

# Razvoj konstrukcije madraca od prirodnih materijala

---

**Marković, Lucija**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2019**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Forestry / Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:376935>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-18**



*Repository / Repozitorij:*

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



**ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU  
DRVNOTEHNOLOŠKI ODSJEK**

**SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ  
OBLIKOVANJE NAMJEŠTAJA OD DRVA**

**Lucija Marković**

**RAZVOJ KONSTRUKCIJE MADRACA  
OD PRIRODNIH MATERIJALA**

**Diplomski rad**

**Zagreb, rujan 2019.**



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU - ŠUMARSKI FAKULTET  
DRVNOTEHNOLOŠKI ODSJEK

SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ  
OBLIKOVANJE NAMJEŠTAJA OD DRVA

# RAZVOJ KONSTRUKCIJE MADRACA OD PRIRODNIH MATERIJALA

Diplomski rad

Diplomski studij: Oblikovanje proizvoda od drva

Predmet: Namještaj i zdravlje

Ispitno povjerenstvo:

1. izv. prof. dr. sc. Zoran Vlaović
2. prof. dr. sc. Ivica Grbac
3. doc. dr. sc. Danijela Domljan

Student: Lucija Marković

JMBAG: 006822235880

Broj indeksa: 893/17

Datum odobrenja teme: 25. 4. 2019.


Datum predaje rada: 2. 9. 2019.

Datum obrane rada: 6. 9. 2019.

Zagreb, rujan 2019.

## Dokumentacijska kartica

|                     |  |
|---------------------|--|
| Naslov              | Razvoj konstrukcije madraca od prirodnih materijala  |
| Title               | Development of mattress design from natural materials  |
| Autor               | Lucija Marković  |
| Adresa autora       | Gustava Krkleca 22<br>10 000 Zagreb, Španjsko  |
| Mjesto izrade       | Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu  |
| Vrsta objave        | Diplomski rad  |
| Mentor              | Izv. prof. dr. sc. Zoran Vlaović   |
| Izradu rada pomogao |  |
| Godina objave       | 2019.  |
| Obujam              | Stranica: 77<br>Slika: 20<br>Navoda literature: 36<br>Web izvora: 20   |
| Ključne riječi      | Prirodni materijali, madrac, konstrukcija madraca, zdravlje, vuna, pamuk, lateks   |
| Key words           | Natural materials, bedding, mattress construction, health, wool, cotton, latex   |
| Sažetak             | Konstruktivsko rješenje madraca s određenim udjelom ovčje vune autohtonog podrijetla i ostalih prirodnih materijala, ali na način da se madrac može smatrati u cijelosti prirodnim. Rezultat diplomskog rada je definirana konstrukcija madraca u svim slojevima materijala s određenim dimenzijama, debljinama i vrstama, temeljem čega će biti izrađeni nacrti i tehnička dokumentacija. |
| Summary             | Mattress design with a certain proportion of indigenous origin sheep wool and other natural materials, in a way that the mattress can be considered entirely natural. The result of this thesis is defined mattress design in all layers of materials with specified dimensions, thicknesses and types, that will lead on to defined mattress design and technical documentation.          |

|   |                                     |                     |
|---|-------------------------------------|---------------------|
|  | <b>IZJAVA<br/>O IZVORNOSTI RADA</b> | OB ŠF 05 07         |
|   |                                     | Revizija: 1         |
|   |                                     | Datum: 28. 6. 2017. |

Izjavljujem da je moj diplomski rad izvorni rezultat mogega rada te da se u izradi istoga nisam koristila drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni.

---

Lucija Marković

U Zagrebu, 6. 9. 2019.

## Sadržaj

|  |     |
|--|-----|
| Predgovor .....  | VII |
| 1. Uvod .....  | 1   |
| 2. Cilj istraživanja.....  | 2   |
| 3. Dosadašnja istraživanja.....  | 3   |
| 3.1. Materijali u madracu.....   | 4   |
| 3.1.1. Vuna.....   | 9   |
| 3.1.2. Pamuk.....  | 11  |
| 3.1.3. Kokos.....  | 14  |
| 3.1.4. Lateks .....  | 15  |
| 3.1.5. Biorazgradivi materijali .....  | 19  |
| 3.1.6. <i>Luffa</i> vlakna.....  | 20  |
| 3.1.7. Umjetna spužva .....  | 23  |
| 3.1.8. Metal (čelična opružna jezgra) .....                                    | 25  |
| 3.2. Konstrukcija madraca kakvu danas poznajemo .....                          | 27  |
| 3.2.1. Usporedba materijala u konstrukciji madraca.....                        | 29  |
| 3.2.2. Konstrukcije madraca dostupnih na tržištu.....                          | 31  |
| 3.3. Utjecaj madraca na zdravlje korisnika.....                                | 33  |
| 3.3.1. Problematika ljudskog sna .....   | 36  |
| 3.3.2. Alergijske reakcije potaknute prirodnim materijalima.....               | 38  |
| 3.4. Antropometrija spavača i funkcija madraca .....                           | 41  |
| 4. Materijali i metode istraživanja .....                                      | 45  |
| 4.1. Problematika razvoja konstrukcije madraca s prirodnim materijalima .....  | 46  |
| 4.2. Utvrđivanje kriterija i zahtjeva za razvoj nove konstrukcije madraca..... | 48  |
| 4.2.1. Zahtjevi na madrac.....   | 49  |
| 4.2.2. Odabir materijala i konstrukcija madraca .....                          | 50  |
| 5. Rezultati istraživanja – izvedbeno rješenje .....                           | 53  |
| 5.1. Nacrti .....  | 54  |
| 5.2. Sastavnica .....  | 60  |
| 5.3. Tehnički opis.....  | 61  |
| 6. Rasprava i zaključci .....  | 63  |
| Literatura.....  | 66  |
| Popis slika.....   | 70  |

## Predgovor

Diplomski rad je temeljen na ideji razvoja konstrukcije madraca od isključivo prirodnih materijala. Osnovna ideja analizira i objedinjava konstrukcijsko rješenje madraca s određenim udjelom ovčje vune i ostalih prirodnih materijala. Međutim, bilo je potrebno zadovoljiti uvijete da su svi materijali u novoj razradi konstrukcije madraca, materijali koji se mogu pronaći u prirodi.

Kroz dostupnu literaturu istražena su svojstva različitih prirodnih vlakana i njihove prednosti kao materijala u konstrukciji kreveta (madraca) i u kontaktu s ljudskim tijelom. Bilo je važno pripaziti na moguće alergijske reakcije, problematiku doticaja kože s prirodnim materijalima promatranu kroz medicinsku prizmu te utjecaj prirodnih materijala na ljudsko zdravlje.

Prilikom istraživanja u svrhu izrade diplomskog rada iskazujem veliku zahvalu mentoru izv. prof. dr. sc. Zoranu Vlaoviću. Uz mentorovu pomoć sam uspjela kvalitetno istražiti i pronaći potrebnu literaturu, te napisati diplomski rad. Također iskazujem veliko poštovanje i zahvalu prof. dr. sc. Ivici Grbcu na pomoći pri pisanju diplomskog rada i cjelokupnog prenesenog znanja kroz prediplomski i diplomski studij Šumarskog fakulteta. Nadalje želim iskazati zahvalu doc. dr. sc. Danijeli Domljan na pomoći pri pisanju diplomskog rada, ali i prenesenom znanju tijekom studiranja, kao i razumijevanju dizajna i svega što nas okružuje.

Zahvaljujem se salonima namještaja i proizvođačima madraca, ponajviše proizvođaču madraca, tvrtki Bernarda d.o.o. i direktorici Bernardi Cecelji na podijeljenim informacijama, podacima i savjetima koji su mi pomogli pri pisanju diplomskog rada i realizaciji ideje razvoja konstrukcije madraca s prirodnim materijalima. Također se zahvaljujem svojim roditeljima, majci Nadi, ocu Josipu, dipl. ing. i bratu Ivanu, univ. bacc. ing. na pruženoj mogućnosti studiranja, uzajamnoj podršci i pomoći prilikom studija i pisanja diplomskog rada. Zahvalu dajem i svim svojim bliskim prijateljima, kolegama sa Šumarskog fakulteta i Filipu Bubniću koji su sa strpljenjem i velikom podrškom ispratili moje obrazovanje i pisanje diplomskog rada.

U Zagrebu, 6. rujna 2019.

Lucija Marković



## 1. Uvod

Sustav planeta Zemlje čine priroda, životinje i ljudi, ta tri elementa čine idealan ciklus i stvaraju ravnotežu. Cijeli sustav funkcionira idealno ukoliko je ta ravnoteža uspostavljena. Potrebno je da čovjek poštuje prirodu i životinje ukoliko želi da mu život bude ugodan i kvalitetan. Civilizacija se razvijala kroz razne ere i razdoblja. Takav razvoj je donio značajne prednosti i poboljšao je kvalitetu ljudskog života, međutim, važno je napomenuti kako su neki razvoji naškodili kvaliteti drugih elemenata koji čine sustav na Planetu. Kako bismo nadoknadili taj balans potrebno je promicati kvalitetu čovjekova odnosa prema prirodi i životinjama kako bismo uravnotežili sustav planeta Zemlje.

Vođeni takvim razmišljanjem potrebno je svakodnevno širiti svijest o zagađenju okoliša umjetnim materijalima, jer materijali koji nisu brzo razgradivi ili reciklirajući će stvoriti dugoročni problem našem planetu. Upotrebom prirodnih, ekološki prihvatljivih i biorazgradivih materijala, pridonosimo pozitivnom razvoju naše planete.

Svako biće na Zemlji ima potrebu za obnavljanjem i dobivanjem energije. Jedinstven način obnove energije, nalik punjenju baterija, kod živih bića je snivanje, ležanje, odmaranje i uživanje. Aktivnost koja ispunjava sve te potrebe može ispuniti jedan predmet, a to je ležaj ili krevetni sustav. Ljudi su kroz razvoj civilizacije uspješno sastavili sklop koji nam služi za spavanje. Krevetni sustav je sklop od krevetne konstrukcije, madraca i jastuka. Madrac je jedan od bitnijih predmeta u ljudskom životu, on je zaslužan za kvalitetan ljudski odmor i miran san. Pravilna konstrukcija madraca prilagođena je svakom pojedincu, uvelike može olakšati ljudsku rutinu života, a drastično smanjiti ljudski stres i nervozu. Svaki čovjek nakon kvalitetnog odmora i sna osjeća ispunjenost energijom i s olakšanjem izvršava obaveze koje mu nameće svakodnevni život. Osim sna, ljudski duh uvelike smiruju okoliš i priroda koja nas okružuje.

*„Nema stvari koja bi bila tako vrijedna poučavanja kao priroda.“*

Nikola Tesla

## 2. Cilj istraživanja

Cilj rada je pomoću dostupne literature o prirodnim materijalima u odjeći, posteljini i konstrukciji madraca, a koji su u izravnom ili neizravnom dodiru s tijelom korisnika, istražiti kako njihova svojstva utječu na ljudsko zdravlje. Potrebno je istražiti svojstva različitih prirodnih vlakana i njihove prednosti kao materijal u konstrukciji kreveta (madraca) i u kontaktu s ljudskim tijelom. Važno je pripaziti na moguće alergijske reakcije, medicinsku problematiku kože u doticaju s prirodnim materijalima i utjecaj prirodnih materijala na ljudsko zdravlje.

Cilj ovog rada je istražiti dostupne konstrukcije madraca i sve materijale koji se koriste u krevetnom sustavu, te pomoću dostupnih istraživanja donijeti zaključak o utjecaju na ljudsko zdravlje. Važno je donijeti zaključak i usporediti kako umjetni materijali u krevetnom sustavu utječu na ljudsko zdravlje, a kako prirodni materijali u krevetnom sustavu utječu na ljudsko zdravlje.

Usto, cilj ovog rada je osmisliti konstrukcijsko rješenje madraca s određenim udjelom ovčje vune i ostalim prirodnim materijalima, ali na način da se madrac može smatrati u cijelosti prirodan. Konstrukcijsko rješenje madraca je definirano u izvedbenom rješenju diplomskog rada s točno određenim debljinama, dimenzijama i dokumentacijom potrebnom za izradu madraca.

### 3. Dosadašnja istraživanja

Prva istraživanja vezana uz madrac i krevetni sustav u Hrvatskoj počela su se provoditi 1980-tih godina na Šumarskom fakultetu na današnjem Zavodu za namještaj i drvne proizvode, pod vodstvom dr. sc. Ivica Grbca i suradnika. Istraživanja su rezultirala primijenjenim znanjima u industriji namještaja, posebno industriji madraca. Tim istraživanjima otvoreno je potpuno novo polje koje je bilo podlogom za izradu brojnih diplomskih i drugih znanstvenih i stručnih radova, ali i ispitivanja kvalitete madraca u laboratoriju Šumarskog fakulteta, što je pomoglo razvoju novih i boljih konstrukcija na dobrobit korisnika.

Istraživanja za potrebe rada provođena su proučavanjem razne znanstvene literature. Proučavane su knjige iz područja medicine, fizikalne terapije, ali je istraživana i literatura autora sa Šumarskog fakulteta. Ostale spoznaje su preuzete iz znanstvenih članka pronađenih i dostupnih na internetu iz pouzdanih baza podataka kao što su CROSB, Hrčak i ResearchGate, dok je službena internet stranica Nacionalne Sveučilišne biblioteke bila izravan pristup svjetskoj bazi znanstvenih članaka.

Istraživanje dosadašnje literature značajno je pomoglo pri razvoju nove ideje za krevetni sustav i konstrukciju madraca. Vrlo je važno proučiti i saznati sve o materijalima koji se mogu uvrstiti u konstrukcijske slojeve madraca i koje su prednosti i nedostaci tih materijala kako bi se izabrala najbolja kombinacija za ljudsko tijelo. Svi materijali koji se koriste u madracu moraju svojim svojstvima na najbolji način utjecati na ljudski organizam i san.

Osim što materijali mogu pozitivno utjecati na ljudski organizam i san važno je bilo kroz istraženu literaturu dokučiti i negativne čimbenike materijala i pokušati smanjiti njihov utjecaj na čovjeka.

Istraživanjem literature potrebno je razmotriti i sagledati dosadašnja konstrukcijska rješenja madraca i krevetnog sustava, te korištenjem raznih prirodnih materijala dobiti konstrukcijsko rješenje s kojim će se poboljšati primjenu i funkcionalnost madraca, ali i krevetnog sustava.

### 3.1. Materijali u madracu

Krevetni sustavi danas sadrže različite materijale, a posebno u konstrukciji madraca. U ovom poglavlju će biti prikazani neki od najčešće korištenih materijala u konstrukciji madraca poput poliuretanske spužve, lateksne spužve, kokosovih vlakana, vune, pamuka i metalne opružne jezgre. Međutim, u ovom poglavlju su izdvojeni i novi materijali, koji su se počeli koristiti u krevetnom sustavu poput biorazgradivih materijala i novog biološki uzgojenog materijala – *luffa* vlakna.

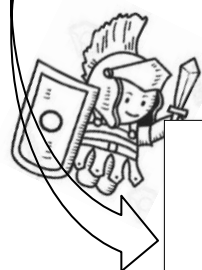
Optimalan i pojedincu prilagođen krevetni sustav je najbitnija potreba današnjice. Svaki čovjek koristi neku vrstu krevetnog sustava za koju smatra da mu najviše odgovara. Madrac je osnovni funkcionalni sklop namještaja za ležanje i sastavni dio konstrukcije kreveta. Svojstva madraca i materijali koji ga grade moraju biti prilagođeni gibanju ljudskog tijela. Ljudskom tijelu je najbitnija udobnost madraca. Takav stav predstavlja subjektivni osjećaj pojedinca. Udobnost predstavlja različitost materijala i njihova različita svojstva koja podnose ulegnuća tijela, ali zadržavaju tvrdoću, što znači da materijali madraca moraju nositi ljudsko tijelo i podnositi pritiske, ali istodobno pružati kvalitetnu potporu (Grbac i Ivelić, 2005).

Prvi primjeri madraca bili su od slame i grana (slika 1.), služili su poput sloja između tla i ljudskog tijela. Razvojem tog tipa primitivnog ležaja, ljudski mozak otkriva upotrebu raznih materijala dobivenih iz prirode. Potrebu za toplinom pronalaze u životinjskom krznu, koja se i danas upotrebljava za zagrijavanje ljudskog tijela pomoću bundi ili deka (slika 2.), te ostale primjene. Nakon toga za ležanje se počinje koristiti ovčja vuna i perje peradi (slika 3.). Povećanje udobnosti su postigli kombiniranjem raznih materijala i otkrićem materijala biljnog porijekla (slika 4.): pamuka, lateksa, jute, lana, itd. (Marković, 2017).



Slika 1. Krevet od slame i grana

Izvor: web 1



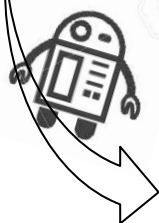
Slika 2. Krevet od životinjske dlake

Izvor: web 2



Slika 3. Krevet od slame i vune

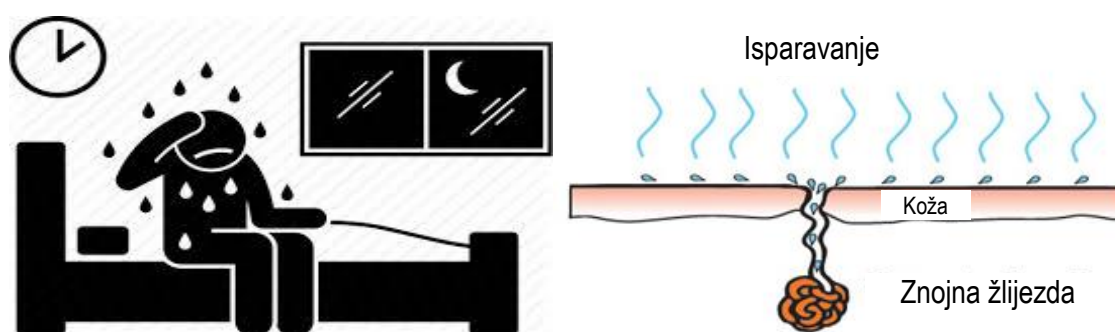
Izvor: web 3



Slika 4. Krevet od pamuka i lateksne spužve

Izvor: web 4

Madrac je proizvod koji je u izravnom ili neizravnom doticaju s ljudskom kožom, zbog čega je vrlo važan pravilan odabir materijala koji se koristi u, i na madracu. Koža (slika 5.) je najveći ljudski organ, a njene glavne funkcije su termoregulacija tijela, obrana organizma od mikroba i vrlo je važno napomenuti da je imunološki sustav povezan s kožom (Hipler i Elsner, 2006). Odabirom materijala koji su u izravnom doticaju s ljudskim tijelom možemo značajno utjecati na zdravlje ljudskog organizma. Materijali madraca izravno mogu utjecati na ljudski san, dermatološke probleme, ali također mogu utjecati na muskulo-skeletni sustav čovjeka.



Slika 5. Termoregulacija ljudskog tijela

Izvor: web 5

Svakom čovjeku je najpotrebniji zdrav i dobar san. Takve zahtjeve ispunjava kvalitetan madrac ili ležaj. Danas su proizvedene razne ispune i konstrukcije madraca koji su poboljšali ljudski san i ergonomske standarde. No, jedini materijali koji se spominju u prošlosti i danas kao ispune u madracima jesu vuna i pamuk. Zbog tradicije i povijesne vrijednosti takvih materijala, vrijedno je zabilježiti njihova svojstva i opisati što ih čini idealnom ispunom, zbog čega ih se stoljećima koristi u proizvodnji madraca (Marković, 2017).

Materijali koji se koriste u madracima trebali bi moći upijati vlagu od tijela i isparavati je u okolinu, to znači da je potrebno koristiti vodljive i propusne materijale. Poznato je da ljudsko tijelo izluči od 0,5 do 0,75 litara tekućine (prema nekim izvorima i 1,5 l) tijekom sna, stoga je potrebno da madrac na kojem tijelo leži je propustan i prozračan.

Propusnost vlage ovisi o materijalu, vezivu, propusnosti topline i količini isparavane vlage. Materijali koji ispunjavaju zahtjev propusnosti i provodljivosti su većinom prirodni materijali poput vune, kokosa, pamuka i jute. Svaki taj materijal ima prednost propusnosti ili provodljivosti, zbog čega se uzima u obzir i godišnje doba. Za zimsko razdoblje kada tijelo traži toplinu je poželjan madrac koji u finoj ispuni sadrži materijale poput vune, pamuka i tekstilnog regenerata. Takvi materijali dobro upijaju vlagu i uspješno je isparavaju. S druge strane, ljeti su potrebni materijali koji će dobro provoditi toplinu, ali također upijati i isparavati višak vlage, zbog čega je poželjno korištenje pamuka u kombinaciji s viskoznim pletivom i slojem poliuretanske spužve u finoj ispuni madraca (Grbac, 2006).

