3,5x35.</p> <p>Ploča stola je na konstrukciju spojena pomoću 18 spojnih kutnika 20/20 i 36 vijaka 3,5x15.</p> <p>PLOHA ZA RAD:</p> <p>Ploha je napravljena od jednog komada furnirske ploče.</p>				
<p>POVRŠINSKA OBRADA:</p> <p>Proizvod je površinski oplemenjen transparentnim vodenim lakom.</p>				
<p>AMBALAŽA:</p> <p>Proizvod prilikom transporta umotati u PVC foliju.</p>				
SASTAVIO:	VODITELJ ODJELA:	TEH. VODITELJ:	NAPOMENA:	
Tihana Vergot				

#### 4.6.4. Izračuni cijena

U ovom poglavlju prikazat će se izračun cijena za svaki predloženi proizvod (tablice 9 - 11). Cijene materijala, okova i usluga preuzete su iz cjenika tvrtki Frischeis i Iverpan.

*Tablica 9. Izračun cijene za jednosjed*

	PROIZVOD	ŠIFRA	DOBAVLJAČ	KOLIČINA	MJ	CIJENA	IZNOS
1	Furnirska ploča	01026/001 1	Frischeis	2,5574	m <sup>2</sup>	132,60	339,11
2	Krojenje		Frischeis	81,63	m	3,50	285,71
3	Torban vijci	080000018 8	Iverpan	15	kom	0,75	11,25
4	Vijak 3,5x25	03S101352 5	Iverpan	132	Kom	0,1275	16,83
5	Vijak 3,5x35	03S101353 5	Iverpan	56	kom	0,175	8,90
6	Jastuci			1	kom	350,00	350,00
Ukupno:							1011,80 kn

*Tablica 10. Izračun cijene za dvosjed*

	PROIZVOD	ŠIFRA	DOBAVLJAČ	KOLIČINA	MJ	CIJENA	IZNOS
1	Furnirska ploča	01026/001 1	Frischeis	3,6032	m <sup>2</sup>	132,60	477,78
2	Krojenje		Frischeis	112,78	m	3,50	394,73
3	Torban vijci	080000018 8	Iverpan	25	kom	0,75	18,75
4	Vijak 3,5x25	03S101352 5	Iverpan	160	Kom	0,1275	20,40
5	Vijak 3,5x35	03S101353 5	Iverpan	84	kom	0,175	14,70
6	Jastuci			2	kom	350,00	700,00
Ukupno:							1626,36 kn

Tablica 11. Izračun cijene za trosjed

	PROIZVOD	ŠIFRA	DOBAVLJAČ	KOLIČINA	MJ	CIJENA	IZNOS
1	Furnirska ploča	01026/001 1	Frischeis	4,649	m <sup>2</sup>	132,60	616,46
2	Krojenje		Frischeis	143,93	m	3,50	503,76
3	Torban vijci	080000018 8	Iverpan	35	kom	0,75	26,25
4	Vijak 3,5x25	03S101352 5	Iverpan	188	Kom	0,1275	23,97
5	Vijak 3,5x35	03S101353 5	Iverpan	112	kom	0,175	19,60
6	Jastuci			3	kom	350,00	1050,00
						Ukupno:	2240,04 kn

Tablice 12 i 13 prikazuju izračune cijena za stol te plohu za rad. Budući da su to zasebne cjeline, također ih je moguće raditi prema potrebi, stoga su cijene izražene posebno.

Tablica 12. Izračun cijene za stolić

	PROIZVOD	ŠIFRA	DOBAVLJAČ	KOLIČINA	MJ	CIJENA	IZNOS
1	Furnirska ploča	01026/001 1	Frischeis	1,64	m <sup>2</sup>	132,60	217,46
2	Krojenje		Frischeis	26,54	m	3,50	92,89
3	Vijak 3,5x15	03S101351 5	Iverpan	20	kom	0,1063	2,13
4	Vijak 3,5x25	03S101352 5	Iverpan	43	kom	0,1275	5,59
5	Vijak 3,5x35	03S101353 5	Iverpan	10	kom	0,175	1,75
6	Spojnik kutnik 20/20	080000033 7	Iverpan	18	kom	0,63	11,34
						Ukupno:	331,16 kn

*Tablica 13. Izračun cijene za plohu za rad*

	PROIZVOD	ŠIFRA	DOBAVLJAČ	KOLIČINA	MJ	CIJENA	IZNOS
1	Furnirska ploča	01026/001 1	Frischeis	0,17	m <sup>2</sup>	132,60	22,54
2	Krojenje		Frischeis	1,78	m	3,50	6,23
Ukupno:							28,77 kn

## 5. RASPRAVA

Kako bi projektirani proizvod bio pogodan za korištenje, prvi korak kod projektiranja bio je definirati osnovne dimenzije proizvoda. U ovom slučaju radi se o namještaju za sjedenje i rad, stoga se trebalo fokusirati na dimenzije kao što su visina potkoljenice i visina radne plohe. U odnosu na dimenzije iz DIN 33402-2 (Ivelic i sur., 2002), rezultati mjerenja studenata odstupaju jedino po visini potkoljenice gdje maksimalna visina prema DIN 33402-2 iznosi 480 mm, a izmjerena maksimalna visina potkoljenice je 520 mm. Ostale izmjerene dimenzije, minimalna visina potkoljenice te minimalna i maksimalna visina radne plohe, nalaze se unutar intervala iz DIN 33402-2. Budući da su razlike između najniže i najviše visine potkoljenice u prosjeku 14 cm, namještaj je projektiran tako da letvičasta konstrukcija modula omogućava prilagodbu za rad i odmor osobama različitih antropometrijskih zahtjeva, stoga se sjedala mogu postaviti na visinu 315, 425 i 535 mm. Osim visine potkoljenice, ako se uzmu u obzir mjerenja studenata i DIN 33402-2 radna visina varira u prosjeku 18,9 cm, stoga je omogućena promjena visine plohe za rad na visine 520, 630, 740 i 850 mm.

Izabrano rješenje izrađuje se od furnirske ploče drva ceibe koja je prethodno u radu izabrana kao materijal koji u najvećoj mjeri zadovoljava postavljene zahtjeve. Korištenjem furnirske ploče ceibe umjesto bukovine koja je bila odabrana kao materijal u prvom idejnom rješenju (poglavlje 3.4.2) manja masa elemenata, a nije se žrtvovala stabilnost i čvrstoća. U odnosu na proizvod iz europske ariševine, proizvod iz furnirske ploče ceibe ima 12% manju masu, dok je proizvod iz smrekovine najmanje mase, odnosno 9% manje od proizvoda iz furnirske ploče ceibe. Uzimajući u obzir progibe sjedala dimenzija 515 x 540 mm iz navedenih materijala, progibi masivnog drva europske ariševine, bukovine i smrekovine variraju  $\pm 0,02$  mm. Rezultat progiba furnirske ploče ceibe nešto je veći i iznosi 0,24 mm, no budući da se radi o progibu uslijed djelovanja kontinuiranog opterećenja od 100 kg i da je progib manji od 2 mm možemo reći da takav progib zadovoljava postavljene tehničke zahtjeve. Razlika izračunatog progiba bitno se ne razlikuje za smrekovinu i furnirsku ploču ceibe iste debljine. Furnirska ploča ceibe izabrana je zbog bolje dimenzijske stabilnosti uslojenog drva. Iako je furnirska ploča ceibe dostupna na tržištu, zbog ekoloških razloga bilo bi dobro provjeriti rezultate po navedenim kriterijima i za furnirsku ploču izrađenu iz neke domaće vrste kao što je topola.