Istraživanjem literature doznajemo da je na razvoj prirodnih materijala uvelike pridonijelo saznanje iz Drugog svjetskog rata gdje je njemačka vojska koristila odore impregnirane kvartarnim amonijevim spojem, pod pretpostavkom sprječavanja infekcije rana. Impregirali su pamuk i vunu zbog doticaja s tijelom. Daljnjim razvojem širi se sintetski tekstil, a potreba za antimikrobnim sredstvima impregnacije tekstila znatno se povećala. Sintetski tekstil (slika 6.) apsorbira oko 25 % manje vodene pare u odnosu na pamuk ili vunu. Sprječavanje isparavanja znoja rezultira tankim filmom tekućine na koži, što posljedično dalje pogoršava isparavanje znoja, čime se osigurava idealno okruženje za razvoj bakterija i gljivica. Nakon tih zaključaka, komercijalni interes je bio usmjeren na impregnaciju prirodnih vlakana (Hipler i Elsner, 2006).



*Slika 6. Sintetski hidrofoban materijal*

*Izvor: web 6*

Osim materijala u madracu i njihovih mehaničkih svojstava, nužna su i kvalitetna toplinska svojstva koja pruža madrac uz pravilnu kombinaciju materijala. Kako je već napisano, zbog izravnog dodira s ljudskim tijelom, važno je da kvalitetno sakuplja toplinu i vlažnost, ali istodobno mora omogućiti izmjenu zraka i vlage (Grbac i Ivelić, 2005).



### 3.1.1. Vuna

Vuna (slika 7.) je vrlo jedinstven i značajan proizvod koji obilježava određene vrste životinje. Vuna obilježava ovce i čini ih jedinstvenima i prepoznatljivima na prvi pogled, razlikuje ih od drugih vrsta životinja. Vuna je sirovina koja ima vrlo varijabilnu vrijednost i ekonomsku važnost, ali kroz povijest i danas vuna kao materijal je vrlo specifičan i karakterističan proizvod koji je od davnina potreban čovječanstvu. Neke zemlje smatraju ovčju vunu najznačajnijim proizvodom koji osigurava najveći dio nacionalnog dohotka. U Hrvatskoj, međutim, proizvodnje vune nema zbog čega ona nema nikakvu gospodarsku važnost (Marković, 2017).



Slika 7. Materijal vuna  
Izvor: web 7

Vuna se koristila u svim tkaninama, i to najbliže tijelu i slojevima preko i ispod, od najjeftinijeg, sjeckanog tekstila vune do najskupljih tekstila vune. Smanjenje uporabe/potrošnje je vidljivo tijekom 1800. i 1900-ih, ali tek u šezdesetim godinama 20. stoljeća vuna postaje potpuno odsutna kao tekstilna tkanina za krevet (Klepp *et al.*, 2017).

Vuna je proizvod kože i predstavlja skup vunskih niti, specifične strukture i fizikalnih osobina koje ih osposobljavaju za pređenje. Osnovnu jedinicu vune čini vunsko vlakno. Svako vlakno ima svoja

obilježja i kemijski sastav prema kojemu prepoznajemo ovce. Ovce se tako svrstaju u skupine prema vunskom vlaknu (Marković, 2017).

Vuna je prirodno vlaknasto keratinsko vlakno visoke higroskopnosti (sposobnost apsorpcije vlage dok je vlakno potpuno suho) i visoke toplinske izolacije u odnosu na pamuk, akril, najlon i poliester. Takva svojstva vune su bitna u regulaciji mikroklima (temperature i relativne vlage okoline) između kože i odjeće za spavanje ili cjelokupnog madraca i posteljine. Kod prirodnih materijala je prednost što prilikom oslobađanja topline, molekule vode penetriraju u strukturu vlakna, dok kod umjetnih vlakana poput poliestera to nije moguće jer takav materijal nije higroskopan. Stoga vlakno vune i pamuka imaju veću sposobnost apsorpcije vlage i oslobađanja topline u i iz okolnog zraka ili kože ovisno o temperaturi (Shin *et al.*, 2016).

U usporedbi s mnogim drugim tekstilnim vlaknima, čvrstoća vune je mala, pa se od nje proizvodi grublja pređa, kako bi se osigurala otpornost na opterećenja tijekom uporabe. Međutim, elastičnost vunenog vlakna je vrlo velika i zbog toga vunena odjeća nije sklona gužvanju (Krlježa *et al.*, 1964).

Vuna se posebno ističe toplinskim svojstvima. Vuneni proizvodi mogu utoplići, ali također mogu zaštititi tijelo od prevelike vanjske vrućine. Vuneno vlakno može apsorbirati iz okoline 13 do 16 % vlage u odnosu na masu suhog vlakna, što osigurava udobnost vunenih proizvoda (Krlježa *et al.*, 1964).

Vuna se smatra skupim, ali često i luksuznim materijalom. Pojam luksuza je definiran kao izbor ili skupa hrana, haljina, namještaj, itd.; što se uživa; stvar poželjna za udobnost ili uživanje, ali ne i neophodno sredstvo. Riječ "luksuz" ima konotacije uživanja, poželjnosti i zadovoljstvo osjetila kao i povezanost s riječi "skupo". Svaka definicija luksuza u kontekstu tkanine je usredotočena na dodir ili opip tkanine, tj. osjećajima koje osjećamo pri rukovanju tkaninom. Ostala istraživanja također bilježe da vuna ima veće ocjene od drugih vlakna za "mekoću na dodir" i za "visoku kvalitetu" (Mahar i Wang, 2010).

### 3.1.2. Pamuk

Pamuk (slika 8.) je prirodno vlakno u čiji se uzgoj mnogo ulaže jer se smatra najvažnijim i najzastupljenijim prirodnim vlaknom. Današnja ekološka svijest zahtjeva pronalaženje rješenja glede ekološki prihvatljivog i neškodljivog biouzgoja (Glibušić, 2018).



Slika 8. Pamuk  
Izvor: web 8

Pamuk je "prirodan" izbor i dominantan materijal u posteljini i odjeći za spavanje u Norveškoj kao i u mnogim drugim europskim zemljama. Regulacija temperature i vlage važni su za dobar san, ali nisu i prednosti pamuka. Međutim, postoje drugi razlozi zbog čega je pamuk jedan od dugogodišnjih predvodnika tekstilnog tržišta. Pamuk nije vlakno poznato po učinkovitoj regulaciji temperature ili vlage, pa je iz funkcionalne perspektive daleko od "normalnog izbora" (Klepp *et al.*, 2017).

Danas se pamuk najviše upotrebljava u tekstilnoj industriji, te je jedna od najvažnijih sirovina. Poznato je da se pamuk uzgaja u oko 75 zemalja svijeta na svim kontinentima, a najveći proizvođači su Kina, SAD, Indija, Pakistan, Uzbekistan i Turska (Kovačević, 2009).

Unatoč razvitku brojnih novih vrsta vlakana s izvrsnim svojstvima, većina ljudi diljem svijeta i dalje u najvećem postotku svakodnevno oblače pamučnu odjeću i koriste ugodne pamučne tekstile. Pamučna vlakna imaju dobra svojstva koja ih čine korisnim u različitim granama industrije (Kovačević, 2009).

Pamučno vlakno građeno je od celuloze, ali pored celuloze u vlakna su u manjoj količini prisutne i druge popratne tvari poput: apsorbirane vlage, pektini, proteini, organske kiseline, voskovi, mineralne tvari, pepeo, itd. Kvaliteta pamučnog vlakna određena je njegovom duljinom, finoćom, čvrstoćom, svojstvom upijanja vlage, toplinskim svojstvima te otpornošću na kemikalije i utjecaj okoline (Kovačević, 2009).

Pamučna vlakna su srednje čvrsta vlakna, što znači da mogu podnijeti srednja opterećenja, a da se ne oštete. U mokrom stanju su čvršća nego u suhom ako su neoštećena, otporna su na deformacije, npr. elastični oporavak kod 5 % istezanja iznosi 45 %. Što veću deformaciju vlakno može podnijeti, to će proizvod biti trajniji u primjeni. Za pamučna vlakna se može reći da su dovoljno čvrsta za vrlo raznovrsne tekstilne primjene (Kovačević, 2009).

Pamuk je jedan od najčešće korištenih proizvoda u modnoj industriji, ali većina pamuka koji se koristi je uzgojena s velikim količinama pesticida koji utječu ne samo na okoliš u kojem se uzgajaju, već i na radnike koji ih beru i ljude koji ih nose. Organski pamuk sadi se prirodnim metodom uzgoja i ima znatno manji štetni utjecaj na okoliš i kao takav ima višu razinu kvalitete i udobnosti. Organski pamuk ne koristi pesticide za razliku od ne-organskog pamuka koji koristi veliku količinu pesticida kako bi zadovoljio traženu potrebu za količinama pamuka. Farme organskog pamuka umjesto toga koriste prirodne tehnike za obranu od insekata koji su prijatnija biljkama, kao što su pokrivanje prirodnim materijalima (Jacobsen *et al.*, 2016).

Upijanje vlage je sekundarno svojstvo vlakna, koje utječe na termofiziološku udobnost odjeće pri nošenju te nam govori koliko vlakno može upiti plinovite vode iz prostora u kojem se nalazi. Pamučno vlakno je higroskopno vlakno što znači da ima sposobnost upijanja vlage. U prostoru 100 %-tne relativne vlažnosti zraka pamučno vlakno apsorbira 25 do 27 % vlage. Pamuk je i hidrofobno vlakno, te zbog tih dviju karakteristika (hidrofobnosti i higroskopnosti) pamučno vlakno nije sklono nabijanju statičkim elektricitetom. Zbog toga je pamučna odjeća vrlo ugodna za nošenje, lako se održava pranjem na povišenoj temperaturi i iskuhavanjem (Kovačević, 2009).

Glavna prednost organskog pamuka je ne korištenje pesticida, takav pristup uzgajanja pamuka je izvrstan za ljudsko zdravlje. To je uglavnom zbog respiratornih problema koji mogu biti uzrokovani kemikalijama koje se koriste za uzgoj pamuka. Pokazalo se da kemikalije i tehnologije takvog uzgoja utječu na druge ljude koji žive u blizini neorganskih farmi pamuka. Nadalje, ljudi koji nose neorganski pamuk također mogu biti izloženi preostaloj količini pesticida koji se mogu apsorbirati kroz kožu. Pokazalo se da neorganski pamuk i kemikalije koje se koriste uzrokuju mnoge zdravstvene probleme, kao što su ADHD (*eng. attention deficit hyperactivity disored*) poremećaj pažnje uzrokovan hiperaktivnošću, oslabljeni imunološki sustav, pa čak i oštećenja prije rođenja . (...) Prednosti organskog pamuka vidljive su kroz njihov utjecaj na okoliš, njihov utjecaj na ljudsko zdravlje i činjenicu da traju duže i ugodnije (Jacobsen *et al.*, 2016).

### 3.1.3. Kokos

Kokos (slika 9.) je prirodni materijal biljnog porijekla koji se iskorištava kao obloga opružne jezgre madraca.



*Slika 9. Materijal od kokosovih vlakana*

*Izvor: web 9*

Kokos koji se koristi kao gruba ispuna madraca je materijal od kratkih vlakna kokosove palme koja su žilava i bez vlastitog mirisa, ako se oplemene (točnije ako se operu), narežu i navošte, dobije se materijal velike elastičnosti i punoće. Tako dobiven materijal je izvrstan za oblaganje opružnih jezgra u konstrukciji madraca (Grbac i Ivelić, 2005).

### 3.1.4. Lateks

Moderno doba je različitim inovacijama pospješilo današnjicu. Izvorno lateks je bijeli mliječni sok koji se izdvaja iz mnogih biljaka, a najpoznatija je kaučuk. Prirodni lateks je vrlo skup i zahtjevan za proizvodnju zbog čega je kemijskom obradom lateks danas moguće dobiti na različite tehnološke načine.

Lateks (slika 10.) je materijal koji ponekad nazivamo i pjenasta guma. Zbog svoje mekoće već se dugi niz godina rabi kao dominantan materijal u izradi kvalitetnog i luksuznog namještaja. Mekoću lateksa možemo usporediti sa poliuretanskom spužvom. Čvrstoća na vlak kod lateksa je 0,098 MPa, dok je kod poliuretanske spužve od 0,069 MPa do 0,108 Mpa ovisno o vrsti spužve, ali također se trajna deformacija kod lateksa mjeri 10 % nakon 50 % utiskivanja na 70 °C kroz 22 sata, dok je poliuretanska spužva zabilježila tek od 3 % do 5,5 % (Ljuljka, 1981).



Slika 10. Jezgra madraca od lateksne spužve  
Izvor: web 10

Postoje različite metode dobivanja lateksne jezgre. Jedna je "talalay" metoda, u čijem se postupku guma miješa u pjenu i izljeva u kalup koji je vakuumiran. Naknadno se zamrzava kako bi se smjesa stabilizirala, te zatim se zagrijava kako bi se osigurala ujednačenost i konzistentna struktura stanica od vrha do dna i od ruba do ruba. Takvim postupkom dobivanja lateksa mogu se točno odrediti (prema pozicijama na površini) razni stupnjevi mekoće (Jacobson *et al.*, 2010).

Lateks ne podnosi dobro izravnu sunčevu svjetlost, međutim kroz istraživanje promjene modula poliuretanske spužve i lateksa u rasponu od  $-30^{\circ}\text{C}$  do  $160^{\circ}\text{C}$ . Lateks je bio kroz dobivene podatke (slika 11.) konstanta u cjelokupnom rasponu, dok je poliuretanska spužva znatno varirala (Saunders *et al.* (1958) citirano u Low *et al.*, 2016). Takvi podatci potvrđuju kako visoka temperaturna osjetljivost modularne poliuretanske spužve rezultira neravnomjernom raspodjelom krutosti materijala po cijelom madracu. Na primjer, područje koje dodiruje tijelo korisnika je veće temperature ( $36^{\circ}\text{C}$ ) i nižeg modula, u usporedbi s područjem koje je u manjem kontaktu s tijelom, pa je stoga hladnije i čvršće (Low *et al.*, 2016).

Lateks je prirodni materijal mekan i elastičan, koji nudi udobnost koja se prilagođava pojedinom obrisu tijela. Madrac koji u svojoj konstrukciji ima lateks pruža potporu oblikovanjem prema obrisu tijela koje pritišće madrac, čija se težina ravnomjerno raspoređuje po površini. Takva svojstva ne pružaju pritisak na tijelo, te olakšava cirkulaciju krvi i pomaže da se tijelo u potpunosti opusti (\*\* 2018).

Lateksne jezgre madraca sadrži otvore u sastavu. Veličina otvora definira mekoću jezgre. Također ti otvori mogu biti različito raspoređene na površini i njihovi promjeri mogu biti prilagođeni na temelju spoznaja o položaju spavanja korisnika (Jacobson *et al.*, 2010).

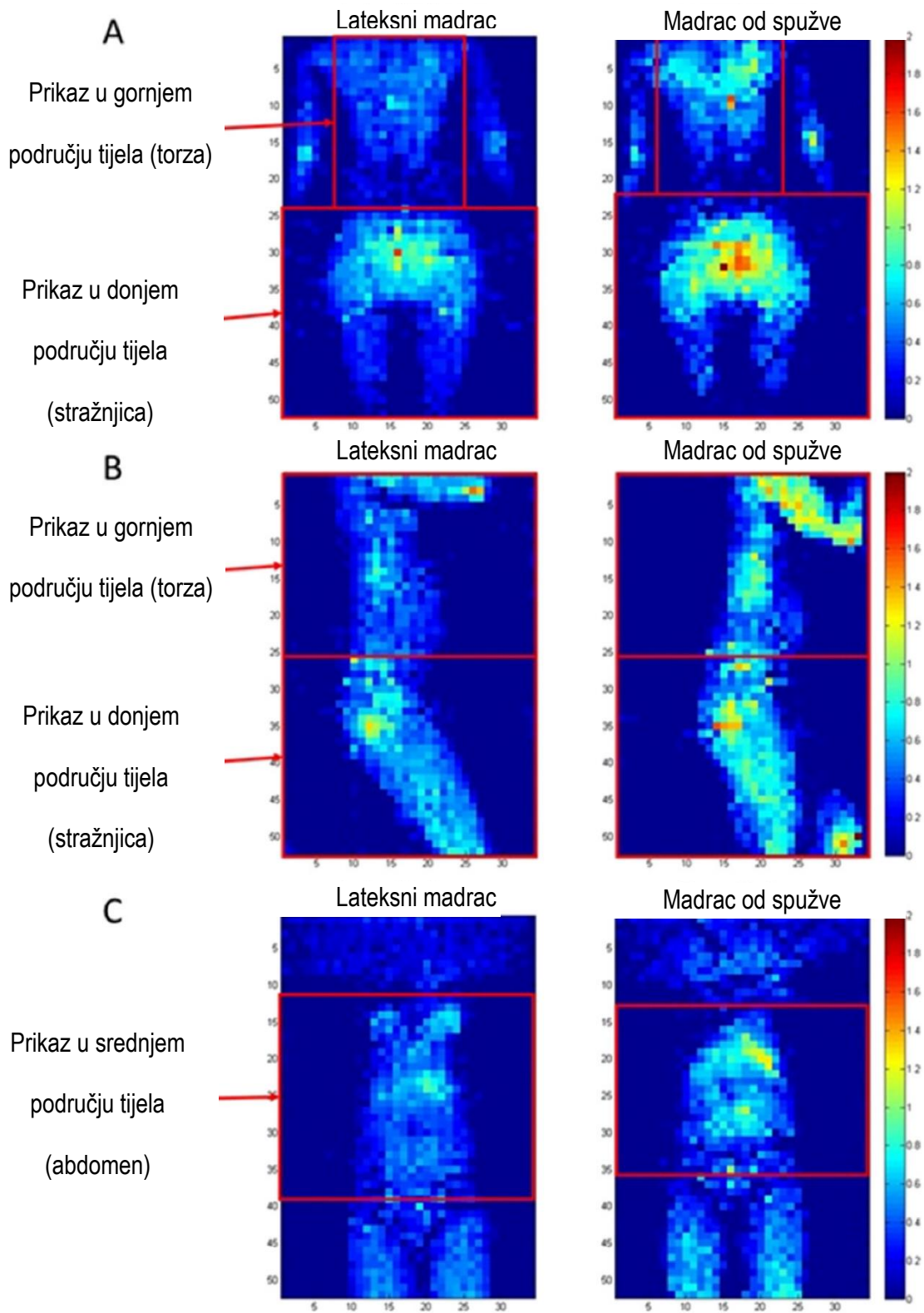
Lateks je dobra zamjena za poliuretansku spužvu što dokazuju različita istraživanja. Jedno istraživanje dokazalo je da bolnice trebaju koristiti krevetne sustave s madracima od lateksa kako bi smanjili ukočenost mišića i zglobova kod pacijenata. Biomehaničkom usporedbom tih madraca preko različitih položaja spavanja omogućava nam uvid u njihove mogućnosti raspodjele tlakova. Sposobnost lateksnog madraca da postigne ravnomjerniju i manju raspodjelu područja stresa po tijelu možemo pripisati mehaničkim svojstvima lateksa (Low *et al.*, 2016).

Istraživanje Jacobsona *et al.* (2010) je pokazalo da krevetni sustavi mogu biti povezani s nelagodnom spavanja te je moguće smanjiti bol i nelagodu i povećati kvaliteta spavanja kod osoba s kroničnom boli u leđima zamjenom s pravilnim madracem prema položaju spavanja. Provedeno je istraživanje na ispitanicima koji pate od bolova u donjem djelu leđa i ukočenosti nakon spavanja na



pojednim madracima ovisno o položaju spavanja. Ispitanici su bili različite dobi, masa i spola. Dokazano je da pravilno postavljen madrac može uvelike smanjiti uobičajenu mišićno-koštanu bol i poboljšati kvalitetu i udobnost spavanja. Današnja istraživanja podupiru pozitivne analize koje dokazuju da je srednje tvrdi madrac sastavljen od lateksne spužve i viskoelastične poliuretanske spužve prikladan za pružanje kvalitetnog i udobnog spavanja.