Ekonomske zahtjeve furnirska ploča ceibe zadovoljava u najvećoj mjeri. Konkretno, cijena jednosjeda iz furnirske ploče ceibe je 63% niža od cijene jednosjeda iz europske ariševine, 49% niža u usporedbi s cijenom jednosjeda iz bukovine, a od cijene jednosjeda iz smrekovine je niža 43%. Osim toga, u odnosu na prvotno rješenje u svrhu optimizacije povećan je presjek poprečnih letvica u konstrukciji kao i razmak između njih te se time smanjio broj elemenata u konstrukciji i olakšano je sastavljanje.



## 6. ZAKLJUČCI

Projektirani namještaj sastavljen je od 3 osnovna modula (stranica, sjedalo i leđa) koji imaju isti raspored horizontalnih elemenata, a koji kombiniranjem na različite načine mogu tvoriti 4 različita komada namještaja uz mali koeficijent složenosti koji je ovisno o proizvodu u rasponu od 0,038 do 0,105, a jednostavno sastavljanje i rastavljanje modula vrši se pomoću torban vijaka za koje nije potreban poseban alat.

Ukupnom visinom modula stranice i leđa od 1510 mm postiže se određena razina privatnosti prilikom korištenja namještaja u javnim prostorima te također omogućava i dodatnu mogućnost korištenja leđa kao informativno izložbenog prostora koji služi za postavu postera i reklama veličine 490 x 1510 mm. Razmak od 30 mm između horizontalnih elemenata na bočnim stranicama i leđima proizvoda omogućuje vješanje posuda s biljkama u svrhu poboljšavanja estetskog dojma proizvoda i cjelokupnog prostora u kojem se proizvod nalazi.

Letvičasta konstrukcija modula omogućava prilagodbu namještaja za rad i odmor osobama različitih antropometrijskih zahtjeva. Prosječna visina sjedala dobivena izmjerom 102 studenta gdje minimalna visina iznosi 370 mm, a maksimalna 520 mm što je u prosjeku 451,2 mm sa standardnom devijacijom 31,4751 mm. Mogućnost ugradnje sjedala na visinu 315, 425 i 535 mm uz dodatno podešavanje visine ojaštucenjem odgovara svim postavljenim antropometrijskim zahtjevima. Isto je i za definiranu visinu radne plohe čija je minimalna izmjerena visina 580mm, a maksimalna 740mm prosječnom visinom 680,2 mm sa standardnom devijacijom 32,5479 mm. Visina plohe za rad je podesiva na visinu 520, 630, 740 i 850 mm, čime je primjerena jednako i za nižu i višu populaciju.

Međusobnom usporedbom različitih ekološki pogodnih predloženih materijala s pripadajućim definiranim debljinama, odabrana je furnirska ploča Ceibe debljine 15 mm. Izračunom se došlo do malog progiba od 0,24 mm prilikom kontinuiranog opterećenja 100 kg što zadovoljava tehničke zahtjeve uporabe.

Korištenjem furnirske ploče Ceibe postignuta je u prosjeku 50% manja cijena proizvoda u odnosu na proizvode iz europske ariševine, bukovine ili smrekovine. Elementi maksimalne širine 80 mm i različitih duljina (od 515 do 1510 mm) omogućavaju dobru iskoristivost furnirske ploče (2500 x 1700 mm) prilikom krojenja.

Masa projektiranih proizvoda od minimalno 12,7 kg u skladu je s Priručnikom za unutarnji nadzor zaštite na radu kod ručnog prenošenja tereta koji za muškarce iznosi do 50 kg, a za žene do 13 kg.

## **7. ZAHVALE**

Veliko hvala našoj mentorici prof. dr. sc. Silvani Prekrat na svim stručnim savjetima, strpljenju i nesebičnom dijeljenju znanja tijekom izrade rada. Hvala našim kolegama, obiteljima i prijateljima na podršci.