U istraživanju Lowa *et al.* (2016) o uspoređivanju madraca s lateksnom jezgrom i madraca s poliuretanskom spužvom sudjelovalo je dvadeset sudionika, koji su morali ležati na različitim madracima u tri različita položaja: na leđima, trbuhu i na boku, po 6 minuta u svakom položaju. Mjerenje se provodilo sa senzornom tlačnom prostirkom. Prema ovom istraživanju podatci su ukazali da upotreba madraca od lateksne spužve može smanjiti vršni tjelesni tlak na tijelo (trup) i stražnjicu, te ima manji tlak na tijelo za razliku od madraca s poliuretanskom spužvom.



Slika 11. Temperaturne razlike usporedbe lateks madraca i poliuretanska spužva u madracu  
Izvor: Low et al., 2016

### 3.1.5. Biorazgradivi materijali

U brizi za čistim okolišem, javljaju se novi bio-razgradivi materijali, što bi u potpunosti trebalo zamijeniti ili poboljšati postojeće umjetne i prirodne materijale. Nova vlakna su razvijena korištenjem novih tehnologija, kao što je genetička tehnologija, biotehnologija, nano-tehnologija, mikroelektronika. Nova vlakna koja se kao rezultat novih tehnologija pojavljuju na tržištu su nano-vlakna napravljena od nekoliko materijala, tj. genetski promijenjenih prirodnih vlakna, kao što su regenerirana celulozna vlakna (*Tencel*), kemijska vlakna koja imaju mogućnost prirodnog obnavljanja. Za izradu novih vlakana koriste se također i prirodni izvori kao što su bambusovo drvo za bambusova vlakna i vlakna sojinih proteina (Ozgen, 2012).

Vlakno *tencela* (slika 12.) je prirodno biološki razgradivo vlakno s antibakterijskim djelovanjem. Ono je ekološki prihvatljivo umjetno celulozno vlakno. *Tencel* vlakno koristi se za široku tekstilnu primjenu. Po svojim svojstvima se značajno razlikuju od viskoznih vlakana, a po nekim karakteristikama su pomalo slična. Njihova sposobnost upijanja vlage za razliku od prirodnog vlakna ovčje vune je ipak zadržana na razini viskoznog vlakna, ali ima vrlo dobra antistatička svojstva. (Čunko i Andrassy, 2005).



Slika 12. Tencel vlakno  
Izvor: web 11

### 3.1.6. *Luffa* vlakna

Biljna vlakna su obnovljivi izvor, dostupan u velikim količinama. Nije toksičan i ne zagađuje okoliš i prvenstveno vrlo je važan za današnjicu jer je biorazgradivi materijal. Zahvaljujući tim svojstvima danas se prirodna biljna vlakna upotrebljavaju u mnogim različitim aspektima svakodnevnog života (Chen *et al.*, 2018).

Konstrukcija madraca danas je vrlo raznolika. Koriste se različiti materijali za različite slojeve i njihova svojstva se koriste prema potrebama korisnika. Novi materijali se kontinuirano razvijaju i unapređuju konstrukciju madraca. Dosad su u konstrukciji madraca viđeni prirodni materijali s vrlo kvalitetnom primjenom i svojstvima, međutim na tržištu se pojavio materijal naziva *luffa* koji se pokušava implementirati u konstrukciju madraca kroz razna znanstvena istraživanja (slika 13.).



Slika 13. Plod biljke *luffa*  
Izvor: web 12

Kod madraca jedno od bitnijih svojstava su higroskopnost i propusnost vlage, jer s time znatno utječemo na kvalitetu sna. Lateksni i ostali spužvasti madraci su danas najčešće korišteni madraci na tržištu. Lateks se smatra prirodnim materijalom iako smo svjesni da zbog postupka dobivanja lateksa vrlo malo dostupnog lateksa na tržištu je doista prirodnog podrijetla. Zbog toga materijale poput lateksa i spužve smatramo petrokemijskim proizvodima. Takvi materijali nemaju dobru propusnost zraka i vlage. Stoga znanstvenici pokušavaju pronaći obnovljivi izvor kao alternativu za petrokemijski materijal i razvijaju konstrukciju madraca od biljnih vlakana (Chen *et al.*, 2018).

*Luffa* je rod tropskih i suptropskih loza iz obitelji krastavaca (Cucurbitaceae). U svakodnevnoj netehničkoj upotrebi pojam *luffa* se obično odnosi na plodove dviju vrsta *Luffa aegyptiaca* i *Luffa acutangula*. Plod ove vrste uzgaja se i jestiv je, a vrlo je popularan u Indiji, Kini i Vijetnamu. Kada je plod u potpunosti zreo, vrlo je vlaknast. Potpuno razvijen plod rabi se kao spužva za čišćenje u kupaonicama i kuhinjama (web 13).

*Luffa*, obično nazivana biljna spužva ili "*luffa* krpa", je materijal koji su znanstvenici koristili kao ispunu madraca za izravno proučavanje njegovih svojstava. Zbog nehomogenosti, proizvod nije dobro integriran, pa se treba rabiti ljepilo za spajanje raspršenih biljnih vlakana. Stoga se postupkom vrućeg prešanja *luffa* vlakana i ekološki prihvatljivije etilen-vinil acetatne smole (EVA) kao veziva dobila struktura pogodna za ispunu madraca (Chen *et al.*, 2018).

*Luffa* je lagan porozni materijal izvrsne biokompatibilnosti i bogat resurs. Razna znanstvena istraživanja se usredotočuje na svojstva *luffinih* vlakana kao kompozitnog materijala i ambalažnog materijala, dok jako malo znanstvenika proučava svojstva tih vlakana kao materijal za ispunu madraca ili jastuka. Istraživanja dokazuju da *luffina* vlakna imaju visoku gustoću koja ima potencijal postati materijalom za ispunu madraca, međutim zbog velike tvrdoće nije toliko poželjna u krevetnom sustavu. Trenutno nema istraživanja o pokušajima omekšavanja *luffinih* vlakna, a istraživanje utjecaja kemijske obrade na mehanička svojstva ima određene nedostatke (Zhang *et al.*, 2019).

Istraživanje Chena *et al.* (2018) koje se bavilo novim materijalima, baziralo se na podacima dobivenim korištenjem velike količine *luffinih* vlakana u kombinaciji s ekološki prihvatljivom smolom pogodnom za okoliš u konstrukciji jastuka, a omjer mase materijala korišten u istraživanju bio je 1:1. Rezultati istraživanja pokazali su da površinski sloj, jezgra i donji sloj jastuka od *luffinih* vlakna ima manju čvrstoću od jastuka načinjenog od jute. Higroskopnost *luffinih* vlakna u konstrukciji jastuka je vrlo slična kokos vlaknima koja se također koriste u konstrukciji jastuka, ali su značajno bolji rezultati higroskopnosti od ostalih biljnih vlakana u konstrukciji jastuka.

Istraživanje omekšavanja *luffa* vlakna izazov je za znanstvenike, međutim pretraživanjem literature pronađen je tek jedan dostupan rad. Jedan od rezultata je pokazatelj ne-celuloznog materijala u *luffi* koji je djelomično uklonjen, te je povećan relativni sadržaj celuloze. Također je rezultat povećana vlažnost *luffa* vlakna i apsorpcija vlage koju stvara ljudsko tijelo. Nadalje, povećao se broj pukotina i pora, smanjila se šupljina stanica i kapilara poboljšana je napetost u vlaknima *luffe*. Iz navedenog istraživanja, rezultati pokazuju da kemijski tretmani mogu smanjiti tvrdoću i poboljšati tlačnu otpornost i vlažnost cilindričnog vlakna za punjenje madraca ovim materijalom (Zhang *et al.*, 2019).

### 3.1.7. Umjetna spužva

Umjetna spužva (slika 14.) je jedan od najučestalijih materijala koji se javljaju u krevetnom sustavu i namještaju općenito. Koristi se u ojaštavanju namještaja zbog mekoće proizvoda na dodir i dobivanja na dodatnoj udobnosti. Materijal je vrlo ekonomičan, jednostavan za korištenje, dobiva se prijelazom poliuretanske pjene iz tekućeg stanja u čvrsto stanje. Tekuće stanje nazivamo pjena, dok krutinu nazivamo spužvom. Spužva se može koristiti tek kad je u krutom stanju, no njena svojstva se korigiraju dok je materija u tekućem stanju.



Slika 14. Poliuretanska spužva  
Izvor: web 14

Spužva prema svojoj kemijskoj definiciji je polimerna smjesa pod nazivom poliuretanska spužva i nastaje kemijskom reakcijom. Poliuretan je izvorno otkriven u 19. stoljeću, međutim industrijska proizvodnja je započela tek u kasnim 1930-im godinama. Razvojem poliuretanskog materijala, dobivamo sve veću primjenu, a danas su krute poliuretanske spužve jedne od važnijih i učinkovitijih izolacijskih materijala, koji se koriste u širokom rasponu od građevinske industrije do tekstilne (web 15, 2012). Svojstva spužve definiraju njezinu cijenu, kvalitetu i tvrdoću. Današnjom tehnologijom možemo stvoriti jako puno različitih tipova spužve i većinom se njihovim izgledom, točnije bojom, može šifrirati tvrdoća i ostala svojstva namijenjena određenom modelu spužve, određenog proizvođača.

Glavno svojstvo spužve je dobra potpora korisnika i nosivost. Prilikom ojaštavanja namještaja spužva mora pružati udobnost tijekom uporabe. Trajnost spužve se odnosi na svojstvo da tijekom uporabe ne gubi prvotna svojstva i ostaje izdržljiva. Gustoća spužve definira karakteristike spužve, ali ne predstavlja tvrdoću spužve. Manja gustoća spužve definira manje staničnog materijala za podnošenje težine, dok veća gustoća prikazuje veću nosivost materijala kao i više staničnog materijala koji pruža dugoročna svojstva sjedala (\*\* 1997).



### 3.1.8. Metal (čelična opružna jezgra)

Osim prirodnih i umjetnih materijala koje možemo pronaći u konstrukciji madraca, također možemo u jezgri madraca pronaći i metal, tj. metalne opružne jezgre, najčešće čelične. Čelik (slika 15.) je slitina željeza s ugljikom. Takav materijal odlikuje velikom čvrstoćom, tvrdoćom, žilavošću i ima mogućnost lijevanja i mehaničke obrade, ali i velika elastična svojstva. Zbog tih svojstava čelik je idealan materijal za opružnu jezgru koja je konstruirana u različitim oblicima, ali najčešće kao opružna jezgra (slika 16.) valjkastog, spiralnog oblika.

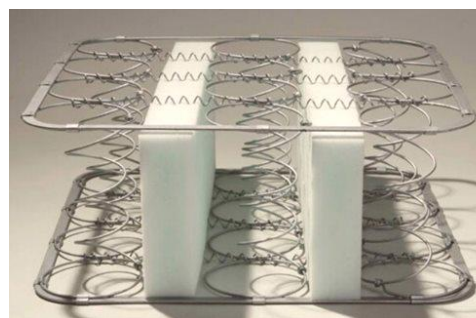
Opruga (slika 16.) je dio konstrukcijskog sastava jezgre madraca (slika 17.), koja zahvaljujući elastičnoj deformaciji pri opterećenju prima energiju, a poslije rasterećenja vraća se u prvobitni položaj i vraća primljenu energiju. Takva svojstva opruge čine jezgru madraca kvalitetnom. Kroz različite oblike opruga dolaze i različite primjene opruga (Ljuljka, 1981).



Slika 15. Čelik  
Izvor: web 16



Slika 16. Čelična opruga  
Izvor: web 17



Slika 17. Opružna jezgra  
Izvor: web 18

Madraci s opružnom jezgrom zbog svoje konstrukcije i opruga daju izvrsnu potporu i na glasu su kao „čvrsti“ i „tvrdi“ madraci. Za razliku od madraca koji imaju lateksnu jezgru vrlo su ekonomičan kvalitetan proizvod (Grbac i Ivelić, 2005).

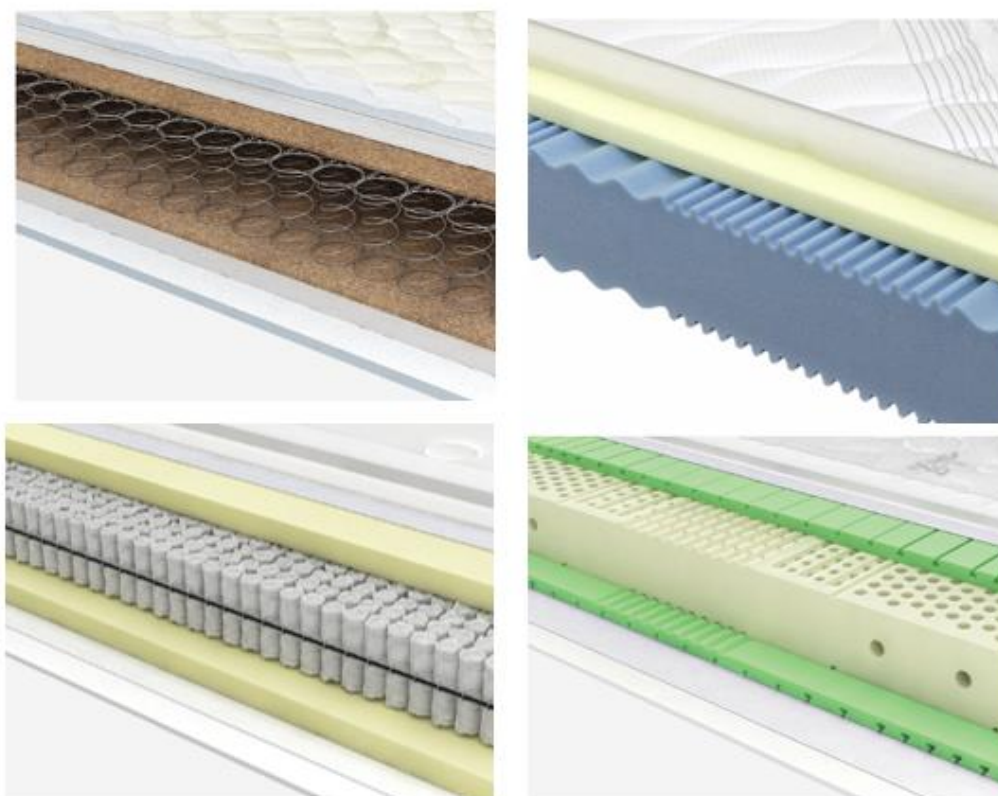
Nekad su se opruge povezivale konopcem i čvrstoća opružne konstrukcije ovisila je o čvrstoći konopa. Međutim danas se veza postiže međusobnim preplitanjem, veznim oprugama i raznim metalnim spojnicama. Vrlo je važno napomenuti da u procesu proizvodnje opruga u njima ostaju unutarnja naprezanja, koja se odstranjuju opuštanjem na temperaturi 200 do 300 °C. Takav postupak osigurava

oprugama tijekom upotrebe da ne dolazi do trajnih deformacija ni loma. Ispitivanja opruga se obavljaju izmjeničnim opterećivanjem do maksimalne deformacije u velikim ciklusima. Jezgra madraca se ispituje valjanjem tereta odgovarajućeg oblika po jezgri (Ljuljka, 1981; \*\*\* 2013).

Usprkos modernom vremenu i novim materijalima, opružna jezgra je i danas jedan od najčešće korištenih konstrukcija u jezgri madraca. Upravo zato što je vrlo ekonomičan proizvod, koji pruža kvalitetan i udoban san korisnika, naravno uz upotrebu ostalih materijala koji pospješuju konstrukciju madraca i čine krevetni sustav udobnim i kvalitetnim.

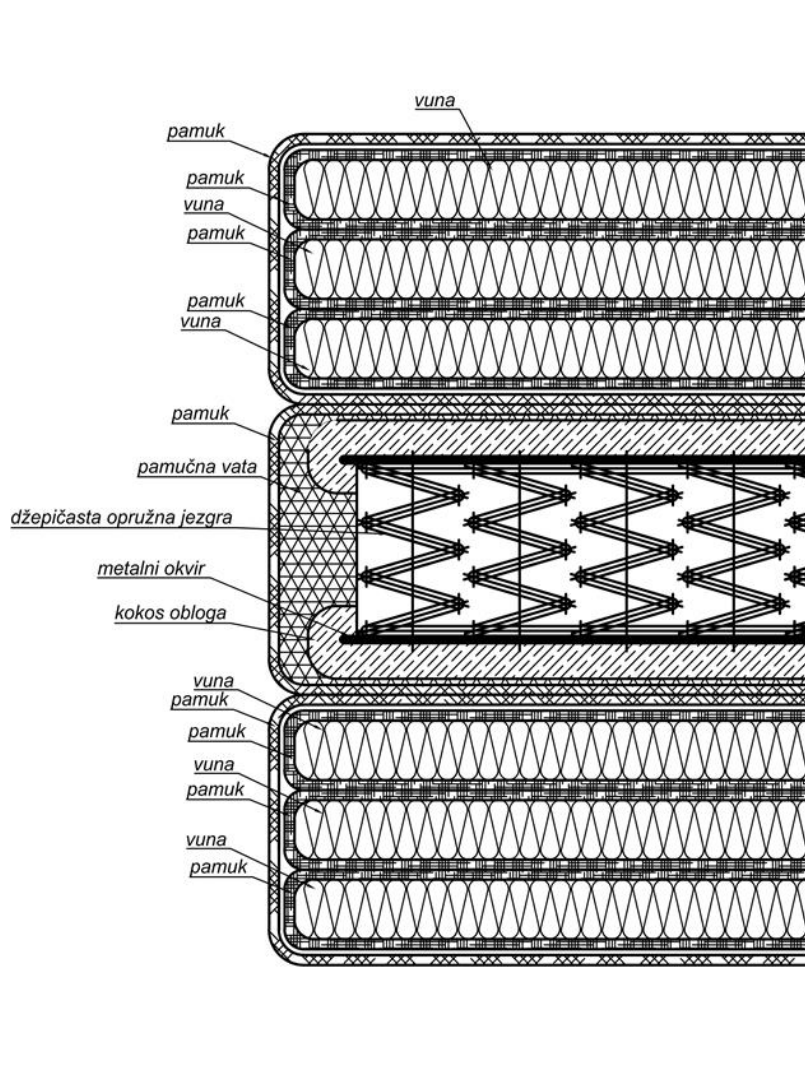
### 3.2. Konstrukcija madraca kakvu danas poznajemo

Madrac je osnovni funkcionalni sklop namještaja za ležanje, koji mora osiguravati dobru termoregulaciju ljudskoga tijela. Njegova upotreba u današnjem svijetu je neophodna. Velika potreba za ležajem proporcionalna je velikoj ponudi različitih konstrukcija madraca (Slika 18.) na tržištu. Udobnost madraca prvenstveno je subjektivni osjećaj pojedinca, pa je iz tog razloga vrlo bitna različitost ponude madraca na tržištu.



Slika 18. Različite konstrukcije madraca  
Izvor: web 19

Madrac u svojoj konstrukciji ima više slojeva (Slika 19.) koji utječu na njegovu udobnost. Konstrukcija madraca većinom ima oko četiri do pet slojeva, a može ih sadržavati i više ili manje (Grbac i Ivelić, 2005). Vrlo je važno znati da količina slojeva ne predstavlja kvalitetu i udobnost madraca, već materijal u konstrukciji madraca i njihov raspored može znatno promijeniti kvalitetu i udobnost madraca.



Slika 19. Prikaz više slojeva u konstrukciji madraca - skica  
Crtež: Marković L., 2019.

U madracu se, u različitim slojevima nalaze različiti materijali, različitog podrijetla. Današnji madraci većinom koriste razne kombinacije prirodnih i umjetnih materijala jer tako ostvaruju kvalitetan proizvod, a ujedno vrlo ekonomičan i dostupan većini kupaca (Grbac i Ivelić, 2005).

### 3.2.1. Usporedba materijala u konstrukciji madraca

Prilikom istraživanja različitih konstrukcija madraca i njihovih prednosti i nedostataka, pronalazi se statistički problem uzorka na kojem se ispitivanje provodi. Način na koji se ispituje ne donosi pravilne podatke, te je nemoguće dobiti kvalitetne parametre prema kojima će se obavljati daljnja istraživanja različitih kombinacija konstrukcije madraca.