## 8. POPIS LITERATURE

1. Antonović, A., Beljo Lučić, R., Brezović, M., Čavlović, A. O., Domljan, D., Grbac, I., Hasan, M., Ištvanić, J., Jambreković, V., Jirouš-Rajković, V., Jug, M., Klarić, K., Klarić, M., Ljuljka, B., Mihulja, G., Miklečić, J., Perić, I., Pervan, S., Prekrat, S., Runjaić, S., Sedlar, T., Sinković, T., Šafran, B., Šefc, B., Španić, N., Štebih Golub, B., Trajković, J., Turkulin, H., Vlaović, Z., Živković, V., Župčić, I., 2018: Pojmovnik hrvatskog drvnotehnoškog nazivlja, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Institut za hrvatski jezik i jezikoslovlje, Zagreb, ISBN 978-953-292-057-4
2. Bubaš, M., Milošević, M., Delić-Brkljačić, D., Zahariev-Vukšinić, K., 2012: Tracking variability: Recent anthropometric data for Croatian population and comparison with other world populations, *Coll. Antropol.* 36 (2), 585-592
3. Burnard, M. D., Kutnar, A., 2019: Human stress responses in office-like environments with wood furniture, *Building Research & Information*, DOI: 10.1080/09613218.2019.1660609
4. Caridi, M., Pero, M., Sianesi, A., 2011: Linking product modularity and innovativeness to supply chain management in the Italian furniture industry, *Int. J. Production Economics* 136 (2012) 207–217
5. Chang, C. Y., Chen, P. K., 2005: Human response to window views and indoor plants in the workplace, *HortScience*, 40 (5), 1354
6. Croney, J., 1971: *Anthropometric for designers*, London: B.T., Batsford Ltd.
7. Daly, J., Burchett, M., Torpy, F., 2010: Plants in the classroom can improve student performance, <https://www.naava.io/science/plants-in-the-classroom-can-improve-student-performance>
8. Diannat, I., Karimi, A.M., Hashemi, A.A., Bahrapour, S., 2013: Classroom furniture and anthropometric characteristics of Iranian high school students: Proposed dimensions based on anthropometric data, *Applied Ergonomics*, 44, str. 101-108
9. Diffrient, N.; Tilley, A., Bardagjy, J., 1978: *Humanscale 1/2/3*, Cambridge, The MIT Press
10. Dhir, R., Ghataora, G., Lynn, C., 2017: *Sustainable Construction Materials*, Woodhead Publishing, ISBN 978-0-08-100987-1
11. Doxey, J.S., Waliczek, T.M., Zajicek, J.M., 2009: The Impact of Interior Plants in University Classrooms on Student Course Performance and on Student Perceptions of the Course and Instructor, *HORTSCIENCE* 44, (2), str. 384–391
12. Dreyfuss, H., 1966: *The Measure of Man: Human Factors in Design*, New York, Dover Publications