Na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu provedeno je istraživanje toplinske vodljivosti i propusnosti vlage u madracu (Grbac i Dalbelo-Bašić, 1996), gdje su ispitani madraci dviju različitih konstrukcija. Koristili su se uređaji za mjerenje temperature i vodljivosti. Ispitivan je gornji sloj madraca koji je zaslužan za udobnost tijekom spavanja, jer se u njemu očitavaju najviši stupnjevi temperature i vlage. Prvi uzorak bio je madrac s dvostrukom opružnom jezgrom, dok je drugi uz dvostruku opružnu jezgru imao prošivenu deku od pamuka i vune. Ispitivanja su ukazala na velike razlike između prvog i drugog uzorka, specifično u područjima madraca koji su izravno u kontaktu s ljudskim tijelom. Rezultati su pokazali da je madrac sa slojem vune i pamuka kvalitetniji proizvod. Kombinacija tih materijala presudna je za provodljivost vlage i izolaciju temperature (Grbac i Dalbelo Bašić, 1994). Takva istraživanja dokazuju da su materijali koji se koriste u prekrivaču i gornjem sloju madraca vrlo važni za termofiziologiju spavanja i prednost će uvijek imati struktura prirodnih materijala nad umjetnim vlaknima (Grbac i Dalbelo-Bašić, 1996).

Kanadsko kiropraktičarsko istraživanje provedeno je na pet različitih konstrukcija madraca: spužva, futon, opruga, voda i zrak. Istraživanja su se bazirala na razini udobnosti tih različitih pet modela madraca. Istraživanje je prikazalo vodeni krevet kao dobar sustav za korisnike s gornjim i donjim bolovima u leđima. Dok je kod kreveta sa zračnim sustavom potrebno primijeniti i tjelovježbu kako bi se učinkovito reducirala bol u leđima. Važno je napomenuti kako nije moguće iz ovog istraživanja utvrditi uspoređivanje zračnog madraca s drugom vrstom madraca ili krevetnog sustava, u kontekstu smanjenja boli u leđima korisnika. Istraživanje je pokazalo da su "tvrdi kreveti" učinkovitiji u smanjenju bolova u leđima u usporedbi s "mekim krevetom" (Hagino i Erfanian, 1997).

Istraživanja Low *et al.*, (2016) su pokazala da je madrac od lateksa imao viši udio pritiska površine tijela u usporedbi s madracem od poliuretanske spužve. Međutim, madrac od poliuretanske spužve ima veći udio srednjeg vršnog tlačnog pritiska na stražnji dio bedara, vršni pritisci na stražnji dio torza i stražnji dio bedara su bile znatno niže za madrac od lateksa u usporedbi s madracem od poliuretanske spužve. Za bočni položaj, pritisak na bočnu stranu torza i bedara znatno su niže vrijednosti za madrac od lateksa u odnosu na madrac od poliuretanske spužve. Za prednji položaj, pritisak na prednji dio tijela znatno je niži kod madraca ispunjen lateksom u usporedbi s madracem od poliuretanske spužve. Ovi podatci nisu pouzdani jer prikazuju znatno nižu srednju vrijednost madraca od lateksa naspram madraca od poliuretanske spužve. Međutim, navedeni podatci mogu pomoći pri odabiru materijala za konstrukciju madraca, kao i za poboljšanje udobnosti pacijenata, te kako bi se smanjio rizik od rana nastalih zbog zaležaja (dekubitusa) (Low *et al.*,2016).

Slično tome, bolesnici s bolovima u leđima i poremećajima spavanja imali su značajne rezultate poboljšanja kada su spavali na posebnom madracu od poliuretanske spužve i lateksa. Hyunja *et al.* (2006) su u svom istraživanju o utjecaju vrste madraca na kvalitetu spavanja i temperaturu kože, otkrili da je učinkovitost spavanja i temperatura kože viša kada ispitanici spavaju na „neudobnom“ madracu. Osim toga, različiti sustavi posteljine uzrokovali su različite respiratorne probleme povezane sa poremećajem sna i nesanicom (Chen, 2014).

### 3.2.2. Konstrukcije madraca dostupnih na tržištu

Ponuda madraca u salonima je velikog raspona kako u svijetu tako i u našem području. Ranijim istraživanjem ponude salona na hrvatskom tržištu donosi se zaključak da saloni najčešće kupcu mogu ponuditi madrac s džepićastom jezgrom u kombinaciji s umjetnim materijalima (Marković, 2017). Vrlo često se mogu vidjeti razne kombinacije poliuretanskih spužvi koje se razlikuju po svojstvima poput tvrdoće i elastičnosti. Između ostalog, vrlo popularne su i jezgre s bonell oprugama, ali u manjem broju modela madraca. Osim s oprugama, vrlo često se mogu pronaći i madraci s jezgrom od lateksne spužve, a nalaze se i inovacija poput jezgri od gelaste mase, koja se smatra kruto-tekućim materijalom koji se samostalno oblikuje prema anatomiji korisnika.

Osim različitih kombinacija materijala jezgre, također se nailazi na različite upotrebe dekorativnih materijala koje možemo naći u salonima madraca. Dekorativni materijal madraca definira prvi dojam korisnika, kao vrlo bitni činitelj estetike i dizajna madraca koji predstavlja prvi dojam klijenta. Dekorativni materijali također služe za površinsku mekoću madraca. Dijele se na grube i fine ispune. Grube ispune naliježu na samu jezgru madraca i štite jezgru (i korisnika od jezgre) prilikom pritiska na madrac, dok fine ispune čine madrac mekim na dodir. Materijali koji se mogu koristiti za grubu ispunu su većinom prirodnog ili životinjskog porijekla, ali sve više se koriste i sintetski materijali. Danas se u madracima koriste kombinacije poput poliesterske (PES) vate ili *tence/* vlakana (liocelna vlakna) za sloj fine ispune.

Jedan od učestalijih materijala u krevetnom sustavu, uglavnom iz ekonomičnih razloga, jest sintetski materijal – spužva. Spužve se mogu podijeliti prema razini tvrdoće što ujedno i određuje cijenu, ali najčešći prirodni materijali finih ispuna su ovčja vuna i pamučna vata. Vuna se u madracima koristi za dobru termoregulaciju, a trgovci takva svojstva nazivaju prilagodbom godišnjem dobu. Ukoliko se vuna i pamuk nalaze u sloju fine ispune madrac se može koristiti prema naputcima proizvođača, s ljetnom i zimskom stranom. Ljetna strana je naziv za sloj madraca koji je ispunjen pamukom koji kvalitetno propušta toplinu, dok je za zimsku stranu zaslužan sloj ispunjen vunom, a ima ulogu zadržavanja topline.

Različite strane madraca, koje su prilagođene temperaturi godišnjeg doba, predstavljaju tehničke prednosti koje su često nepotrebne i jedino koriste proizvođačima namještaja za ležanje u marketinške svrhe kako bi privukle kupca (Grbac i Dalbelo-Bašić, 1996).

Današnje tržište krevetnih sustava pruža široki izbor materijala u konstrukciji kreveta. Od tradicionalnih metalnih opružnih jezgri koje se koriste u madracima već dugi niz godina do novijih materijala poput lateksa i memorijske spužve. Novi materijali osiguravaju veću potporu i udobnost krevetnog sustava. Gustoća, debljina kao i redosljed slaganja materijala u konstrukciji madraca smatra se važnim za dobro podupiranje tijela i visoku udobnost. Danas konstrukcija i dizajn moraju biti prilagođeni pojedincu. Potrebno je krevetni sustav prilagoditi potrebama korisnika, te smanjiti pritisak koji može uzrokovati bolove u zglobovima i mišićima (Jacobson *et al.*, 2010).

Madraci koji su ispunjeni prirodnim materijalima su vrlo kvalitetni i skupocjeni zbog ograničene dostupnosti sirovine kojom su ispunjeni. Iako su vrlo rijetki, madraci koji su ispunjeni prirodnim materijalima danas su vrlo traženi, stoga se njihova proizvodnja i kombinacija materijala mora proučavati i razvijati kako bi ih se u raznim varijantama i mogućnostima prikazalo budućim korisnicima.



### 3.3. Utjecaj madraca na zdravlje korisnika

Ljudsko zdravlje dobrim dijelom ovisi o kvaliteti spavanja zbog čega se madrac smatra jednim od važnijih predmeta u ljudskom životu. Pravilna konstrukcija madraca prilagođena pojedincu uvelike može olakšati rutinu ljudskog života, a bitno smanjiti stres i nervozu uzrokovanu nesanicom. Svaki čovjek nakon kvalitetnog odmora i sna osjeća ispunjenost energijom i s olakšanjem izvršava obaveze koje mu nameće svakodnevni život (Marković, 2017).

Toplinski okoliš je važan čimbenik koji utječe na ljudski san od spavanja do termoregulacije. Znanstvene studije su dokazale da izolacija koju pruža odjeća za spavanje i posteljina održava toplinsku udobnost tijekom spavanja. Vrlo su važni prirodni materijali za ugodan toplinski okoliš, jer oni u svojoj toplinskoj izolaciji sadrže izmjenu topline i vlage između kože i okoline (Shin *et al.*, 2016). Koža je najveći ljudski organ. Funkcija kože je termoregulacija tijela, obrana organizma od mikroba i vrlo bitan imunološki sustav je povezan s kožom. Tekstil, posebno odjeća, međusobno dinamički djeluje s funkcijama kože. Mehanička svojstva poput hrapavosti površine tkanine odgovorni su za nespecifične reakcije kože, alergijske reakcije ili iritacije kože (Hipler i Elsner, 2006).

Prirodni materijali vune i pamuka su vrlo poželjni materijali u ljudskom zdravlju i svojim svojstvima su vrlo poželjan materijal u krevetnom sustavu. Vuna kao materijal je vrlo cijenjena u tekstilnoj industriji. Prednost vune kao materijala ispune u ojaštanom namještaju jest njena prihvatljivost u nižoj kvaliteti u odnosu na uporabu u ostalim sektorima tekstilne industrije, gdje se zahtjeva visoka kvalitete materijala vune. Iako, ekonomski gledano, novi materijali na tržištu su dostupni velikom broju ljudske populacije, prirodni materijali poput vune u madracu s ostatkom konstrukcije madraca kvalitetnije ispunjavaju fiziološke zahtjeve i ostvaruju bolju termofiziologiju spavanja. Istraživanja različitih autora su dokazala da materijali koji se koriste u prekrivaču i gornjem sloju madraca znatno utječu na zdravlje ljudskog tijela. Prednost za ispunu gornjeg sloja madraca ili prekrivača će uvijek imati struktura prirodnih vlakana nad umjetnim vlaknima. Također je poznato da vuna grije kada je u hladno, a hladi kada je vruće (Marković,

2017), što se podudara sa svojstvima pamuka jer je pamučno vlakno materijal s efektom izjednačavanja temperature, topao je zimi, a ljeti hladi.

Pamuk je prirodno vlakno u čiji se uzgoj mnogo ulaže jer se smatra najvažnijim i najzastupljenijim prirodnim vlaknom. Današnja ekološka svijest zahtjeva pronalaženje rješenja glede ekološki prihvatljivog i neškodljivog bio uzgoja (Glibušić, 2018). Unatoč razvitku brojnih novih vrsta vlakana s izvrsnim svojstvima, većina ljudi diljem svijeta i dalje u najvećem postotku svakodnevno oblače pamučnu odjeću i koriste ugodne pamučne tekstile. Pamučna vlakna imaju dobra svojstva koja ih čine korisnim u različitim granama industrije (Kovačević, 2009). Pamučno vlakno je fino, meko i podatno, ali idealni pokrivni materijal za madrace od kojih se traži puno.

Istraživanja su dokazala da je utjecaj korištenja vune poboljšao kvalitetu života bolesnika koji boluju od fibromialgije. Fibromialgija je često izvan zglobno stanje nepoznate etiologije, karakterizirano dubokim bolovima, osjetljivošću i ukočenosti mišića, tetiva i susjednih mekih tkiva. Poboljšanjem sna se mogu reducirati simptomi bolesti i smanjiti bol ([web 20](#)). Postignuta su značajna poboljšanja u ocjeni boli pacijenta, kao i kvaliteti sna, ali i rezultat korištenja vunene odjeće, posteljine, prekrivača i jastuka kod bolesnika od fibromialgije su pokazala pozitivan utjecaj. Razlog poboljšanja je vuneno vlakno koje ima izvrsnu sposobnost zadržavanja topline, a to svojstvo ima posebice veliki utjecaj na pacijente s fibromialgijom (Kiyak *et al.*, 2009).

Nedavni dokazi potvrđuju da toplina tkanine utječe na osjećaj vlažnosti. Površinska vlažnost i tkanina u dodiru s kožom utječe na osjećaj udobnosti. Toplinski otpor vunениh tkanina također se pripisuje poboljšanju u specifičnom zdravlju korisnika. Korištenje odjeće od vune (i posteljine) u razdoblju od šest tjedana dokazano smanjuje simptome i upotrebu lijekova kod pacijenata koji boluju od fibromialgije. Detalji o sastavu i debljini te praksi pranja nisu zabilježeni niti za rublje, ni za posteljinu (Laing i Swan, 2015).

Zdravlje tijela, fizički kontakt između tekstila/odjeće i ljudske kože (taktilna prihvatljivost - trn, trenje, alergije), toplinska i vlažna svojstva, miris ljudskog tijela i spavanje (krevet odjeća/odjeća za spavanje,

posteljina) su glavni parametri istraživanja kako tkanina utječe na ljudsko zdravlje i san. Istraživanje (Laing i Swan, 2015) se provodilo prema učinkovitosti vune kao medicinske pomoći, o ponašanju vune pri gorenju ili zapaljivosti u izgrađenom okolišu. Temperatura kože i relativna vlažnost mogu utjecati na osjećaj ugone, jer kad se tijelo zbog velike temperature oznoji, vunena odjeća može postati manje ugodna. Tvrdnja "ugodnost" se smanjuje kako se temperatura i relativna vlažnost povećava (Laing i Swan, 2015).

Potencijalna terapijska uloga "kreveta" u liječenju boli u leđima općenito je priznata kod većine zdravstvenih djelatnika, točnije krevet je još uvijek središnja komponenta konzervativnog liječenja boli u leđima. Poznato je i to da spavanje, bilo zbog boli ili nelagode ležanja u krevetu ili drugih razloga rezultira nedostatkom produktivnosti i drugih poremećaja. Stoga je važno da se prilikom liječenja bolova u leđima uzima u obzir dizajn kreveta koji koristi pacijent (Hagino i Erfanian, 1997).

Noviji materijali na tržištu poput lateksa i viscoelastične poliuretanske spužve su elastični i izdržljivi materijali. Istraživanja su dokazala da madraci s novim materijalima mogu značajno poboljšati kvalitetu sna, ali vrlo je važno obratiti pozornost na subjektivnost pojmova tvrdo i mekano. Takvi pojmovi nisu globalno definirani ni na tržištu niti za potrebe istraživanja. Iako podatci potvrđuju da su srednje tvrde površine za spavanje izrađene od novih materijala prilagodljive pojedincu i mogu poboljšati kvalitetu sna (Jacobson *et al.*, 2010).

### 3.3.1. Problematika ljudskog sna

Madrac je jedan od bitnih faktora za miran i zdravi san. Problematika nekvalitetnog ljudskog sna je postala svakodnevica i medicinski problem. Današnja najčešća terapija za rješavanje nesanice je upotrebom farmaceutskih proizvoda. Pojava silnih nuspojava zbog uporabe lijekova ubrzala je pronalazak idealne zamjene za terapijsko liječenje nesanice, a to je korištenje madraca s prirodnim materijalima.

Površinska tkanina je jedan od važnijih činitelja koji utječu na ljudski san, jer je u izravnom doticaju s tijelom. Prilikom znanstvenih ispitivanja u obzir se uzimala optimalna sobna temperatura koja je predviđena između 17 °C i 22 °C, te pitanje kako tkanina utječe na čovjeka i njegov san. Danas se za odjeću koriste razni materijali, ali najčešći materijali koji se koriste prilikom spavanja su prirodni pamuk, i vuna te umjetni poliester. Znanstvena ispitivanja provedena pri sobnoj temperaturi (Shin, *et al.*, 2016) provodila su se uspoređujući pamuk, vunu i poliester, te kako njihova svojstva utječu na ljudski san. Ispitivanja su pokazala da je pri višim sobnim temperaturama (22 °C) korištenjem vunениh materijala potaknulo brži početak spavanja s trendom povećanja ukupnog vremena spavanja usporedbom s pamukom. Dok je pri nižim sobnim temperaturama (17 °C) zabilježen znatno kraći početak spavanja za vunene materijale uspoređujući ih s pamučnim materijalima. Idealni uvjeti za ljudski san su zabilježeni pri nižoj temperaturi s upotrebom vunениh materijala, a vunena podloga je znatno smanjila i kretnje tijela. Osim toga korisnici vunene podloge su izvijestili o subjektivno većoj kvaliteti sna i boljem osjećaju ujutro, te su otkrili da je brzina otkucaja srca i temperatura i vlažnost mikroklike bila niža kod vunenog materijala tijekom spavanja. Poliesterska odjeća je imala najlošije rezultate za ljudski san, dok poliesterska posteljina nije imala nikakav utjecaj na ljudski san.

Vuna je izolator koji može utjecati na zagrijavanje kože i time potaknuti početak spavanja i kvalitetu sna na nižoj temperaturi. Takvi ishodi utječu na bolju optimizaciju odjeće za spavanje i same okoline pri sezonskim promjenama. Klinički testovi učinkovitosti materijala vune i pamuka u osiguravanju toplinske izolacije i udobnosti su potrebni osobama starije dobi i koji imaju nisku brzinu metabolizma i mišićnu masu, te ljudima s povećanim osjećajem hladnoće (Shin *et al.*, 2016).

Visoka kvaliteta spavanja potiče učinkovit rad sljedećeg dana. Na kvalitetu spavanja utječu čimbenici okoline, kao što su temperatura, svjetlo, zvuk i miris. Spavanje uzima jednu trećinu našeg života i igra važnu ulogu u mnogim fiziološkim funkcijama, kao što su učenje i pamćenje, metabolizam, imunitet, kardiovaskularna regulacija. Prethodne studije otkrile su da pacijenti koji imaju opstruktivnu apneju u snu doživljavaju bolji san, s većom ukupnom količinom spavanja, učinkovitost spavanja je bolja pri sobnoj temperaturi od 16 °C u usporedbi s 24 °C (Chen, 2014). Opstruktivna apneja obuhvaća epizode djelomičnog i/ili potpunog zatvaranja gornjih dišnih putova tijekom spavanja, što dovodi do prestanka disanja na više od 10 sekundi. Simptomi su nemiran san, hrkanje, često buđenje, jutarnja glavobolja i pretjerana pospanost danju (web 20). Osim toga, neprikladna vanjska okolina može dovesti do poremećaja spavanja, kao što je nesanica, a loša kvaliteta sna dovodi do pogoršanih emocija i dekoncentracije tijekom sljedećeg dana (Chen, 2014).

Toplinska okolina je važan činitelj koji utječe na ljudski san, od spavanja do termoregulacije tijela. Znanstvene studije su dokazale da izolacija koju pružaju odjeća za spavanje i posteljina, održavaju toplinsku udobnost tijekom spavanja. Vrlo su važni prirodni materijali jer oni u svojoj toplinskoj izolaciji sadrže izmjenu topline i vlage između kože i okoline (Shin *et al.*, 2016).

Novija istraživanja su uglavnom fokusirana na različite položaje spavanja ili pokrete tijela i njegove učinke na određene poremećaje spavanja, poput sindroma nemirnih nogu, sindroma iznenadne smrti dojenčadi (SIDS) i opstruktivne apneje u spavanju kod starijih osoba i pretilih. Međutim, nedostatak u ovom području istraživanja je da većina istraživanja nije istraživala utjecaj pokreta tijela koji uzrokuju promjenu temperature tijela tijekom spavanja (Shen *et al.*, 2015).

### 3.3.2. Alergijske reakcije potaknute prirodnim materijalima

Posljednjih pola stoljeća, osobito unatrag 20-ak godina, u cijelom svijetu prati se porast alergijskih bolesti. Razloge takvog epidemiološkog trenda medicinska znanost ne može objasniti, iako se spominju neki čimbenici koji mogu imati utjecaja. Jednim dijelom su za nastalo stanje odgovorne promjene u okolišu. Civilizacijski pomaci i zapadnjački način života donijeli su promjene higijenskih navika, koje su rezultirale smanjenom izloženošću bakterijskim supstancijama, kao što su endotoksini i općenito imunostimulacijske bakterijske deoksiribonukleinske (DNA) sekvence. Djeca u gradovima nemaju kontakt s domaćim životinjama i obitelji su manje, što se u istraživanjima pokazalo rizičnim čimbenikom za razvoj alergija (Popović-Grle, 2007).

Možda je to dio odgovora zašto u najranijoj dobi djeteta dolazi do usporenog razvoja ravnoteže između limfocita. Modernim načinom života smanjena je i izloženost parazitima, što može imati ulogu u porastu alergija. Osim toga, zagađenost okoliša, sa zrakom zasićenim tvarima izgaranja fosilnih goriva, pridonosi da alergeni postaju agresivniji i lakše prodiru kroz sluznicu dišnog sustava u organizam. Ne samo da se mijenja vanjski okoliš, nego se značajno mijenja i unutarnji okoliš, u kojima ljude provode sve više vremena. Povećava se izloženost grinjama, žoharima, plijesni, dimu cigareta, vlazi, a smanjeno ili ukinuto prirodno prozračivanje prostorija, umjesto kojega se koristi umjetna ventilacija, što dodatno pogoršava kvalitetu zraka koji se udiše (Popović-Grle, 2007).

U modernoj civilizaciji promjene načina života smanjuju utjecaj infektivnih uzročnika na imunološki sustav, što je uz produljeni boravak u zatvorenim prostorima, dovelo do realnog porasta alergija. Prema von Pirquetu (1906), alergija je promijenjeno stanje imunološke reakcije. Najčešće alergijske bolesti su alergijski rinitis, potom atopijski dermatitis, astma i alergijske reakcije probavnog sustava (Popović-Grle, 2007).

Atopijski dermatitis je kronična upalna kožna bolest koja se obično javlja ili počinje tijekom prvih godina života. Njega kože je važna u tretiranju atopijskog dermatitisa, kroz upotrebu tekstila može doći do pravilnog tretiranja upaljene kože, ali također su mogući uzroci razvoja poremećaja ili pogoršanje

trenutnog stanja. Zbog higijenskih razloga koriste se tkanine od prirodnih vlakana. Vunena vlakna se često koriste za odjeću, ali postoji mogućnost iritacije u izravnom dodiru s kožom. Vunena vlakna imaju iritabilna vlakna za kožu atopičnih pacijenata i zbog toga nije poželjno korištenje vunениh predmeta u izravnom doticaju s kožom pacijenta, ali se smatra kao manji kriterij u dijagnozi pacijenata atopičnog dermatitisa (Hipler i Elsner, 2006).

Iako se obično smatra da vuneni materijal uzrokuje iritaciju i preosjetljivost kožnih reakcija, dokazi za to danas ukazuju na potpuno drugačije rezultate. Vunena odjeća prilikom ispitivanja nije imala negativnih rezultata. Istraživanja od prije 100 godina, prikazuje kroz korištenje baze podataka MEDLINE i tražilice Google, vuneni materijal kao uzrok iritabilnih kožnih reakcija i imunološki uzročnik pogoršanog stanja alergijskog i kontaktnog dermatitisa, kao i svrbeža. Dok današnja istraživanja prikazuju lanolin i aditive za preradu tekstila (formaldehid, krom) uzročnicima kožnih infekcija u kontekstu modernih tehnika prerade vune. Vuna kao materijal može nadražiti kožu, ali pod uvjetom da su njena vlakna velikog promjera ( $\geq 30\text{-}32\ \mu\text{m}$ ), dok najfinije vune poput Merino ne aktiviraju dovoljno c-vlakna koje uzrokuju svrab. Takva vlakna se dobro podnose i odgovaraju kontaktu s kožom (Zallmann *et al.*, 2017).

Pamuk je prirodni materijal koji je najčešće korišten za pacijente s atopijskim dermatitisom. Ima široku primjenu kao materijal zbog svog prirodnog bogatstva i svojstva kao što su dobra izdržljivost, dobro provođenje topline, lako bojenje i izvrsna apsorpcija vlage. Osim toga, njegova jednostavna biorazgradivost je idealna za potrebe današnjeg ekološkog zbrinjavanja. Međutim, prirodni materijal pamuk ima nedostatke poput zapaljivosti, slabo zadržavanje nabora i sklon je napadu bakterija i gljivica. Pamuk se koristi za bolesnike s atopijskim dermatitisom unatoč njegovoj relativnoj hrapavost - sastoji se od mnogo kratkih vlakana (10 - 30 mm), a apsorpcija i prijenos vlage uzrokuju širenje i skupljanje pojedinih vlakna koji tako proizvode pokret koji ponekad može iritirati i grebati kožu. Iritacija također može biti povezana s prisutnošću deterdženata (Hipler i Elsner, 2006).

Uzroci alergijske reakcije mogu biti alergeni iz zraka (inhalacijski alergeni), kao što su cjelogodišnji alergeni (grinja, alergen mačke), ili sezonski alergeni (pelud stabala, trava ili korova). Drugi dio uzorka porasta promjena leži u novim, promijenjenim navikama prehrane novorođenčeta, sa sve manjim brojem

dojene djece i prekratkim dojenjem, koje bi kao isključivi način hranjenja trebalo trajati 4 do 6 mjeseci. Stres je složeni imunobiološki proces u kojem se oslobađaju brojne supstancije u mozgu, a koje mogu imati utjecaj na promjenu imunološke reakcije organizma. Naprimjer, izloženost alergenu mačke u dojenačkoj dobi ubrzat će sklonost alergijskoj preosjetljivosti, a izloženost tom istom alergenu nakon druge godine života, djelovat će zaštitno.

Najčešći inhalacijski alergeni su grinje u kućnoj prašini, dlake životinja, osobito mačke i psa, plijesni, te razne peludi biljaka, poput peludi stabala, trava ili korova (Popović-Grle, 2007). Pojava alergija realno raste. Razlozi se točno ne znaju, ali su vjerojatno odgovorni kombinacija smanjene izloženosti infekcijama i povećana izloženost alergenima zatvorenog prostora, uz pojavu novih alergena vezanih uz stres, te povećana zagađenost atmosfere. Najčešće alergijske bolesti su na organima koji su u kontaktu s vanjskim okolišem: nos – alergijski rinitis, koža – atopijski dermatitis, donji dišni putovi – astma, i sluznica probavnog sustava – alergijske reakcije na hranu. Preventivnim mjerama, ranim otkrivanjem bolesti i odgovarajućim liječenjem život s alergijama može se učiniti kvalitetnijim (Popović-Grle, 2007).



### 3.4. Antropometrija spavača i funkcija madraca

Ergonomija je znanstvena disciplina čiji je zadatak da na temelju rezultata empirijskih istraživanja antropometrijskih, fizioloških, senzornih i psiholoških karakteristika čovjekova organizma i ponašanja pruži čovjeku definirane parametre i preporuke o prilagođavanju predmeta, okoline, sustava i procesa koji s njima dolazi u doticaj (Keller, 1987).

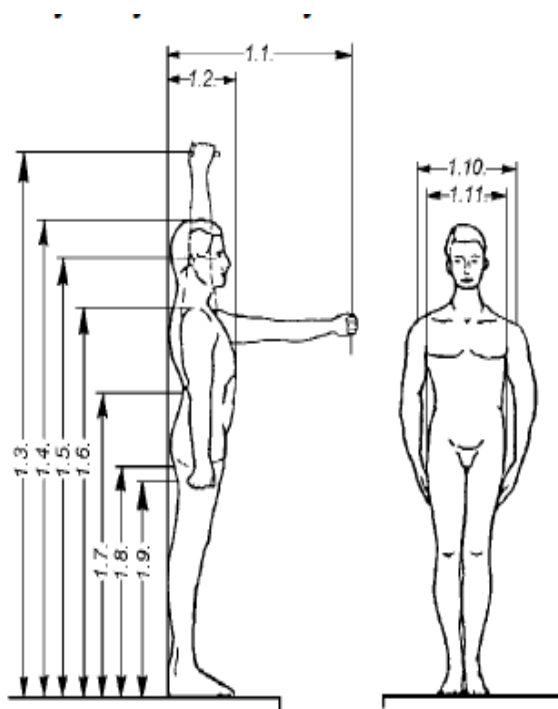
Cilj ergonomije je ostvarenje odgovarajuće, što prikladnije interakcije čovjeka, predmeta i okruženja. Mora biti čvrsto povezana s konstrukcijom i tehničkim projektiranjem proizvoda, ali ujedno mora uključiti dizajniranje. Smatramo ju jednom od najvažnijih čimbenika procesa dizajniranja. Ergonomija rijetko kada funkcionira kao zasebna cjelina, zbog čega se mora služiti rezultatima mnogih drugih disciplina, poput medicine, biologije, fizike, kemije i drugih, koje daju određene podatke o čovjeku, a koji utječu na njegov rad i ponašanje.

Znanost koja se bavi posebnim mjerama ljudskog tijela zbog određivanja razlika između pojedinaca ili grupa naziva se antropometrija. Ova znanost se koristi za klasifikaciju, fiziologiju i ergonomiju. Poznato je da su se antropološka mjerenja prvenstveno provodila kroz vojne obuke i da je to bio način klasifikacije pojedinih naroda, međutim, u današnje vrijeme ti podatci ponajviše su potrebni različitim strukama poput antropologa, liječnika, ergonomista i projektanata (Panero i Zelnik, 1990). Antropometrija je znanstvena metoda koja je danas neophodna u ergonomskom znanstvenom istraživanju. Zadaća antropometrije je, što točnijim mjerama kvantitativno okarakterizirati morfološke osobine ljudskog tijela, ponajviše linearnim dimenzijama. Nadalje, antropometrijska mjerenja se odnose na mjerenje tjelesne težine i volumena tijela (Maver *et al.*, 1976).

Izučavanje biološke antropologije kao znanosti definiramo biološka svojstva čovjeka i varijabilnost ljudskih skupina. Kao multidisciplinarna znanost, biološka antropologija je u neposrednom odnosu s drugim znanostima poput humanom genetikom, fiziologijom i anatomijom, ekologijom, demografijom i matematikom. Stoga, izravnu primjenu rezultata istraživanja biološke antropologije nalazimo i u ergonomiji, koju smatramo sintezom tehničkih znanosti, fiziologije čovjeka, psihologije, medicine rada,

higijene i ekologije, organizacije rada, biološke antropologije, biomehanike i kibernetike. Također je važno napomenuti da u ergonomiji je potrebno izravno uvesti primjenu antropometrije kao metode istraživanja. Antropometrijom izučavamo varijabilnosti i raspodjelu kontinuiranih bioantropoloških varijabli ljudskih populacija (Maver *et al.*, 1976).

Antropometrijske mjere (Slika 20.) koje utječu na dimenzioniranje namještaja za ležanje:



Slika 20. Mjere čovjeka

- 1.1. dohvat naprijed
- 1.2. dubina tijela
- 1.3. dohvat naviše s obje ruke
- 1.4. visina tijela
- 1.5. visina očiju
- 1.6. visina ramena
- 1.7. visina lakta od površine na kojoj se stoji
- 1.8. visina koraka
- 1.9. visina opuštene ruke
- 1.10. širina ramena
- 1.11. širina između pazuha

Za razliku od antropometrijskih mjera čovjeka koje utječu na dimenzioniranje namještaja za ležanje, također kroz znanstvena istraživanja postavile su se preporuke za određivanje mjera ležaja. Preporučena širina ležaja je jednaka širini čovjekovih ramena uz dodanih 200 mm, dok je dužina ležaja preporučena prema visini čovjeka uz dodatnih 150 mm i visina površine ležanja je preporučena prema dužini čovjekove potkoljenice. Vrlo je važna visina površine madraca koja je bitan činitelj koji mora omogućiti lagano lijeganje i ustajanje, te lagano pospremanje kreveta. Prema tim parametrima preporučena najmanja visina madraca je 430 mm za normalne krevete, dok je za bolesničke krevete preporučeno 680 mm, jer ta visina madraca bitno olakšava njegu bolesnika.

Tijekom spavanja ljudsko tijelo ima tendenciju mijenjanja položaja, a vrlo rijetko nam se dogodilo da smo usnuli u istom položaju u kojem smo se i probudili. Prilikom spavanja nema tipičnog položaja. Svaki spavač ima široki spektar najrazličitijih položaja. Istraživanja dokazuju da čovjek tijekom spavanja promijeni položaj od 20 do 40 puta. Svaki položaj može biti udoban, da bi u kratkom vremenu postao neudoban. Ovisno o ležaju vremenske razlike između različitih položaja mogu biti duže i kraće - ti intervali mogu biti jedan od pokazatelja udobnosti madraca (Grbac, 1988).

Spavanje možemo definirati kao periodično stanje počinaka u kojem je u znatnom opsegu smanjen rad skeletnih mišića i većina reakcija na zbivanje u okolini, dok se autonomne i nesvjesne radnje tijela i dalje normalno odvijaju. Ukoliko spavanje promatramo kao biološki proces, ono je vrijeme tijekom kojega se oporavlja središnji živčani sustav od svakodnevnog napora i rada. Kako tijekom tog procesa kralježnica ne bi stradala, moramo pravilno kroz analizu ljudskog tijela odrediti tip madraca i krevetnog sustava. Oblik kralježnice u ležećem položaju mora odgovarati njenom obliku kada čovjek stoji uspravno, stoga ležaj mora biti niti premekan niti pretvrd. Reakcija (protupritisak) ležaja treba biti proporcionalna raspodjeli mase čovjeka kojom on opterećuje dijelove površine, a za vrijeme promjene položaja, pritisak ležeće površine ne smije se naglo mijenjati na pojedine dijelove tijela.

Jedan od važnijih dijelova ljudskog tijela je kralježnica. Kralježnica je oslonac skeleta, sastavljena je od kralježaka koji su međusobno spojeni zglobovima ili su srasli, i u njoj je smještena leđna moždina. Kod muškaraca, kralježnica je 10 % duža nego kod žena. Svojim oblikom podsjeća na izduženo slovo S (Grbac, 1988).

Danas sve više ljudi pati od bolova u leđima, jer je današnji život fokusiran na uredske poslove koji zahtijevaju višesatna sjedenja, korištenje mobilnih telefona prilikom hodanja također nanosi kralježnici probleme. Međutim svakom čovjeku je i dalje potrebno osam sati kvalitetnog sna, u tom periodu upotrebom krevetnog sustava prilagođen ljudskoj konstituciji i potrebama, čovjek može kvalitetno odmoriti svoj koštano-mišićni sustav te odmorno započeti nove obaveze.

Za zdravo ležanje najvažnije je da ležaj pruža pravilnu potporu kralješnici, ekstremitetima i ostalim dijelovima tijela. Svi ti elementi su sastavljeni od kostiju, zbog čega je potrebno napomenuti da kosti nisu mrtve mineralne tvari, nego su živa tkiva koja daju svoj udio iz metabolizma cijelog organizma. Razvojem tehnologije svakodnevno utječemo na prirodni čovjekov okoliš, a time i na razvoj ljudskog života. Upravo tako je potrebno dalje razvijati pojam udobnosti ležaja, jer ljudsko tijelo mora biti ravnomjerno poduprto na ležaju, kada će fiziološka krivulja kralježnice biti u najpovoljnijem položaju te će se dobiti osjećaj udobnosti (Grbac, 1988).

## 4. Materijali i metode istraživanja

Kroz istraživački dio za potrebe pisanja završnih teza tijekom studija, stvorila se ideja za razvoj konstrukcije madraca od prirodnih materijala. Ideja se razvijala tijekom petogodišnjeg studija, njena realizacija je započela sa završnim radom, a u potpunosti se definirala na završnoj godini diplomskog studija. Diplomski rad podrazumijeva dokumentaciju konstrukcije osmišljenog madraca, ali je također potrebno prikazati odabira prirodnih materijala u konstrukciji madraca.

Razvoj konstrukcije madraca je usmjeren na konstrukcijsko rješenje s uporabom ovčje vune i ostalih prirodnih materijala poput pamuka i lateksa, iako svjesni da je tog "prirodnog" udjela u nekom lateks proizvodu sve manje i manje. Ipak, upotrebom tih materijala madrac možemo smatrati u cijelosti prirodnim proizvodom.

Rezultat diplomskog rada bit će definirana konstrukcija madraca u svim slojevima materijala s točno određenim dimenzijama, debljinama i vrstama, temeljem čega će biti izrađena dokumentacija.

#### 4.1. Problematika razvoja konstrukcije madraca s prirodnim materijalima

U ovom poglavlju je objašnjena problematika razvoja konstrukcije madraca s prirodnim materijalima. Potrebno je osmisliti dizajn i funkcionalnost madraca, koji je sastavljen od slojeva prirodnih materijala.

Ideja se temeljila na potrebama korisnika/spavača 21. stoljeća, što uključuje i naglašene trendove u primjeni bio-razgradivih proizvoda. Svijest ljudi za očuvanjem planeta Zemlje se svakog dana unaprjeđuje i poboljšava. Takva misao vodilja je dovela do diplomskog rada u kojem se razvila konstrukcija madraca s prirodnim materijalima, jer je ojastučeni namještaj pretežno sastavljen od umjetnih materijala koji nemaju ekološki način zbrinjavanja ili je on vrlo diskutabilan.

Konstrukcija je također razvijena zbog zdravstvenih problema ljudskog organizma. Ljudski organizam pretežno prihvaća prirodne materijala, dok umjetni materijali često izazivaju na ljudsko tijelo negativne reakcije. Problematiku doticaja ljudske kože i umjetnih materijala prikazani su u dijelu diplomskog rada o dosadašnjim istraživanjima, kao i pozitivan utjecaj prirodnih materijala na ljudsko tijelo.

Potrebno je osmisliti konstrukciju madraca koja će svojom funkcijom i materijalima ispuniti potrebu korisnika za ekološki prihvatljivim proizvodom. Ujedno je važno da upotreba konstrukcije bude jedinstvena i jednostavna, kako bi svaki korisnik neovisno o dobi, spolu i fizičkoj spremi mogao koristiti novo osmišljeni proizvod.

Za potrebe prediplomskog i diplomskog rada, te kroz predmete diplomskog studija razvijala se ideja o konstrukciji madraca s prirodnim materijalima. Diplomski rad zahtijevao je dizajniranje madraca koji će biti namijenjen širokoj populaciji korisnika. Vrlo je važno kvalitetno postaviti zahtjeve i istražiti svojstva prirodnih materijala i njihov utjecaj na ljudski organizam. Uz istraživanje svojstava prirodnih materijala, također je potrebno istražiti prednosti i nedostatke usporedbom umjetnih i prirodnih materijala i na temelju tih zaključaka razviti konstrukciju madraca s prirodnim materijalima.

Najbitniji faktor zdravlja započinje od čovjekova raspoloženja, a na njega najviše utječe kvaliteta sna. Proučavanjem znanstvene i stručne literature razvio se koncept proizvoda. Proučavanje se fokusiralo na materijale i istraživanje njihovih svojstava, te njihove primjene. Uzeti su u obzir prirodni materijali poput vune, pamuka, kokosa, lateksa, biorazgradivih materijala i *luffa* vlakna, ali također je bilo potrebno proučiti i ostale materijale poput poliuretanskih i drugih vrsta spužvi te metala, jer se ti materijali vrlo često pronalaze u konstrukciji madraca.

Osim materijala, istražene su razne inovacije madraca i načini konstruiranja madraca kao i finalna ispitivanja raznih oblika i konstrukcija. Zdravlje čovjeka osim kvalitete sna vrlo često pati od alergijskih reakcija, koje mogu prouzročiti razni materijali u doticaju s kožom, iz tog razloga je proučen veliki broj medicinskih članaka na temelju kojih su doneseni zaključci kod razvoja konstrukcije madraca.

## 4.2. Utvrđivanje kriterija i zahtjeva za razvoj nove konstrukcije madraca

Razvoj novog proizvoda podrazumijeva fazu utvrđivanja kriterija i određivanja zahtjeva za proizvod. Madrac je glavni dio krevetnog sustava i njegove konstrukcije. Potrebno je postaviti zahtjeve i kriterije koje će pratiti razvoj proizvoda i kako bi udovoljio svim funkcionalnim zahtjevima zdravog i udobnog ležanja i spavanja. Udobnost i zdravi san su najvažniji faktori koje treba ostvarit prilikom korištenja madraca i/ili krevetnog sustava. Shodno tome najbitniji zahtjevi koji se odnose na konstrukciju madraca su: fiziološki zahtjevi, toplinska ravnoteža, mikroklima u krevetu, propusnost i provodljivost materijala, njegova trajnost i elastičnost, udobnost madraca i higijenski zahtjevi. Ovi zahtjevi su vrlo bitni jer je madrac dio konstrukcije kreveta koji je u fizičkom dodiru s ljudskim tijelom (Grbac, 2006). Zahtjevi se postavljaju kako bi proizvod udovoljio takvim uvjetima, a postaviti će se sljedeći zahtjevi i kriteriji:

- antropološki
- upotrebni
- fiziološki
- toplinska ravnoteža
- mikroklima u krevetu
- propusnost i vodljivost materijala
- trajnost i elastičnost materijala
- udobnost
- estetika i dojam
- higijenski zahtjevi.