13. Forest Products Laboratory (SAD), 2010: Wood handbook: Wood as an engineering material, Madison, Wis: U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory
14. Frumkin, H., Geller, R. J., Rubin, I. J., Nodvin, J., 2006: Safe and healthy school environments, Oxford: Oxford University Press, str. 61- 62
15. Huang, C.C., 2000: Overview of Modular Product Development, Proc. Natl. Sci. Counc., ROC(A), Vol. 24, No. 3, str. 149-165
16. Ivelic, Ž., Grbac, I., Ljuljka, B., Tkalec, S., 2002: Office furniture design according to a human anthropometric data, Šumarski fakultet, Zagreb
17. Kennedy, D.M., 2011: Engineering Design and Development, Strojarstvo, 53 (4), Zagreb, str. 327 - 333
18. Lapaine, B., 1994: Metodologija dizajna, Šumarski fakultet, Zagreb, ISBN 953-6307-01-4
19. Lidwell, W., Holden, K., Butler, J., 2006: Univerzalna načela dizajna, MATE d.o.o., Zagreb, 1-215
20. Louppe, D., Oteng-Amoako A.A., Brink, M., 2008: Plant resources of tropical africa 7(1), Timbers a. PROTA Foundation, Wageningen, Netherlands / Backhuys Publishers, Leiden, Netherlands / CTA, Wageningen, Netherlands, 704 pp.
21. Mikkola, J. H., 2006: Capturing the degree of modularity embedded in product architectures. Journal of Product Innovation Management 23 (2), 128–146
22. Mikšić, D., 1997: Uvod u ergonomiju, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet Strojarstva i brodogradnje, Zagreb, str. 1 – 127
23. Murphy, S., Buckle, P., Stubbs, D., 2004: Classroom posture and self-reported back and neck pain in school children, Applied Ergonomics, 35.2., str. 113-120
24. Panero, J., Zelnik, M., 1990: Human dimension and interior space - A source book of design reference standards, New York: Watson-Guptill Publications.
25. Petrić, B., Trajković, J., 1995: Smreka, Drvna tehnologija, 46 (3), 174
26. Prekrat, S., Jazbec, A., Pervan, S., 2004: Analysis of the bending moment of innovative corner joints during static testing, Wood research, 49 (1), str. 21-32
27. Prekrat, S., Pervan, S., Smardzewsky, J., 2013: Research on Evaluation of Furniture Usability, Proceedings of the XXVIth International Conference Research for Furniture Industry, Poznan
28. Prekrat, S., Španić, N., 2009: Znanstvene metode određivanja drvnih konstrukcija kutnih spojeva, Drvna industrija, 60 (4), 245-251
29. Puceković, B., 2016: Estetika u kartografiji od renesanse do danas, Geod. list 2016, 4, 337–354
30. Roericht, H., Staubert, D., 1981: Entwicklungsprozess eines Wartemoebelprogramms, HK, str. 30 – 35

31. Saar, K., Kers, J., Luga, U., Reiska, A., 2015: Detachable connecting fittings failure loads on plywood furniture, Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, 64, str. 113-117
32. Sayuti, N.A.A., Hoyos, C.M., Bonollo, E., 2015: A study of furniture design incorporating living Organisms with particular reference to Biophilic and Emotional design criteria, Academic Journal of Science, 04(01), str. 75–106
33. Schäppi, B., M. M., Andreasen, M., Kirchgeorg, M., Radermacher, F.J., 2005: Handbuch Produktentwicklung, Hansen Verlag, München, 1-838
34. Simeonova, R., Marinova, A., Jivkov, V., 2015: Study on stiffness coefficients under bending test of end Corner detachable joints of tructural elements made of Plywood, Proceedings Innovation in woodworking industry and engineering design, Sofia, 1 (7), 59–66
35. Smardzewski, J., 2009: Antropotechnical aspects of furniture design, Drvna industrija, Vol. 60, No. 1. str. 15-21
36. Smardzewski, J., Prekrat, S., 2002: Stress distribution in disconnected furniture joints, electronic journal of polish agricultural universities, vol. 5, str. 1-20
37. Tkalec, S., Prekrat, S., 2000: Konstrukcije proizvoda od drva 1 osnove drvnih konstrukcija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
38. Trajković, J., Despot, R., 1996: Bukovina, Drvna industrija 47 (4), 171
39. Trajković, J., Despot, R., 1997: Europska ariševina, Drvna industrija 48 (3), 171 - 172
40. \*\*\*2020: Project Furniture + Ergonomics, [www.kosworkspace.ie](http://www.kosworkspace.ie), pristupljeno 9. ožujka 2020.
41. \*\*\*2019: Dan doktorata 2019., [www.agr.unizg.hr](http://www.agr.unizg.hr), pristupljeno 11. ožujka 2020.
42. \*\*\*2018: Dani FSB-a, [www.fsb.unizg.hr](http://www.fsb.unizg.hr), pristupljeno 11. ožujka 2020.
43. \*\*\*2020: Iverpan online katalog, [www.iverpan.hr](http://www.iverpan.hr), pristupljeno 27. svibnja 2020.
44. \*\*\*2017: Obilazak novog putničkog terminala Zračne luke Franjo Tuđman, [www.poslovni.hr](http://www.poslovni.hr), pristupljeno 1. lipnja 2020.
45. \*\*\* 2012: Priručnik za unutarnji nadzor zaštite na radu kod ručnog prenošenja tereta, Ministarstvo rada i morovinskog fonda
46. \*\*\*2020: Würth online katalog, [www.eshop.wuerth.com.hr](http://www.eshop.wuerth.com.hr), pristupljeno 27. svibnja 2020