### 4.2.1. Zahtjevi na madrac

Osim odjeće, koja je u najbližem fizičkom kontaktu s ljudskim tijelom, tijelo je i u doticaju s madracem. Zbog svoje uloge madrac mora ispunjavati sve uvjete koje ljudsko tijelo zahtjeva da bi se osjećalo udobno. Madrac je predmet koji čovjeku mora pružiti udobnost, odmaranje tijela i miran san. Također, mora podnositi promjene ljudskog tijela poput stalne izmjene temperature ili kontinuirane proizvodnje toplinske energije, te pritiska koji tijelo stvara tijekom ležanja (Grbac i Dalbelo Bašić, 1994).

Vremenske promjene utječu na ljudski organizam ponajviše tijekom njegovog sna. Hladnoća i toplina tijela ovise o toplinskoj energiji koja se prenosi s površine tijela u okoliš. Takve izmjene na tijelu mogu uzrokovati razne promjene, poput osjećaja hladnoće koji se pretežno javlja u zimskom vremenskom periodu ili kontinuirano izlučivanje tekućine kroz kožu (znojenje), što je ponajviše javlja u ljetnom vremenskom periodu. Takve promjene znatno mogu utjecati na ljudski organizam i raspoloženje, jer izravno utječu na kvalitetu sna. Pravilnim odabirom materijala koji su u najbližem kontaktu s ljudskim tijelom moguće je značajno utjecati na promjene ljudskog tijela i postići kontrolu izmjene toplinske energije, a kao rezultat pružiti kvalitetan i udoban san (Grbac i Dalbelo Bašić, 1994).

Kako je prethodno navedeno, jedni od najbitnijih zahtjeva koji se odnose na konstrukciju madraca jesu fiziološki zahtjevi. Fiziološke zahtjeve smatramo osnovnim zahtjevima koje ležaj mora ispunjavati. Najbitnija stavka fizioloških zahtjeva je toplinska regulacija krevetne strukture koja ovisi o toplinskoj regulaciji ljudskog tijela u odnosu na ojaštene dijelove (madrac). Dosadašnjim iskustvom poznavanja krevetnog sustava primijećena je česta primjena umjetnih materijala poput poliuretanske spužve i umjetnih tkanina, takva primjena znatno smanjuje propusnost vlage i prozračnost madraca zbog svojstava tih materijala. Upotrebom sintetskih materijala ne ispunjavaju se fiziološki zahtjevi. Kako bi ležaj ispunjavao fiziološke zahtjeve potrebno je koristiti u vanjskom sloju ležaja materijale koji upijaju vlagu koje tijelo ispušta tijekom spavanja i zadržava tu vlagu u unutrašnjem sloju gdje se nalaze higroskopski materijali. Takvi higroskopski materijali tijekom noći upiju višak vlage s površine i tijekom sljedećeg dana je ispare u okolni suhi zrak (Grbac, 2006).

#### 4.2.2. Odabir materijala i konstrukcija madraca

Odabir materijala madraca i definiranje konstrukcijske je najbitnija faza diplomskog rada. Nakon istražene literature prikazane u dosadašnjim istraživanjima i sveukupnim saznanjima o krevetnom sustavu i konstrukciji madraca, odabir pravih materijala u njegovoj konstrukciji vrlo je bitan korak. Od samih početaka se razvijala ideja o ekološki prihvatljivom madracu, ali jedino prirodni materijali će zaista ostvariti takvu ideju. Iz tog razloga je odabir materijala baziran na pamuku, vuni i lateksu.

##### *Pamuk*

Prirodni materijal koji je najzahvalniji biorazgradivi materijal u tekstilnoj industriji je pamuk. Kao što smo dosad proučili njegove prednosti i mane, pamuk doživljavamo kao idealan materijal za ispunu u konstrukcijskom sloju madraca. Zbog njegove teksture i mekoće na dodir kao i zdravstveno prihvatljivog tekstila, ovaj materijal izvrsno se uklapa u koncept prirodnog madraca.

Pamuk je prirodni materijal najčešće korišten za pacijente s kožnim problemima. Ima široku primjenu kao materijal zbog svog prirodnog bogatstva i svojstva kao što su dobra izdržljivost, dobro provođenje topline, lako bojenje i izvrsna apsorpcija vlage. Međutim, ima nedostatke poput zapaljivosti, slabo zadržavanje nabora i sklon je napadu bakterija i gljivica (Hipler i Elsner, 2006).

Pamučno vlakno je lako zapaljivo i lako gorivo vlakno. Promjena boje vlakna moguća je na temperaturama 120 do 150 °C, a do oštećenja vlakna dolazi na temperaturama iznad 200 °C. Zbog toga se odjevni predmeti od pamučnih vlakana mogu glačati na temperaturama koje se nalaze u području 180 do 210 °C. Vlakno se može samozapaliti na temperaturi od 400 °C, a do karbonizacije dolazi pri temperaturi od 430 °C (Kovačević, 2009). Međutim ukoliko se pamučno vlakno koristi u kombinaciji s sporogorućim materijalima njegovo vrijeme zapaljivosti se znatno povećava.

Pamučna vlakna su osjetljiva na kiseline, ali su jako otporna na lužine (alkalijske) i organska otapala. Pri povećanoj vlažnosti i temperaturi vrlo su podložna djelovanju mikroorganizama, a ako se izlažu UV zrakama nakon nekog vremena izgube čvrstoću. Postojanost pamučnih vlakana na starenje je vrlo dobra (ako se čuva na suhom i od sunca zaklonjenom mjestu gubitak čvrstoće tijekom 50 godina je minimalan)

(Kovačević, 2009). Osim toga, njegova jednostavna biorazgradivost je idealna za potrebe današnjeg ekološkog zbrinjavanja (Hipler i Elsner, 2006). Iz tog razloga je pamuk kao materijal u današnjem ubrzanom stresnom životu idealan materijal za opuštanje korisnika, zbog čega se pamuk predlaže za korištenje u finoj ispuni madraca i dijelu koji je u izravnom doticaju s ljudskom kožom.

### *Vuna*

Vuna je tradicionalni prirodni materijal koji je već stoljećima voljen, idealan je za implementiranje u ovakav tip madraca. Vuna je prirodni materijal koji je već dugi niz godina sinonim za mekoću i toplinu. Svojstva vune opisana u prethodnom dijelu diplomskog rada su razlog odabira ovog materijala kao drugog sloja ispune u konstrukciji madraca.

Hrvatski proizvođači madraca proizvode madrace ispunjene prirodnim materijalima poput vune i pamuka. Od tri proizvođača istraživanih u radu Marković (2017), kod sva tri su pronađeni razni modeli s takvim tipom fine ispune. Kod jednog proizvođača su od njihove cjelokupne proizvodnje izdvojena svega dva modela madraca koji su, između ostaloga, ispunjeni i vunom. Kvaliteta vune koja se nalazi u tim madracima je površinske mase od 400 g/m<sup>2</sup> u kombinaciji s vatom mase 200 g/m<sup>2</sup>. Drugi proizvođač posjeduje u svojoj proizvodnji samo jedan model madraca u koji se ugrađuje vuna s površinskom masom od 110 g/m<sup>2</sup> vune u kombinaciji s poliuretanskim vlaknom. Dok se kod trećeg proizvođača nalazi čak pet modela madraca ispunjenih s vunom kvalitete od 300 g/m<sup>2</sup>.

Uz takva svojstva ovaj tradicionalni prirodni materijal je idealan za ispunu madraca u kojem je predviđeno korištenje vunenog vlakna u drugom sloju, ispod fine ispune od pamuka.

### *Lateksna spužva*

Jedini sloj koji je preostao kako bi konstrukcija ovog madraca bila upotpunjena, je jezgra madraca. Za jezgru madraca u ovom tipu odabran je lateksni materijal, svjesni činjenice da u je današnje vrijeme proizvodnja lateksne spužve bazirana na umjetnim materijalima koji izvanredno imitiraju svojstva pravog prirodnog lateksa.

Lateks je materijal koji pruža kvalitetnu potporu kralježnici, jer se prilikom pritiska formira prema djelovanju tlaka. Svoj oblik prilagođava tijelu koje ga pritišće, zbog čega je takav materijal izvanredan za potporu kralježnice čiji neobičan oblik izduženog slova S treba pravilnu potporu.

Kroz istraživanja Low *et al.* (2016) je utvrđeno da lateksna spužva može biti izvrsna zamjena za poliuretansku spužvu i opružnu jezgru. U istraživanjima se zaključuje da je lateksna jezgra idealna za konstrukciju bolničkih kreveta, jer upotreba lateksne jezgre može znatno smanjiti ukočenost mišića i zglobova pacijenta. Sposobnost lateksnog madraca da postigne bolju raspodjelu područja opterećenja na tijelu možemo pripisati mehaničkim svojstvima lateksa (Low *et al.*, 2016). Nakon što je jezgra implementirana, konstrukcija madraca je potpuna i ispunjava sve zahtjeve i kriterije postavljene na madrac: materijali su prirodni, fiziološki prihvatljivi s toplinskom ravnotežom i dobrom propusnošću, izvanrednom trajnosti i elastičnosti, s neizostavnom udobnošću i higijenskom održivošću, ali i nezaobilaznom estetikom.

## 5. Rezultati istraživanja – izvedbeno rješenje

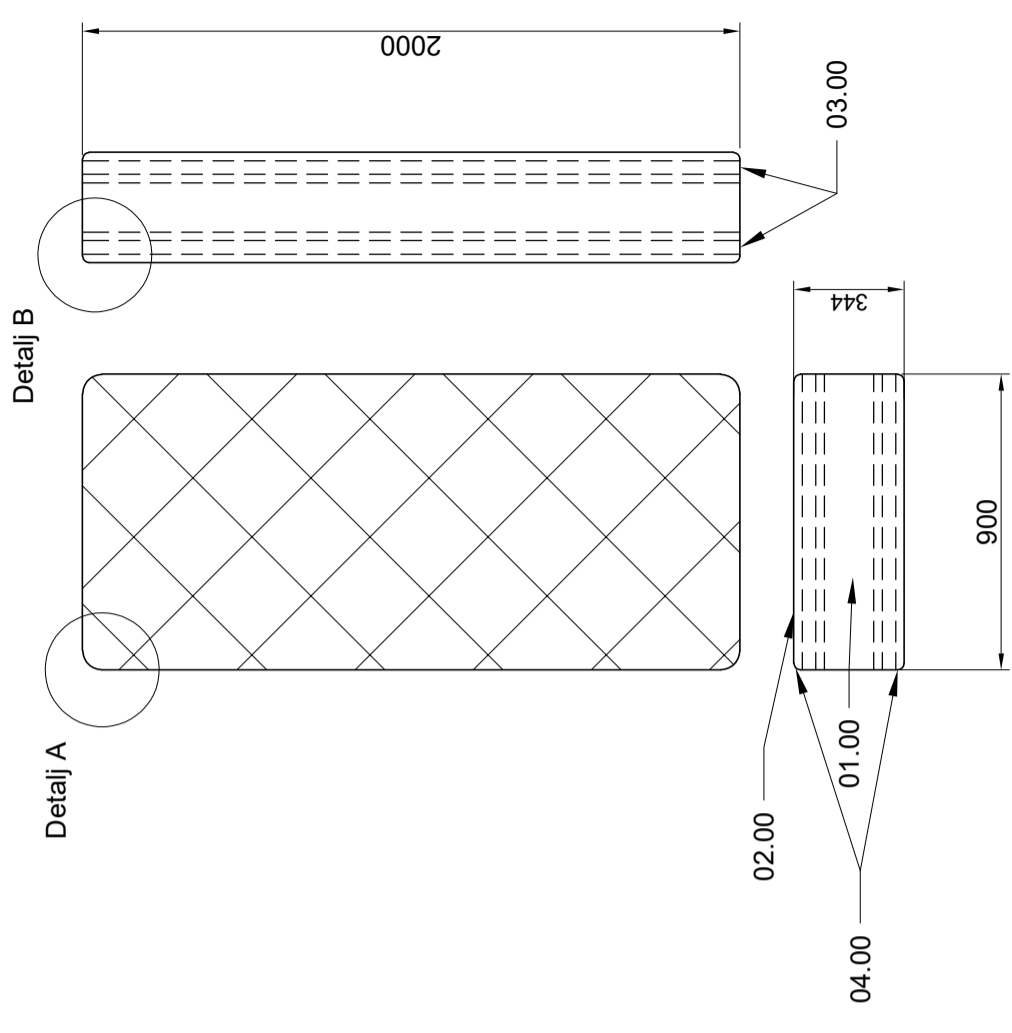
Ovo poglavlje obuhvaća cjelokupni prikaz konstrukcije s implementiranim materijalima i redosljedom materijala u konstrukciji. U izvedbenom rješenju je prikazan nacrti, tlocrtni i bokocrtni pogled na madrac s osnovnim dimenzijama. Predviđeni madrac je konstruiran prema dimenzijama 2000 mm duljine, 900 mm širine i 336 mm visine. Osim gabaritnih dimenzija prikazan je i detaljni presjek unutrašnjosti madraca. U detaljnom prikazu se može uvidjeti raspodjela slojeva i ujedno pojedinosti prirodnih materijala implementiranih u madrac.

Madrac se sastoji se od jezgre, središnjeg dijela i površinskog dijela. U jezgri se nalaze materijali poput lateksne spužve i pamučnog tkanja, ali se nalazi i konac od pamuka i pokrovna tkanina koja je također izvezena od pamučnog vlakna. Nadalje, u središnjem dijelu koji se ponavlja s gornje i donje strane, nalazi se proširiva dekorativna obloga koja obavija središnji i površinski sloj. U središnjem konstrukcijskom sloju se nalazi ovčja vuna koja je također obložena izvezenom pamučnom tkaninom i učvršćena koncem. Površinski sloj se pričvršćuje za proširivu dekorativnu oblogu na gornjoj i donjoj strani, te je sastavljen od pamučne vate koja je prevučena u pamučnu izvezenu tkaninu i učvršćena koncem.

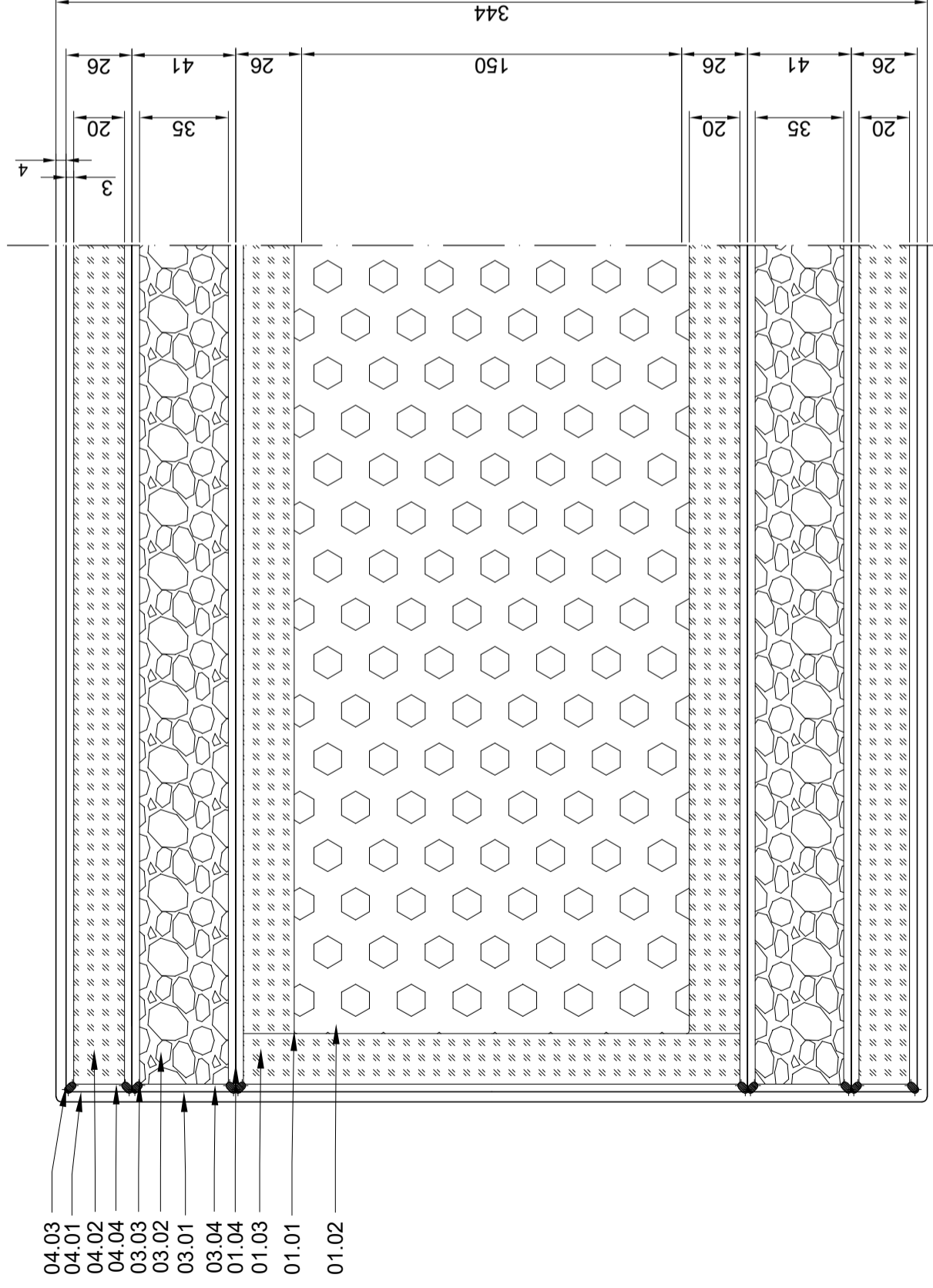
Madrac osim jezgre može sadržavati od dva do šest dodatnih slojeva, ovisno o želji korisnika. U konstrukciji madraca mogu se implementirati razni prirodni i umjetni materijali prema potrebama korisnika. Potrebno je da svi materijali budu na jednaki prema debljini od 20 do 40 mm kako bi se ravnomjerno mogli povezati i činiti jedinstvenu cjelinu, točnije kompaktni madrac.

## 5.1. Nacrti

M 1:20



M 1:2



|       |                          |                |     |      |      |      |
|-------|--------------------------|----------------|-----|------|------|------|
| 04.03 | učvrtni konac            | pamuk          | 16  | 2000 | 900  | 1,5  |
| 04.02 | ispuna površ. sloja      | pamuk          | 2   | 2000 | 900  | 20   |
| 04.01 | pokrivna tkanina         | pamuk          | 2   | 2000 | 900  | 3    |
| 04.00 | površinski sloj          | pamuk          | 2   | 2000 | 900  | 26   |
| 03.03 | učvrtni konac            | pamuk          | 16  | 2000 | 900  | 1,5  |
| 03.02 | ispuna sred. sloja       | vuna           | 2   | 2000 | 900  | 35   |
| 03.01 | pokrivna tkanina         | pamuk          | 2   | 2000 | 900  | 3    |
| 03.00 | središnji sloj           | vuna           | 2   | 2000 | 900  | 41   |
| 02.00 | proširiva dekor. tkanina | dekor. tkanina | 1   | 2000 | 900  | 4    |
| 01.04 | učvrtni konac            | pamuk          | 8   | 2000 | 900  | 1,5  |
| 01.03 | pamučno tkanje           | pamuk          | 1   | 2000 | 900  | 20   |
| 01.02 | središte jezgre          | lateks         | 1   | 2000 | 900  | 150  |
| 01.01 | pokrivna tkanina         | pamuk          | 1   | 2000 | 900  | 3    |
| 01.00 | jezgra                   | lateks         | 1   | 2000 | 900  | 208  |
| ozn.  | sklop                    | mat.           | kom | duž. | šir. | deb. |

ŠUMARSKI FAKULTET ZAGREB

2018./19.

Predmet:

Madrac s prirodnim materijalima

Crtao: Lucija Marković

Diplomski rad

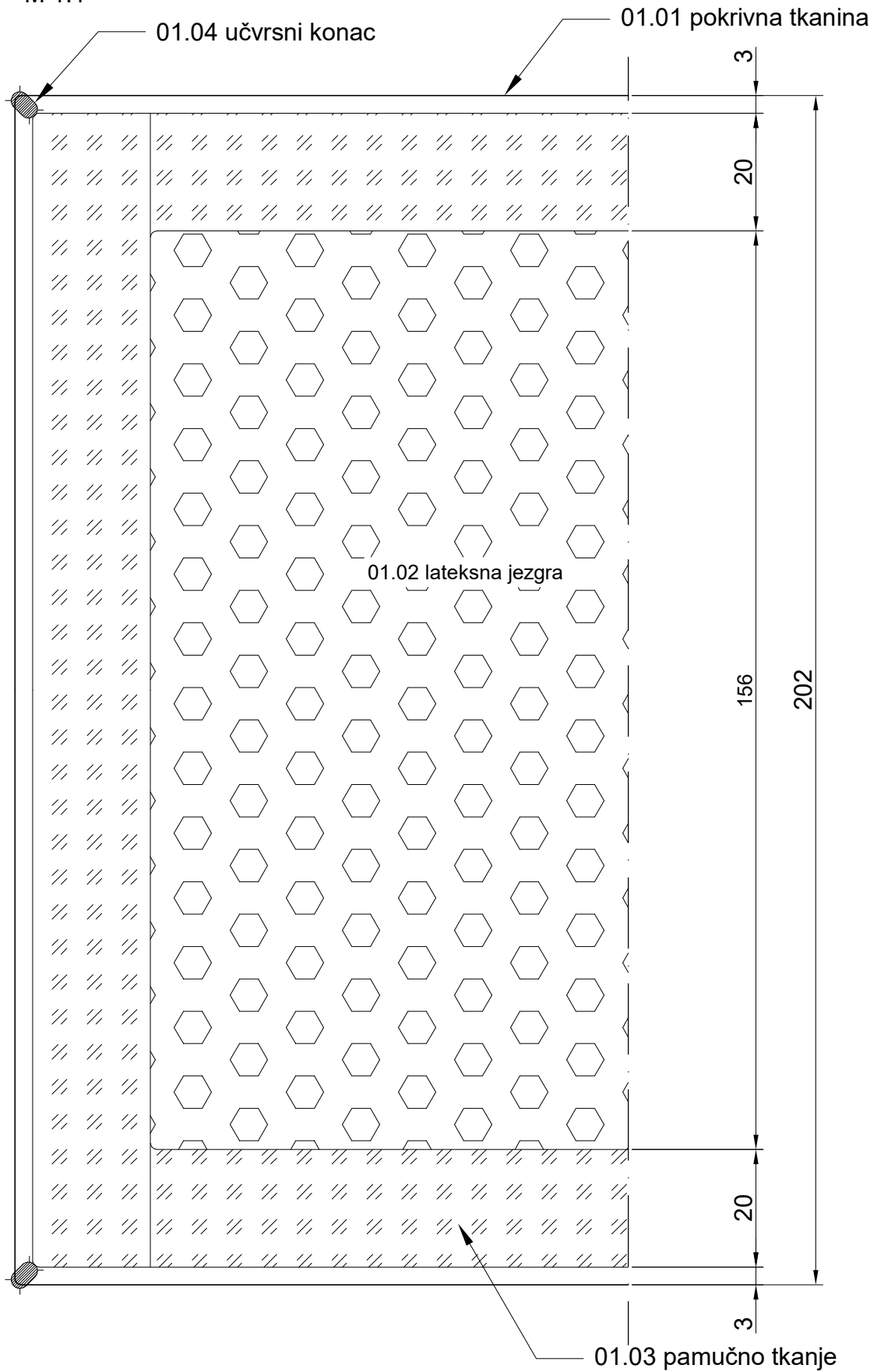
M 1:20; 1:2

Pregledao:

List 55

Datum: 6. 9. 2019.

M 1:1

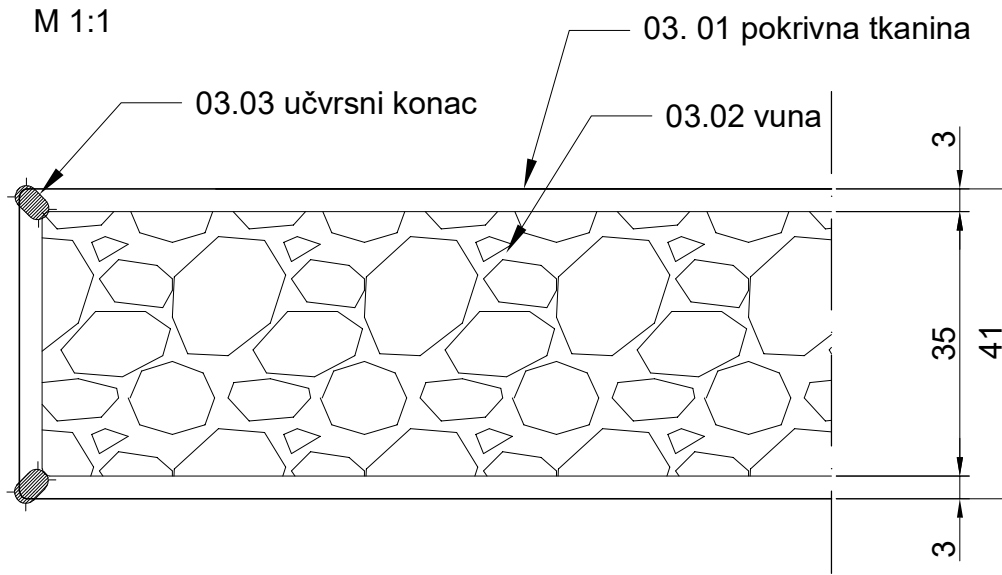


|       |                  |        |     |      |      |      |
|-------|------------------|--------|-----|------|------|------|
| 01.04 | učvrсни konac    | pamuk  | 8   | 2000 | 900  | 1,5  |
| 01.03 | pamučno tkanje   | pamuk  | 1   | 2000 | 900  | 20   |
| 01.02 | središte jezgre  | lateks | 1   | 2000 | 900  | 150  |
| 01.01 | pokrivna tkanina | pamuk  | 1   | 2000 | 900  | 3    |
| 01.00 | jezgra           | lateks | 1   | 2000 | 900  | 208  |
| ozn.  | sklop            | mat.   | kom | duž. | šir. | deb. |

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

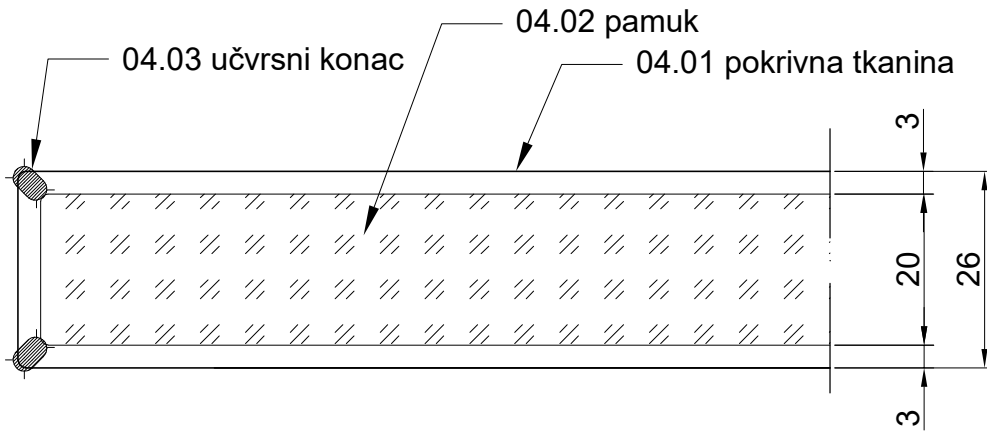
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



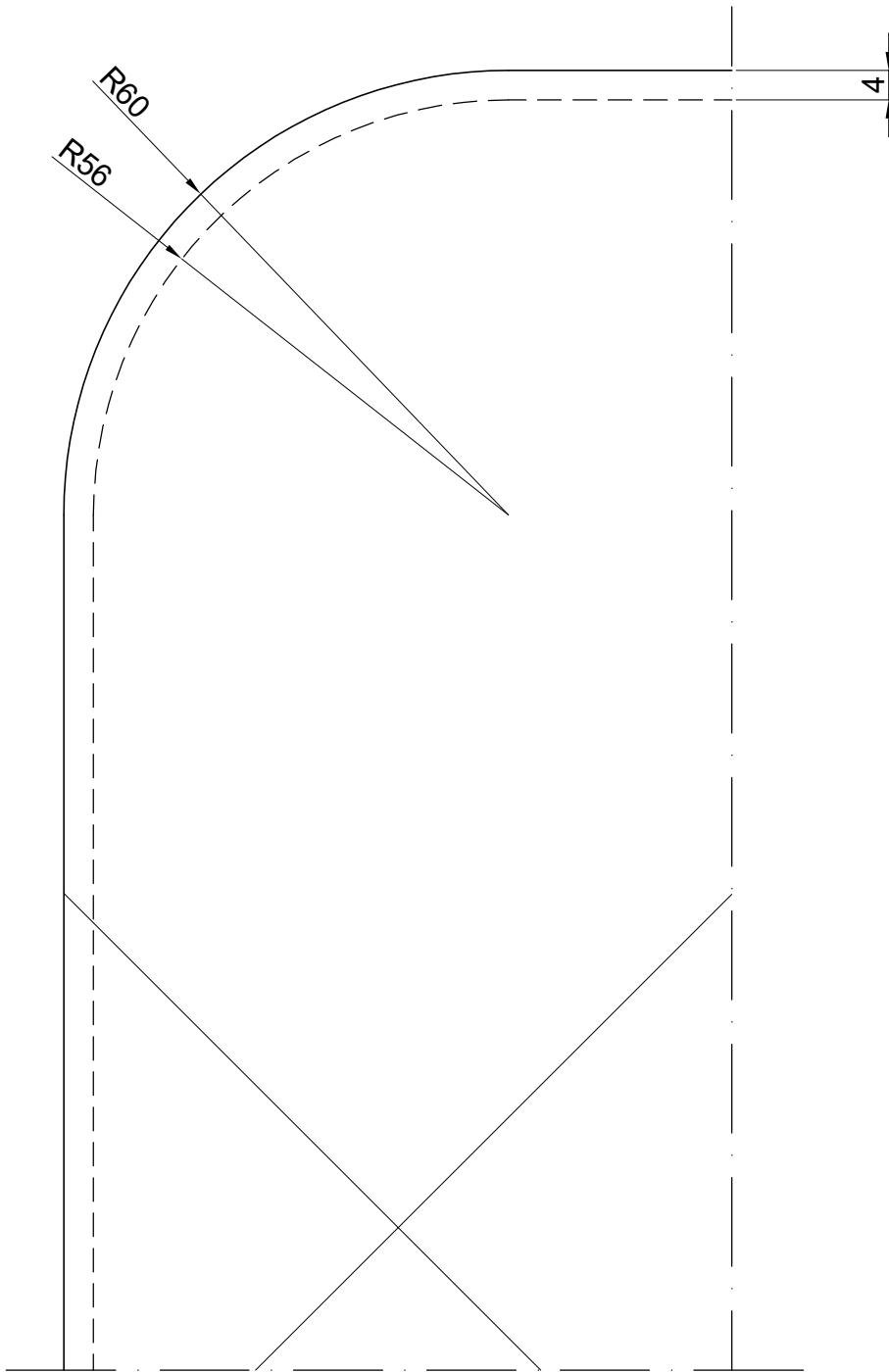


|             |                           |              |            |             |             |             |
|-------------|---------------------------|--------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| 03.03       | <i>učvrсни konac</i>      | <i>pamuk</i> | 16         | 2000        | 900         | 1,5         |
| 03.02       | <i>ispuna sred. sloja</i> | <i>vuna</i>  | 2          | 2000        | 900         | 35          |
| 03.01       | <i>pokrívna tkanina</i>   | <i>pamuk</i> | 2          | 2000        | 900         | 3           |
| 03.00       | <i>središnji sloj</i>     | <i>vuna</i>  | 2          | 2000        | 900         | 41          |
| <i>ozn.</i> | <i>sklop</i>              | <i>mat.</i>  | <i>kom</i> | <i>duž.</i> | <i>šir.</i> | <i>deb.</i> |

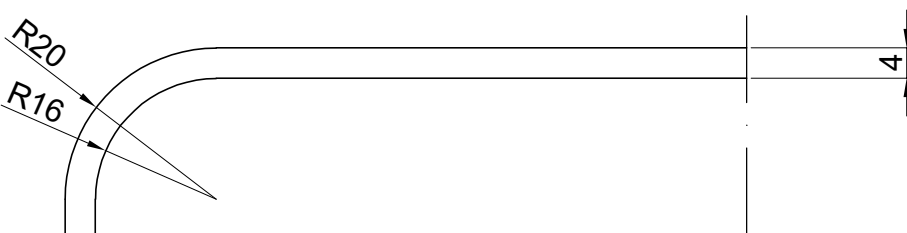
M 1:1



|             |                            |              |            |             |             |             |
|-------------|----------------------------|--------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| 04.03       | <i>učvrсни konac</i>       | <i>pamuk</i> | 16         | 2000        | 900         | 1,5         |
| 04.02       | <i>ispuna površ. sloja</i> | <i>pamuk</i> | 2          | 2000        | 900         | 20          |
| 04.01       | <i>pokrivna tkanina</i>    | <i>pamuk</i> | 2          | 2000        | 900         | 3           |
| 04.00       | <i>površinski sloj</i>     | <i>pamuk</i> | 2          | 2000        | 900         | 26          |
| <i>ozn.</i> | <i>sklop</i>               | <i>mat.</i>  | <i>kom</i> | <i>duž.</i> | <i>šir.</i> | <i>deb.</i> |



Detalj A



Detalj B

|       |                             |                   |     |      |      |      |
|-------|-----------------------------|-------------------|-----|------|------|------|
| 02.00 | proširiva dekor.<br>tkanina | dekor.<br>tkanina | 1   | 2000 | 900  | 4    |
| ozn.  | sklop                       | mat.              | kom | duž. | šir. | deb. |

## 5.2. Sastavnica

|  |  |                                  |                                    |             |                      |
|--|--|----------------------------------|------------------------------------|-------------|----------------------|
| <b>PODUZEĆE: ŠUMARSKI FAKULTET, ZAGREB</b><br><b>SASTAVNICA br.: 1</b> |  | <b>DATUM:</b><br>2018./19.       | <b>BROJ NALOGA:</b>                |             | <b>LISTOVA:</b><br>1 |
| <b>DATUM POČETKA:</b><br>2018.   |  | <b>DATUM ZAVRŠETKA:</b><br>2019. | <b>IZVEDBA:</b><br>Lucija Marković |             | <b>BROJ NACRTA:</b>  |
| <b>OZNAKA:</b>   | <b>Madrac s prirodnim materijalima</b> | <b>KOL</b>                       | <b>ČISTE MJERE, mm</b>             |             |                      |
|  |  |                                  | <b>DUŽ.</b>                        | <b>ŠIR.</b> | <b>DEB.</b>          |
| <b>01.00</b>   | <b>Jezgra</b>                          | <b>1</b>                         | <b>2000</b>                        | <b>900</b>  | <b>208</b>           |
| 01.01  | Pokrivna tkanina                       | 1                                | 2000                               | 900         | 3                    |
| 01.02  | Lateks                                 | 1                                | 2000                               | 900         | 150                  |
| 01.03  | Pamučno tkanje                         | 1                                | 2000                               | 900         | 20                   |
| 01.04  | Učvrсни konac                          | 8                                | 2000                               | 900         | 1,5                  |
| <b>02.00</b>   | <b>Proširiva dekorativna tkanina</b>   | <b>1</b>                         | <b>2000</b>                        | <b>900</b>  | <b>4</b>             |
| <b>03.00</b>   | <b>Središnji sloj</b>                  | <b>2</b>                         | <b>2000</b>                        | <b>900</b>  | <b>41</b>            |
| 03.01  | Pokrivna tkanina za vunu               | 2                                | 2000                               | 900         | 3                    |
| 03.02  | Vuna                                   | 2                                | 2000                               | 900         | 35                   |
| 03.03  | Učvrсни konac                          | 16                               | 2000                               | 900         | 1,5                  |
| <b>04.00</b>   | <b>Površinski sloj</b>                 | <b>2</b>                         | <b>2000</b>                        | <b>900</b>  | <b>26</b>            |
| 04.01  | Pokrivna tkanina za pamučnu vatu       | 2                                | 2000                               | 900         | 3                    |
| 04.02  | Pamučna vata                           | 2                                | 2000                               | 900         | 20                   |
| 04.03  | Učvrсни konac                          | 16                               | 2000                               | 900         | 1,5                  |
|  |  |                                  |                                    |             |                      |
|  |  |                                  |                                    |             |                      |
| <b>SASTAVIO:</b><br>Lucija Marković                                    | <b>VODITELJ ODJELA:</b>                | <b>TEH. VODITELJ:</b>            | <b>NAPOMENA:</b>                   |             |                      |

### 5.3. Tehnički opis

|  |  |
|--|--|
| <b>TEHNIČKI OPIS BROJ: 1</b>   |  |
| <b>NASLOV PROIZVODA:</b><br>Madrac s prirodnim materijalima  |  |
| <b>NAMJENA I KRATKI OPIS PROIZVODA:</b><br>Proizvod je namijenjen spavanju i odmaranju. Koristi se u sklopu krevetnog sustava.   |  |
| <b>NORMA:</b><br>HRN EN 1957:2013  |  |
| <b>FUNKCIONALNE (GABARITNE) DIMENZIJE:</b><br>Sastavljen: 2000 x 900 x 336   |  |
| <b>VRSTA I KVALITETA PRIRODNIH MATERIJALA:</b><br>Svi korišteni materijali su prirodni. Madrac sadrži lateks, pamuk, vunu i izvezeni tekstil od pamučnog vlakna i konac od pamučnog vlakna. Svi ti materijali imaju velike prednosti za implementiranje u konstrukciji madraca zbog čega su u tom obliku i izabrati. Madrac može biti konstruiran prema potrebama korisnika, te može sadržavati mnoštvo drugih materijala ovisno o ekonomskom razredu i zahtjevima korisnika.  |  |
| <b>TOČNOST (FINOĆA) OBRADE:</b><br>Materijali moraju biti pravilno pripremljeni za korištenje u konstrukciji madraca. Svi prirodni materijali moraju proći sve faze obrade od sirovine do materijala, te se pravilnom klasifikacijom određuje cijena materijala. Nadalje madrac mora biti konstruiran prema narudžbi zbog čega se zahtijeva izvanredna točnost obrade i površinske izvedbe. Svaki sloj se poni pojedinačno i kroz kontrolu kvalitete se pojedinačno pregledava, dok se u završnoj kontrolnoj fazi slaže u madrac i provjerava se točnost izvedbe i mogućnost slaganja. |  |
| <b>KONSTRUKCIJE I NAČIN SLAGANJA:</b><br>Sastoji se od jezgre, središnjeg sloja, površinskog sloja i proširive dekorativne obloge. Lateks jezgra je kompaktna baza obavijena pamučnim tkanjem i pokrivnom tkaninom koja je ušivena i čini kompaktnu jezgru. Središnji sloj se postavlja na   |  |

bazu, jezgru madraca i čini drugi sloj s gornje i donje strane. U ovoj konstrukciji je još pridodan površinski sloj koji se postavlja na središnji sloj s gornje i donje strane, te je obavijeno proširivom dekorativnom tkaninom i čini kompaktan sustav za ležanje – madrac. Međutim ovaj tip madraca može podnijet uz jezgru (bazu) od dva do šest dodatnih slojeva, ovisno prema potrebama i željama korisnika. U konstrukcijsku složenost madraca mogu se implementirati razni materijali prema potrebama korisnika. Potrebno je da svi materijali budu na jednak način konstruirani prema debljini od 20 do 40 mm ukoliko bi se ravnomjerno mogli povezati i činiti jedinstvenu cjelinu, točnije kompaktan madrac.

**POVRŠINSKA IZVEDBA:**

Površinski sloj je završni sloj u konstrukciji, te osim svoje funkcionalnosti mora imati elegantnu površinsku izvedbu kako bi zadovoljavao estetske zahtjeve na madrac. Površinska tkanina ima izvezen konac preko cijele površine u obliku povezanih tijela romba i oku ugodnom dojmu primamljivo djeluje na ekonomsku vrijednost. Naravno važno je napomenuti kako zbog raznovrsnih mogućnosti konstrukcijske složenosti materijala unutar madraca moguća je i široka raznolikost uzoraka za površinsku izvedbu, prilagođeno korisniku.

**PAKIRANJE:**

Proizvod se pakira pojedinačno u slojevima vakuumiran u vreće zbog lakšeg transporta i očuvanja kvalitete materijala.

## 6. Rasprava i zaključci

Temeljem postavljenih ciljeva istraživanja o uporabi prirodnih materijala i njihovim utjecajima na ljudsko zdravlje, svojstvima pojedinih prirodnih i umjetnih materijala pri uporabi u konstrukciji madraca. Razvila se ideja o inovativnoj konstrukciji madraca koja u svojim slojevima sadrži prvenstveno prirodne, biološki razgradive materijale (vuna, pamuk i lateks), koji doprinose zdravlju ljudskog tijela tijekom spavanja.