## 9. SAŽETAK

Autori: Marko Jaković i Tihana Vergot

Naslov rada: Inženjersko projektiranje modularnog namještaja javne namjene

Trend brzih promjena u svakodnevnom životu nalaže i brze promjene u opremanju prostora. Namještaj koji bi osigurao privatnost prilikom učinkovitog rada ili ugodnog odmora potreban je u javnim prostorima kao što su kupovni centri, obrazovne i zdravstvene ustanove te ostali javni prostori kao što su čekaonice na zračnim lukama i kolodvorima. Pojava epidemije Korona virusa zahtijeva socijalno distanciranje, a ako uzmemo u obzir da se u budućnosti može očekivati ponovna pojava ovog ili sličnog virusa, koncepcija namještaja s povećanom privatnošću će sigurno biti tražena. Projektiranju namještaja pristupilo se koristeći diskurzivne metode koje obuhvaćaju sve faze inženjerskog projektiranja od definiranja kriterija oblikovnog rješenja do izrade proizvodne tehničke dokumentacije temeljene na optimalnom izboru definirane kvalitete materijala, konstrukcije i tehnološke izrade. U ovom radu napravljena je analiza i usporedba određenih drvnih materijala prema njihovim mehaničkim i fizičkim svojstvima te cijeni na temelju čega je izabran optimalan materijal za postavljene zahtjeve. Imajući u vidu izmjerene antropometrijske podatke, projektiran je namještaj za sjedenje s modularnim konceptima koji imaju sjedala i radnu plohu podesive po visini kako bi se zadovoljile potrebe svih potencijalnih korisnika. Projektirani namještaj sastavljen je od 3 osnovna modula koji kombiniranjem na različite načine mogu tvoriti 4 različita komada namještaja uz mali koeficijent složenosti koji, ovisno o proizvodu, iznosi između 0,038 i 0,105. Omogućeno je jednostavno sastavljanje i rastavljanje proizvoda pomoću torban vijaka za koje nije potreban poseban alat niti stručno znanje, čime je proizvod približen svakom budućem korisniku.

Ključne riječi: modularni namještaj, inženjerski dizajn, analiza kriterija, antropometrija, privatnost

---

## 10. SUMMARY

Authors: Marko Jaković and Tihana Vergot

Title: Engineering design of modular public furniture

The trend of rapid changes in everyday life also requires rapid changes in furnishing the space. Furniture that would ensure privacy during efficient work or a pleasant resting is needed in public spaces such as shopping malls, educational and health facilities, and other public spaces such as waiting rooms at airports and train stations. The emergence of an epidemic of Coronavirus requires social distancing, and if we consider that a recurrence of this or a similar virus can be expected in the future, the concept of furniture with increased privacy will certainly be sought after. Furniture design was approached using discursive methods that include all phases of engineering design from defining the criteria of the design solution to the production of technical documentation based on the optimal choice of defined quality of materials, construction and technological workmanship. In this paper, an analysis and comparison of certain wood materials according to their mechanical and physical properties and price is made, on the basis of which the optimal material for the set requirements is selected. Having in mind the measured anthropometric data, seating furniture with modular concepts has been designed with additional possibility of height-adjustable seats and work surface to meet the needs of all potential users. Designed furniture consists of 3 basic modules that by combining in different ways can form 4 different pieces of furniture with a low coefficient of complexity which, depending on the product, is between 0.038 and 0.105. It is possible to easily assemble and disassemble the product using bag screws that do not require special tools or expertise, which brings the product closer to every future user.