Analizom prikupljenih podataka i obrađene literature, mogu se donijeti sljedeći zaključci:

- **Madrac je osnovni funkcionalni sklop namještaja za ležanje, a madraci s prirodnim materijalima su poželjni za ljudsko zdravlje**

Razvojem konstrukcije madraca s prirodnim materijalima, vrlo je važno prema svojstvima materijala pravilno rasporediti slojeve u konstrukciju. Vuneno vlakno može biti različitog promjera, odnosno finoće, prema tom parametru se njezina namjena definira. Ukoliko se vuna koristi u vanjskim slojevima koji su u izravnom kontaktu s ljudskim tijelom vlakno vune mora biti „finije“, točnije vlakno mora biti manjeg promjera. Međutim, u razvoju konstrukcije madraca vuna je ispunjena drugog sloja u konstrukciji, te nije u izravnom doticaju s ljudskom kožom, zbog čega je prihvatljivo „grublje“ vlakno, točnije vlakno većeg promjera. Nakon drugog grubljeg sloja, potrebno je definirati površinski fini sloj madraca. Svojim svojstvima pamuk kao higroskopno vlakno i ugodno na dodir je izvrstan za površinski sloj madraca koji je u izravnom kontaktu s ljudskim tijelom. Osim gornjih slojeva, definirana je i jezgra madraca. Lateks je prirodni mekani i elastični materijal, sa svojstvima idealnim za jezgru madraca. Nudi udobnost koja se prilagođava pojedinom obliku tijela, točnije pruža potporu tijelu koje pritišće, te se omogućuje ravnomjernu raspodjelu mase na površini. Takva svojstva ne izazivaju neugodan protupritisak na tijelo, već samo onaj nužni, a time olakšava cirkulaciju krvi i pomaže da se tijelo u potpunosti opusti.

- **Upotrebljeni su prirodni materijali u konstrukciji madraca koji imaju dobru termoregulaciju i udobniji, čime ostvaruju kvalitetniji izbor**

Madrac može biti ispunjen prirodnim vrstama materijala. Vuna je prirodni materijal životinjskog porijekla. Vrlo je kvalitetna ispunja jer ima dobra termoregulacijska svojstva. Njeno prirodno svojstvo je da prihvaća vlagu i da je isparava, ali stvara suhu i zdravu klimu za spavanje. Poznato je da ljudsko tijelo izluči od 0,5 do 0,75 litara tekućine (prema nekim izvorima i 1,5 l) tijekom sna, stoga je propusnost vlage, topline i isparavanje vlage jedini uvjet kvalitetnog madraca koji prirodni materijali ispunjavaju. Pamuk je prirodno vlakno i smatra se dominantnom tkaninom u krevetnom sustavu, dobar je za ljudsko zdravlje, jer uspješno rješava dermatološku problematiku kože kod atopijskog dermatitisa. Lateks je izvrsna prirodna zamjena umjetnoj poliuretanskoj spužvi, a usto prilagodljivošću svoje površine pomaže pri smanjenju ukočenost mišića i zglobova. Primjenom samo sintetičkih materijala poput poliuretanske spužve i sintetičkih tkanina u gornjim slojevima madraca, smanjuje se propusnost i prozračnost ležaja i s time se ne ispunjavaju u potpunosti fiziološki zahtjevi. Kako bi madrac ispunjavao fiziološke zahtjeve, u vanjskom se sloju koriste materijali koji upijaju vlagu te je transportiraju i kratko zadržavaju u unutrašnjem sloju, gdje se nalaze higroskopski materijali, koji tijekom vremena tu vlagu otpuste u okolinu.

- **Razvijen je madrac određenog konstrukcijskog rješenja koji je približen pojedinom korisniku i ispunjava zahtjeve prema potrebi korisnika**

Materijali prije nego što tvore konstrukciju madraca moraju biti pravilno pripremljeni za korištenje u konstrukciji madraca. Svi prirodni materijali moraju proći sve faze obrade od sirovine do materijala sa prilagođenim svojstvima i kvalitetom za određeni sloj u konstrukciji madraca. Pravilnom klasifikacijom određuje se kvaliteta materijala za pojedini sloj u konstrukciji. Madrac mora biti konstruiran prema narudžbi. Svaki sloj se puni pojedinačno i kroz kontrolu kvalitete se pojedinačno pregledava, dok se u završnoj, kontrolnoj fazi slojevi sastavljaju u madrac i provjerava se funkcionalnost sastavljana. Dekorativni sloj je završni pričvršćeni sloj u konstrukciji, te osim svoje funkcionalnosti mora imati elegantnu površinsku izvedbu kako bi zadovoljio estetske zahtjeve na madrac. Površinska tkanina ima izvezen konac preko cijele površine u obliku povezanih tijela romba i oku ugodnom dojmu primamljivo djeluje na ekonomsku vrijednost. Naravno, važno je napomenuti kako je zbog raznovrsne konstrukcije



materijala unutar madraca, moguća je i široka raznolikost uzoraka za dekorativne tkanine, prilagođeno korisniku.

- **Konstrukcija madraca osigurava modularnost i preferencije pojedinca**

Suvremena trgovina je prilagođena pojedincu i želji korisnika, izbjegavaju se serijske proizvodnje proizvoda. Konstrukcija madraca se također treba prilagoditi pojedincu iz tog razloga se razvila ideja o modularnosti konstrukcije. Razvoj ideje o modularnom madracu sastoji se od jezgre, središnjeg dijela i površinskog. Lateks jezgra je kompaktna baza s bočnim elastičnim preklopom na koje se dalje prilaže središnji sloj željene konstrukcije. Središnji sloj se pričvršćuje za bazu, jezgru madraca i čini drugi sloj s gornje i donje strane. U ovoj konstrukciji je još pridodan površinski sloj koji se pričvršćuje u kompaktan sustav za ležanje – madrac. Međutim, ovaj tip madraca može uz jezgru (bazu) podnijeti od dva do šest dodatnih slojeva, ovisno o željama korisnika. U konstrukciju madraca mogu se implementirati razni materijali prema potrebama korisnika. Potrebno je da svi materijali budu na jednak način konstruirani u debljinama od 20 do 40 mm kako bi se ravnomjerno mogli povezati i činiti jedinstvenu cjelinu, točnije kompaktan madrac. Ovaj tip madraca može biti konstruiran prema potrebama korisnika, te može sadržavati mnoštvo drugih prirodnih materijala ovisno o ekonomskom razredu i zahtjevima korisnika.

Svi negativni utjecaji umjetnih materijala su u ovom proizvodu svedeni na minimum, za što se očekuje da pozitivno utječe na ljudsko **zdravlje**. **Inovativnost** madraca ogleda se u njegovoj modularnosti, a to korisniku omogućuje individualni izbor, što je **novi pristup konstruiranju** madraca.

## Literatura

1. Chen, Y., Yuan, F., Guo, Y., Hu, D., Zhu, Z., Zhang, K., Zhu, S., 2018: A novel mattress filling material comprising of luffa fibers and EVA resin, <https://www.journals.elsevier.com/industrial-crops-and-products>
2. Chen, Z., Li, Y., Liu, R., Gao, D., Chen, Q., Hu, Z., Guo, J., 2014: Effects of Interface Pressure Distribution on Human Sleep Quality, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24924427>
3. Čunko, R., Andrassy, M., 2005: Vlakna, Biblioteka znanstveno popularna djela, Zagreb
4. Glibušić, V., 2018: Ekološki prihvatljiv i neškodljiv biouzgoj pamuka i njegovo označivanje, <https://bib.irb.hr/prikazi-rad?rad=934143&table=disertacija&print=true>
5. Grbac, I., 1988: Istraživanje kvalitete ležaja i poboljšanje njegove konstrukcije, Sveučilište u Zagrebu - Šumarski fakultet, Akademija šumarskih znanosti, Zagreb
6. Grbac, I., 2006: Krevet i zdravlje, Sveučilište u Zagrebu - Šumarski fakultet, Akademija šumarskih znanosti, Zagreb
7. Grbac, I., Dalbelo Bašić, B., 1994: Thermal conductivity and moisture permeability in mattress (Provodnost topline i propusnosti vlage u ležaju), Drvna industrija: znanstveno - stručni časopis za pitanja drvne tehnologije 45(4): 130-134
8. Grbac, I., Dalbelo-Bašić, B., 1996: Comparison of thermo-physiological properties of different mattress structures, Proceedings of the 18th international conference on Information technology interfaces, Pula June 18-21, University of Zagreb, University Computing Centre, Zagreb, Croatia, str. 113-118.
9. Grbac, I., Ivelić, Ž., 2005: Ojastučeni namještaj, Sveučilište u Zagrebu - Šumarski fakultet, Akademija šumarskih znanosti, Zagreb
10. Hagino, C., Erfanian, P., 1997: Before – after study to determine the effectiveness of an adjustable wood frame – foam and wool mattress bed – system (The Natura Mattress System) in reducing chronic back pain in adults, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2485300/>
11. Hipler, U. C., Elsner, P., 2006: Biofunctional Textiles and the Skin, <https://epdf.tips/biofunctional-textiles-and-the-skin.html>
12. Jacobsen, S., Schroecker, J., Munir, A., 2016: Why organic cotton is better, <https://www.trustedclothes.com/blog/2016/06/01/why-organic-cotton-is-better/>
13. Jacobson, B. H., Boolani, A., Dunklee, G., Shepardson, A., Acharya, H., 2010: Effect of prescribed sleep surfaces on back pain and sleep quality in patients diagnosed with low back and shoulder pain, <https://www.journals.elsevier.com/applied-ergonomics>
14. Katelaris, C. H., Allen, K. J. and SU, J. C., 2017: Debunking the Myth of Wool Allergy: Reviewing the Evidence for Immune and Non-immune Cutaneous Reactions, [www.medicaljournals.se/acta](http://www.medicaljournals.se/acta)

15. Keller, J. M., 1987: Development and Use of the ARCS Model of Instructional Design, *Journal of Instructional Development*
16. Kiyak, E., Akdemir, N., Fesci, H., 2009: The evaluation of the impact of the use of wool in patients with fibromyalgia on life quality, [https://www.researchgate.net/publication/289309830\\_The\\_evaluation\\_of\\_the\\_impact\\_of\\_the\\_use\\_of\\_wool\\_in\\_patients\\_with\\_fibromyalgia\\_on\\_life\\_quality](https://www.researchgate.net/publication/289309830_The_evaluation_of_the_impact_of_the_use_of_wool_in_patients_with_fibromyalgia_on_life_quality)
17. Klepp, I. G., Tobiasson, T. S., Laitala, K., 2017: Why cotton as linen? The Use of Wool in Beds in Norway, <https://oda-hioa.archive.knowledgearc.net/bitstream/handle/10642/4421/Why%2Bcotton%2Bas%2Blinen.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
18. Kovačević, Z., 2009: Pamučni materijali unaprijeđene vrijednosti za posebne namjene, <https://zir.nsk.hr/islandora/object/ttf:7/preview>
19. Krleža M., Kostrenčić M. i Protega M., 1964: Enciklopedija Leksikografskog zavoda – vuna, <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=65693>
20. Laing, R., Swan, P., 2015: Wool in human health and well – being, <https://www.researchgate.net/publication/275831592>
21. Low, Z. F., Chua, M. C. H., Lim, P. Y., Yeow, C. H., 2016: Effects of mattress material on body pressure profiles in different sleeping postures, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5310954/>
22. Ljuljka, B., 1981: Tehnologija proizvodnje namještaja, Sveučilište u Zagrebu - Šumarski fakultet, Akademija šumarskih znanosti, Zagreb
23. Mahar, T. J., Wang, H., 2010: Measuring fabric handle to define luxury: an overview of handle specification in next-to-skin knitted fabrics from Merino wool, [https://www.sheepcrc.org.au/files/pages/articles/sheep-crc-2010-conference-papers--wool/Measuring\\_fabric\\_handle\\_to\\_define\\_luxury\\_an\\_overview\\_of\\_handle\\_specification\\_in\\_next\\_to\\_skin\\_knitted\\_fabrics\\_from\\_Merino\\_wool.pdf](https://www.sheepcrc.org.au/files/pages/articles/sheep-crc-2010-conference-papers--wool/Measuring_fabric_handle_to_define_luxury_an_overview_of_handle_specification_in_next_to_skin_knitted_fabrics_from_Merino_wool.pdf)
24. Marković, L., 2017: Upotreba ovčje vune u različitim slojevima konstrukcije madraca, <https://zir.nsk.hr/islandora/object/sumfak%3A934>
25. Maver, H., Muftić, O., Rudan, P., Taboršak, D., 1976: Praktikum biološke antropologije ergonomске mjere, 2 Antropologijska biblioteka, Sveučilište u Zagrebu - Šumarski fakultet, Akademija šumarskih znanosti, Zagreb
26. Ozgen, B., 2012: New biodegradable fibers, yarn properties and their applications in textiles: a review, [https://www.researchgate.net/publication/289615081\\_New\\_biodegradable\\_fibres\\_yarn\\_properties\\_and\\_their\\_applications\\_in\\_textiles\\_A\\_review](https://www.researchgate.net/publication/289615081_New_biodegradable_fibres_yarn_properties_and_their_applications_in_textiles_A_review)
27. Panero, J., Zelnik M., 1990: Antropološke mjere i enterijer, Zbirka preporuka za standarde u projektovanju, IRO „Građevinska knjiga“, Beograd
28. Popović-Grlje, S., 2007: Alergijske bolesti – uzroci i posljedice, <https://hrcak.srce.hr/60626>

29. Shen, T. Y., Tan, S. H., Wu, F. G., 2015: Comparison of Sleep Quality and Thermal Comfort for Innovative Mattress Design, [https://www.researchgate.net/publication/283960263\\_Comparison\\_of\\_Sleep\\_Quality\\_and\\_Thermal\\_Comfort\\_for\\_Innovative\\_Mattress\\_Design](https://www.researchgate.net/publication/283960263_Comparison_of_Sleep_Quality_and_Thermal_Comfort_for_Innovative_Mattress_Design)
30. Shin, M., Halaki, M., Swan, P., Ireland, A. H., Chow, C. M., 2016: The effects of fabric for sleepwear and bedding on sleep at ambient temperatures of 17°C and 22°C, <https://www.researchgate.net/publication/301668295>
31. Vidoni, N., 2012: Istraživanje elastičnih svojstava različitih vrsta pu spužvi, [https://bib.irb.hr/datoteka/593329.DIPL-07\\_Nikola\\_Vidoni.pdf](https://bib.irb.hr/datoteka/593329.DIPL-07_Nikola_Vidoni.pdf)
32. Zallmann, M., Smith, P. K., Tang, M. L. K., Spelman, L. J., Cahill, J. L., Wortmann, G., Katelaris, C. H., Allen, K. J., Su, J. C., 2017: Debunking the Myth of Wool Allergy: Reviewing the Evidence for Immune and Non-immune Cutaneous Reactions, <https://www.medicaljournals.se/acta/>
33. Zhang, K., Guo, Y., Yuan, F., Zhang, T., Zhu, Z., Weng, B., Wu, S. S., Chen, T., Chen, Y., 2019: Effect of Chemical Treatments on the Properties of High-Density Luffa Mattress Filling Materials, [https://www.researchgate.net/publication/333587729\\_Effect\\_of\\_Chemical\\_Treatments\\_on\\_the\\_Properties\\_of\\_High-Density\\_Luffa\\_Mattress\\_Filling\\_Materials](https://www.researchgate.net/publication/333587729_Effect_of_Chemical_Treatments_on_the_Properties_of_High-Density_Luffa_Mattress_Filling_Materials)
34. \*\*\* 1997: Joint industry foam standard and guidelines, Polyurethane Foam Association, Loudon USA, str. 9.
35. \*\*\* 2018: Mattress, buying guide, Inter IKEA Systems B.V. , Canda FY19, [https://www.ikea.com/ms/en\\_CA/pdf/buying\\_guides/FY19/Mattress\\_buying\\_guide\\_FY19.pdf](https://www.ikea.com/ms/en_CA/pdf/buying_guides/FY19/Mattress_buying_guide_FY19.pdf)
36. \*\*\* 2013: HRN EN 1957 Namještaj – Kreveti i madraci – Metode ispitivanja za određivanje funkcionalnih svojstava i kriteriji procjene, Hrvatski zavod za norme, Zagreb

**Web izvori:**

- Web 1, URL: <https://perfecta.hr/blog/povijest-spavanja-srednji-vijek-429/> (17. 8. 2019.)
- Web 2, URL: <http://creativelife.cz/wp-content/uploads/2013/11/8YqcUJThy7uK3eF-juyA-article.jpg> (17. 8. 2019.)
- Web 3, URL: <https://i0.wp.com/blog.dochkisinochki.ru/wp-content/themes/zalive/img/articles/74/18.jpg> (17. 8. 2019.)
- Web 4, URL: <https://i.masinealati.rs/img/8ea3f7dd3d5bf73b6753a18e7107db.jpg> (17. 8. 2019.)
- Web 5, URL: <https://www.fs.fed.us/eng/pubs/htmlpubs/htm10512316/> (17. 8. 2019.)
- Web 6, URL: <https://www.trillionairemindz.com/nano-fabrics/> (17. 8. 2019.)
- Web 7, URL: <https://homeofwool.com/> (18. 2. 2019.)
- Web 8, URL: <https://www.commodityonline.com/commodity-news/cai-estimates-indias-2017-18-cotton-output-at-360-lakh-bales/news-now/20455> (18. 2. 2019.)
- Web 9, URL: <https://i1.wp.com/www.pan-prom.hr/wp-content/uploads/2013/10/kokos-gumirani444.jpg?fit=1000%2C778> (24. 3. 2019.)
- Web 10, URL: <https://wollbett.hr/proizvod/pental-madrac-latex-5-zona/> (24. 3. 2019.)
- Web 11, URL: <https://www.fibre2fashion.com/news/textile-news/lenzing-ranked-world-first-for-sustainable-wood-sourcing-202821-newsdetails.htm> (17. 9. 2017.)
- Web 12, URL: <https://blackandbeautiful.fr/blog/en/2015/04/08/the-luffa-skincare-benefits/> (17. 8. 2019.)
- Web 13, URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Luffa> (13.08.2019.)
- Web 14, URL: <https://www.bioflex.hr/2015/06/madraci-od-pu-poliuretanske-pjene/> (17. 8. 2019.)
- Web 15, URL: [http://media.wiley.com/product\\_data/excerpt/18/04708504/0470850418.pdf](http://media.wiley.com/product_data/excerpt/18/04708504/0470850418.pdf) (26.08.2019.)
- Web 16, URL: <https://www.dobeado.com/stainless-steel-wire-0-9mm-5m> (26. 8. 2019.)
- Web 17, URL: <https://www.grube.de/spiralfeder-64-311/> (17. 8. 2019.)
- Web 18, URL: <https://hr.masinealati.rs/proljetni-madrac-65-fotografija-najbolja-djeca-na-proljetnom-bloku-prikrivanje-kako-odabrati-tvrda-i-meka-dvostruka-recenzije-11264> (17. 8. 2019.)
- Web 19, URL: <https://hespo.hr/> (22. 3. 2019.)
- Web 20, URL: <http://www.msd-prirucnici.placebo.hr/msd-prirucnik> (08.07.2019.)

## Popis slika

|  |    |
|--|----|
| Slika 1. Krevet od slame i grana .....   | 5  |
| Slika 2. Krevet od životinjske dlake.....  | 5  |
| Slika 3. Krevet od slame i vune.....   | 5  |
| Slika 4. Krevet od pamuka i lateksne spužve.....   | 5  |
| Slika 5. Termoregulacija ljudskog tijela.....  | 6  |
| Slika 6. Sintetski hidrofoban materijal .....  | 7  |
| Slika 7. Materijal vuna.....   | 9  |
| Slika 8. Pamuk.....  | 11 |
| Slika 9. Materijal od kokosovih vlakana .....  | 14 |
| Slika 10. Jezgra madraca od lateksne spužve.....   | 15 |
| Slika 11. Temperaturne razlike usporedbe lateks madraca i poliuretanska spužva u madracu ... | 18 |
| Slika 12. Tencel vlakno .....  | 19 |
| Slika 13. Plod biljke luffa .....  | 20 |
| Slika 14. Poliuretanska spužva .....   | 23 |
| Slika 15. Čelik .....  | 25 |
| Slika 16. Čelična opruga .....   | 25 |
| Slika 17. Opružna jezgra.....  | 25 |
| Slika 18. Različite konstrukcije madraca.....  | 27 |
| Slika 19. Prikaz više slojeva u konstrukciji madraca - skica.....                            | 28 |
| Slika 20. Mjere čovjeka .....  | 42 |