Keywords: modular furniture, engineering design, criteria analysis, anthropometry, privacy

## POPIS SLIKA

Slika 1. Shema cikličke metode .....	3
Slika 2. Hodnik na Fakultetu strojarstva i brodogradnje u Zagrebu.....	4
Slika 3. Predvorje Agronomskog fakulteta u Zagrebu.....	4
Slika 4. Predvorje putničkog terminala Zračne luke Franjo Tuđman.....	5
Slika 5. Antropometrijske mjere prema DIN 33402-2 .....	8
Slika 6. Namještaj za grupno korištenje .....	9
Slika 7. Idejno rješenje poluzatvorenog dvosjeda.....	10
Slika 8. Poluzatvoreni prostor za individualno korištenje .....	10
Slika 9. Idejno rješenje mobilnog poluzatvorenog prostora namijenjenog sjedenju .....	11
Slika 10. Idejno rješenje radnog prostora za individualno korištenje.....	12
Slika 11. Idejno rješenje prostora za grupno korištenje namijenjenog radu i odmoru ....	12
Slika 12. 3D prikaz idejnog rješenja grupnog prostora .....	13
Slika 13. 3D prikaz idejnog rješenja individualnog prostora.....	13
Slika 14. Prikaz spoja zaobljenim čepom u podužno bušenoj rupi .....	16
Slika 15. Gabaritne dimenzije jednosjeda .....	18
Slika 16. Gabaritne dimenzije dvosjeda .....	18
Slika 17. Gabaritne dimenzije trosjeda.....	19
Slika 18. Gabaritne dimenzije kutne garniture.....	19
Slika 19. Prikaz jednosjeda sa i bez stropa .....	20
Slika 20. Prikaz dvosjeda sa i bez stropa .....	20
Slika 21. Prikaz trosjeda sa i bez stropa.....	21
Slika 22. Prikaz različitih visina sjedala .....	22
Slika 23. Prikaz različitih visina radne plohe.....	23
Slika 24. Prikaz vijka 3,5 x 35 mm.....	24
Slika 25. Prikaz primjera torban vijka .....	25
Slika 26. Eksplozirani crtež s prikazom međusobnog položaja modula.....	25
Slika 27. Namještaj za individualno korištenje.....	28
Slika 28. Dvosjed – namještaj za grupno korištenje .....	29



---

Slika 29. Trosjed - namještaj za grupno korištenje .....	29
Slika 30. Kutna garnitura – namještaj za grupno korištenje .....	30

---

**POPIS TABLICA**

Tablica 1. Najveća dozvoljena masa tereta (kg) s obzirom na spol i dob.....	7
Tablica 2. Karakteristike odabranih vrsta drva .....	15
Tablica 3. Odnos istih različitih elemenata i ukupnog broja elemenata.....	17
Tablica 4. Rezultati mjerenja studenata, N = 102.....	22
Tablica 5. Masa proizvoda ovisno o materijalu.....	24
Tablica 6. Izračun progiba sjedala dimenzija 515 x 540 mm za različite materijale uslijed djelovanja kontinuiranog opterećenja .....	26
Tablica 7. Cijena različitih materijala po m <sup>2</sup> .....	27
Tablica 8. Usporedba cijene po vrsti materijala.....	27
Tablica 9. Izračun cijene za jednosjed .....	48
Tablica 10. Izračun cijene za dvosjed .....	48
Tablica 11. Izračun cijene za trosjed .....	49
Tablica 12. Izračun cijene za stolić.....	49
Tablica 13. Izračun cijene za plohu za rad .....	50